

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİNERAL TAKVİYELİ İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ
KUMAŞLARIN MEKANİK VE ELEKTRİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Merve KASAPOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr İsmail USTA

İSTANBUL 2009

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİNERAL TAKVİYELİ İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ
KUMAŞLARIN MEKANİK VE ELEKTRİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Merve KASAPOĞLU

(141102820060345)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr İsmail USTA

İSTANBUL 2009

ÖNSÖZ

Ülkemizde tekstil sanayi en önemli sanayi dallarından biridir. Hem ihracat hem istihdam bakımından ülke ekonomimizin temelini oluşturmaktadır. Günümüzde gittikçe artan rekabet koşulları ve özellikle herkes tarafından üretilebilen ürünlerin, doğu bloğu ülkelerinde daha ucuza mal edebilmesi, artan maliyet ve işçilik giderleri üreticiler üzerinde büyük baskı oluşturmaktadır. Özellikle bu durumda farklılık yaratarak ve risk alarak bu ekonomik krizde yeni bir ürünü tek ele alabilmek bir üstünlüktür. Bu tarz bir ürün olan mineral takviyeli iplikler özellikle mikrobiyolojik yapıya sahip olması günlük giysiler dışında tıbbi tekstillerde kullanım uygunluğu getirmektedir.

Bu çalışmada, içerisinde gümüş elyafı da bulunan mineral takviyeli ipliğin mekanik özellikleri ile günümüzde aşırı miktarda maruz kaldığımız elektro manyetik dalgaları ne kadar engellediğini öğrenebilmek için elektromagnetik özelliği de incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında başta her konuda gerekli ilgi ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmail USTA 'ya, ipliklerin üretilmesinde ve bu konuyu seçmemde yardımcı olan M. Bahri ULUSOY ve *Bilkont Dış Ticaret AŞ*; İplik İşletmesi çalışanlarına, örülen kumaşların test çalışmalarını yaptığım fiziksel testler laboratuvarından Arş. Gör. İlker MISTIK'a, örme yüzeylerin oluşturulmasında yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Erhan Sancak'a, Elektromagnetik kalkanlama etkinliği konusunda yardımını esirgemeyen Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü hocalarından Arş. Gör. Volkan Yusuf ŞENYÜREK'e, örme çalışmaları ve çeviriler bazında büyük yardımları ve desteği olan Alp KANGAL'a, çalışmalarımda her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hazırladığım bu projenin benden sonraki öğrencilere ve meslektaşlarıma yararlı olacağını umar, bu konu hakkında bundan sonra yapılacak araştırmalara ışık tutması dileğiyle saygılarımı sunarım.

Haziran, 2009

Merve KASAPOĞLU

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNZÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
SEMBOLLER	xi
KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xvi
BÖLÜM I. Giriş ve Amaç	1
I.1. Giriş	1
I.2. Amaç	2
BÖLÜM II. Genel Bilgiler	4
II.1. Genel Bilgiler	4
II. 1. 1. Mineral Takviyeli Lif Nedir?	4
II. 1. 2. Mineral Takviyeli Liflerin Bileşikleri ve Fiziksel Özellikleri	5
II. 1. 2. 1. Polyester	6
II. 1. 2. 1. 1. Polyesterin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	7
II. 1. 2. 1. 2. Polyesterin Kullanım Alanları	8
II. 1. 2. 2. Gümüş	9
II. 1. 2. 2. 1. Gümüşün Eldesi.....	10
II. 1. 2. 2. 2. Gümüş'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	10
II. 1. 2. 2. 3. Gümüş'ün Kullanıldığı Yerler	12
II. 1. 2. 3. Yeşim	12
II. 1. 2. 3. 1. Nefrit	13
II. 1. 2. 3. 2. Jadeit	14

II. 1. 2. 4. Hornblende	15
II. 1. 2. 5. Zeolit.....	16
II. 1. 2. 5. 1. Doğal Zeolitlerin Kullanım Alanları.....	17
II. 1. 2. 6. Zirkonyum	21
II. 1. 2. 7. Mullit	22
II. 1. 2. 8. Turmalin	23
II. 1. 2. 9. Titanyum	25
II. 1. 3. Polyester Bazlı Mineral Takviyeli Lif Üretimi	26
II. 1. 3. 1. Sentetik ve Selülozik Liflerin Üretim Teknikleri	27
II. 1. 3. 1. 1. Yaş Eğirme	27
II. 1. 3. 1. 2. Kuru Eğirme	27
II. 1. 3. 1. 3. Eriyikten Lif Çekimi.....	28
II. 1. 3. 1. 4. Jel Eğirme	28
II. 1. 3. 2. Düze ve Düzenin Görevi	29
II. 1. 3. 3. Çekme ve Orientasyon.....	29
II. 1. 3. 4. Sentetik Liflere Mineral Katkısının Sağlanması.....	29
II. 1. 3. 4. 1. Tekli Karışım İşlemi	31
II. 1. 3. 4. 2. Çoklu Karışım İşlemi.....	32
II. 1. 4. Mineral Takviyeli Liflerin Özellikleri	34
II. 1. 4. 1. Antibakteriyel	34
II. 1. 4. 2. Antimantar	35
II. 1. 4. 3. Toz Böcekleri (Mite)	35
II. 1. 4. 4. Sağlıklı Kan Dolaşımı	35
II. 1. 4. 5. Anti-Statik	36
II. 1. 4. 6. Yumuşak Ve Elastik	36
II. 1. 4. 7. Nem Kontrolü	36
II. 1. 4. 8. Minerallerin Geçirgenliği	36
II. 1. 4. 9. Kirlerin Temizlenmesi	36
II. 1. 4. 10. Boyanabilirlik	36
II. 1. 5. Mineral Takviyeli Liflerin Kullanım Alanları	37
II. 2. ELEKTROMANYETİK.....	37

II. 2. 1. Elektromanyetik Işımada Bazı Temel Kavramlar	37
II. 2. 1. 1. Elektriksel Uzunluk	37
II. 2. 1. 2. Elektrik Alan.....	38
II. 2. 1. 3 Manyetik Alan	39
II. 2. 1. 4. Maxwell Deklemleri ve Deplasman Akımı	41
II. 2. 1. 5. Elektromanyetik Işıma	43
II. 2. 1. 6. Elektromagnetik Spektrum	46
II. 2. 2. Elektromagnetik Dalgaların İnsan Biyokimyası Üzerine Etkileri	51
II. 2. 3. Elektromagnetik Alanların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	53
II. 2. 4. Cep Telefonları	54
II. 2. 5. Elektromagnetik Kalkan Etkinliği EMSE (Electromagnetic Shielding Effectiveness)	56
BÖLÜM III. TEZ ÇALIŞMALARI.....	60
III. 1. ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ	60
III. 2. DENEYLERDE KULLANILAN MATERYALLER	60
III. 2. 1. KULLANILAN MAKİNALAR ve CİHAZLAR	62
III. 2. 1. 1. Harman- Halaç Dairesi Makinaları	62
III. 2. 1. 1. 1. Blendomat BDT 019	63
III. 2. 1. 1. 2. EMA (Elektronik Metal Ayırıcı)	63
III. 2. 1. 1. 3. BOA (Ön Karıştırıcı – Açıcı)	63
III. 2. 1. 1. 4. Axi-Flo AFC	64
III. 2. 1. 1. 5. Jossi Makinası	64
III. 2. 1. 1. 6. Separomat ASTA 800	64
III. 2. 1. 1. 7. Çoklu Karıştırıcı (MPM)	64
III. 2. 1. 1. 8. Cleonmat CVT 3	65
III. 2. 1. 1. 9. Dustex DX.....	65
III. 2. 1. 2. Harman- Halaç Dairesi Makine Ayarları	65
III. 2. 1. 3. Tarak Makinesi	66
III. 2. 1. 4. Cer Makinesi	67
III. 2. 1. 5. Fitol Makinesi	69
III. 2. 1. 6. Ring Makinesi	70

III. 2. 2. İplik İçin Deneyler, Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve Sonuçlar.....	72
III. 2. 2. 1. İplikte İncelik ve Numara	72
III. 2. 2. 2. İplikte Büküm Testi	73
III. 2. 2. 3. İplikte Düzgünsüzlük Testi	74
III. 2. 2. 4. İplikte Mukavemet ve Uzama Testi	77
III. 2. 2. 5. İplikte Tüylülük Testi.....	78
III. 2. 3. Örme Kumaş Üretimi ve Kumaşlarda Yapılan Testler	80
III. 2. 3. 1. Kumaşlarda Gramaj Tayini	82
III. 2. 3. 2. Kumaşlarda Kalınlık Testi	83
III. 2. 3. 3. Kumaş Boncuklanma (Pilling) Testi	84
III. 2. 3. 4. Kumaşta Aşınma (Abrasion) Testi	86
III. 2. 3. 5. Kumaşların Patlatma Mukavemeti.....	87
III. 2. 3. 6. Kumaşların Hava Geçirgenliği.....	88
III. 2. 3. 7. Kumaşların Elektromagnetik Özelliklerinin Tespiti	89
BÖLÜM IV. SONUÇLAR	93
IV. 1. MEKANİK SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	94
IV. 1. 1. İPLİK TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	94
IV. 1. 1. 1. İplik Numaraları	94
IV. 1. 1. 2. İplik Büküm Değerleri	95
IV. 1. 1. 3. İplik düzgünsüzlük, İnce Yer, Kalın Yer, Neps Değerleri	96
IV. 1. 1. 4. İpliklerin Mukavemet Değerleri	99
IV. 1. 1. 5. İpliklerin Uzama Değerleri.....	100
IV. 1. 1. 6. İplik Tüylülüğü	101
IV. 1. 2. KUMAŞ TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	102
IV. 1. 2. 1. Kumaşta Gramaj Tayini	102
IV. 1. 2. 2. Kumaş Kalınlık Değerleri	103
IV. 1. 2. 3. Kumaş Sürtünme Dayanımı Değerleri	104
IV. 1. 2. 4. Kumaş Boncuklanma Değerleri	105
IV. 1. 2. 5. Kumaş Patlatma Mukavemet Değerleri	106
IV. 1. 2. 6. Kumaşların Hava Geçirgenliği.....	107
IV. 2. ELEKTROMAGNETİK KALKANLAMA ETKİNLİĞİNİN (EMSE)	

DEĞERLENDİRİLMESİ	108
IV. 2. 1. Tek Kat Örme Kumaşın Sütun Yönü EMSE Değişimi	108
IV. 2. 2. Çift Kat Örme Kumaşın Sütun Yönü EMSE Değişimi	109
IV. 2. 3. Tek ve Çift Kat Örme Kumaşın Sütun Yönü EMSE Değişimi	110
BÖLÜM V. SON DEĞERLENDİRMELER ve ÖNERİLER	115
V. 1. SON DEĞERLENDİRMELER	115
V. 2. ÖNERİLER	108
EKLER	109
KAYNAKLAR	121
ÖZGEÇMİŞ	127

ÖZET

MINERAL TAKVİYELİ İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ KUMAŞLARIN MEKANİK VE ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Mineral takviyeli iplik ve lif türü; vücuttaki ve dış çevremizden gelen bakterilerin, mineral takviyeli lifler vasıtasıyla üremelerinin önlenmesi, etkilerinin azaltılmasına yönelik tasarlanmıştır. Burada amaç, mineral takviyeli liflerden üretilmiş malzemeleri kullanarak, bakteri ve mantar üremesini ve etkilerini en az risk seviyesinin altına indirmektir.

Bu çalışma; gün geçtikçe kullanımları artan mobil haberleşme sistemleri, elektronik cihazlar ve benzeri kaynaklardan yayılan Elektromagnetik dalgalar ve bunların insan sağlığı üzerindeki etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak tasarlanmıştır. Burada amaç, özel yapılı tekstil malzemeleri kullanarak Elektromagnetik etkileri en aza indirmektedir.

Mineral takviyeli polyester lifinin içerisinde özellikle gümüş elementinin bulunması bu lifin elektriksel özelliğinin olup olmadığı sorusunu getirmiştir. Bu nedenle bu projede gümüş, zeolit, zirkonyum, titanyum dioksit, vb. mineral katkılarıyla polyesterden elde edilen mineral takviyeli liflerden üretilmiş kumaşların mekanik ve elektromagnetik özellikleri incelenmiştir. Öncelikle mineral ve polyester yapısı araştırılmış daha sonra elektromagnetik dalgalar hakkında genel bir bilgi verilmiştir. Çeşitli yöntemlerle üretimi yapılmakta olan mineral takviyeli lifleri barındıran malzemelerin ne gibi avantajlar sağlayacağı belirtilmiştir.

Bu çalışmada; referans iplik olarak Ne 24/1 %100 mineral takviyeli iplik kullanılmıştır. Mikrobiyolojik sonuçlarda %50 pamuk karıştırılmış ipliklerden oluşturulmuş kumaşların mikrobiyolojik özelliklerinde bir azalma olmaması gibi değerlerin çok iyi çıkması göz önünde bulundurularak %50 pamuk karışımı ipliklerin mekanik ve elektromagnetik özelliklerinin nasıl değişeceğini görebilmek için bu karışım oranlarına sahip iplikler kullanılmıştır. %50 pamuk, %50 mineral takviyeli ipliklerin numaraları örme testlerinde büyük farklılıklara sebebiyet vermemesi açısından; Ne 20/1, Ne 28/1, Ne 30/1, Ne 33/1, Ne 40/1 olmak üzere birbirine yakın numaralı iplikler tercih

edilmiştir. Bu ipliklerin üretilmesi *Bilkont İplik* tesislerinde gerçekleşmiştir. Karde pamuğu kullanılan karışım ve %100 mineral takviyeli ipliğin yüzey oluşturma işlemi *Marmara Üniversitesi Örne Laboratuvarında*, **Dubied** marka çift plaka düz örme makinesinde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar iki grupta toplanmaktadır. Bunlar mekanik testlerden elde edilen sonuçlar ve elektriksel testlerden elde edilen sonuçlardır. Mekanik test sonuçlarında; ipliklerin mukavemet ve uzama değerlerinde %100 mineral takviyeli ipliklerin daha yüksek değere sahip olduğu, ipliklerin büküm değerlerinin numaraya göre değiştiği, %50 pamuk karışımlı mineral takviyeli ipliklerin tüylülüklerinin daha yüksek olduğu, %100 mineral takviyeli ipliklerden üretilmiş kumaşların boncuklanma değerlerinin daha iyi olduğu, kumaşların aşınma testlerinde %100 mineral takviyeli ipliklerden üretilmiş kumaşların daha iyi bir değere sahip olduğu ve kumaşların patlatma testlerinde %100 mineral takviyeli ipliklerden üretilmiş kumaşların daha iyi patlatma performansına sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak %100 mineral takviyeli ipliklerden üretilmiş kumaşların değerleri %50 pamuk karışımlı mineral takviyeli ipliğe göre daha iyidir.

Üretilen kumaşların Elektromagnetik özellikleri MIL-STD-285 standardına göre tespit edilmiştir. Bu testlerde kumaşlar tek ve çift kat olarak ayrı ayrı teste tabi tutulmuşlardır. Bu testlerde kumaşların Elektromagnetik Kalkanlama Etkinliğinin (EMSE); %100 mineral takviyeli iplikten üretilmiş kumaşta daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bunun dışında kumaşların elektromagnetik kalkanlama etkinliğinin örgü yapısından dolayı çok kuvvetli olmaması dikkatleri çekmiştir.

Haziran,2009

Merve KASAPOĞLU

ABSTRACT

INVESTIGATION OF MECHANICAL AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THE FABRICS MADE OF MINERAL REINFORCED YARN

The mineral reinforced fibres and yarns are designed to avoid the reproduction of bacteria, which either exist in the body or come from environment, or at least decrease the effects of them by using mineral reinforced fibre. The aim of this project is to avoid the reproduction of bacteria and fungi and decrease their effects on the body under the risk assessment.

This study has been designed with the aim of decreasing the effects of the electromagnetic waves emitted by the increasing use of mobile communication systems, electronic devices and such devices. The aim here is to diminish this effect to minimum by using specially produced textile products.

Existence of silver in mineral reinforced polyester fibres brought the question of whether these fibres have the electromagnetic properties. For this reason, in this project, the mechanic and electromagnetic properties of mineral reinforced polyester fibres, which were made by adding some minerals, such as silver, zeolite, zirconium, titanium dioxide etc., into polyester fibres were investigated. Firstly the structures of all minerals and polyester fibres were studied and then some general information was given on electromagnetic waves. Furthermore, advantages of materials which have mineral reinforced fibres in their structures and are made by using different production methods were determined.

In this study, Ne24/1 100% mineral reinforced yarn was used as a reference yarn. Microbiologic test results showed that yarns with 50% mineral reinforced fibre and 50% cotton remained the same microbiologic properties with no difference. Therefore, this blended yarn was used to see how mechanic and electromagnetic properties can be changed by using 50% cotton in the yarn. Ne 20/1, Ne 28/1, Ne 30/1, Ne 33/1, Ne 40/1 were preferred in order not to cause significant differences among the counts of 50%cotton/50% mineral reinforced yarns on knitting tests. Production of these yarns was

taken place at *Bilkont Yarn*. The surface creation processes of blended yarn that uncombed cotton was used in and 100% mineral reinforced yarns, were carried out on ***Dubied*** type double plate plain knitting machines at *Knitting Laboratories of The University of Marmara*.

The results from this study were collected in two groups. These results were obtained from mechanic tests and electromagnetic tests. From the results of the given data, it has been obtained that hundred percent mineral reinforced yarns had much greater scores in given areas; resistance and elongation, twist, hairness, pilling and blasting.

The electromagnetic properties of produced fabrics were determined according to the standard, MIL-STD-285. Both one layered and two layered fabrics were used for these tests. In these tests, it has been seen that Electromagnetic Shielding Effectiveness (EMSE) of these materials has been better in 100 % mineral reinforced yarns. In addition, the electromagnetic property of produced fabrics is not eligible because of fabric structure.

June, 2009

Merve KASAPOĞLU

SEMBOLLER

Ag	: Gümüş (Argentum)
Cu	: Bakır
c	: Işık hızı
cm	: Santimetre
°C	: Santigrat Derece
dB	: Desibel
f	: Frekans
GHZ	: Gigahertz
Hz	: Hertz
k.cal	: 1 kg'ının ergimesi için gerekli ısı
KHz	: Kilohertz
kPa	: Kumaş patlatma mukavemeti değeri
kV	: Kilo volt
MHz	: Megahertz
MÖ	: Milattan Önce
mm	: Milimetre
nm	: nanometre
V/m	: Elektrik alanların şiddeti metre başına düşen gerilim
Yy	: Yüzyıl
α	: Alfa
β	: Beta
γ	: gama
μ	: Mikron
μV	: mikro volt
λ	: Dalga boyu

KISALTMALAR

BOİ	: Biyolajik Oksijen İhtiyacı
DNA	: Deoksiribonükleik asit
EMA	: Elektromagnetik Alan
EMD	: Elektromagnetik dalgalar
EMSE	: Electromagnetic Shielding Effectiveness
ESD	: Electrostatic Discharge
ELF	: Extremely Low Frequency
FM	: Radyo frekansları
GSM	: Global System for Mobile Communications
IR	: Infrared spectrum
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
<i>Rf</i>	: Radyo dalgaları
SS	: Paslanmaz Çelik
UV	: Ultraviolet light
PCDT	: Polisikloheksil-dimetilen-teraftalat
PES	: Poliester
PET	: Polietilen teraftalat (polyethylene terephthalate)
WHO	: World Health Organization Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil I.1.1. Oksijen radikallerinin üretim reaksiyonu.....	2
Şekil II.1.1. Polyethylene Terephthalate formülü	4
Şekil II.1.2. Gümüş Filizi.....	9
Şekil II.1.3. Yeşim (Jadeit) Parçası	13
Şekil II.1.4. Yeşim (Jadeit) El yapımı Antik Çin Düğmeleri.....	15
Şekil II.1.5. Zeolit parçaları	17
Şekil II.1.6. Zeolit yapısı.....	17
Şekil II.1.7. Zirkonyum Çubuğu	21
Şekil II.1.8. Alümina-Mullit Parçaları	23
Şekil II.1.9. Turmalin kristali	24
Şekil II.1.10. Titanyum filizi.....	25
Şekil II.1.11. Pinocoid.....	30
Şekil II.1.12. Prizma.....	30
Şekil II.1.13. Eşkenar Dörtgen.....	30
Şekil II.1.14. Altıgen	30
Şekil II.1.15. Sekizgen	30
Şekil II.1.16. Onikigen	30
Şekil II.1.17. İşlem Ağacı.....	31
Şekil II.1.18. İşlem Ağacı.....	32
Şekil II.1.19. Mineral Takviyeli Polyester Elyafının Elektron Mikroskopundan Görünüşü ...	33
Şekil II.1.20. Ayakta Kan Dolaşımı	35
Şekil II.2.1. Elektrik alan çizgileri	38
Şekil II.2.2. DC akım akan iletkenin oluşturduğu manyetik alan çizgileri	39
Şekil II.2.3. Hareketli bir elektronun manyetik alan çizgileri.....	40
Şekil II.2.4. Manyetik alan yönünün sağ el kuralı ile belirlenmesi.....	41
Şekil II.2.5. Elektromagnetik Alanların Şematik Yapıları	43

Şekil II.2.6. Boşlukta verici ve alıcı anten	45
Şekil II.2.7. Işığın Elektromagnetik Dalga Modeli	46
Şekil II.2.8. Elektromagnetik Spektrum.....	49
Şekil II.2.9. Elektromagnetik Spektrum Dalgaları	50
Şekil III.1.1. Çalışmada Kullanılan İplikler, Sırasıyla: Ne 24, Ne 20, Ne 28, Ne 30, Ne 33, Ne 40.....	62
Şekil III.2.1. Ring iplik işletmesindeki ring makinesinin önden görünüşü.....	72
Şekil III.2.2. Numara Çıkırığı	73
Şekil III.2.3. Hassas Terazî	73
Şekil III.2.4. James H. And Heal İplik Büküm Cihazı.....	74
Şekil III.2.5. Düzgünsüzlük Ölçümlerinde Kullanılan <i>Uster Tester I</i> Cihazı.....	75
Şekil III.2.6. <i>Instron</i> Marka 4411 Model Mukavemet Ölçüm Cihazı.....	77
Şekil III.2.7. <i>Shirley</i> Tüylülük Ölçüm Cihazı	79
Şekil III.2.8. <i>Duibed</i> marka Düz örme makinesi	81
Şekil III.2.9. Çeşitli Ebatlarda Gramaj Ölçüm Kesiciler	82
Şekil III.2.10. <i>R&B Cloth Thickness Tester</i> Kumaş Kalınlık Ölçüm Cihazı	83
Şekil III.2.11. <i>NU-Martindale</i> Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı	85
Şekil III.2.12. Boncuklanma Standart Numuneleri; EMPA-Foto-Standardı	85
Şekil III.2.13. Autoburst Digital SDL-Atlas Patlatma Mukavemeti Test Cihazı	88
Şekil III.2.14. Elektromagnetik Kalkanlama İçin Kullanılan Test Cihazları.....	90
Şekil III.2.15. Örme Kumaş Sütun Yönü.....	91
Şekil IV.1.1. İpliklerin Numara Grafiği (Ne)	94
Şekil IV.1.2. İpliklerin Büküm Grafiği (T/m)	95
Şekil IV.1.3. İpliklerin Düzgünsüzlüğü (%µ)	96
Şekil IV.1.4. İpliklerin İnce Yer Değerleri (birim)	97
Şekil IV.1.5. İpliklerin Kalın Yer Değerleri (birim)	97
Şekil IV.1.6. İplikteki Neps Değeri (birim)	98
Şekil IV.1.7. İpliklerin Mukavemet (cN) Grafiği.....	99
Şekil IV.1.8. İpliklerin Uzama (%) Grafiği.....	100
Şekil IV.1.9. İpliklerin Tüylülük Grafiği (H/m)	101
Şekil IV.1.10. %100 Mineral takviyeli İpliklerden ve %50 Pamuk Karışımı Mineral	

Takviyeli İpliklerde Örölmüş Kumaşların Gramaj Değerleri (g/m ²)	102
Şekil IV.1.11. %100 Mineral takviyeli İpliklerden ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerden Örölmüş Kumaşların Kalınlık Değerleri(mm)	103
Şekil IV.1.12. Geleneksel Yöntemle Eğrilmiş %100 Mineral Takviyeli İplik Ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerle Örölmüş Kumaşların Sürtünme Dayanımı Değerleri (Tur Sayısı)	104
Şekil IV.1.13. Boncuklanma Referans Değerleri	105
Şekil IV.1.14. Geleneksel Yöntemle Eğrilmiş %100 Mineral Takviyeli İplik Ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerle Örölmüş Kumaşların Patlatma Mukavemeti Değerleri (Kpa)	106
Şekil IV.1.15. Geleneksel Yöntemle Eğrilmiş %100 Mineral Takviyeli İplik Ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerle Örölmüş Kumaşların Hava Geçirgenliği Değerleri (mm/saniye)	107
Şekil IV.2.1. Tek kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi.....	108
Şekil IV.2.2. Çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi.....	109
Şekil IV.2.3. Ne 24 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi	110
Şekil IV.2.4. Ne 20 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi	111
Şekil IV.2.5. Ne 28 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi	111
Şekil IV.2.6. Ne 30 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi	112
Şekil IV.2.7. Ne 33 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi	113
Şekil IV.2.8. Ne 40 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi	114

TABLOLAR

SAYFA NO

Tablo II.1.1. %50 Mineral Takviyeli Poliyester Elyafı, %50 Penye Pamuk Karışımından Oluşmuş Ne 20/1 İpliklerden Üretilmiş Süprem Kumaşın Mikrobiyolojik Sonucu.....	34
Tablo II.1.2. %23 Mineral Takviyeli Poliyester Elyafı, %77 Pamuk Karışımından Oluşmuş İpliklerden Üretilmiş Havlu Kumaşın Mikrobiyolojik Sonucu	35
Tablo II.2.1. Desibel Güç Oranı Tablosu.....	57
Tablo III.1.1. Kullanılan Pamuk lifinin Afix Ve Spinlab HVI 900 sonuçları	61
Tablo III.2.1. Harman-Hallaç Dairesi Makine Ayarları	66
Tablo III.2.2. Tarak Makinesi Ayarları	67
Tablo III.2.3. I. Pasaj Cer Makinesi Ayarları	68
Tablo III.2.4. II. Pasaj Cer Makinesi Ayarları.....	69
Tablo III.6. Fitol Makinesi Ayarları	69
Tablo III.2.7. Ring Makinesi Ayarları.....	70
Tablo III.2.8. İpliklerin Numara Değerleri (Ne)	73
Tablo III.2.9. Pamuk İpliklerin Büküm Değerleri (T/m)	74
Tablo III.2.10. İpliklerin Düzgünsüzlük değerleri.....	76
Tablo III.2.11. İpliklerde İnce Yer Değerleri	76
Tablo III.2.12. İpliklerde Kalın Yer Değerleri	76
Tablo III.2.13. İpliklerde Neps Değerleri	77
Tablo III.2.14. Deneylerde Kullanılan İpliklerin Mukavemet (cN) Değerleri	78
Tablo III.2.15. Deneylerde Kullanılan İpliklerin Uzama Değerleri (%)	78
Tablo III.2.16. İpliklerin Tüylülük (H/m) Değerleri	80
Tablo III.2.17. Numune İpliklerinden Üretilmiş Örme Kumaşların Gramaj Değerleri	82
Tablo III.2.18. Numune İpliklerinden Üretilmiş Örme Kumaşların Kalınlıkları (mm)	84
Tablo III.2.19. Normal İpliklerinden Üretilmiş Örme Kumaşların	

Boncuklanma (Pilling) Değerleri	86
Tablo III.2.20. Numune İpliklerinden Üretilen Örme Kumaşların Sürtünme	
Dayanımı Değerleri (tursayısı)	87
Tablo III.2.21. Numune İpliklerinden Üretilen Örme Kumaşların Patlatma	
Mukavemeti Değerleri (kPa)	88
Tablo III.2.22. Numune İpliklerinden Üretilen Örme Hava Geçirgenliği mm/saniye)	89
Tablo III.2.23. Tek Kat Örme Kumaşın EMSE Değerleri.....	91
Tablo III.2.24. Çift Kat Örme Kumaşın EMSE Değerleri.....	92

BÖLÜM I.

GİRİŞ VE AMAÇ

I.1. GİRİŞ

Topluma açık yerlerde veya medikal alanda kullanılan tekstil materyalleri üzerinde bakteri ve mantarlar gelişebilmektedir ve bunlar insan sağlığı açısından tehlike arz edebilmektedirler. Bu nedenle antimikrobiyal özellik gösteren lifler üzerine yapılan çalışmalar giderek artmaktadır.

Birçok tekstil materyali devamlı olarak hastanelerde, çocuk yuvalarında, otellerde vb topluma açık yerlerde kullanılmaktadır ve bunlar mikroorganizmalar nedeniyle meydana gelen hastalıklara ve enfeksiyonlara karşı iletken rol oynayabilmektedir. Bu nedenle, bulaşıcı maddeler tüketici sağlığı üzerinde potansiyel bir tehlike arz etmektedir. Bunlara bir de mikroorganizmaların güçlenerek büyümesi sebebiyle oluşacak etki eklenirse ortaya ciddi bir tehdit çıkmaktadır. Bu sebeple, özellikle tıbbi tekstillerin (medikal araştırma yapılan yerlerde kullanılan tekstil ürünleri, cerrahi elbiseler, hemşire elbiseleri, hastane perdeleri, vs.), yer kaplama ve yatak materyallerinin, havlu ve işçi üniformaları gibi giysilerin antibakteriyal özellik taşımaları gerekmektedir.

Metal iyonlarının bakteri engelleyici olduğu eskiden beri bilinmektedir. Metal iyonları mikroorganizmaların çoğalmasını iki farklı mekanizmaya göre engellemektedirler. Birincisi, metal iyonlarının hücre zarına zarar vermesi veya hücre zarından geçerek enzimlerin –SH gruplarına bağlanmasıdır. Enzimatik aktivitenin devamlı azalması ise, mikroorganizma metabolizmasının değişmesine yol açmaktadır. İkincisi ise, metal iyonlarının bakterilerin molekül yapısına zarar veren oksijen radikallerinin üretimini katalizlemeleridir. Bu reaksiyon aşağıdaki formülde görülmektedir. Bu mekanizma, antimikrobiyal madde ve bakteri arasında doğrudan bir temas gerektirmemektedir. Çünkü aktif oksijen liften çevreye yayılmaktadır[1].



Şekil I.1.1.Oksijen radikallerinin üretim reaksiyonu

Antimikrobiyal etki sağlamak için en çok gümüş iyonları kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra çinko ve bakır da kullanılabilir. Gümüşün antibakteriyel etkisi eski zamanlardan beri bilinmektedir. Gümüş alet ve kapların, MÖ 4000 yıllarında mikrop oluşumunu önlemek ve yüksek su kalitesini garanti etmek için, suyu saklamak ve taşımak için kullanıldığı bildirilmektedir. 19. yy.da düşük konsantrasyonda bile tifo basiline hızlı bir şekilde zarar verdiği ve 1:4000–1:10000 arasındaki düşük konsantrasyonlarında anthrax sporlarına karşı dirençli olduğu kanıtlanmıştır. Suyun arıtılmasında, yara dezenfeksiyonunda kullanılmıştır. Yatak takımlarında ve tekstil ürünlerinde düşük konsantrasyonlu gümüş iyonu kullanımı, nörodermatit ve psoriasis işlemlerinde hala pozitif etki göstermektedir[2].

Gümüş iyonunun, çeşitli hastalıklara sebep olan 650'den fazla mikroorganizmaya karşı etkili olduğu klinik deneylerle kanıtlanmıştır. Deri tahrişi gibi hiçbir negatif etkisi olmayan gümüş, antibakteriyel etki gösteren liflerde oldukça sık olarak karsımıza çıkmaktadır.

Gümüşün yanı sıra kimyasal liflere yeşim, zirkonyum, kalsiyum fosfat gibi minerallerde eklenerek lifin özelliği arttırılmaktadır. Kimyasal lif olarak bu gibi çalışmalarda genellikle polyester elyafı tercih edilmektedir.

I.2. AMAÇ

Polyester liflerine lif çekim esnasında direkt olarak antibakteriyel özellik kazandırmak için, ısıl dayanım sınırlamaları sebebiyle sadece inorganik bileşikler kullanılabilir. Lif çekim eriyiğine gümüş dâhil doğal mineraller ilave edilerek, antibakteriyel kesikli polyester lifleri elde edilmektedir. Ticari olarak mineral takviyeli elyaf ya da aircell olarak adlandırılan mineral takviyeli ipliğin birçok özelliği vardır.

Bunlara anti bakteri ve anti mantar özeliği, kan dolaşımını dñzenleme özeliği, koku giderici etki, anti-statik özellik, ultraviyole ışınlarını durdurucu etki sayılabilir.

Yukarıda belirtilen özellikler mineral takviyeli ipliklerin fiziksel özelliklerinin incelenmesinin yanı sıra ultraviyole ışınlarını ne kadar engelleyebileceği yönünde soruları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle belirtilen hedefler doğrultusunda hazırlanacak tekstil materyalinin mekanik özellikleri incelenecek ve elde edilecek olan materyalin Elektromagnetik dalgaları engelleme özellikleri üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılacaktır.

Karşılaştırma yapmak üzere %100 mineral takviyeli iplik ile %50 pamuk karışımı mineral takviyeli iplikler tercih edilmişti. %50 pamuk karışımı ipliklerin tercih edilme sebebi pamuğın doğal elyaf olmasının yanı sıra mikrobiyolojik testlerde %50 pamuk karışımında mineral elyafın yüksek seviyedeki anti bakteriyel özeliğinden bir şey kaybetmemiş olmasıdır. Anti bakteriyel özellik dışında diğer özelliklerinin nasıl değişeceğini gözlemleyebilmek için %50 pamuk karışımı iplik tercih edilmiştir.

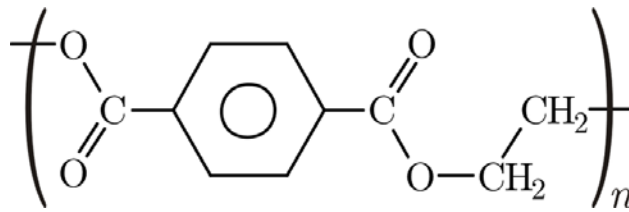
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER

II.1. GENEL BİLGİLER

II.1.1. Mineral Takviyeli Lif Nedir?

Mineral takviyeli lifler, adından da anlaşılacağı gibi, insan yapısı lif oluşumlarının daha üretim aşamasındayken içeriklerine mineral katkı maddeleri eklenmesi sonucunda oluşur.

Bu işlemin en önemli nedeni, iki veya daha fazla maddenin fiziksel özelliklerini tek bir kompozit madde içerisinde birleştirmektir. Bilindiği üzere kompozit malzemeler klasik endüstriyel malzemelere karşı sağladığı pek çok fiziksel ve kimyasal avantajlar sayesinde çoğu iş kolunda kullanılmaktadır. Bu kollardan bir tanesi olan tekstilde ise daha çok mikro üretim bazında, yani lif ve iplik üretiminde kullanılır. Günümüzde mineral takviyeli lif üretimi büyük oranda polyester tabanlı olarak gerçekleşmektedir. Polyester tabanlı mineral takviyeli lifler polyethylene terephthalate formundaki (Şekil II.1.1.) polyester yongalarının 260°C geçen bir ısı işlem sonrasında eriyik hale getirilmesi, ardından kullanım amaçlarına göre çeşitli minerallerin katılması ve düzelerden çekilmesi sonucunda oluşur[3].



Şekil II.1.1. Polyethylene Terephthalate formülü[4]

Yukarıda belirtilen işlemler sonucunda oluşan kompozit lif, minimal olarak 2800–3100 MPa elastisite modülüne, 55–75 Mpa çekme gerilmesine sahip olur, bu değerler polyethylene terephthalate (PET) formundaki polyester parçacıklarının optimum dayanma kapasitelerini ortaya koyar [5]. Oluşan lif kompozit bir madde olduğu için, minimum olarak PET parçacıklarının fiziksel kapasitelerine sahip olacaktır. Mineral katkısı, lifin kullanım alanlarına göre değişmektedir ancak lif yapımında kullanıldığı bilinen mineraller şunlardır; gümüş, hornblent (doğal alüminyum, kalsiyum, magnezyum ve demir silikatından meydana gelen koyu renkli bir amfibol çeşidi), titanyum dioksit, zeolit (doğal sodyum alüminyum silikat), zirkon, mullit, yeşim ve turmolit. Polyester ve içeriğine katılan minerallerin fiziksel özellikleri detaylı bir şekilde bölüm II.1.2 anlatılacaktır [6].

II.1.2. Mineral Takviyeli Liflerin Bileşikleri ve Fiziksel Özellikleri

Dayanıklılığı ve üretim kolaylığı açısından modern lif üretiminde polyester en çok kullanan lif türüdür. Mineral takviyeli liflerin içeriğindeki polyester maddesi lif oluşumu için bağlayıcı madde olarak nitelendirilebilir, dayanıklılığı ve üretim kolaylığı polyester maddesini lif üretiminde en önemli bileşik haline getirmiştir.

Mineraller polyester eriğine karıştırılarak elyaf halini almaktadır. Eskilerden beri var olan bakır ve gümüş takviyeli ipliklerden feyiz alınarak gümüş takviyeli iplikler üretilmeye başlandı. Son günlerde; elvan, hornblent (doğal alüminyum, kalsiyum, magnezyum ve demir silikatından meydana gelen koyu renkli bir amfibol çeşidi), titanyum dioksit, zeolit (doğal sodyum alüminyum silikat), zirkon, mullit, yeşim, turmalin gibi fonksiyonel minareler ya da suni olarak sentezlenmiş fonksiyonel minerallerden elde edilmiş fonksiyonel mineral tozları lif dünyasında kullanılmaya başlanmıştır[7].

Fonksiyonel minerallerin kızıl ötesi ışık yayılımı, antibiyoz, kötü koku temizliği elektronik dalga yalıtımı, morötesi ışınların yalıtımı, absorban, nem emme, negatif iyon dağılımı, statik elektriklenmeyi önleme gibi fonksiyonları vardır [7].

Polyesterden başlayarak bu minerallerin özelliklerini kısaca inceleyelim:

II.1.2.1. Polyester

1953’de Amerika’da *Dupont* firması tarafından ‘*Dacron*’ ticari adı ile üretilmiştir. Sentetik lifler içinde geniş bir kullanıma sahiptir[8].

Polyester genel olarak bir dialkol ve dikarboksilik asidin kondenzasyon ürünü olan uzun zincirli polimerlere verilen isimdir[9].

PET (polietilen-tereftalat); 1941 yılında *Whinfielde* ve *Dickson* tarafından keşfedilmiştir. Etilen glikolün, teraftalik asit dimetil esteri ile kondenzasyonundan elde edilir.

PCDT (polisikloheksil-dimetilen-tereftalat); polyesterin sentezinde diol bileşeni olarak halkalı bir yapıda bileşik kullanılır.

PET ve PES, etilen glikol ile teraftalik asidin polikondenzasyonu ile elde edilir ve eriyik halinde iken lif çekimi yapılır. Bu lifler daha sonra gerdirme işlemine tabi tutulur ve kontinü filament ya da isteğe bağlı olarak çeşitli uzunluklarda kesilmiş ştapel lifler halinde kullanılır[10].

Kolay bakım karakteristiği, mukavemet, karışım halinde pamuk ile beraber kullanılabilmesi Pes yaygınlığını arttırmaktadır. Ayrıca çok az nem absorbe etmesi, rezilyansı ve iyi boyutsal stabilitesi sayılabilecek önemli özelliklerdendir.

Sıcaklığa ve kimyasal parçalanmaya karşı iyi bir direnç ile 70 C civarında yüksek bir cam dönüşüm sıcaklığı, teknik tekstillerde aranan lif olma özelliğini kazandırmıştır.

PES yumuşak eğirme yöntemine göre üretilir. Bilinen ticari isimleri, *Terilen*, *Dacron*, *Diolen*, *Trevira* ‘dır.

II.1.2.1.1. Polyesterin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

PES lifi genelde beyazdır. Enine kesiti daireseldir. Lifin yoğunluğu 1.38g/cm^3 'dür. Mukavemeti 5–5,9 g/denye, kopma uzaması %10–20, 0,4 oranında nem absorblar. Ütüleme sıcaklığı 135–140°C'dir. Lif yapısının hidrofobik olması, polyesterin yağ ve kire karşı ilgisini artırır. Ayrıca Pes 'in statik elektriklenme probleminden dolayı da yağ ve kirleri çabuk üzerine çeker. Sert bir tuşesi vardır. Bükülme ve kıvrılmaya karşı dirençlidir. Bu nedenle buruşmaya karşı da dayanıklıdır.

Genel olarak lif özellikleri;

- İyi derecede eski haline dönebilme özelliği
- Isı ile fiske olma
- Yüksek elastikiyet
- İyi bir dökümlülük
- Islak halde yüksek mukavemet
- Tüylene eğilimi
- Yüksek renk haslığı
- Mükemmel aşınma dayanımı ve sürtme haslığı
- Isıl işlemlere karşı dayanım
- Bakım kolaylığı
- Güneş ışığına dayanım
- Statik elektriklenme problemi vardır (çok az nem çektiği için ve statik elektriklenme ile kirler lif üzerine yapışır)
- Deformasyona karşı dirençlidir
- Hidrofobiktir
- Pilling problemi vardır.
- Şeklini korur, ışık ve hava koşullarına dayanıklıdır

Polyester lifleri hidrofob bir karaktere sahiptir. Suyun liflerin içersine işlemedeki zorluk nedeniyle, Pes lifler soğuk ve sıcak sudan fazla etkilenmemektedir. Ancak kaynar su veya su buharı etki ettirildiğinde ester bağlarının hidrolizi sonucu, makro moleküllerin polimerizasyon dereceleri ve dolayısıyla liflerin özellikleri de olumsuz etkilenmeye başlar. Pes lifleri genel olarak asitlere dayanıklıdır. Oda sıcaklığında sülfürik, hidroklorik ve nitrik asit gibi anorganik asitlere % 30'luk konsantrasyona kadar çözeltiler uzun süre etki ettirildiğinde zarar görmez. Yüksek sıcaklıklarda derişik kuvvetli asitlerin etkisiyle Pes lifleri tamamen çözülebilir. Bazlara karşı dayanıklıdır. Bazlar Pes'i dıştan itibaren sabunlaşır. Lifte ağırlık kaybı olur. Lif yüzeyi pürüzlü bir görünüm alır. Tutum yumuşar, buruşma özelliği azalır. Bu teknikten ıslanabilme ve giyim özelliklerinin iyileştirilmesinde yararlanılır. Erime noktası 255–260 °C'dir [11].

II.1.2.1.2. Polyester Kullanım Alanları

Pes lifi tekstil alanında yalnız başına ve karışım halinde giyimde, döşemelikte ve endüstride dokuma, örme ve nonwoven olarak kullanılır. Daha çok pamuk ile karıştırılır. Yün, ipek, rayon, keten, rami, asetat ve akrilikle de birlikte kullanılır.

Örtü, ev tekstili (yatak takımları, çarşaf,perde, mobilya döşemeleri), lastik çorap ve kemerlerde destekleyici elyaf olarak kullanılır.

Yeni yalıtılan Pes elyaf dolgu ürünleri, Everest dağında dağcılar tarafından test edilmiştir. Tırmanma elbiseleri, uyku tulumları ve diğer yüksek performanslı dış giyimde kullanılır. Pes, polar hatları kış rüzgar sörfüne izin verecek şekilde elbiseleri kurutur.

Daha ince Pes lifi, spor giyimde, yağmurluk ve diğer kıyafetlerde kullanılır. Endüstride kord bezi, halat, yelkenler ve filtrelerde kullanılır. Otomobilde, koltuk kaplama, tavan kaplama, lastiklerde, emniyet kemerinde kullanılır.

II.1.2.2. Gümüş



Şekil II.1.2. Gümüş Filizi [13].

Gümüş, elementlerin periyodik tablosunda simgesi **Ag** olan, beyaz, parlak, kıymetli bir metalik element. Atom numarası 47, atom ağırlığı 107,87 gramdır. Ergime noktası 961,9 °C, kaynama noktası 1950 °C ve özgül ağırlığı da 10,5 g/cm³'tür. Çoğu bileşiklerinde +1 değerliklidir. Ag sembolü *Latince argentum* kelimesinden gelen gümüş yukarıda Şekil II.1.2.'de gümüş filizi olarak görülmektedir. [12]

Gümüş çok eski zamanlardan beri bilinmekle birlikte yine de altın ve bakırdan sonra keşfedilmiştir. Altın az olmasına rağmen, dünyanın her yanına yayılması sebebiyle daha önce kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca tabii halde gümüş az olup, çok derinlerde bulunuyordu. Gümüşün M.Ö. 3100 yıllarında Mısırlılar ve M.Ö. 2500 yıllarında Çinliler ve Persler tarafından kullanıldığı belirtilmiştir. Yunan tarihinde Atina'daki gümüş madenlerine rastlanır. M.Ö. 800 yıllarına doğru gümüş, Nil nehri havalisinde para olarak kullanılmaya başlanmıştır. Gümüşü ilk olarak Romalıların işlemeye başladıkları iddia edilmektedir. Çok eskiden gümüş, dünyanın birçok yerlerinde az miktarda bulunan doğal gümüş kaynaklarından elde ediliyordu. Doğal gümüş; saf veya daha çok altın, bakır, civa ve diğer metallerle alaşımlar halinde bulunuyordu. Norveç'te, Güney Peru'da, Colorado'da kazılarda işlenmiş büyük külçeler bulunmuştur. İspanya'da 1860'ta sekiz tonluk bir külçe çıkartılmıştır. Gümüş, daha çok yer kabuğuna dağılmış bileşikler halinde bulunur. En çok rastlanan gümüş filizleri; argentit (Ag₂S) ve gümüş klorür (**AgCl**) olmaktadır. Arsenik veya antimonla karışmış sülfür filizleri de vardır. Günümüzde

endüstri ilerledikçe daha karışık ve saf olmayan gümüş filizleri üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Bugün gümüş büyük bir nisbette bakır, kurşun ve çinko üretimindeki yan ürünlerden elde edilir [12].

II.1.2.2.1. Gümüş Eldesi

Gümüş, tarihte çeşitli yöntemlerle cevherlerinden ayrılmıştır. En eski metotlardan biri, kurşunla karıştırma yöntemidir. Bu yöntemde gümüş cevherleri veya saf olmayan gümüş ürünleri kurşun veya kurşun filizleriyle basit bir fırında eritilir ve gümüş-kurşun karışımı elde edilir. Buradan da kolay bir şekilde saf gümüş kazanılır.

Diğer bir yöntem de, amalgama metodudur. Çamur haline getirilen gümüş cevherleri, tuz ve civayla muamele edilerek, elementel gümüş elde edilir. Bundan başka, siyanat yöntemi gibi başka gümüş elde etme yöntemleri de geliştirilmiştir [14].

II.1.2.2.2. Gümüş'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Gümüş, ışığı çok iyi yansıtan, dövülebilen, sünek bir metaldir. Bir gram gümüşten 2 km uzunluğunda ince tel çekilebilir. Elektrik sistemde küp ve altıgen olarak kristalleşir. Koordinasyon sayısı altı olduğu hallerde, yaklaşık atom çapı 1,444 angström değerini alır. Atmosferde oksitlenmeye karşı büyük bir mukavemet gösterir. Bakırdan daha zor, altından ise daha kolay oksitlenir. Standart elektrot potansiyeli 0,7978 V dur. Asitlere ve birkaç organik maddeye karşı dayanıklıdır. Fakat nitrik asit ve derişik sıcak sülfürik asitte kolayca eritilir. Ayrıca kükürt ve birçok kükürt bileşikleriyle hemen birleşir. Gümüş eşya üzerindeki kararmanın sebebi, havadaki hidrojen sülfür ve yumurta gibi bazı yiyeceklerde bulunan kükürttür [14].

Periyodik tabloda ağır metaller grubu içinde yer alan gümüşün, çoğu özellikleri bakırın özelliklerine benzemekle beraber bakır, çoğu bileşiklerinde iki değerlikli olması ile gümüşten farklıdır. [12]

Saf gümüş kolay paslanmaz. Elektrik ve ısıyı çok iyi iletir. Fakat çok yumuşak olup, mekanik kuvvete karşı direnci azdır. Ayrıca atmosferde parlaklığını kaybederek donuklaşır. Bu sebepten daha sert diğer metallerle alaşımları halinde kullanılır [12].

Gümüşün kadmiyum ve çinko ile yaptığı alaşımlar, parlaklığını çok daha yavaş kaybeder. Buna antimon ve kalay ilave edilirse, bu parlaklık ve dayanıklılık daha da artar. Gümüşün diğer metallerle yapmış olduğu daha birçok alaşımları vardır. Bunlar endüstride saf gümüşten çok daha fazla kullanılır, çok pahalı olması bunun en büyük nedenlerindendir.

Gümüş, bileşiklerinde ekseriyetle bir (+1) değerlidir. Bilinen pekçok bileşiğinden önemlileri şunlardır [14]:

Gümüş oksit (Ag_2O): Gümüş nitrat çözeltisi, sodyum veya potasyum hidroksit ile muamele edilirse, kahverengi bir çökelti meydana gelir. Dayanıklı değildir ve 300°C 'nin üzerine ısıtılırsa, tamamen gümüşe dönüşür [12].

Gümüş sülfür (Ag_2S): Doğada argentit minerali halinde bulunur. Gümüş tuzunun çözeltisi üzerinden hidrojen sülfür geçirmekle elde edilen kararlı bir bileşiktir [12].

Gümüş nitrat (AgNO_3): En önemli gümüş tuzudur. Renksiz ağır kristaller teşkil eder. Tıpta dağlamak maksadıyla kullanılır. Siğil tedavisinde çok iyidir. Ayrıca deriyi ve organik maddeleri karartmada tercih edilir. Deriyi kararttığından "cehennem taşı" ismini almıştır. Suda ve alkolde kolayca çözündüğünden, birçok gümüş bileşiklerinin elde edilmesinde ilkel madde olarak kullanılır. En çok kullanıldığı yerler; başta fotoğrafçılık olmak üzere, mürekkepler, saç boyası yapımı ve gümüş kaplamacılığıdır [12].

Gümüş siyanür (AgCN): Gümüş tuzuna sodyum veya potasyum siyanürün ilave edilmesiyle meydana gelen zehirli beyaz bir tuzdur. Alkali siyanürlerle kompleks siyanürler teşkil eder. Bu tuzlar da kaplamacılıkta önemlidir [12].

Gümüş halojenürler: Gümüş klorür (AgCl), gümüş bromür (AgBr), gümüş iyodür (AgI); gümüş nitrat çözeltisine halojen tuzları ilavesiyle elde edilirler. Hepsi de ışığa karşı hassas olup, fotoğrafçılık endüstrisinde önemli yerleri vardır [12].

II.1.2.2.3. Gümüşün Kullanıldığı Yerler

Gümüş elektriği çok iyi geçirdiğinden ve kolayca tel haline geldiğinden, elektrik teli olarak kullanılmaktaydı. Fakat nadir bulunması ve kıymeti dolayısıyla, artık bu amaçla kullanılmamaktadır. Bugün daha ziyade süs eşyası üretiminde, ayna yapımında, fotoğrafçılıkta, bazı ilaçlar ve alaşımların hazırlanmasında kullanılır. Bazı gümüş paralar, %90 gümüş, %10 bakır alaşımından yapılmıştır. Gümüş eşyada (%92,5 gümüş + %07,5 bakır) kullanılır [14].

Saf gümüş, aynı zamanda asetik asit, boyalar ve fotoğraf maddeleri elde etmede de kullanılır. Keza toz halinde gümüş, cam ve ahşabı elektrik iletkeni yapmak için yeni seramik tipi kaplama işlerinde kullanılmaktadır.

Bu alanlar dışında gümüş'ün anti-bakteriyel olması sebebiyle, tekstil ürünlerinde de sıkça kullanılmaya başladığı görülmüştür [14]. Tekstil ürünlerinde insan teri ve hava koşulları sebebiyle oluşan nem ve insan vücudunun sıcaklığı bakteri ve mantarların gelişebilmesi için uygun ortamları yaratmaktadır. Ancak gümüş kimyasal yapısı nedeniyle bakteri ve mantar üremesini engeller, bu nedenle bakteri ve mantar temelli hastalıkların oluşma riskini azaltır. [15] Günümüzde yaralanmalarda kullanılan bandajların bir kısmında gümüş elementi kullanıldığı bilinmektedir[16]

II.1.2.3.Yeşim

Yeşim, asırlar boyunca mücevherat ve küçük heykel yapımında kullanılmış, en çok yeşil renkte bulunan sert, kıymetli taştır. İki çeşidi olduğu bilinmektedir, nefrit ve jadeit [17]. Yeşimin Jedeite çeşidi Şekil II.1.3.'teki gibidir.



Şekil II.1.3. Yeşim (Jadeit) Parçası [18]

II.1.2.3.1. Nefrit

Nefrit, bir amfibol aktinolit. Nefrit aslında bir mineral değil, aktinolit mineralinin bir çeşididir. Kimyasal formülü $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ 'dir. Nefrit yeşim olarak da anılan değerli taşın iki türünden birisidir. Yeşim taşı olarak anılan diğer mineral ise jadeittir. Jadeit nefritten daha değerlidir. Ayrıca nefrit jadeitten daha fazla bulunur. Genellikle yeşil (özellikle koyu yeşil), gri ya da kremimsi beyaz renginde olur. Sertliği 6.0-6.5 arasındadır. Jadeit kadar sert değildir. Mat, yağimsı bir parlaklığa sahip iri parçalar halinde bulunur [19].

Nefrit, Yunanca *nephros* (böbrek) sözcüğünden kök alan Latince *Lapis nephriticus*'dan (böbrek taşı) türemiştir. Buradan da anlaşılabileceği gibi eski zamanlarda taşın böbrek hastalıklarına iyi geldiği düşüncesi mevcuttu [19].

Nefrit binlerce yıldır Çinliler tarafından bilinir ve kullanılırdı. Çinlilerin oymaları 17. yüzyıldan sonra Burma jadeitlerinin keşfine kadar nefrit ile yapılmıştır. En önemli nefrit yatakları Çin'deki Kaşgar ve Khotan bölgelerinde bulunur. Nefrit çoğunlukla Çin, Burma (Myanmar) ve Yeni Zelanda'da kullanılırdı. Nefrit yüzyıllarca Yeni Zelanda'da Maoriler tarafından silah ve süs yapımında kullanılmıştır. Bugün hâlâ mücevher yapımı için çıkarılsa da madenciliği kısıtlanmış ve sıkı bir kontrol altına alınmıştır [19].

II.1.2.3.2. Jadeit

İki tür yeşimden biri jadeit, sodyum alüminyum silikat ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$), diğeri ise nefrit, kalsiyum magnezyum demir silikattır ($\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$). Yeşim doğada küçük parçalar halinde bulunur. Jadeit nefritten daha nadirdir ve daha değerlidir. Her ne kadar yeşim binlerce yıldır bilinse ve kullanılsa da, yeşim olarak anılan taşların aslında iki farklı mineral türü olduğu ancak 1863'de keşfedilmiştir. Yeşimin sertliği 6,5 – 7,0 arasındadır [17].

En çok yeşil ve tonları renge sahip olması yanında, mücevher olarak kullanıldığında siyah, gri, kırmızı, mavi renkleri yeşime özel adlar kazandırır. Dünya üzerinde en zengin yeşim yatakları Burma, Çin, Yeni Zelanda ve Meksika'da bulunur. Hotan, Yarkent, Türkistan ve Baykal Gölü yakınlarında eskiden beri yeşim elde edilmektedir. Müzelerde yeşimden yapılmış Çin, Buda, Aztek küçük heykel ve sanat eserleri sergilenmektedir.

Yeşimin bir sanat ham maddesi olarak kullanılması onun birbirine sıkı kenetlenmiş kristal yapısından ileri gelir. Bu özelliği, yeşime çok ince oyma işçiliği yapılmasına imkân sağlar. Mermerden çok sert olduğu için iklim şartlarına dayanıklıdır [17].

Yeşim, binlerce yıldır Çin'de bilinir ve kullanılırdı. Daha M.Ö. 3000 civarlarında yeşim Çin'de *yu*, *kraliyet cevheri* olarak tanınırdı. En çok insan kafası, hayvan, ağaç, mobilya gibi heykelcikler yapımında kullanılmıştır. ABD yüklü paralar ödeyerek Çin'den satın aldığı yeşim heykelcikleri müzelerinde saklamaktadır. Çin'de kullanılan yeşim genel olarak nefritti. Çinliler 17. yüzyıldan sonra Burma jadeitlerinin bulunmasıyla oymalarda ve diğer araçlarda jadeit kullanmaya başlamışlardır [17].



Şekil II.1.4. Yeşim (Jadeit) El yapımı Antik Çin Düğmeleri [20].

Yeşimin Asya kültüründe önemli bir yeri olduğu bilinmektedir. Şekil II.1.4.'te yeşimden yapılmış el yapımı antik Çin düğmeleri görülmektedir. Asya kültüründe yeşim taşı takmanın iyi şans getireceğine inanılırdı. Ayrıca antik çağlarda yeşim taşının böbrek hastalıklarını iyileştirici gücü olduğuna inanılırdı. Bunun dışında bazı bölgelerde yeşim taşının diş çürüklerine ve ağrılarına iyi geldiğine de inanılmıştır.

Günümüzde ise Yeşim taşları toksinlerin vücuttan atımı ve kozmetik ürünlerinde anti bakteriyel etki amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ancak son zamanlarda tekstil ürünlerinde de sıkça kullanılmaya başlanmıştır [21]. Yapı olarak gümüş biri anti-bakteriyel olup, tekstil ürünü üzerindeki nemi kurutmayı sağlar [22].

II.1.2.4 Hornblende

Hornblende inorganik maddelerin birleşimi ile ortaya çıkmış bir inosilikattır [23]. İçeriğinde magnezyum, kalsiyum ve demir silikatı bulunmaktadır. Hornblende inosilikatının içeriğinde bazen mangan, sodyum ve titanyumda bulunabilir, ancak temel içeriği dışındaki maddeler, çıkarıldığı bölgeden bölgeye değişir. Koyu renkli bir amfibol çeşididir, doğal alüminyum olarak da tanınır [24]. Hornblende in formülü;

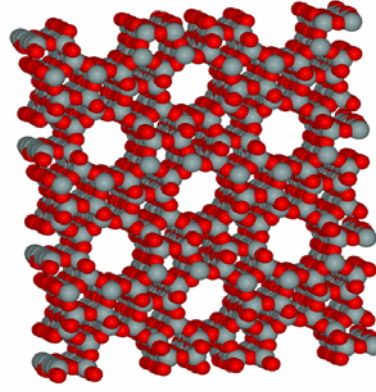
$(Ca,Na)_2(Mg,Fe,Al)_5(Al,Si)_8O_{22}(OH)_2$ 'dir. Başkalaşan volkanik taşlar kategorisine dahildir, orta değer ısı ve basınç ile oluşur[24]. Hornblende'in mineral yapısı değişken değildir, mineral parçaları eşit boyuttadır, bu eşitlik hornblende inosilikatının rahat bir şekilde parçalanmasını sağlar[25]. Silikatlar, hornblende silikat sınıfındadır, elektron geçirgenliği düşük olan materyaller arasındadır, içerilerinde demir molekülleri bulundurmalarına rağmen ısı ve basınç altında elektron iletimi yetisini yitirirler[26]. Hornblende gibi inosilikatların tekstil sanayiinde kullanımının en önemli özelliklerinden bir tanesinde bu noktada açığa çıkmaktadır. Hornblende gibi eşit ebatlardaki liflerine kolay ayrılabileni ve elektron iletimi düşük olan materyaller polyester liflerine katıldığında, statik elektrik oluşumunu engellerler. Bunun dışında kimyasal yapılarında bulunan magnezyum ise bakteri oluşumunu engeller [27].

II.1.2.5. Zeolit

Zeolit, kelime olarak "Kaynayan Taş" anlamındadır; 1756 yılında İsveçli mineralog Freiherr Axel Fredrick Cronstedt tarafından bulunmuştur. Zeolitler, milyonlarca yıl önce oluşan doğal minerallerdir. Şekil II.1.5.'te zeolit parçaları görülmektedir. Volkanik küllerin su ortamında değişime uğraması sonucunda oluşurlar. Zeolit mineralleri, birbirine oksijen atomlarını paylaşarak bağlanan tetrahedral AlO_4 ve SiO_4 'in sınırsız uzayabilen üç boyutlu ağından oluşan aluminosilikat yapıdadır. Zeolit yapıları Şekil II.1.6.'da görülmektedir. Yapıları bal peteği, kafese benzeyen, değişebilir katyonlar ve su ihtiva eden mikro gözenekli malzemelerdir. Bu özellik zeolitlerin seçimli adsorbsiyon, moleküler elek ve katalitik kullanım alanları gibi uygulamalarda değerlendirilmesini sağlar. Zeolitlerin başlıca fiziksel ve kimyasal özellikleri olan; iyon değişikliği yapabilme adsorbsiyon ve buna bağlı moleküler elek yapısı zeolitlerin çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmalarına neden olmuştur. Son yıllarda zeolit mineralleri iyon değiştirme ve adsorbsiyon özellikleri nedeniyle kirlilik kontrolünde gittikçe artarak kullanılmaktadır [28].



Şekil II.1.5. Zeolit parçaları[29]



Şekil II.1.6. Zeolit yapısı[30]

II.1.2.5.1. Doğal Zeolitlerin Kullanım Alanları

Endüstriyel Atık Suların Temizlenmesi: Zeolitlerin filtre yetenekleri sayesinde su sistemlerinde bulunan birçok kontaminantı çok yönlü ve çevreye dost bir şekilde yakalanabilirler. Doğal zeolitler bu işlemleri yüksek iyon değişim kapasiteleri, emilimsalma enerjileri ve modifikasyon kabiliyetleri sayesinde yapabilirler. Zeolit grubu minerallerin en önemli özelliklerinden biri farklı oranlarda kristal boşluğu içermeleri ve bu sayede atık sular içinde çözelti ortamında bulunan ve çevreye zarar veren elementleri (anyon ve katyon halinde) bünyelerine alabilmeleridir [28].

Zeolit'in yüksek derecede gözenekli yapısı boyut olarak 4 mikron'a kadar parçacıkları yakalar. Zeolitlerin katyonları ve bazı organik kontaminantları ve istenmeyen kokuları çekmesini sağlayan doğal negatif yükü vardır. Zeolitler, iyon değişimi ile sıvı akışkanlardan ayrılabilen çeşitli metal katyonları yüksek bir seçicilikle yakalar. Doğal zeolitler içme suyu ve atık sulardan ağır metal katyonlarının (Pb, Cu, Cd, Zn, Co, Cr, Mn ve Fe; Pb, Cu) yüksek bir seçicilikle ayrılmasını sağlar. İyon Değişimi Yoluyla Amonyak Giderimi: Canlı yaşamı için gerekli bir besin olmakla birlikte, su ortamında fazla miktarda bulunması ötröfikasyon başta olmak üzere önemli sorunlara yol açan azotun bir formu da amonyaktır. Avrupa Birliği'nin 1991 yılında yürürlüğe giren kentsel atık sularla ilgili direktifinde (91/676/EEC 1991) hassas bölgeler tanımlanmakta, bu

çerçevede hassas bölgeler, ötrofikasyona duyarlılıkla belirlenmektedir. Bu direktif doğrultusunda azot standartlarına uyum sıkılaştırılmıştır [28].

Amonyak belediye atık suyunun işlenmesi konusunda temel bir problemidir. Zeolitlerin çok yüksek bir amonyak absorpsiyon kapasitesi vardır. Yapılan uygulamalarda belediye atık sularındaki amonyak seviyesinde ciddi düşüşler elde edilmiştir [28].

Çöp Depolama Sahalarındaki Sızıntı Suyu Arıtımı: Katı atıkların arazide depolanması, diğer katı atık bertaraf yöntemlerinden daha pratik ve ekonomik bir yöntemdir. Ancak bu alanlarda oluşan çöp sızıntı suları önemli çevresel sorunlar yaratmaktadır. Sızıntı suları yüksek miktarda KOİ, BOİ ve amonyak içermektedir. Sızıntı sularının arıtımında yüksek yüzey alanı ve iyon değişim kapasitesine sahip Zeolit kullanımıyla KOİ, BOİ ve amonyak değerlerinde ciddi düşüşler elde edilir [28].

Organik Kentsel Katı Atıkların Kompostlaştırılması: Kompostlaştırma, entegre katı atık yönetiminde önemli bir yöntemdir. Yöntem, oluşan katı atıkların geri kazanımını ve çevresel açıdan uygun bertarafını sağlamaktadır. Kompostlaştırma prosesinde temel sınırlamalardan birisi yüksek amonyak konsantrasyonudur. Amonyak oluşumu, sistemde anaerobik şartların geliştiğinin en büyük göstergesidir. Organik kentsel katı atıkların kompostlaştırılmasında, doğal zeolit, klinoptilolit, kullanılarak amonyak giderimi üzerine yapılan çalışmalarda Klinoptilolit ortamdaki fazla azotu tuttuğu, nemi dengelediği ve amonyak konsantrasyonunu önemli ölçüde azalttığı gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, proses sonunda organik katı atıklara %5 zeolit ilavesinin proses sonunda yaklaşık %75 oranında amonyak azotu giderimi sağladığı görülmektedir. [28]

Arsenik Giderimi: Arsenik, bakır ve kurşun alaşımlarının sertleştirilmesi, boya pigment uygulamaları, cam, tekstil ve çeşitli sanayi dallarında kullanılmaktadır. ABD'nin Çevre Koruma Organizasyonu EPA arseniği birinci derecede kansoren maddeler grubuna sokmuş ve sularda müsaade edilen miktarı 5ppm'den daha az'a indirmiştir. Zeolit arsenik iyonları içeren suyla temas ettirildiğinde, sudaki arsenik zeolit tarafından tutulur. Sudaki

arsenik suyla yıkanamayacak bir biçimde tutulduğundan arsenik sulu atık fazı katı atığa dönüştürülmektedir. Zeolit Kullanılan Endüstri Atıksularına Örnekler:

- Organize Sanayi Bölgeleri Arıtma Tesisleri (örn: Ağır Metal, Amonyak Giderimi, Çamur Susuzlaştırma, KOİ ve BOİ değerlerinin düşürülmesi),
- Elektrokaplama Atıksuları (örn: Krom Giderimi ve Cu,Fe)
- Deri Sanayi Atıksuları (örn: Krom Giderimi ve Ağır Metallerin Giderimi),
- Maden İşleme Atıksuları (örn: Cu,Fe ve Ağır Metallerin Giderimi),
- Tekstil Endüstrisi Atıksuları (örn: Boyar Maddelerin Giderimi),
- Katı Atık Sızıntı Suyu Arıtımı (örn:Amonyak Giderimi),
- Akü Endüstrisi Atıksuları (Pb Giderimi ve Ağır Metallerin Giderimi),
- Boya Endüstrisi Atıksuları,
- Cam Endüstrisi Atıksuları[28].

Havuz ve Spa Filtre Malzemesi: Doğal zeolitler, özellikle zeolitin klinoptilolit türü fiziksel ve kimyasal özellikleri itibariyle havuz ve Spa filtre malzemesi olarak ideal malzemelerdir.

Kum filtreler 20-40 mikrona kadar filtrasyon yapabilirken Zeolitler 4 mikrona kadar partikülleri tutabilir. Zeolitler yüksek iyon değişimi kapasitesi sayesinde suda çözünmüş ter ve idrardan kaynaklanan amonyağı ve suda ki metal iyonlarını giderir. Ters yıkamayı yarı yarıya azaltır dolayısıyla bakım için kullanılan su miktarını %30 azalır. Zeolitler gözenekli yapısı itibariyle kum filtreden hafif olduğu için ağırlıkça daha az malzeme kullanılarak aynı hacim doldurulur. Aşırı klorlamadan kaynaklanan saçlarda ve giysilerde ağarmayı engeller [28].

Radyoaktif Atıkların Temizlenmesi: Nükleer santral atıklarında bulunan ve çevre sağlığı açısından tehlikeli olan Sr90, Cs137, Co60, Ca45 gibi izotoplar, zeolitlerle tutulabilmektedirler. Böylece atık sudan alınan radyoaktif atıklar, zeolitle birlikte gömülerek zararsız hale getirilmektedir. Örn: Zeolitin Çernobil Felaketinde Kullanımı:

Çernobil felaketi süresince *Hiroşima* ve *Nagazakiye* düşen atom bombasının 30 misli radyoaktif etkisi görülmüştür. Felaketteki asıl radyoaktif izotoplar ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr ve ^{89}Sr dür. Sovyetler birliğinin dağılmasından sonra Çernobil felaketinde zeolitlerin kullanım alanı gizlilik prensipleri yüzünden karanlıkta kalmıştır. Ukrayna Ürdün ve Rusyadan 500.000 ton zeolit klinoptilolit Çernobilde kullanılmak üzere üretilmiştir . Büyük bir kısmı tarımsal alan olarak kullanılan bölgelerin koruma bariyeri inşasında kullanılmıştır. Dnieper nehrinden zehirin alınması aşamasında toza benzer mikron boyutunda klinoptilolit ve ara katmanlarda alüminyum sülfat kullanılarak radyoaktivite düşürülmüştür [28].

Baca Gazlarının Temizlenmesi: Petrol ve kömür kullanan tesislerin bacalarından çıkan CO_2 ve diğer kirletici gazlar zeolitlerin adsorblayıcı özelliği ile ayrılabilir. Mordenit ve klinoptilolit bu alanda çok iyi sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Petrol Sızıntılarının Temizlenmesi: Kirlilik kontrolü uygulamalarında yeni gelişen bu alanda aktifleştirilmiş zeolit, bağlayıcıyla peletlenmiş halde kullanılmaktadır. Özgül ağırlığı 0,5 gr/cm³ ve yağ adsorblama kapasitesi 0.97 gr olan bu malzeme, 200 saat suda yüzebilmekte ve yüzeydeki petrolü adsorblamaktadır. [28]

Oksijen Üretimi: Yasam için gerekli olan oksijenin azalmasına yüzyılımızın sorunlarından olan su ve hava kirliliği neden olmaktadır. Akarsu ve göllerdeki oksijen eksikliği, bu ortamlarda yaşayan balık ve bitkilerin yok olmasına neden olurken kapalı bir mekândaki oksijen azlığı insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu durumlarda zeolitlerin azotu seçimli absorblama özelliklerinden yararlanarak bu ortalamalara oksijence zenginleştirilmiş hava sağlanabilmektedir [28].

Tekstilde: Zeolit seçici azot toplama özelliği ve yüksek iyon toplama özelliği sebebiyle tekstil ürünlerinde kullanılır, azot'u toplayarak oksijeni zengin bir ortam yaratır, iyon toplama özelliği ile ter de bulunan amonyağı giderir. Bu özellikleri sayesinde koku yaratmayan, tekstil ürünleri üretimini sağlar.

II.1.2.6. Zirkonyum

Zirkonyum metali ilk olarak 1789 yılında *Martin Heinrich Klaproth* tarafından keşfedilmiştir. 1824 yılında ise *Jons Jakob Berzelius* tarafından izole edilmiştir.

Bilinen mineralleri zirkon ($ZrSiO_4$) ve baddeleyit (ZrO_2) tir. Baddeleyit'in (1892'de Sri Lanka'da keşfeden Joseph Baddeley'in isminden) eşanlamlıları zirkonyum oksit, zirkonyum dioksit ve zirkonya'dır. Dolayısı ile kelime yapısı itibarı ile benzeşen, ancak farklı kimyasal kompozisyonlar olan zirkon ve zirkonya birbirlerine karıştırılmamalıdır. Zirkonya sözcüğü, VITA firmasının tescilli markası olan "Zirconia" ile de karıştırılmamalıdır. Zirkonyumun başlıca elde edildiği kaynak zirkon ($ZrSiO_4$) madenleri olup, bunlar Avustralya, Brezilya, Hindistan, Rusya ve ABD'dedir. Zirkonyum çubuğunun görünüşü Şekil II.1.7.'deki gibidir. Zirkon içersinde her zaman 50/1 oranında hafnium (Hf) elementi de bulunur. Zirkonyum heksagonal kristal formunda bir yapı gösterir. Sıcaklığa ve korozyona karşı çok dirençlidir. Birçok farklı bileşik halinde bulunabilir. Bunların en önemlisi zirkonya (ZrO_2) bileşigidir [31].



Şekil II.1.7. Zirkonyum Çubuğu[32]

Zirkonyum eldesi $ZrCl_4$ bileşiminin magnezyum ile veya kalsiyum ile indirgenmesi ile elde edilir. Çok reaktif bir madde olup, havada ve sıvı içerisinde hemen oksitle kaplanır ve korozyona dirençli bir hale gelir. Metal olarak dökümü sırasında havadaki oksijen ve azot ile etkileşmemesi gerekmekte ve bu nedenle titanyum teknolojisinde olduğu gibi özel fırınlarda işlenilebilmektedir. Zirkonyum metali bombaların yapısında, flaşlarda ve nükleer sanayi gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Tekstil alanında ise, yüksek ısıya dayanıklılığı yüzünden yangına karşı dayanıklı materyallerin üretiminde kullanılır. Yangın battaniyeleri ve yangın üniformaları mutlaka zirkonyum ile kuvvetlendirilmiş mineral takviyeli liflerin kat kat örülmesi sonucunda oluşmuştur [33].

II.1.2.7. Mullit

Mullit $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$; erime noktası $1810^\circ C$, $Al_2O_3 - SiO_2$ sisteminde normal atmosfer basıncı altında, oda sıcaklığından yüksek sıcaklıklara çıkıldığında oluşan tek kararlı fazdır. Alüminyum ve silika içeren tüm seramik ürünlerde oluşur [34].

Porselen ürünlerde özellikle istenilen bir fazdır. Yer karolarından, ateşleme parçalarına (buji vb.); yüksek sıcaklık fırınlarından, jet motorlarına; hızlı pişirim fırınlarında kullanılan rulolardan laboratuvar malzemelerine; seramik fırınlarında kullanılan raflardan buhar türbinlerine kadar oldukça geniş bir kullanım alanı vardır. Mullit seramiklerin bu kadar geniş bir kullanım alanına sahip olmasının nedeni yüksek erime noktası, yüksek kimyasal dayanım, düşük termal genleşme katsayısı, yüksek bükülme dayanımı, yüksek sürtünme dayanımı ve yüksek sıcaklıklardan oda sıcaklığına inildiğinde gösterdiği iyi termal şok direnci gibi sahip olduğu üstün fiziksel özelliklerdir [34]. Tekstil sanayisinde zirkonyum gibi yüksek sıcaklık değerlerini karşılamak amacıyla kullanılır, yangın ekipmanlarının tekstil kısımları mullit kullanılarak oluşturulur [36].



Şekil II.1.8. Alümina-Mullit Parçaları [35].

II.1.2.8. Turmalin

Turmalin, farklı kimyasal özelliklere sahip bir grup karmaşık borosilikat mineralinin ortak adıdır. "Turmalin" adı Singhalese dilinde - Sri Lanka(Seylan)' nın resmi dili - "renkli taş" anlamına gelen "turamali" kelimesinden türemiştir. Turmalin kristali Şekil II.1.9.'daki gibidir. Halkalı (siklo) silikatların üyesi olan turmalinin genel formülü kimyasal yapısının karmaşıklığı nedeniyle kesinleşmemiştir. Kabul gören genel formül aşağıda verilmiştir [37]:



X, Y ve Z katyonik elementler: T ve W anyonik elementler içerir. Bu formülde;

X: Başlıca Na^+ ; Ca^{2+} ve düşük miktarlarda K^+ ve boşluk

Y: Li^+ , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , Ti^{4+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} ve Zn^{2+}

Z: Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , V^{3+} ; Mg^{2+} ve Fe^{2+} içerebilir

T: OH"; düşük miktarlarda O2'

W: OH-,O2-, F



Şekil II.1.9. Turmalin kristali. [38]

Turmalin romboedrik kristal sistemine dahildir ve kristalleri uzun prizmalar biçimindedir. Simetri merkezi yoktur. Sertliği 7–7,5 (Mohs), özgül ağırlığı 2.98–3.20 g/cm³'tür. Turmalin grubundaki mineraller arasında; Şörlit/skorlit (Fe'lı turmalin, siyah), dravit (Mg'lu turmalin), elbait (Li'lu turmalin), rubellit(rubellite) (pembe renkli elbait), bürgerit, kromdravit, feruvit, foitit (foitite), indigolit (indikolite/indigolite) (Brezilya safiri, mavi), verdelit (verdelite) (Brezilya zümrütü, yeşil), olenit(olenite) ve uvit (uvite)sayılabılır.

Bilinen 2700 mineral çeşidinden yaklaşık 100 tanesi kıymetli ve yarı kıymetli süs taşı olarak kullanılmaktadır (DPT, 2001). Süs taşları içinde renk çeşitliliği yönünden diğerlerinden kolaylıkla ayırt edilebilen turmalinin saydam ve güzel renkli olanları yarı kıymetli süs taşı olarak mücevher endüstrisinde değerlendirilmektedir.

Bunun dışında piezoelektrik bir malzeme olmasından dolayı, ısı emerek yüksek miktarlarda negatife iyon yayılımı yapmaktadır. Negatif iyon solunumunun astım ve

bronşit hastaları için faydalı olduğu savunulmaktadır, ayrıca mantar ve bakteri üretimini engeller.[39]

II.1.2.9. Titanyum

Titanyum, sembolü **Ti** olan 22 atom numaralı kimyasal elementtir. Hafif, güçlü, parlak, korozyona karşı dirençli grimsi bir geçiş metalidir. Titanyum demir, alüminyum, vanadyum, molibden gibi elementler ile alaşım yapabilir. Bu güçlü, hafif alaşımlar havacılık (jet motorları, füzeler ve uzay araçları) askeri, endüstriyel işlemler (kimyasallar ve petrokimyasallar, arıtma santralleri, kâğıt hamuru ve kâğıt) otomotiv, yiyecek, tıp (protezler, implantlar, dental endodontik malzemeler, dental implantlar), spor eşyaları, mücevher, cep telefonu ve diğer uygulamalarda kullanılır [40]. Titanyum 1791'de William Gregor tarafından İngiltere'de keşfedildi ve *Martin Heinrich Klaproth* tarafından Yunan mitolojisindeki Titan'a atfen bu şekilde isimlendirildi.



Şekil II.1.10. Titanyum filizi [41].

Element birkaç mineral depozitde bulunur. Bunlardan öncelikli olanlar yer kabuğunda ve litosferde genişçe dağılmış olan rutil ve ilmenittir. Titanyum neredeyse tüm canlı varlıklarda, kayalarda, sulara ve toprakta bulunur [40]. Metal başlıca mineral cevherlerinden Kroll işlemi ve Hunter işlemi yöntemleri ile çıkarılır. En yaygın bileşiği olan titanyum dioksit beyaz pigment imalatında kullanılır [42]. Diğer bileşiklerinden titanyum tetraklorid ($TiCl_4$) sis perdelerinde/havaya yazı yazımında kullanılır ve katalizör olarak kullanılır ve titanyum triklorid polipropilen imalatında katalizör olarak kullanılır [40].

Metal formun en yararlı özellikleri korozyona karşı dirençli olması ve bütün metaller içinde en yüksek dayanıklılık-ağırlık oranına sahip olmasıdır [43]. Alaşımsız haliyle %45 daha hafif olmasına rağmen bazı çelikler kadar dayanıklıdır [44]. Elementin iki allotropik türü [45]ve ⁴⁶Ti'den ⁵⁰Ti'ye beş tane doğal izotopu bulunur. Bunlardan ⁴⁸Ti doğal olarak en bol bulunan izotopdur (73,8%) [46] Titanyumun kimyasal ve fiziksel özellikleri zirkonyumunkiler ile benzerlik gösterir.

Titanyum dioksit, zirkonyum'un fiziksel ve kimyasal özelliklerine benzerlik gösterdiği için aynen zirkonyum gibi tekstil sanayinde de kullanılır.

Yukarıda bulunan bölümlerde, mineral takviyeli liflerin polyester bazlı üretim tekniklerinde kullanılan mineralleri görmüş bulunmaktayız. Kullanılan her mineral üretilen life ayrı bir özellik kattığı için mineral seçimi ve katılan oran büyük önem taşımaktadır. Örnek olarak, gümüş mineralinin olması gereken değerden daha yüksek değerde, mineral takviyeli life katılması, hem lifin dayanım kuvvetini azaltacağı hem de birim ağırlığını arttıracığı için üretilecek mineral takviyeli lif, fayda-maliyet analizinde düşük değerler alarak karlılığı ve kaliteyi düşürecektir.

II.1.3. Polyester Bazlı Mineral Takviyeli Lif Üretimi

Bölüm II.1.2.'de mineral takviyeli lifleri oluşturan ana maddeleri ve bu maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini gördük, bölüm II.1.3.'de ise bu maddelerin ne koşullar altında birleştirilerek mineral takviyeli liflerin üretildiğini göreceğiz.

Mineral takviyeli liflerin, polyester bazlı üretim teknikleri, polyester liflerinin üretim aşamasına çok benzemektedir, tek farklılığı polyesterin sıvı halinde içerisine çeşitli ebat ve şekillerdeki fonksiyonel minerallerin katılmış olmasıdır. Mineral takviyeli liflerin üretimi tekniklerini anlatmadan önce sentetik ve selülozik liflerin üretim tekniklerini anlatmakta fayda vardır.

II.1.3.1. Sentetik ve Selülozik Liflerin Üretim Teknikleri

Çoğu sentetik ve selülozik filamentler, ekstrüzyone edilerek üretilirler. Bu teknoloji, belirli bir viskozitedeki polimerin, düze denilen ve üzerinde küçük delikler bulunan bir aparat üzerinden geçirilerek yarı eriyik halde filament meydana getirilmesidir. Polimer, düzeden geçmeden önce işleme katı halde girer ve bu katı polimer, ekstrüzyon işlemi ile istenilen viskoziteye ulaşır. Polimer termoplastikte (ısıtıldığında yumuşayıp eriyebilirler) ise bu işlem eritme ile gerçekleştirilir. Eğer polimer termoplastik değilse (termoset) uygun bir çözücü içerisinde çözdürülerek istenilen lif formu haline getirilir. Eğer polimer direkt olarak eritilemiyor veya çözilemiyorsa, kimyasal olarak çözünebilen veya eriyebilen bileşimlerine ayrılır. Bu işlem de uygulanamıyorsa, polimere küçük eriyik haldeki moleküller karıştırılır veya reaksiyona sokulur [47].

II.1.3.1.1. Yaş Eğirme

En eski filament üretim tekniğidir. Filament haline getirilecek olan polimer, bir çözelti içerisinde çözdürülür. Düzeler kimyasal banyo içerisine daldırılır ve böylece çözünmüş haldeki polimerin düze deliklerinden geçirilerek katılaştırılması sağlanır. Filament haline getirilecek polimer, bir sıvı çözelti içerisinde ekstrüzyone edildiğinden bu işleme yaş eğirme denir. Akrilik, rayon, aramid, modakrilik ve spandeks, bu işlem ile filament haline getirilebilirler [47].

II.1.3.1.2. Kuru Eğirme

Kuru eğirmede de polimer, bir çözelti içerisinde filament haline getirilir. Fakat daha sonra, polimerin seyreltme veya kimyasal reaksiyonla çökeltilmesi yerine, fazla çözeltinin hava buharı veya asal gazlarla uzaklaştırılması ile katılaştırma sağlanır. Kuruma ihtiyacını elimine etmek ve çözücüyü geri kazanabilmek için filamentler, çökeltmeyi sağlayan sıvı (koagülasyon banyosu) ile temas etmezler. Bu işlem; asetat, triasetat, akrilik, modakrilik, PBI, spandeks ve vinyon üretimi için kullanılır[47].

II.1.3.1.3. Eriyikten Lif Çekimi

Bu sistemde filament haline getirilecek olan polimer, ekstrüzyon ile eritilir, düze deliklerinden geçirilir ve direkt olarak soğutulur. Naylon, olefin, polyester, saran ve sülfar bu işlem ile eğirilebilir. Polimerin filament haline getirilmesinde değişik düzeler mevcuttur. Bu düzeler yuvarlak, trilobal, beşgen, sekizgen vs. farklı şekillerde düze delikleri bulundurabilirler. Trilobal şekilli lifler daha fazla ışık yansıtır ve kumaşa çekici bir parlaltı kazandırır.

Beşgen şekilli içi boş lifler halıda kullanıldıkları zaman kiri göstermeleri daha az gösterirler. Sekizgen şekilli lifler parlaklıktan bağımsız etki verir. İçi boş lifler havayı tutar, izolasyon oluşturur ve life daha iyi özellikler kazandırır [47].

II.1.3.1.4. Jel Eğirme

Filamente çok yüksek mukavemet veya özel olarak bazı özelliklerinin daha iyi olması isteniyorsa polimer, jel eğirme sistemiyle filament haline getirilir. Ekstrüzyon esnasında polimer gerçek sıvı fazında değildir. Normal çözücüsünde tamamen ayrılamaz ve polimer zincirleri likit kristal formunun değişik noktalarında birleşirler. Bu şekilde filamentleri oluşturan zincirler arası sağlam bağlar oluşur ve bu da filamentlerin mukavemetlerinin artmasına neden olur [47].

Ayrıca likit kristaller, ekstrüzyon esnasında meydana gelen kesme kuvvetleri etkisiyle, lif eksenine dizilirler. Böylece filamentler çok yüksek orientasyona sahip olurlar ve bu şekilde de mukavemetlerini artırır. Bu işleme "kuru-yaş eğirme" adı da verilebilir. Şöyle ki, filamentler öncelikle hava içerisinden geçirilir ve daha sonra sıvı banyosu ile soğutulur. Bazı yüksek mukavemetli polietilen ve aramid lifleri jel eğirme tekniği ile üretilirler [47].

II.1.3.2. Düze ve Düzenin Görevi

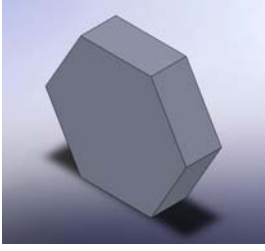
Elyaf üretiminde kullanılan düzeler birbirlerine benzerler. Düze, bir ile birkaç yüz arasında delik bulundurur. Bu küçük delikler, hassas olarak üretilirler. Bu delikler, kir ve aşınmaya karşı da oldukça hassastırlar. Bu yüzden düze deliklerinden geçirilecek olan polimer eriyiği, maksimum düzeyde filtre edilerek temizlenmelidirler. Ayrıca bu delikler aşınmaya karşı oldukça hassas olduklarından, düzelerin aşınmaya maksimum düzeyde dayanıklı olan pahalı metallere üretilmesi gerekir. Ayrıca düzelere devamlı olarak bakım yapılmalı ve tıkanmaya karşı sürekli temizlenmelidirler. Düzeden geçen ve filament formuna gelen polimer, soğutma ile katı hale getirilir. Polimerin ekstrüzyona girmesi ve düzeden geçirilerek soğutulması işlemlerinin bütününe "eğirme" adı verilir. Fakat bu isim kesik elyafların bükülerek iplik haline getirilmesi işlemiyle karıştırılmamalıdır [47].

II.1.3.3. Çekme ve Oryantasyon

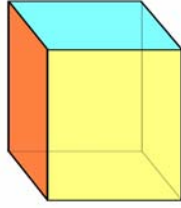
Düzeden geçirilmiş liflerin soğutulması esnasında ve lifler sertleştikten sonra liflere çekim uygulanır. Çekimle molekül zincirleri de beraberce çekilir ve lif ekseninde dahil olurlar. Böylece daha güçlü lif üretildiği düşünülebilir [47].

II.1.3.4. Sentetik Liflere Mineral Katkısının Sağlanması

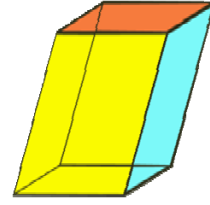
Polyester gibi sentetik liflere mineral katkısının sağlanması, hem dikkat gerektiren, hem de lifin özelliklerini değiştiren bir işlemdir. Lifin içeriğine katılan mineraller belirli ebat, şekil ve oranlarda katılırlar. İçeriğe katılan minerallerin ebatlarının büyük olması lifin bütünlüğünü bozacağı gibi, şekillerinin çok varyeteye sahip olması da lifin yüzeyindeki pürüz miktarını arttırmaktadır. Bu gibi sorunlarla karşılaşılmasında için mineral takviyeli lif üretimi iki farklı şekilde gelişir; tekli karışım veya çoklu karışım. Bu iki karışım cinsi içinde gerekli olan minerallerin şekilleri Pinacoid (Şekil II.1.11.), Prizma (Şekil II.1.12.), Eşkenar Dörtgen (Şekil II.1.11.), Altıgen (Şekil II.1.13.), Sekizgen (Şekil II.1.11.), Onikigen (Şekil II.1.11.) aşağıdaki şekillerde belirtilmiştir [7].



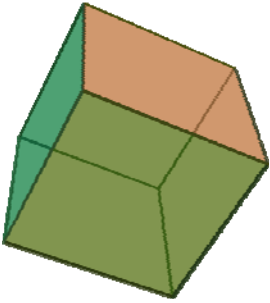
Şekil II.1.11. Pinocoid



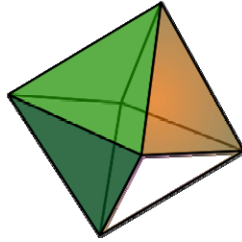
Şekil II.1.12. Prizma



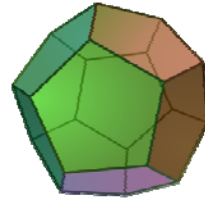
Şekil II.1.13. Eşkenar Dörtgen



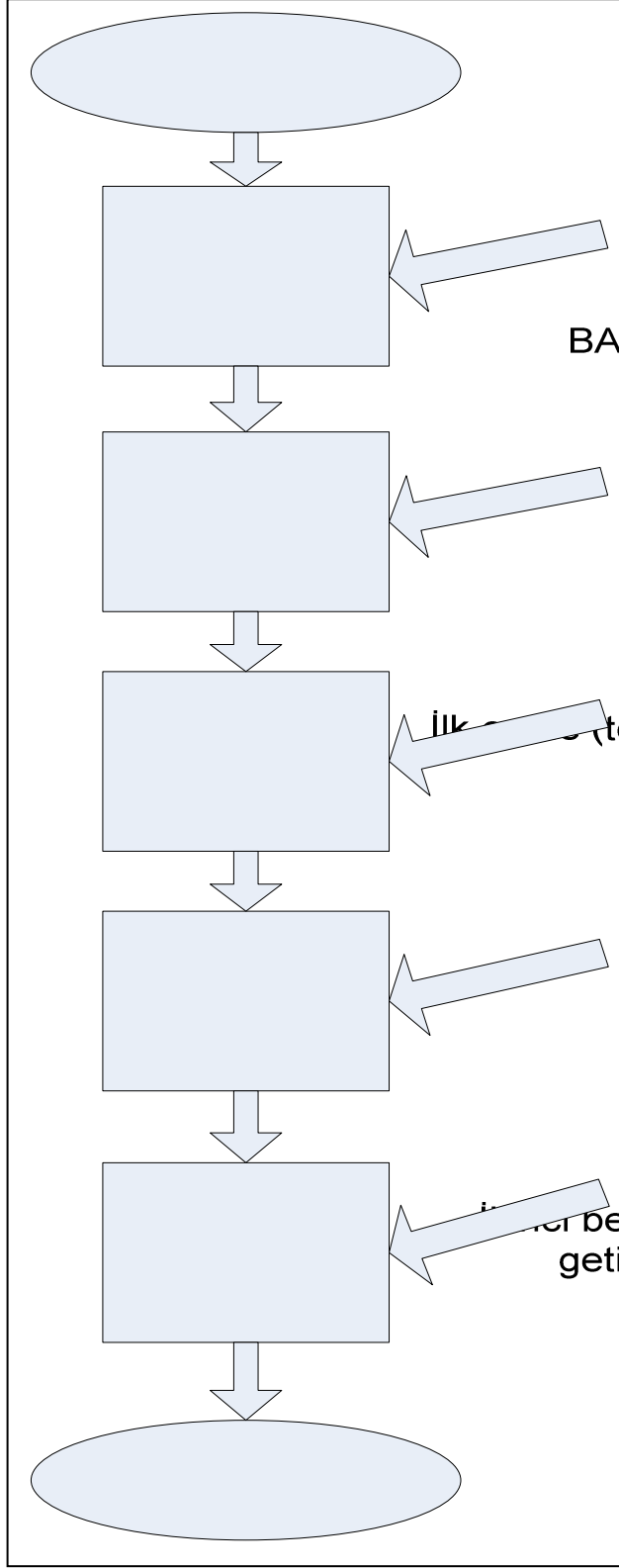
Şekil II.1.14. Altıgen



Şekil II.1.15. Sekizgen



Şekil II.1.16. Onikigen



II.1.3.4.1. Tekli Karışım İşlemi

[7].

Adım 101:

Pinocoid formundaki fonksiyonel minerallerin toz haline getirilmesi

BAŞLANGIÇ

Adım 103:

Adım 101 de toz haline getirilen ilk minerallerin tekrar toz haline getirme işlemiyle küçültülmesi.

Adım 105:

İkinci eğirme (toz haline getirme) işlemi Toplam ağırlığı oluşturacak mineral ve reçinenin %0,1–10 ile %90–99,9 oranında karıştırılıp sentezlenmesi.

A101

Adım 107:

Fonksiyonel mineral tozlarına sahip reçinenin genel eğirme metodu veya duble eğirme metodu ile eğrilerek iplik elde etme işlemi.

İkinci eğirme (toz haline getirme) işlemi

A103

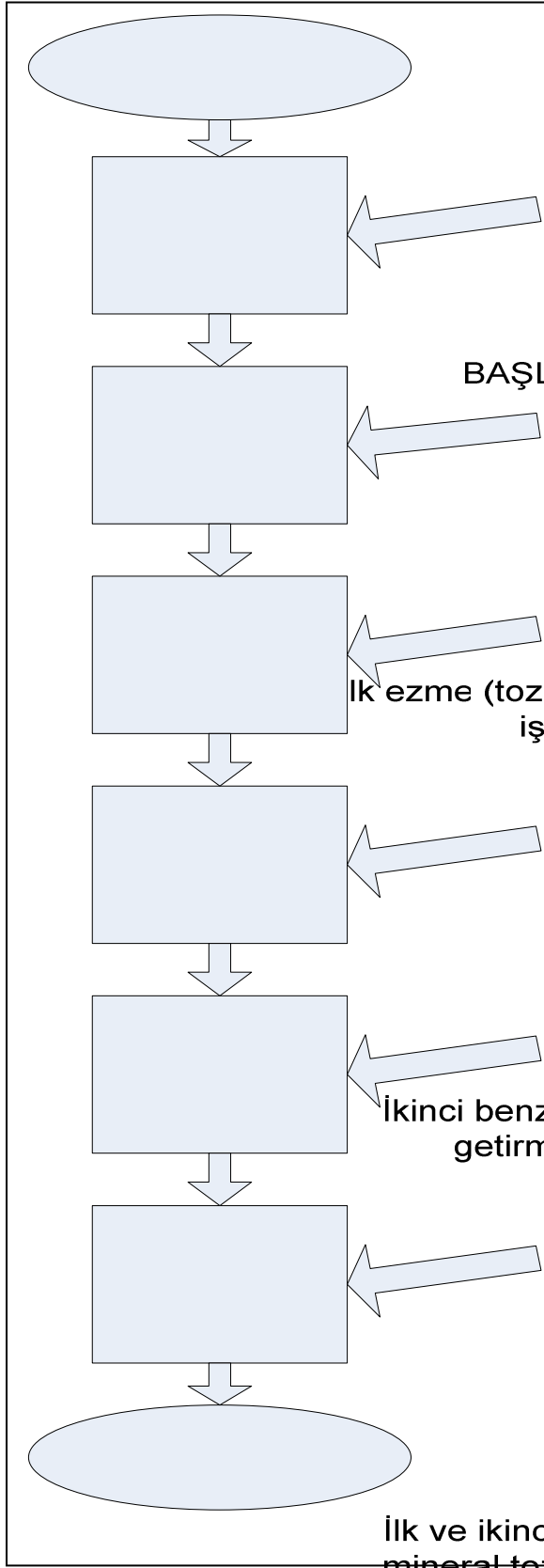
Adım 109:

Son olarak, mineral takviyeli lifin çekme, yanma, kesme veya dokuma ile üretimi.

Şekil II.1.17. İşlem Ağacı

Karıştırma / Sentezleme işlemi

A105



II.1.3.2.2. Çoklu Karışım İşlemi [7].

Adım 201:

İlk mineralin pinocoid, ikinci mineralin ise prizma, eşkenar dörtgen, altıgen, sekizgen veya oniki gen olduğu minerallerin toz haline getirmesi.

BAŞLANGIÇ

Adım 203:

Adım 201 elde edilen tozun tekrar toz haline getirilerek 1/3 granüllük kütlelere düşürülmesi.

Adım 205:

İlk ezme (toz haline getirme) işlemi

A201

İlk ve ikinci mineral tozlarının karıştırılması.

Adım 207:

Toplam ağırlığı oluşturacak mineral ve reçinenin %0,1–10 ile %90–99,9 oranında karıştırılıp sentezlenmesi.

Adım 209:

İkinci benzer toz haline getirme işlemi

A203

Fonksiyonel mineral tozlarına sahip reçinenin genel eğirme metodu veya duble eğirme metodu ile eğrilerek iplik elde etme işlemi.

Adım 211:

Son olarak, mineral takviyeli lifin çekme, yanma, kesme veya dokuma ile üretimi.

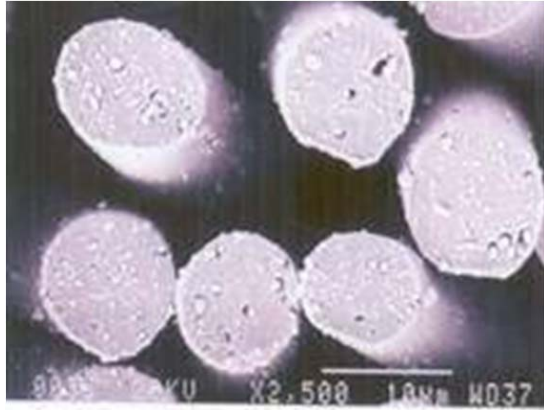
İlk ve ikinci fonksiyonel mineral tozu karıştırma

A205

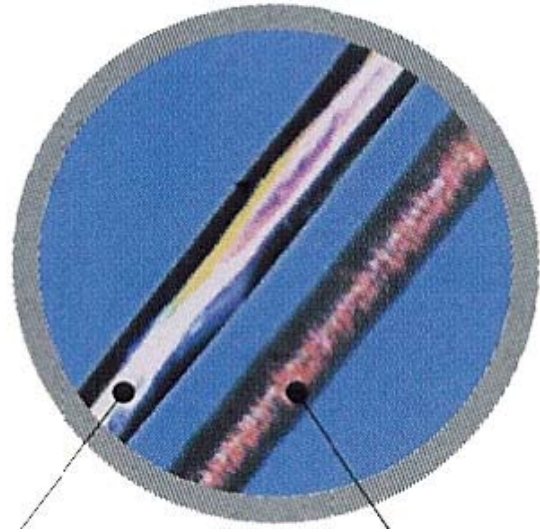
Şekil II.1.18. İşlem Ağacı

Yukarıda hem tekli karışım hem de çoklu karışım başlıkları altında belirtildiği gibi, mineral takviyeli liflerin üretim aşamalarında öncelikle yapılan işlem minerallerin şekillerine göre ayrıştırılması ve ardından 1/3 granüllük ebada kadar küçültülmesi bulunmaktadır. Bu işlem yapılmadığı takdirde granül ebatları büyük olacak ve düzeden geçerken problem yarattığı gibi, lifin yüzeyini pürüzlü kılacaktır. Adım 101–103 Adım 201–203 de yapılan toz haline getirme işlemleri sayesinde hem daha pürüzsüz bir yüzey elde edilir hem de düzelerin tıkanmaması sağlanır [7].

Toz haline getirme işlemlerinden sonra yapılacak işlem ise belirli oranlarda mineral ve reçinenin karıştırılmasıdır. Bu oran ağırlık yüzdesine göre maksimum olarak %90 reçine %10 mineral katkı maddesi olarak ayarlanmaktadır, doğal olarak minimum seviye ise %99,9 reçine ile %0,1 mineral katkı maddesi olacaktır. Örnek olarak Gümüş inorganik antibiyotiği mineraller arasında reçineye katılacaksa, mineral toplam ağırlığının %3 ile 30 arasında olacaktır, geriye kalan % 97–70 lik mineral kısmını ise zeolit, fosfat, kalsiyum ve zirkonyum gibi inorganik maddeler oluşturacaktır [7].



a) Elektron Mikroskobu



b) Işık Mikroskobu

Şekil II.1.19. Mineral Takviyeli Polyester Elyafının Elektron ve Işık Mikroskobundan Görünüşü [48]

Karıştırma işlemlerinden sonra düzeler vasıtasıyla çekilecek reçine mineral karışımı soğutulurak, çekme, yanma, kesme ve dokuma işlemlerinden geçirildikten sonra iplik halini alacaktır. Bu iplik yapı olarak pürüzsüz olacaktır ancak pürüzsüzlük oranı arttırılmak istenirse, toz haline getirme işleminden önce, minerallerin 600 ile 1200 santigrat derece arasında moleküler düzenlenmeye bırakılması şarttır.

Şekil II.1.19. a’da Mineral elyafın Elektron mikroskopundaki görünümü verilmiştir. Polyester elyafının içindeki mineraller açıkça gözükmemektedir. Şekil II.1.19 b’de ise ışık mikroskobu altında polyester ve Mineral takviyeli polyester elyafını görebiliriz.

II.1.4. Mineral Takviyeli Liflerin Özellikleri

II.1.4.1 Antibakteriyal

“Muhtelif bakteri türleri, çeşitli deri hastalıkları, kemik hastalıkları, verem, ciddi yaşamı tehdit eden kan yolları hastalıkları ve birçok diğer hastalıkların oluşumuna etki eder. Mineral Elyafın kullanıldığı ürünlerde söz konusu hastalık riskleri tamamen ortadan kaldırılmış olup, konuyla ilgili laboratuvar tetkikleri iddiayı doğrulamaktadır [49]” diyen tanıtım broşürünün doğruluğu için bir takım testler yaptırılmıştır.

Bilkont İplik İşletmeleri Mineral takviyeli polyester elyafından üretmiş oldukları kumaşların İngiltere’de *Lawlabs* laboratuvarında yaptırmış olduğu mikrobiyolojik test sonuçları aşağıdaki Tablo II.1.1. ve Tablo II.1.2.’de gözükmemektedir.

Test Metodu: Dinamik Titreşim metodu

Tablo II.1.1. %50 Mineral Takviyeli Polyester Elyafı, %50 Penye Pamuk Karışımından Oluşmuş Ne 20/1 İpliklerden Üretilmiş Süprem Kumaşın Mikrobiyolojik Sonucu

Kullanılan Bakteri	Sonuç	
Staphylococcus aureus[Ek-01]	% 98,8	24 saat sonunda azalma
Klebsiella pneumoniae [Ek-02]	%96,7	24 saat sonunda azalma

Yukarıdaki sonuca göre *Lawlabs* laboratuvarına göre mineral takviyeli polyester ipliğinden üretilmiş kumaşın mikrobiyolojik sonucu kabul % 50 karışım oranında dahi kabul edilir çıkmıştır.

Test Metodu: Modifiye ASTM 2149–01

Tablo II.1.2. %23 Mineral Takviyeli Polyester Elyafı, %77 Pamuk Karışımından Oluşmuş İpliklerden Üretilmiş Havlu Kumaşın Mikrobiyolojik Sonucu

Kullanılan Bakteri	Sonuç	
Staphylococcus aureus[Ek–01]	% 98,9	24 saat sonunda azalma
Klebsiella pneumoniae [Ek–02]	% 98,3	24 saat sonunda azalma

Yukarıdaki sonuca göre mineral takviyeli polyester ipliğinden üretilmiş kumaşın % 23 karışım oranındaki mikrobiyolojik sonucu *Lawlabs* laboratuvarına göre tatmin edici düzeyde kabul edilmiştir.

II.1.4.2. Anti mantar

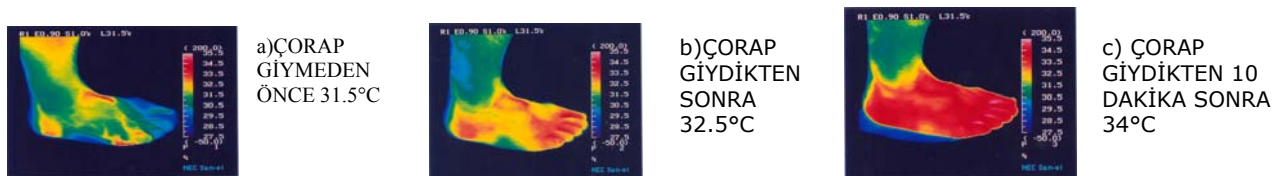
Mineral Elyaf başarılı olarak mantar üremesini durdurmaktadır. Konuyla ilgili mineral elyaf kullanılan bir çorap numunesinde mantar üremesini ve yayılmasının minimum düzeyde olduğu laboratuvar tetkikleriyle belirlenmiştir [49].

II.1.4.3. Toz Böcekleri (Mite)

Mineral Elyaf kullanılan ürünlerin, mite ve zararlı haşerelere karşı önleyici etkisi vardır. Yapılan deneylerde Mineral Elyaf ihtiva eden ürünlerin üzerinde ve çevresinde toz böcekleri yaşayamamaktadır [49].

II.1.4.4. Sağlıklı Kan Dolaşımı

Vücutta dengeli bir sıcaklığın kalıcılığını sağlar. Vücuttaki kan dolaşımını dengeleyerek vücut ısını ideal seviyede korur [49]. Şekil II.1.20. a’da çorap giyilmeden önce ayak sıcaklığı 31,5°C iken, b’de mineral takviyeli çorap giyildikten hemen sonraki ayak sıcaklığı ve c’de mineral takviyeli çorap giyiminden 10 dakika sonraki sıcaklık durumu gösterilmektedir.



Şekil II.1.20. Ayakta Kan Dolaşımı

II.1.4.5. Anti-Statik

Verimlilik artar. Elektrik şoksuz kolay çalışma ortamı sağlar. Kıvılcımdan çıkabilecek yangın riski azalır. Toz toplanma olasılığı azalır [49].

II.1.4.6. Yumuşak Ve Elastik

Mineral elyafın gözenekli yapısı elyafın yumuşak bir dokunuşa sahip olmasını sağlamakta ve farklı esneklik kazandırmaktadır. Mineral Elyaf teknolojisi sayesinde doğal mineraller elyaf içerisinde en az iki yıl kalmakta ve yıkama ile özellik kaybolmamaktadır. İpek kadar yumuşak, yün kadar dolgun, esnek ve ilk şekline dönme özelliğine sahiptir [49].

II.1.4.7. Nem Kontrolü

Dengeli nem kontrolü özelliği vardır. Gözenekli yapısı içerisinde yeterli miktarda nem bulundurmaktadır. Derinin kuru olduğu durumda bu nem deriye iletilmektedir. Mineral Elyaf mühendisliği sayesinde elyaf fazla nemi dışarı atmaktadır [49].

II.1.4.8. Minerallerin Geçirgenliği

Fe/Cu gibi ağır metallerin geçişine izin vermediği deneyler sırasında tespit edilmiştir.

Vücuda yararlı olan ‘Na’ ve ‘Ca’ gibi minerallerin geçişine izin verilmektedir[49].

II.1.4.9. Kirlerin Temizlenmesi

Mineral Elyafın temizlenmesi normal pamuk kumaşa göre 4 kez daha hızlı gerçekleşmektedir [49].

II.1.4.10. Boyanabilirlik

Mineral Elyaf içerisinde bulunan mineraller iyonlar ı aktif hale getirerek boyama sırasında mükemmel sonuç elde etmesini sağlamaktadır [49].

II.1.5. Mineral Takviyeli Liflerin Kullanım Alanları

Mineral takviyeli polyester lifleri %100 olarak üretimde kullanılabileceği gibi pahalı olmasından dolayı diğer liflerle karıştırılarak da kullanılabilir. %77 pamuk karışım oranında dahi %99 antimikrobiyel özelliğini kaybetmemesinden dolayı tıbbi tekstillerde, iç çamaşırı, özel çorap üretimi gibi yardımcı tedavi malzemeleri dışında diğer elyaflar iç giyim ve dış giyimde de kullanılabilmektedir.

Çorap giyimde ant bakteriyel ve anti mantar özelliklerinden dolayı ve ayrıca kan dolaşımını düzenlemesinden dolayı tercih edilir. Ayak mantarı, şeker hastalığı, koku oluşumu gibi sorunları olanlar için sağlıklı bir çözüm yöntemidir [49].

21. yüzyılın sporcuları için ideal bir üründür, çünkü koku giderici, özellikler sporcularda daha sıklıkla görülen staph aureus bakterisinin üremesini durdurucu özelliği dışında ultraviyole ışınlarını önleyici özelliği tercih edilebilir olmasının başında gelmektedir [49].

İç giyimde en sağlıklı bir seçimdir. Çünkü testler sonucunda mantar (tricophyton, candida), kaşıntı vajinal enfeksiyonların yavaşladığı ve azaldığı görülmüştür. Ayrıca kızarıklık, kaşıntı ve akıntı sorunlarını da çözmeye yardımcı olmasının dışında koku gidericidir ve bu özelliklerini yıkama ile kesinlikle kaybetmez.

II.2. ELEKTROMANYETİK

II.2.1 Elektromanyetik Işımada Bazı Temel Kavramlar

Elektromanyetik dalgaların anlaşılabilmesi için ilk olarak elektrik alan ve manyetik alanın bilinmesi gerekmektedir. Elektromanyetik dalgalar birbirine dik elektrik ve manyetik alanlardan oluşmaktadır [50].

II.2.1.1. Elektriksel Uzunluk

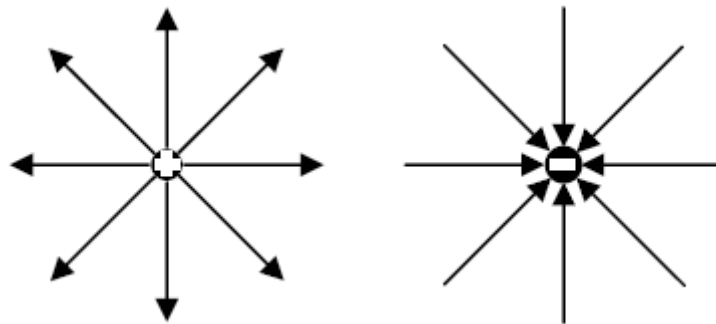
Elektromanyetiği anlamayı kolaylaştırabilecek önemli bir kavram elektriksel uzunluktur. Elektriksel uzunluk, bir telin belirli bir frekanstaki birimsiz ölçüsüdür ve telin fiziki uzunluğunun sinyal dalga boyuna oranı olarak tanımlanır [50].

Elektriksel uzunluk = L/λ

Örneğin, 1m uzunluğundaki bir anteni düşünürsek 1kHz frekansta elektriksel uzunluğu yaklaşık olarak 3×10^{-6} olur. Başka bir deyişle elektriksel uzunluk dalga boyu cinsinden uzunluktur. Yani 1m uzunluğundaki antenin 1kHz'deki elektriksel uzunluğu $3 \times 10^{-6}\lambda$ 'dır. Genellikle elektriksel uzunluğu $1/20$ 'den küçük olan cisimler elektriksel olarak kısa, büyük olanlar ise elektriksel olarak uzun diye adlandırılır. Teller göz önüne alındığında büyük kayıplar ve empedans uyumsuzlukları nedeniyle $1/50$ elektriksel uzunluğu bile elektriksel olarak kısa sayılmayabilir. Elektriksel olarak kısa olan devreler genel olarak basit devre teorisi ile çözümlenebilir, buna karşın elektriksel olarak uzun olanlar RF tekniği ve elektromanyetik bilgisi gerektirir [50].

II.2.1.2. Elektrik Alan

Yüksek frekans ve RF elektroniğini anlayabilmek için ilk olarak elektromanyetik alanın temelini kavrayabilmek gereklidir. Elektrik alanlar, elektrik yüklerinden oluşurlar, yani elektrik alanların kaynakları yüklerdir. Yükler pozitif ve negatif olmak üzere ikiye ayrılır. Benzer yükler birbirini iter, zıt yükler ise birbirini çeker. Diğer bir deyişle yükler birbirine kuvvet uygular, bu yükün pozitif ya da negatif oluşuna göre itme veya çekme etkisi oluşturur. Nötr yükler bu kuvvetlerden etkilenmezler. Yüklerin birbirine uyguladıkları kuvvet herhangi bir fiziki temas olmadan gerçekleşmektedir. Elektrik alan bir yükün 1C'luk yüke uyguladığı kuvvettir ve yönü Şekil II.4.1'de görüldüğü gibi pozitif yükten negatif yüke doğrudur. Diğer bir deyişle, herhangi bir noktadaki bir elektrik alanın değeri o noktadaki birim yüke uygulanacak kuvveti tanımlar [50].



Şekil II.2.1. Elektrik alan çizgileri.

Elektrik alanın büyüklüğü uzaklık arttıkça azalır, uzaklık azaldıkça artar. Elektrik alanın büyüklüğü uzaklık ile ters orantılıdır. Elektrik alan formülü aşağıdaki gibidir [50].

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon \cdot \vec{r}^2}$$

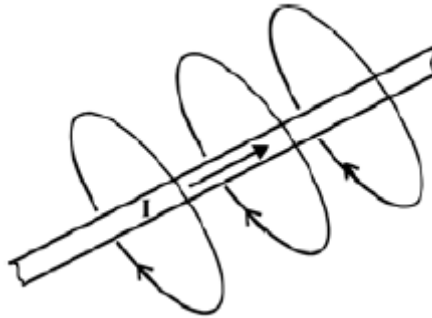
Burada q elektrik alanı oluşturan kaynağın yük değeri, r elektrik alanı hesaplanacak olan noktanın kaynağa olan uzaklığı, ϵ ise ortamın dielektrik sabitidir.

II.2.1.3. Manyetik Alan

Elektromanyetiğin diğer yarısı da manyetik alandır. Manyetik alanlar doğal olarak elektrik alandan daha zor anlaşılır. Elektrik alanlar yüklerden oluşmasına karşın, manyetik alanların oluşumu manyetik yüklerden değildir. Manyetik alan çizgilerinin bir başlangıç ve bitiş noktası yoktur. Manyetik alan çizgileri bir halka üzerinde sürekli haldedir [50].

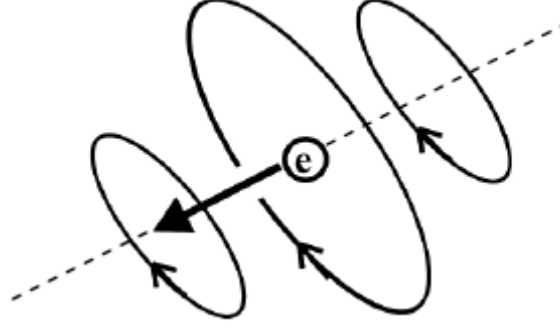
Tüm manyetik alanlar hareketli elektrik yüklerinden oluşur. İletkenden geçen akım da manyetik alan oluşturur, çünkü akım temel olarak çok sayıda elektronun hareketinden oluşur. Şekil II.2.2.'de gösterildiği gibi DC akım geçen bir iletkenin etrafında bir manyetik alan oluşur. Oluşan manyetik akı yoğunluğunun (B) değeri (iletken sonsuz uzunlukta olduğunda) amper yasası ile ifade edilir [50]:

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o I$$



Şekil II.2.2. DC akım akan iletkenin oluşturduğu manyetik alan çizgileri.

Sabit hızda ilerleyen bir elektronun oluşturduğu manyetik alan çizgileri Şekil II.2.3.'de gösterildiği gibidir. Hareketli bir yükün oluşturduğu manyetik alan yüke paralel konumda en yüksek değerde iken hareket eksenini boyunca azalır [50].

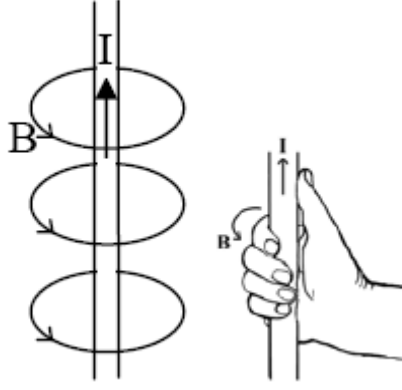


Şekil II.2.3. Hareketli bir elektronun manyetik alan çizgileri.

Telden geçen akımın oluşturduğu manyetik alanı hesaplayan Biot-Savart yasası iki Fransız bilim adamı tarafından bulunmuş ve bu kişilerin ismini almıştır [50].

$$d\vec{B} = \frac{\mu_o I}{4\pi} \left(\frac{d\vec{l}' \times \vec{a}_R}{R^2} \right)$$

Burada μ_o boşluğun manyetik geçirgenliğini, R ise akım akan telden uzaklığı temsil etmektedir. Değnilmesi gereken bir husus da hareket eden yük ile aynı hızda hareket eden bir kişi için manyetik alan oluşmayacaktır sadece elektrik alan oluşacaktır. Çünkü bu durumda yük hareketli değil durağan halde oluyor. Manyetik alanın çizgilerinin yönü Şekil II.2.4.'de gösterildiği sağ el kuralı ile belirlenir [50].



Şekil II.2.4. Manyetik alan yönünün sağ el kuralı ile belirlenmesi.

II.2.1.4. Maxwell Denklemleri Ve Deplasman Akımı

Elektromanyetik teorelin temelini oluşturan Maxwell denklemleri, zamanla değişen elektromanyetik alanları tanımlar. Zamanla değişen elektrik alan bir manyetik alan yaratır, benzer olarak da zamanla değişen manyetik alan da elektrik alana neden olacaktır. Sürekli olarak ardışık bir şekilde tekrarlanan bu alan yaratma işlemi, ortamda ilerleyerek devam eder. İlerleme, kayıpların (genlik, frekans vs.) göreceli büyüklüğüne bağlı olarak difüzyon ya da dalga hareketi olarak gelişir [51].

1860 yıllarında İngiliz fizikçi *James Clerk Maxwell* kendini elektrik ve manyetizmanın bilinen tüm kurallarını tek bir formülde toplamaya adanmıştı. Bu çalışmalar esnasında Maxwell, Ampere yasasında matematiksel bir uyumsuzluk fark etti. Ampere yasasına göre bir manyetik alan tüm elektrik akımlarının etrafını sarar. Buna karşın Maxwell sadece elektrik akımlarının değil değişken elektrik alanın da manyetik alan oluşturacağını öne sürdü. Örneğin bir kondansatör şarj oluyorken, kondansatörün levhaları arasında değişen elektrik alan oluşacaktır. Kondansatör AC gerilim ile beslendiği zaman, kondansatör akımı dolma ve boşalma işlemiyle sürekli olarak artıp azalır. Kondansatör plakaları arasında hiçbir akım akmamasına rağmen, zıt yüklerin plakalar üzerinde toplanması ile tıpkı kondansatör üzerinden akım akıyor gibi bir etki oluşur. Bu sanal akıma deplasman (displacement) akımı denilir. Maxwell hipotezi değişken bir deplasman akımının da manyetik alan oluşturacağını gösterdi. Genelleştirilmiş Maxwell denklemleri türev (nokta) formunda [50],

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_v$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

şeklinde ifade edilir. Burada D elektrik akı yoğunluğu, B manyetik akı yoğunluğu, J iletim akım yoğunluğu, ρ_v ise elektrik yük yoğunluğudur. Ayrıca;

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$

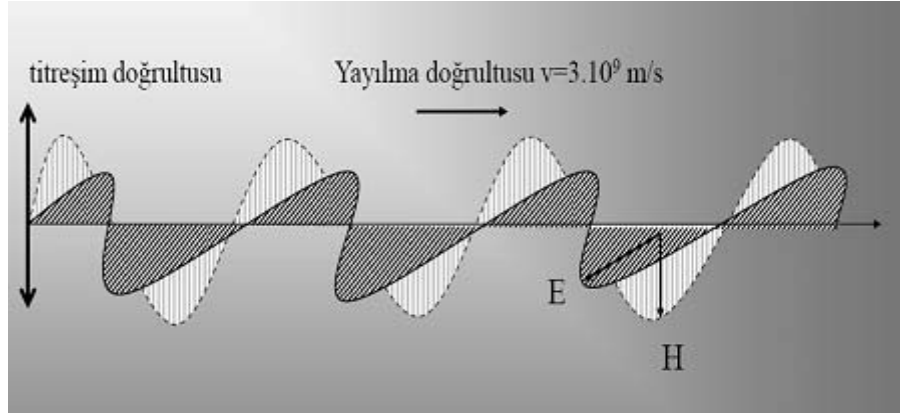
$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

bağıntıları geçerlidir. $\vec{J} = \sigma \vec{E}$ denklemdeki σ ortamın iletkenliğini göstermektedir [50].

Maxwell'in kurallarını şöyle özetleyebiliriz;

- Değişen magnetik alanlar etrafında elektrik alanları, değişen elektrik alanların etrafında magnetik alanları oluşturur.
- O halde bir ortamda değişen elektrik alan oluşturursak, bu etrafında değişen magnetik alan oluşturacak, bu değişen magnetik alan da etrafında elektriksel alan oluşturacak ve bu şekilde elektrik ve magnetik alan değişimleri birbirini sürekli takip edecektir. İşte Elektromagnetik dalga böyle birbirini destekleyen elektrik ve magnetik alan değişimleridir. Elektromagnetik dalgalar devamlı dalgalar olup parça parça değildir.
- Elektrik alan vektörlerinin değişimi ile magnetik alan vektörlerinin değişimi sinüzoidal eğri biçimindedir. Şekil II.2.5.'de elektrik alan değiştirilerek etrafa Elektromagnetik dalga yayılması gösterilmektedir.



Şekil II.2.5. Elektromagnetik Alanların Şematik Yapıları [52]

- Elektromagnetik alan (EMA) terimi, belirli bir yerde Elektromagnetik enerjinin varlığını göstermek için kullanılır. Elektromagnetik alanların iki bileşeni vardır. Bunlar; elektrik alan ve magnetik alandır. Elektrik alanların şiddeti metre başına düşen gerilim (V/m) ile ölçülürken, magnetik alanın ölçü birimi *Tesla*'dır. Yaygın olarak kullanılan bir başka birim de *Gauss*'tur (G).
- Elektromagnetik dalgalar enine dalgalar olup, titreşen elektrik ve magnetik alan vektörleri, dalganın yayılma doğrultusuna diktir. Elektromagnetik dalgalar düzlemsel kutuplanabilme özelliğine sahiptirler. Bu durumda titreşen elektrik alan vektörü, dalganın ulaştığı her noktada, kendine paralel kalır. Aynı özellik magnetik alan vektörlerinde de görülür.

II.2.1.5. Elektromanyetik Işıma

Elektromanyetik ışıma radyo, televizyon, cep telefonu ve benzeri sistemlerde kullanılmaktadır. Işıma alanları sayesinde sinyaller uzaklara gönderilebilir. Antenlerin çalışmasını ve elektromanyetik ışımayı tam anlamıyla kavrayabilmek RF tekniğinde oldukça önemlidir [50].

Elektromanyetik dalganın geleneksel yayılma modeli doğrudan Maxwell denklemlerine dayanır. Yüksüz ($\rho_v = 0$), kayıplı bir ortam için genel durum düşünülürse, zaman harmonik alanları $e^{j\omega t}$ ve zayıflatma faktörü $e^{-\alpha z}$ kabul edilirse, Denklem $\nabla \cdot \vec{D} = \vec{\rho}_v$ ve $\vec{J} = \sigma \vec{E}$ düzenlenerek Helmutz'un dalga denklemleri elde edilir [50].

$$\nabla^2 \vec{E} - \gamma^2 \vec{E} = 0$$

$$\nabla^2 \vec{H} - \gamma^2 \vec{H} = 0$$

Burada $\gamma = \alpha + j\beta$ yayılım sabitidir. α zayıflama sabitidir ve birimi neper/metre'dir.

β faz sabitidir ve birimi radyan/metre'dir. Bunlar [50];

$$\alpha = \omega \sqrt{\frac{\mu\epsilon}{2} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon} \right)^2} - 1 \right]}$$

$$\beta = \omega \sqrt{\frac{\mu\epsilon}{2} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon} \right)^2} + 1 \right]}$$

şeklinde ifade edilir. Burada $\omega = 2\pi f$, *dalganın* açısal frekansıdır. Dalga boyu λ ve dalga hızı u için;

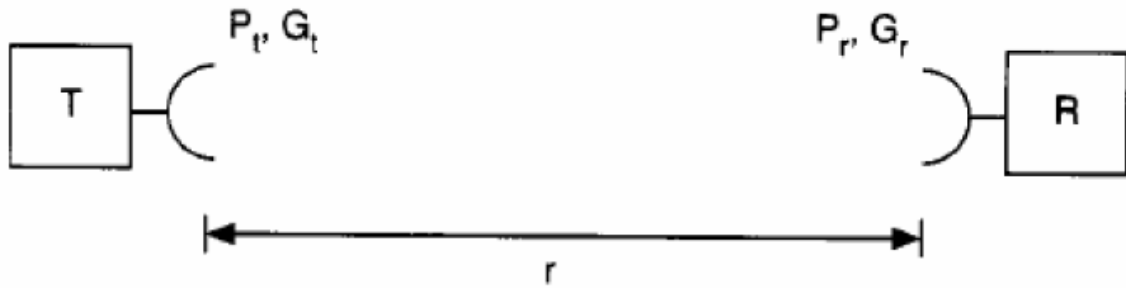
$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta}$$

$$u = \frac{\omega}{\beta} = f\lambda$$

bağıntıları geçerlidir.

Şekil II.2.6.'da boşlukta iki antenin elektromanyetik enerji iletimi gösterilmektedir. Dalga verici antenden ışıdığı ve boşlukta yayıldığı için, dalganın güç yoğunluğu zayıflar. Antenlerin boşlukta olduğu durum düşünüldüğünde alıcı anten tarafından alınan güç Liu ve Fang'a (1988) göre *Friis iletim denklemi* ile ifade edilir [50]:

$$P_r = G_r G_t \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 P_t$$



Şekil II.2.6. Boşlukta verici ve alıcı anten.

Friis denklemi $r > 2d^2/\lambda$ olduğu durumda yani uzak alanda geçerlidir. Burada d antenin en geniş boyutudur [50].

Bir verici antenden yayılan ışıma gücü antene gelen akımın karesi ve anten uzunluğunun karesi ile doğru orantılı olarak değişir. Çünkü bu iki parametre iletken üzerindeki hareketli yükün miktarını belirler. Işıma gücü aynı zamanda sinyal frekansı ile de doğru orantılıdır [50].

Işıma gücü ~ (akım x uzunluk x frekans)²

Dalga boyu, frekans ile ters orantılı olduğundan ($\lambda=c/f$) ışıma gücü ifadesi aşağıdaki gibi olur [50].

Işıma gücü ~ (akım x elektriksel uzunluk)²

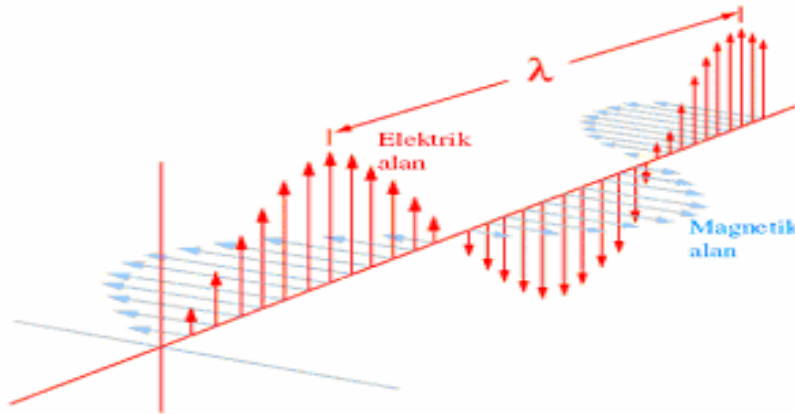
Sabit bir gerilim ve frekansta ışıma gücü antenin uzunluğunun karesi ile doğru orantılıdır. Yani anten ne kadar uzun olursa ışıma gücü o kadar büyük olur [50].

II.2.1.6. Elektromagnetik Spektrum

Elektromagnetik dalgalar, geniş bir frekans veya dalga boyu aralığını kapsar, kaynaklarına göre sınıflandırılabilirler. Elektromagnetik spektrum adı verilen bu sınıflandırma, kesin sınırlar sergilemez. Çünkü dalga kaynakları, çakışan frekans aralıklarında dalgalar üretebilirler.

Bütün Elektromagnetik dalgalar, boşlukta ($c=3.10^9$ m/s) hızı ile yayıldıkları için, f frekansı ile λ dalga boyu arasında aşağıda formüle edilen ilişki vardır. Diğer bir ifadeyle Hız (c) ; dalga boyu (λ) ile frekansın (f) çarpımına eşittir [53].

$$\lambda = \frac{c}{f}$$



Şekil II.2.7. Işığın Elektromagnetik Dalga Modeli [30]

Saniyedeki titreşim sayısına (yani titreşimlerin kendilerini tekrarlama sıklığına) frekans denir. Frekansın birimi *titreşim(salınım)/saniye* veya *Hertz (Hz)*'dir. 1 Hz saniyede bir salınım; 1 kHz (kilohertz) saniyede 1000 Hz; 1 MHz (megahertz) saniyede bir milyon Hz; 1 GHz (gigahertz) saniyede bir milyar Hz ya da 10^9 Hz'dir.

Bir saniyedeki salınım = 1 Hz

1KHz = 10³ Hz

1 MHz = 10⁶ Hz

1 GHZ = 10⁹ Hz

Elektromagnetik dalgaların bir salınımda aldıkları yola dalga boyu (λ) denir. Farklı bir ifadeyle iki dalga tepesi arasında kalan uzaklık dalga boyu olarak adlandırılır. Dalga boyunun birimi *santimetre* yada *metre* cinsindendir.

Farzedelimki, bir elektromagnetik dalga var ve dalga boyunun 650 nm (*1 nm (nanometre) 10⁻⁹ metreye eşittir, yani 650 nm 'in karşılığı 650 x10⁻⁹ m 'dir*) olduğunu biliyoruz. Bu dalga boyu Elektromagnetik spektrum'un görünür ışık bölgesindeki kırmızı ışıktır. Bu elektromagnetik dalgaların frekansı aşağıdaki gibi hesaplanabilir [53].

$$f = \frac{(3 \times 10^8 \text{ m/s})}{(650 \times 10^{-9} \text{ m})} = 4,615 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Bu demek oluyor ki; dalga aynı hareketi saniyede $4,615 \times 10^{14}$ kere tekrarlıyor.

Elektromagnetik dalgaların frekansına ve dalga boyuna göre sınıflandırılmasıyla Elektromagnetik spektrum elde edilir. Frekansı en küçük (dalga boyu en büyük) Elektromagnetik dalgalar radyo dalgaları olarak adlandırılır. Frekansı en büyük (dalga boyu en küçük) Elektromagnetik dalgalar gama ışınları olarak adlandırılır.

Elektromagnetik dalgaların, frekans ve dalga boylarına göre dizilişi Şekil II.10 'de verilmiştir. Bu dalgaların tanımları aşağıda verilmiştir.

- **Radyo Dalgaları:** Birkaç m'den 0,3 m'ye kadar dalga boylarına ve birkaç Hz'den 10⁹ Hz'e kadar frekanslara sahiptirler. TV ve radyo yayın sistemlerinde kullanılan bu dalgalar, titreşen devrelerin bulunduğu elektronik aygıtlar tarafından üretilirler.

- **Mikrodalgalar:** $0,3 \text{ m}$ 'den 10^{-3} m 'ye kadar dalga boylarına ve 10^9 Hz 'den $3 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$ 'e kadar frekanslara sahiptirler. Bu dalgalar, atomik ve moleküler yapının ayrıntılarının çözülmesinde olduğu kadar, radarlar ve diğer iletişim sistemlerinde de kullanılırlar. Bu dalgalar da elektronik aygıtlar tarafından üretilir. Mikrodalga bölgesine *UHF* (ultra high frequency) adı da verilir.

- **Kızılötesi Dalgalar:** 10^{-3} m 'den $7,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ 'ye kadar dalga boylarına ve $3 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$ 'den $4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 'e kadar frekanslara sahiptirler. Bu bölge üçe ayrılır;

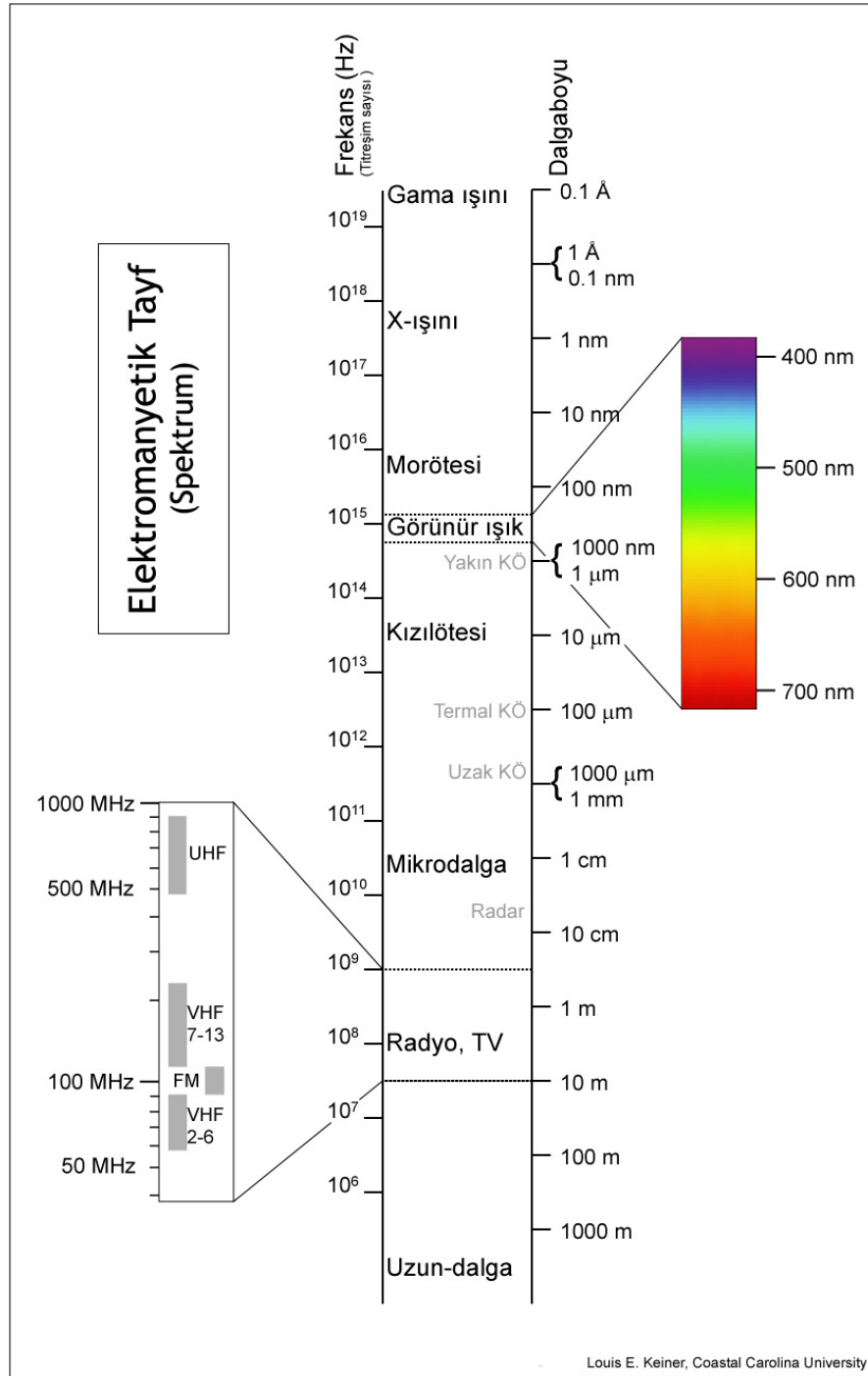
10^{-3} m 'den $3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ 'ye (uzak kızılötesi),}

$3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ 'den $3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ 'ye (orta kızılötesi),

$3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ 'den $7,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ 'ye (yakın kızılötesi)

adı verilir. Bu dalgalar, moleküller ve sıcak cisimler tarafından üretilir. Endüstri, tıp, astronomi v.b. alanlarda çoklukla kullanılırlar.

- **Görünür Işık Dalgaları:** Gözün retinasının duyarlı olduğu dalga boylarıyla sınırlanan oldukça dar aralıkta bulunurlar. Bu dalgalar, $7,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ 'den $3,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ 'ye kadar dalga boylarına ve $4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 'den $8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 'e kadar frekanslara sahiptirler. Işık, elektronların, atom ve moleküllerin içindeki hareketleri sonucu üretilir. Işık, fiziğin optik adı verilen bir dalının konusunu oluşturur. Optik, görüntü oluşumunun yanında optik sistem tasarımlarıyla ilgilenir. Işığın gözde oluşturduğu, renk adı verilen çeşitli duyumlar, Elektromagnetik dalganın frekans ve dalga boyuna bağlıdır.

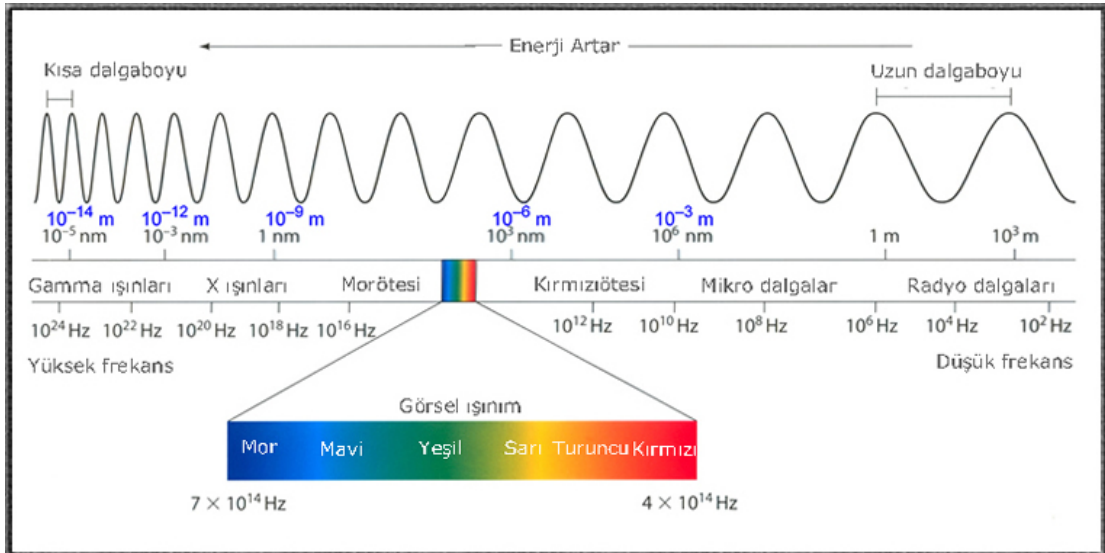


Şekil II.2.8. Elektromagnetik Spektrum[54]

- **Morötesi Dalgalar:** $3,8 \cdot 10^{-7}$ m'den $6 \cdot 10^{-10}$ m'ye kadar dalga boylarına ve $8 \cdot 10^{14}$ Hz'den $3 \cdot 10^{17}$ Hz'e kadar frekanslara sahiptir. Bu dalgalar, elektrik deşarjda atomlar ve moleküller tarafından üretilir. Güneş, oldukça güçlü morötesi kaynağıdır. Güneşin morötesi ışınları atmosferin üst katmanlarındaki atomlarla etkileşir, çok sayıda iyon üretilir. Yaklaşık 80 km'den yukarıdaki iyonize haldeki katmana bu nedenle iyonosfer

denir. Mikro organizmalar morötesi ışınları soğurduklarında, parçalanırlar. Bu nedenle, morötesi ışınlar tıpta sterilizasyon işleminde kullanılır.

- **x-Işınları:** 10^{-9} m'den 6.10^{-12} m'ye kadar dalga boylarına ve 3.10^{17} Hz'den 5.10^{19} Hz'e kadar frekanslara sahiptir. Elektromagnetik spektrumun bu bölgesi 1895'de *W. Röntgen* tarafından, katot ışınlarını incelerken keşfedildi. Bir metal hedefi bombardımana tabi tutulan yüksek enerjili elektronların frenlenmesi sonucu x-ışınları oluşur. X-ışınları tıpta bir tanı aracı olup, kanser tedavisinde kullanılır. Canlı dokulara zarar verdiği için, x-ışınlarına gereksiz yere hedef olmamak gerekir. Ayrıca x-ışınları kristal yapı incelemelerinde kullanılır. Çünkü x-ışınlarının dalga boyları, kristal yapıdaki atomlar arası uzaklık boyutundadır.
- **Gamma Işınları:** Radyoaktif çekirdekler tarafından nükleer tepkimelerde yayılırlar. 10^{-10} m 'den 10^{-14} m 'ye kadar dalga boylarına ve 3.10^{18} Hz'den 3.10^{22} Hz'e kadar frekanslara sahiptirler. Bu ışınlar, neredeyse engellenemez olduklarından, canlı dokular tarafından soğurulunca zarar verirler. Bu ışınlarla çalışanlar, kurşun tabaka gibi soğurucularla korunmalıdırlar.



Şekil II.2.9. Elektromagnetik Spektrum Dalgaları [54]

Şekil II.2.9.'da görüldüğü gibi soldan sağa gidildikçe frekans düşmekte, dalga boyu yükselmektedir. Şekilde gösterilen spektrumun bir ucunda dalga boyları en büyük, enerjileri ve frekansları ise en küçük olan *ELF* (*Extremely Low Frequency*) ve *Rf* radyo dalgaları bulunur. Diğer ucunda ise; dalga boyları çok küçük, fakat enerji ve frekansları büyük olan γ (*Gamma*) ışınları ve kozmik ışımlar bulunur.

Elektromagnetik dalgalar değişik kaynaklar tarafından üretilebilirler. Bu kaynaklardan bazıları doğal, bazıları da yapay yöntemler olabilir. Bunlar;

Doğal Elektromagnetik Kaynaklar

- Güneş
- Bazı Uzak Yıldızlar
- Atmosferik Deşarjlar (yıldırım vb)
- İnsan Vücudu

Doğal Olmayan Elektromagnetik Kaynaklar

- Elektrik akımı taşıyan kablolar
- TV ve Bilgisayar
- Elektrikli ev aletleri
- Radyo ve TV vericileri
- Cep telefonları
- Hücreli telefon sistemleridir (GSM Baz istasyonları ve telefon cihazları)

II.2.2. Elektromagnetik Dalgaların İnsan Biyokimyası Üzerine Etkileri

Teknolojideki gelişmelerin bir sonucu olarak Elektromagnetik dalgalarla iletişim kuran cihazların kullanımı her geçen gün artmakta ve bundan dolayı günlük yaşantıda doğada bulunanın çok üstündeki seviyelerde Elektromagnetik dalgalara maruz kalınmaktadır. Dünyada ve özellikle büyük kentlerde tam bir Elektromagnetik kirlilik egemen durumdadır. Bu gelişmelerin sonucunda elektromanyetik dalgaların insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkileri konusunda insanların duyarlılığı artmıştır. Doğada bulunan düzeyin çok üstündeki bu alanların insan sağlığı üzerindeki etkileri son yıllarda bilim adamlarının sürekli olarak tartıştıkları bir konudur.

Elektromagnetik dalga, bir radyo frekans kaynağından üretilen ve boşlukta yayılan bir alandır. Günlük yaşamımızda ne kadar sık ve uzun süreli kullandığımızın farkına bile varmadığımız elektronik cihazlar Elektromagnetik alan (EMA) oluşturmaktadır.

Elektronik cihazlardan üretilen Elektromagnetik dalgaların gücü ister yüksek, ister düşük olsun, bu dalgalar insan vücudunda etkili olmaktadır. Elektromagnetik dalgalar, (EMD) vücuttaki dokulara ısı enerjisi ile kimyasal değişimlere yol açarak zarar verirler. Yüksek güçlü Elektromagnetik dalgalar ısıya bağlı zarar verirken, düşük güçlü Elektromagnetik dalgaların uzun süre alınmasıyla dokularda kimyasal değişimler nedeniyle zararlı etkiler ortaya çıkar. Yapılan çalışmalarda x-ışınlarına ve gamma ışınlarına maruz kalan insanlarda, kanserlerin oluşumunun arttığı tespit edilmiştir [56].

Yapılan çalışmalarda, Elektromagnetik alanla karşılaşan deney hayvanlarında çeşitli olumsuz etkiler belirlenmiştir. Ayrıca Elektromagnetik alan bulunan yerlerde çalışanlarda, depresyon, lösemi, merkezi sinir sistemi kanserleri, melanom ve akciğer kanseri gibi bazı hastalıklar ile ilişkinin belirlenmesi için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Elektromagnetik dalgaların etkileri virüslerde, bitkilerde, hayvanlarda, böceklerde, kuşlarda ve kurbağalarda incelenmiştir. Bu değişik deney hayvanlarından elde edilen bulgular, kısa dalgalar ile mikrodalgalar arasındaki frekansa sahip olan Elektromagnetik dalgaların biyolojik etkilerinin, etki alanı ile doğru orantılı, dalga uzunluğu ile ters orantılı olduğunu göstermiştir.

Ortamdaki iyonlaştırıcı olmayan Elektromagnetik dalgaların etkisinde kalma sonucunda canlılarda iki tür etki oluşabilir. Bunlar;

- Isıl etkiler ve
- Isıl olmayan etkilerdir.
- **Isıl etkiler**, vücut tarafından yutulan Elektromagnetik enerjinin ısıya dönüşmesi ve vücut sıcaklığını arttırması olarak tanımlanır. Bu sıcaklık artışı, ısıнын kan dolaşımı ile atılarak dengelenmesine dek sürer. Cep telefonları gibi *Rf* kaynaklarının sebep olabileceği sıcaklık artışı gerçekte çok düşüktür ve büyük olasılıkla vücudun normal mekanizmaları ile kolayca etkisizleştirilebilir. Cep telefonu ile beyinde oluşabilecek sıcaklık artışı ortalama 0,1°C dolayındadır.

- **Isıl olmayan etkilere** bağılı olarak *Rf* dalgaların etkili olduğu iddia edilen bozukluk ve hastalıklar arasında beyin aktivitelerinde değişiklikler, uyku bozuklukları, dikkat bozuklukları, baş ağrıları bulunmaktadır. Yüksek enerjili iyonlaştırıcı Elektromagnetik dalgalar, DNA ve genetik malzemeyi kapsayan biyolojik dokuda hasara yol açabilen moleküler değişikliklere yol açabilirler. Bu etkinin olabilmesi için dokunun x-ışınları ve gama ışınları gibi yüksek enerjili fotonlarla etkileşmesi gerekir [57].

II.2.3. Elektromagnetik Alanların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Sanayileşmenin, ekonomik ve sosyal hayatın, kısaca, kalkınmanın en önemli unsurlarından biri olan enerjinin üretimi, iletimi ve kullanılması sırasında meydana gelen Elektromagnetik alanların meydana getirmiş olduğu etkiler insanlar üzerinde kısa zamanda ve uzun zamanda hissedilebilir olan etkileri ortaya çıkmaktadır.

Dalga boyu olarak, insan vücut kalınlığı içine düşen mikro dalgalar ve altındaki ışınların (infrared, radyasyon, görünür ışınlar ve lazer ışınları, ultraviyole ışınları) insan vücuduna verdiği zararlar yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır. Mikro dalgaların pişirme özelliği, infrared ışınlarının göz merceğine, görünür ışınların göz dibine, ultraviyole ışınlarının deriye verdiği zararlar artık kesin olarak bilinmektedir [58].

Manyetik alan doğrudan gözle görülemeyen veya kolayca hissedilemeyen fakat sonuçları görülebilen veya hissedilebilen bir olgudur. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte cihazlar kanalıyla ölçümü de mümkün hale gelmiştir. Canlıları çeşitli yönlerden etkileyen bu alanların, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin olacağı açıktır [59].

- Kısa Zamanda Hissedilen Etkileri
- Uzun Zamanda Hissedilen Etkileri

Kısa Zamanda Hissedilen Etkileri

- Baş ağrıları
- Göz yanmaları
- Yorgunluk
- Halsizlik
- Baş dönmeleri
- Gece uykusuzlukları

Uzun Zamanda Hissedilen Etkileri

- Moleküler ve Kimyasal Bağlara
- Hücre yapısına
- Bağışıklık sistemine

Doğal olmayan Elektromagnetik kaynaklardan biri olan ve son günlerde kullanımı artmakta olan cep telefonlarının bizlerin günlük yaşantımızı kolaylaştırmasının yani sıra farkında olmadan maruz kaldığımız Elektromagnetik dalgalardan nasıl etkilendiğimizi inceleyelim.

II.2.4. Cep Telefonları

Bugün dünyada 1,8 milyar, Türkiye’de ise 22 milyon kadar cep telefonu kullanıcısı olduğu sanılmaktadır. Cep telefonu ile iletişimimizi sağlamak için kullanılan baz istasyonları temelde düşük güçlü Rf dalgası yayan antenlerden oluşmaktadır. Halihazırda kullanılan cep telefonları 900 MHz (sadece turkcell) 1800 ve 1900 MHz’ de çalışmaktadır.

Cep telefonları bir çeşit Elektromagnetik dalga olan Rf dalgaları ile çalışır. Rf dalgalarının frekansı FM radyo frekansları ve mikrodalga fırınlarındaki dalgaların frekansları arasında bir yerde yer alır [53].

Bir mobil telefon kullanıcısı baz istasyonu yanında oturan bir kişiden çok daha fazla Rf alanına maruz kalmaktadır. Fakat baz istasyonları sürekli sinyal gönderirken, mobil telefonlar Rf dalgalarını sadece konuşma anında göndermektedir.

Mobil telefonlar düşük Rf alanları oluştururlar (0.2–0.6 watt güç üretirler). Walkie-Talkieler ise 10 watt veya üzerinde güç üretirler. Rf alan kuvveti mobil telefona uzaklıkla doğru orantılı olarak düşer. Örneğin, kulağa dayalı olarak yapılan görüşmede, 10 cm uzaktan yapılan (eller serbest) görüşmeden çok daha fazla Rf alanına maruz kalma söz konusudur [53].

Baz istasyonları, hizmet ettikleri alanın büyüklüğüne göre birkaç watt'tan 100 watt'a kadar enerji üretebilirler. Baz istasyonu anteni 20–30 cm genişliğinde, 1 metre uzunluğunda olur ve 15–50 metre yüksekliğe yerleştirilir. Bu antenler dikey düzlemde çok dar ancak yatay

düzlemde oldukça geniş bir alana Rf dalgaları yaymaktadır. Bu nedenle antenin tam altında ve etrafında Rf dalgalarının yoğunluğu çok düşüktür. Antenden uzaklaştıkça bu yoğunluk artar.

İyonlaştırıcı radyasyonun hücrelerin genetik malzemesini (DNA) etkileyerek mutasyon ve kansere yol açtığı bilinmekle birlikte, Rf dalgaların benzer etkiler yaptığı kanıtlanmamıştır.

İyonlaştırıcı radyasyon; madde içerisinden geçerken enerjisini ortama aktarmak suretiyle, ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla iyonlaştıran radyasyon türüdür. Örneğin; x ve gama-ışınları ile α , β ve nötron parçacıklarının yayılması gibi.

Son yıllarda cep telefonlarının özellikle beyin tümörlerini arttırıp arttırmadığı konusu gündeme gelmiş, ancak bugüne kadar yapılan incelemelerde cep telefonu kullanımının kansere yol açtığını gösterecek kesin deliller bulunamamıştır. Son olarak A.B.D. ve Danimarka’da yapılan ayrıntılı çalışmalar cep telefonu kullanımının beyin tümörü riskini arttırmadığını açıkça ortaya koymuştur. Öte yandan bugüne kadar yapılan çalışmalar, cep telefonu teknolojisiyle kanser arasında kesinlikle bir ilişki yoktur demek için yetersizdir. Bu nedenle, başta Dünya Sağlık Örgütü (WHO) olmak üzere çeşitli kuruluşlar bu konuda daha kapsamlı çalışmalar başlatmışlardır.

Elektromagnetik radyasyonun insan vücudunda en fazla etkili olduğu bölgeler, Elektromagnetik radyasyonun ısıtma yönünden insan vücudunda en etkili olduğu bölgeler başka bölgelerden farklı olarak fazla ısıyı dağıtacak kan akışı olmamasından dolayı gözlerdir.

Kısaca özetlemek gerekirse, kullanılan cep telefonlarını insan sağlığı üzerinde kısa ve uzun vadeli etkilerinin olabileceği ortadadır [55].

Cep Telefonlarının Kısa Vadeli Etkileri (24 Saat)

- Görüş alanında daralma
- Yoğun stres ve yorgunluk hissi
- Konsantrasyon ve dikkat bozulması
- Kulak çınlaması ve kulaklarda ısınma
- İşitmede geçici aksaklıklar oluşması
- Baş ağrısı ve sersemleme

Cep Telefonlarının Uzun Vadeli Etkileri (10 Yıl)

- Kalıcı işitme bozuklukları
- Embriyo gelişiminin zarar görmesi
- Kadınlarda düşük riskinin artması
- Sperm sayısının azalması
- Kan beyin bariyerinin zedelenmesi
- Kalp rahatsızlıkları
- Hafıza kayıpları
- Lenfoma kanseri
- Genetik yapısının bozulması

II.2.5. Elektromagnetik Kalkan Etkinliliği EMSE (Electromagnetic Shielding Effectiveness)

Elektronik alanında daha çok elektromanyetik ekranlama adıyla bilinen bu araştırmada elektro manyetik kalkanlama olarak geçecek işlem birçok amaçla yapılabilir.

Bir sinyal bir noktadan başka bir noktaya transmisyon edilirken bir çok işlemlerden geçebilir. Bu sinyal kimi zaman kat kat amplifikasyona tabi tutulur kimi zamanda zayıflamalara uğrar. Bu iletişim hattı üzerinde bulunan katların (amplifikatörler, filtreler, kablolar vs.) bir kazançları ve kayıpları vardır. Bu kazanç ve kayıplar Desibel (dB) ile ifade edilir. Desibel iki güç arasındaki oranın logaritmik ifadesidir. Daha belirgin bir ifadeyle çıkış gücünün giriş gücüne oranının 10 tabanına göre logaritmasının 10 ile çarpımıdır [60].

$$EMSE (dB) = 10 \log_{10} (P_{out} / P_{in}) [61]$$

Burada P gücü temsil eder birimi Watt'tır. Sonuç olarak çıkışın girişe olan oranında çıkan desibel değeri pozitif olursa kazanç vardır. Sonuç negatif ise kayıp vardır denilir. Kazanç birimi olarak desibel amplifikatörlerde ve filtrelerde kullanıldığı gibi elektronik gürültü ölçümlerinde, ses şiddetinde, iki ayrı sinyalin izalasyon ölçümlerinde vs. kullanılır. Anlaşılacağı gibi bu değer mutlak bir ölçüm değeri değil Logaritmik oransal bir ölçüdür [60].

Tablo II.2.10. Desibel Güç Oranı Tablosu

Kalan Güç (-)	dB	Artan Güç (+)	Kalan Güç (-)	dB	Artan Güç (+)
0.8	1	1.25	0.0079	21	125.89
0.632	2	1.58	0.0063	22	158.48
0.5	3	2	0.005	23	199.52
0.398	4	2.51	0.0039	24	251.18
0.316	5	3.16	0.0031	25	316.28
0.251	6	3.98	0.0025	26	398.1
0.199	7	5.01	0.0019	27	501.18
0.158	8	6.3	0.0015	28	630.95
0.125	9	7.94	0.0012	29	794.32
0.1	10	10	0.001	30	1000
0.079	11	12.58	0.00079	31	1258.92
0.063	12	15.84	0.00063	32	1584.89
0.0501	13	19.95	0.0005	33	1995.26
0.0398	14	29.11	0.00039	34	2511.88
0.0316	15	31.62	0.00031	35	3162.27
0.0251	16	39.81	0.00025	36	3981.07
0.0199	17	50.11	0.00019	37	5011.87
0.0158	18	63.09	0.00015	38	6309.57
0.0125	19	79.43	0.00012	39	7943.28
0.01	20	100	0.0001	40	10000

Tablo II.2.10.'da logaritmik oranların 1 dB'den 40 dB'ye kadar olan sonuçları yukarıdaki tabloda özetlenmiştir. Bu tabloya göre örneğin [60];

- 40 W. Gücündeki bir verici -7 dB zayıflatılırsa geriye ne kadar güç kalır?
Tablodan 7 dB'nin kalan gücü = 0.199 bulunur.
Kalan güç = $40 \times 0.199 = 7.96$ Watt olarak bulunur.

Güç kazancında ise;

- 40 W. Gücündeki bir amplifikatör çıkışı +6 dB kuvvetlendirilirse çıkış gücü ne olur?
Tablodan 6 dB 'nin artan gücü = 3.98 bulunur.
Çıkış gücü = 40 x 3.98 = 159,2 Watt olur.

Buraya kadar güç kazancı ve güç kaybını inceledik. Ayrıca AC devrelerde (ses frekans vs.) gerilim kazancı ve kaybı söz konusudur. Bir devrenin çıkış geriliminin giriş gerilimine oranının 10 tabanına göre Logaritmasının 20 ile çarpımı gerilim kazancı ve kaybını belirler [60].

$$EMSE (dB) = 20 \log_{10} (E_{out} / E_{in}) [61]$$

Burada E değeri gerilimi ifade eder. Gerilimin ölçü birimi ise volt'tur. Çalışmada değerleri hem güç hem de gerilim cinsinden almak mümkündür. Fakat değerleri mikro volt cinsinden aldığımız için; çıkan gerilimin giren gerilime oranının 10 tabanına göre logaritmasının 20 ile çarpımı formülünden yararlanacağız. Eğer kumaşlardan kaynaklanan bir kayıp söz konusu ise dB değeri negatif çıkacaktır. Bu da antenler arasında bulunan kumaşın bir güç ya da gerilim kaybına neden olduğunun göstergesi olacaktır.

Bazı çalışmalarda gerilim denklemi aşağıdaki gibi -20 ile çarpılmış ve sonuçlar pozitif olarak bulunmuştur. Bu çalışmada da bu denklem kullanılarak sonuçlar pozitif olarak değerlendirilecektir.

$$(dB) = -20 \log_{10} (E_{out} / E_{in}) [62]$$

Ekranlama (kalkanlama) işlemi birçok amaçla yapılabilir. Elektromanyetik ekranlama ise daha çok elektronik cihazların etrafındaki elektromanyetik dalgalardan etkilenmesini engellemek için yapılır. Bir ürünü istenmeyen elektromanyetik etkilerden korumak için kullanılan en genel yöntem ürünü iletkenliği yüksek duvarlardan oluşan bir kutu içerisine yerleştirmektir. Pratikte bir ürünü kutu içerisine tamamen kapatabilmek mümkün olmadığından ve iletken malzemenin iletkenliği sonsuz olmadığından, kutu içerisine düşük frekanslı manyetik alan sızması gerçekleşebilir [50].

Elektromanyetik ekranlama işlemi metallerin yansıtıcı özelliğine bağlıdır. Metaller elektromanyetik spektrum (tayf) içerisinde çoğu frekans bölgesinde yüksek oranda yansıtıcı

özelliğe sahiptir. Metaller, görünür ışıktaki olduğu gibi radyo dalgalarını da yansıtır. Metaller görünür ışık frekanslarında farklı özelliklere sahip olmasına ve bu bantta iletken olmamalarına rağmen yine de eğer yüzey lekesiz ve parlak ise metaller gelen dalganın çoğunu yansıtır. Aynaya baktığımız zaman bunu anlarız. Ayna, arka tarafından metal film ile birleştirilmiş bir camdan ibarettir. Cam, metal filmin hem lekelenmesini engellemek hem de düzgün bir yüzeye yerleşmesi için kullanılır. Ayrıca cam, havadan daha yüksek dielektrik sabitine sahip olduğu için metalin yansıtıcılığını artırır. Radarların çalışması da yine metallerin yansıtıcı özelliği sayesinde sağlanmaktadır. Mikrodalga ışıma araba, uçak ya da benzeri hedeflerden geri döner. Ayrıca radyo dalgaları çoğu radyo bandında iletkenliği yeterli görülebilecek olan topraktan da yansır [50].

İletken bir levha en basit elektromanyetik ekrandır. Bir ekranın nasıl çalıştığını anlayabilmek için öncelikle ekranın mükemmel iletken olduğunu varsayalım. Mükemmel bir iletkenin direnç değeri sıfırdır, bu yüzden mükemmel iletkenin içerisinde elektrik alan sıfırdır. Aksi takdirde akımın sonsuz olması gerekirdi. Mükemmel iletken içerisinde elektrik alan sıfır olduğundan elektromanyetik alan ilerleyemez. Elektromanyetik alan mükemmel bir iletkene uygulandığı zaman dalga enerjisinin tamamı geri yansır. Çünkü iletken içerisine enerji giremez [50].

Ekranlama amacıyla seçilecek malzemeler üç grupta toplanabilir [63]:

1. *Yüksek performanslı malzemeler:* Çelik, bakır, paslanmaz çelik gibi malzemelerden yapılmış ve tamamen metal kaplı kutu (80–120 dB ekranlama etkinliği)
2. *Standart performanslı malzemeler:* İletken metal tabakalar ya da Metal parçacıklı plastikler (20–40 dB ekranlama etkinliği)
3. *Zayıf performanslı malzemeler:* Metalleştirilmiş kumaş yapılar iletken kağıt malzemeler (iletken polimerler), (15–30 dB ekranlama etkinliği)

BÖLÜM III. TEZ ÇALIŞMALARI

III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, mineral takviyeli ipliklerin ve bu ipliklerden oluşmuş kumaşların mekanik ve elektriksel özelliklerini incelenmektedir. Mineral takviyeli elyafı olarak; özel olarak üretilmiş polyester eriğinin içerisine gümüş, elvan ve yeşim gibi minerallerin tozları ilave elde edilmiştir. Bu özel üretim lif *aircell* ya da *mineral elyaf* olarak da adlandırılmaktadır. Çalışmada bu özel üretim mineral takviyeli elyaf, geleneksel ring iplik makinesinde %100 saf halde Ne 24/1 numarada referans iplik olarak üretilmiştir. Karşılaştırmada kullanılacak iplikler örme deneylerinde büyük farklılıklara yol açmaması açısından yakın numaralarda seçilmeye özen gösterilmiştir. Bu nedenle %50 aircell lifi ile %50 pamuk karışımı ipliklerin numaraları; Ne20/1, Ne 28/1, Ne 30/1, Ne 33/1 ve Ne 40/1 olarak belirlenmiştir. Bu ipliklerin üretiminde de referans iplik ile aynı şekilde standart şartlar ve aynı özelliklerde; numara aralıklarının değiştirilmesi ile ring iplik makinesinde üretim gerçekleştirilmiştir.

İpliklerden yüzey oluşturmak üzere *Dubied* Marka çift plaka düz örme makinesi kullanılmıştır. Makine inceliği 100/10 *gauge*'dır. Makine ayarları her iplik için sabit tutulmuş fakat tok bir yüzey görünümü alabilmek için her iplik 3 kat olarak örme makinesine verilmiştir.

Üretilen ipliklerin ve örülen kumaşların, mekanik özellikleri, *Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Fiziksel Testler Laboratuvarında*, elektromanyetik özelliği ise yine *Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Laboratuvarında*, standart atmosfer şartlarında (% 65 $\pm$ 2 nispi nem ve 20 $\pm$ 2 °C sıcaklıkta) incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir.

III.2. DENEYLERDE KULLANILAN MATERYALLER

Deney malzemeleri *Bilkont Dış Ticaret AŞ.*'nin katkıları ile *Bilkont İplik tesislerinde* hazırlanmıştır. Mineral takviyeli elyaf olarak; aircell elyafı filament halde bulunabileceği gibi ştapel halde de bulunmaktadır. Mevcut aircell elyafı 38 mm ştapel halde olduğu için pamuğun geçtiği işlem basamaklarından pamukla harman hallaç dairesinde karıştırılarak ya da cer şeridi halinde birleştirilerek kullanılabilir [64].

Kullanılan mineral takviyeli polyester elyafının uzunluğu 38mm , inceliği ise 1,4 denyedir. Mevcut pamuk elyafı Yunan menşei olup 8 parti Yunan pamuğunun Spin Lab HVI 900 ve Afis cihazlarından elde edilen ortalama değerleri aşağıda bulunan Tablo III.1.1.'deki gibidir:

Tablo III.1.1. Kullanılan Pamuk lifinin Afis Ve Spinlab HVI 900 sonuçları

	Yunan Menşei		
Spin Lab HVI 900	Uzunluk	% 2,5 SL	28,9
	Mukavemet	g/tex	28,6
	Elastikiyet	%E	6,9
	İncelik	Mic	4,7
	Renk	Rd	72,6
	Parlaklık	B	9,5
	Renk	CG	42-1
Afis	Uzunluk	L(w) mm	25,5
		L(n) mm	19,5
	İncelik	mtex	183
	Olgunluk	Mat Ratio	0,89
	Neps	um	723
	Yabancı Maddeden Dolayı Oluşan Neps	SCN um	1233
	Toz	Cnt/g	769
	Yabancı Madde	Cnt/g	141

Çalışmada mineral takviyeli polyester elyafı %100 cer şeridi halinde bulunmaktadır. Bu nedenle %50 pamuk karışımı olan Ne20/1, Ne 28/1, Ne 30/1, Ne 33/1 ve Ne 40/1 numaralı iplikler 3'er kova mineral takviyeli polyester cer şeridi ile 3'er kova %100 pamuk cer şeridi yine I. Pasaj Cer makinesinde girerek birleştirilmiştir. Üretilen iplikler penye işlemine girmemişlerdir.

Toyota Ring İplik Makinesinin aynı iğlerde üretilen Şekil III.2.1.'de de görüldüğü üzere, %50 pamuk karışımı Ne20/1, Ne 28/1, Ne 30/1, Ne 33/1 ve Ne 40/1 ve %100 aircell Ne 24/1 numaralı deney malzemeleri *Bilkont İplik İşletmesinde* standart koşullarda üretilmiştir. Üretim esnasında devir 15500 ve 13000 devir/dakika arası numaralara göre ayarlanmış ve kopça olarak *Breaker* firmasının C1LMUDR numaralı kopça kullanılmıştır.



Şekil III.2.1. Çalışmada Kullanılan İplikler, Sırasıyla: Ne 24, Ne 20, Ne 28, Ne 30, Ne 33, Ne 40.

III.2.1. KULLANILAN MAKİNALAR VE CİHAZLAR

III.2.1.1 Harman-Hallaç Dairesi Makineleri

Pamuk ve mineral takviyeli elyaflar I. Pasaj Cer makinesi de dahil olmak üzere Harman Hallaç Dairesi ve Cer dairesinde ayrı ayrı işleme tabi tutulmuşlardır. Karıştırma işlemi yine I.Pasaj Cer makinesinde yapılmıştır. Yani I. Pasaj Cer işlemi birleştirme amacı ile iki defa kullanılmıştır. Şimdi bu makineleri teker teker inceleyelim:

III.2.1.1.1. Blendomat BDT 019

İplik işletmelerinde ilk işlem balyaların açılması ve daha sonra otomatik balya açıcısı yardımıyla elyaf tutamlarının harman hallaç hattına sevk edilmesidir. Harman-hallaç dairesinin görevi ham malzemeyi açmak, karıştırmak ve elyafın içinde bulunan yabancı maddelerin mümkün olduğu kadar ayrılmasını sağlamaktır. Harman-hallaç dairesinin ilk makinesi Trützschler firmasına ait Blendomat BDT 019'dur. Balya yolucu kafası altına dizilen balyalardan iki ızgara ile bağlantılı çalışan iki açma merdanesi tarafından otomatik olarak belirlenen dalma derinliğine inerek küçük pamuk kümeleri koparmaktadır. Koparılan elyaf tutamları, emiş sistemi içinde bulunan vakum yardımıyla teleskop borusu ve emiş kanalından ilerlemektedir. BDT 019'da bulunan iki açıcı silindirden biri, çalışma yönüne göre daima hareket yönünde, diğeri ise aksi yönde çalışmaktadır. Herhangi bir yönde çalışmayan silindir 100 mm kadar yukarı kalkmakta ve böylece denge prensibine göre çalışan diğeri silindir balyanın içine dalmaktadır. Dalma derinliği, üretim hızına ve elyaf özelliklerine göre makine üzerinde ayarlanabilmektedir. Bu makine tek ve çift taraflı olarak çalışır. Sıraya dizilen balyalardan açıcı silindirler yardımıyla küçük parçacıklar yolunarak alınır. Bu şekilde balyaların hepsinden birer parça alınarak karışım oluşturulmuş olur. Blendomat BDT 019 makinasının bu şekilde küçük kümeler halinde alması ve elyafı homojen bir şekilde dağıtması ideal elyaf demetleri elde edilmiştir. Makinenin balyaları hep aynı sırada işlemesi ve her iki tarafını kullanması durumunda verim artışı sağlanabilmektedir. Düşük düzey darbe artışı, daha küçük kümelerin elde edilmesi için uygun şekilde parça alınmasını sağlar [65].

III.2.1.1.2. EMA (Elektronik Metal Ayırıcı)

Metal ayırıcı sistem balya açıcının bir devamıdır. Materyal transferi sırasında boyutuna bağlı olmaksızın metalik yabancı maddeler tespit edilerek sistemden uzaklaştırılmaktadır. Trützschler firmasına ait elektronik metal ayırıcı EMA, her çeşit ve büyüklük metal parçalarını tamamen otomatik olarak ayırmaktadır. Metal sensörü yardımıyla metal parçaları yakalanarak, değiştirici klapelerin açılması sağlanmaktadır [65]

III.2.1.1.3. BOA (Ön Karıştırıcı -Açıcı)

Tützschler firmasına ait ön karıştırıcı BOA, Blendomat BDT'den sonra yerleştirilmektedir. Blendomattan gelen yarı açılmış balya tutamları burada iyice açılarak birbirine karıştırılmaktadır. Geri sıyrıcı valsine üzerine elyafın dolaşmasını önlemek için bir

temizleyici vals monte edilmiştir. Temizleyici vals tarafından toplanan elyaf, karıştırma odasına geri dönmektedir. Fotosel, karıştırma odasındaki materyal miktarını veya beslemeyi kontrol etmektedir. Geriye dönen elyafı daha iyi açılmakta, ancak lifler daha fazla kırılıp zarar görebilmektedir [65].

III.2.1.1.4. Axi-Flo AFC

Temizleyici Axi-Flo AFC, Trützschler firmasına ait olup vurucu silindirler yardımıyla elyaf tutamlarına serbest haldeyken vurularak yabancı maddelerin temizlenmesi prensibine göre çalışmaktadır [66].

III.2.1.1.5. Jossi Makinası

Rieter firmasına ait yabancı elyaf ayırıcı Jossi makinesinin görevi materyal, içindeki yabancı madde ve elyafları ayırmaktır. Ayrılan materyal bulundukları elyaf yumağı ile birlikte sistemden uzaklaştırılmaktadır. Elyaflar iki kameranın ve iki ışık kaynağının arasından geçmektedir. İki ışık kaynağı birbiriyle iletişim halindedir. İşletmede kullanılan elyaf rengi sisteme okutulmakta ve tanımlanandan farklı renkte bir materyal aradan geçtiği anda elyaf kümesi telefe gönderilmektedir. Jossi makinesinde renkli yabancı madde ayırımının ayarı bilgisayar aracılığı ile yapılmaktadır [66].

III.2.1.1.6. Separomat ASTA 800

Trützschler firmasına ait ağır parça ve metal ayırıcı Separomat ASTA 800'de elyaf içindeki yabancı maddeler özgül ağırlıklarından dolayı elyaf kitlesinden ayrılmaktadır. Ayrılan ağır maddeler kapalı kanatlara düşmekte ve her 15–30 dakikada açılan kanatlarla telef, telef haznesine boşalmaktadır [65].

III.2.1.1.7. Çoklu Karıştırıcı (MPM)

Trützschler firmasına ait çoklu karıştırıcı MPM de 10 kamara bulunabilmektedir. Tüm kamaralar dolanana kadar kamara üzerindeki kapaklar açılmakta ve materyal buradan içeri dolmaktadır. Her göz dolduktan sonra materyal sevki durmaktadır. Mikserin boşalması tarakların çalışması ile orantılıdır. Materyal çekici valsler tarafından haznelerden çekilmekte ve açıcı valsler tarafından emiş kanalına sevk edilmektedir. Duruşlar sırasında elyaflar sıkışıp

kırılabilir. Dağıtım klapesi bölgesinde oluşabilecek tıkanıklığın engellenmesi için bir temizlik devresi aktif hale getirilebilmektedir [65].

III.2.1.1.8. Cleonmat CVT 3

Trützschler firmasına ait Cleanomat temizleyici sistemleri, aynı yapıda değişik temizleyicilerden oluşmaktadır. Cleanomat CVT 3 aynı hat üzerinde 3 adet aynı çapa sahip temizleme valslarından oluşmaktadır. Bunlardan ilki iri iğnelidir. Sonrakiler sırasıyla daha sık ve daha ince testere dişli garnitürü ve hızları arkadan öne doğru gittikçe artar. Elyaf valstan valsa bir önceki valsın garnitürü içinden kaldırılıp alınmak suretiyle aktarılır. Bu sistem elyafa kesinlikle zarar vermez çünkü ikinci vals birinciye kıyasla daha hızlı dönmektedir. Her valsın yabancı maddeleri serbest kalır kalmaz toplayan sıyrıcı bıçak ve emiş ünitesi vardır. Bazı valslar tarama segmentleri ile birlikte çalışır. Materyal geçerken her iki taraftan birden temizlenir. Temizleme noktaları alternatif olarak valsların altına veya üzerine konmuştur.

Böylece materyalin akışı izlenebilmektedir. Makinenin sonunda materyal bir hava akımı ile çekilip alınır. Temizleyicilerin özel olarak geliştirilmiş değişik, birbiriyle uyum içerisinde çalışan çivili iğneli ve testere dişli silindirlerle donatılmaları sayesinde materyal korumalı olarak işlenebilmektedir. Çivili, iğneli veya testere dişli silindirdeki her temizleme noktası rehber kanatlar, sıyrıcı bıçak ve emiş başlıklarından oluşmaktadır. Merkezkaç kuvvetiyle ayıklanan telef partikülleri bıçakta ayrılmakta ve kesintisiz bir şekilde emilmektedir [67].

III.2.1.1.9. Dustex DX

İplik işletmesinde ham materyali açma ve temizleme işlemlerinin yanı sıra tozunu ayırmak da diğer önemli bir işlemdir. İyi bir toz ayırma işlemi örgü işlemlerinde belirgin düzeyde randıman artışı sağlamaktadır. Trützschler firmasına ait toz ayırıcı Dustex DX, bir vantilatörle beslenmektedir ve toz iki dağıtıcı klape üzerinden eşit bir şekilde elek bir süzgeç yüzeye iletilmektedir. Bu transfer çok yüksek bir hızda gerçekleştiğinden, ince ve çok ince tozlar çözülmekte ve bir hava çıkış borusu üzerinden filtreye sevk edilmektedir [65].

III.2.1.2. Harman- Hallaç Dairesi Makine Ayarları

Aşağıdaki Tablo III.2.1.'de Harman-Hallaç dairesindeki makinelerin pamuk ve aircell elyafları için mevcut ayarları belirtilmiştir.

Tablo III.2.1. Harman-Hallaç Dairesi Makine Ayarları

Harman Hallaç Dairesi Makinaları	Ayarlar
	Pamuk ve Aircell için Aynıdır
Blendomat dalış derinliği(mm)	2,5
BOA hazne besleme Materyal skala ayarı (mm)	10
BOA çivili hasır besleme meteryal skala ayarı (mm)	15
BOA geri sıyrıcı ayarı (mm)	5
BOA ızgara ayarı (30 mm)	2
AFC ızgara ayarı (30 mm)	1
MPM 10 besleme motor devri (giriş) (devir/dakika)	20
MPM 10 besleme motor devri (çıkış) (devir/dakika)	14
CVT L1 besleme motor devri (devir/dakika)	35
CVT L2 besleme motor devri (devir/dakika)	40
CVT 1. silindir kanat açıları L1/L2 (°)	20/16
CVT 2. silindir kanat açıları L1/L2 (°)	56/52
CVT 3. silindir kanat açıları L1/L2 (°)	82/85

III.2.1.3. Tarak Makinası

Trützschler firmasının imal ettiği DK 760 ve DK 903 model makinelerdir. Temel prensibi az bakım ve kolay çalıştırmadır. Dünyada ilk defa bu taraklarda yüksek hassasiyette alüminyum şapka ve kılıfları ile bakım istemeyen AC servo motorlar kullanılmaktadır. Bu motorların dinamik yapısı sayesinde de daha düzgün şeritler elde edilmektedir [e]. DK 760 tarak makinesinin üretim hızı 30 kg/saat, DK 903 model tarak makinesinin ortalama üretim hızı 70 kg/saattir [66].

Tarak tülbendinin kalitesi tambur, şapka ve sabit şapka alanlarında belirlenmektedir. Karar verici faktörler arasında tambur hızı, garnitür sıklığı, tambur şapka, tambur sabit şapka ayarı yer almaktadır. Maalesef tamburu daha hızlı çevirmek, daha ince garnitür kullanmak,

ayarları daha da sıkılaşmak mümkün olmamaktadır, çünkü bu durumlarda elyaf hasar görmektedir. Teknolojik olanaklar brizörden tambura giren ve açılması gereken vatkanın kalınlığı ile sınırlıdır. Esas tarama işlemi başlamadan önce bu vatkanın tambur yüzeyinde açılmış olması gerekmektedir [68].

Üretim esnasında çalışılan tarak makinesinin ayarları Tablo III.2.2.'de verilmiştir.

Tablo III.2.2. Tarak Makinesi Ayarları

Makine Kısımları	Ayarlar
Tambur devri (devir/dakika)	420
Brizör devri (devir/dakika)	1204
Brizör kanat açısı giriş/çıkış (°)	2,5-5
Şapka hızı (mm/dakika)	190
Penyör devri (devir/dakika)	258
Çıkış hızı (m/dakika)	1-5
Gezer şapka tambur mesafe ayarı (inch)	8-9-10-12
Ön sabit şapka ayarı (inch)	1-2-5-6=10, 3=38, 4=12
Arka sabit şapka ayarı (inch)	1-2-3-4 =12, 5-6=10, 7=9,8=42, 9=12,10=9
Brizör tam mesafe ayarı	7
Besleme mesafesi Brizör mesafe ayarı	18

III.2.1.4. Cer Makinesi

Cer makinesi *Toyota DYH 600* model ve *Rieter RSB 951* model makinelerdir. *Rieter* firmasına ait *RSB 951* cer makinesi 80 mm'ye kadar elyaf uzunluğu, beslenen şerit numarası 20–50 ktex, çıkış şerit numarası 1,25 ktex, çıkış hızı 900 m/dakika 3 üzeri 3 baskı çubuklu çekim sistemi, çok kısa düzeltme uzunluklarına sahip regüle sistemi makinelerdir. 1000 m/dakika'ya ulaşan üretim, çok düşük CV % (1 m) de maksimum sevk hızı, daha sonraki prosesler için iyi çalışma özellikleri sağlar. Hassas yoklama ve yeni bir AC servo motor sayesinde kaliteli, uzun periyotlu şerit numara kontrolü, kalın yerlerin belirlenmesiyle sağlanan sonraki proseslerin verimliliği, otomatik filtre temizliği ile gerçekleştirilen sabit emiş performansı ve temizleme verimliliği sayesinde maksimum üretim, optimum hava emişiyle

düşük enerji tüketimi, ekranda açıklayıcı hata görüntüleme ile kolay çalıştırma, merkezi çekim sistemi ayarı, hızlı hareket eden kanat parçaları tamamen açılabilir [69].

Toyota 1.pasaj cerlerinde 4 adet çekim silindiri mevcuttur. Burada ekartman mesafesi 52–46–44 diye ayarlandığında bu rakamlar şunları ifade etmektedir. **52 mm**, arka silindir–1.orta silindir arası mesafe yani kırıcı çekim bölgesini; **46 mm**, 1.orta silindir–2.orta silindir arası mesafeni; **44 mm**, 2.orta silindir–çıkış silindiri arası mesafesini yan, ana çekim bölgesini ifade etmektedir [66].

2. pasaj cer makinelerinde *Uster Sliver Control (USC)* regüle sistemi bulunmaktadır. Otomatik regüleli *RSB 951* bir elektronik regüle sistemiyle donatılmıştır. Makinenin besleme tarafından gelen şeritlerin kalınlığı mekanik sensör tarafından sürekli olarak gözlenir. Ölçülen değerler elektrik sinyallere çevrilir. Ana çekim miktarının kontrolü altında şerit varyasyonunun düzenlenmesinde kullanılır. Beslenen şeritler bir çift sensör silindirden geçer. Bunlardan biri bir mil etrafında döner ve şerit varyasyonuna göre hareket eder. Bu hareket bir sinyal değiştirici tarafından voltaja çevrilir. Voltaj elektronik bir hafızaya verilir ve bir ek hız ihtiyacı ortaya çıkar. Bu da planet dişli mekanizması yardımıyla çekim sistemi orta silindirine iletilir. Böylece çekim, ana çekim bölgesinde değiştirilmiş olur [66,69].

Üretim esnasında 1. pasaj Cer makinesine kadar pamuk ve aircell elyafları birbirinden bağımsız işlem basamakları izlediği için Aşağıdaki Tablo III.2.3. te aircell ve pamuk elyafı için bağımsız değerleri görmekteyiz. 2. pasaj Cer Makinesi ayarlar değiştirilmeden hem karışım iplikler olan Ne20/1, Ne 28/1, Ne 30/1, Ne 33/1 ve Ne 40/1 numaralı iplikleri üretmek için hem de % 100 mineral elyafı için sabit tutulmuştur.

Tablo III.2.3. I. Pasaj Cer Makinesi Ayarları

I. Pasaj Cer makinesi	Ayarlar
	Pamuk ve Aircell için değerler aynıdır.
Üretim hızı (m/dakika)	500
Ekartman mesafesi (mm)	44–46–50
Kırıcı çekim dişlisi (K)	84
Çekim dişlisi (E)	56
C-D-F dişlisi	78–82–164
Baskı çubuğu (Pressure Bar) ayarı (42mm)	+2

Tablo III.2.4. II. Pasaj Cer Makinesi Ayarları

II. Pasaj Cer makinesi	Ayarlar
	Pamuk ve Aircell için değerler aynıdır.
Üretim hızı (m/dakika)	500
Ekartman mesafesi (mm)	44–46–50
Kırıcı çekim dişlisi (K)	84
Çekim dişlisi (E)	56
C-D-F dişlisi	78–82–164
Baskı çubuğu (Pressure Bar) ayarı (42mm)	+2

III.2.1.5. Fitol Makinesi

Fitil makinesi Toyota firmasına ait FL100'dir. Toyota FL100 FRD takım değiştirme tertibatı ile en düşük takım değiştirme süresine sahiptir. Havalı baskı tabancalı FL100 fitil makineleri, birbirinden bağımsız 3 bağımsız motor tarafından tahrik edilmektedir. Bir ana motor çekim ve fitil işlemlerini çalıştırırken, biri sarım, diğeri ise planga kaldırma işlemlerini çalıştırır. Her motor, invertör ve mikro işlemci kontrollüdür. Toyota FL100 fitil makinelerinin iş hızı 800 devir/dakika'dır [70].

Üretim esnasında çalışılan penye makinesinin ayarları Tablo III.6'de verilmiştir.

Tablo III.6. Fitol Makinesi Ayarları

Fitil Makinesi	Ayarları
İğ devri (devir/dakika)	1100
Büküm (T/ inch)	0,84
Büküm dişlisi	50
Çekim dişlisi	43
Ekartman mesafesi (mm)	40–50–53
Kırıcı çekim dişlisi	53

III.2.1.6. Ring Makinesi

Ring İplik Makinesi Toyota'nın RX 200 model makinesidir. Bu makinede kullanım kolaylığı, bakım kolaylığı, yüksek üretkenlik söz konusudur. Makine en uygun eğirme geometrisi ideal balon kontrolü ve yeni pozitif planga tertibatı ve kolay kullanım fonksiyonlu ekran gibi özelliklere sahiptir [70].

Üretim esnasında çalışılan ring makinesinin ayarları Tablo III.7'de verilmiştir.

Tablo III.2.7. Ring Makinesi Ayarları

Ring iplik Makinesi	İplik Numaraları					
	Ne 20/1	Ne 28/1	Ne 30/1	Ne 33/1	Ne 40/1	Ne 24/1
Giren Ne	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925
Çıkan Ne	20	28	30	33	40	24
İğ devri (devir/dakika)	13000	15000	15000	15200	15500	14000
A _e	3,71	3,91	3,78	3,69	4,11	3,90
Büküm (T/inch)	16,63	20,71	20,71	21,25	26,01	19,44
Toplam çekim	22,70	31,78	34,05	37,45	45,40	27,24
Kırıcı çekim	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Ekartman mesafesi (mm)	44-55	44-55	44-55	44-55	44-55	44-55



Şekil III.2.1. Ring iplik işletmesindeki ring makinesinin önden görünüşü.

III.2.2. İplik İçin Deneyler, Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve Sonuçlar

Aşağıda, ring iplik makinesinde üretilmiş mineral takviyeli ipliklerin mekanik özelliklerini araştırmak üzere yapılan testler ve bu ipliklerden örülen kumaşların mekanik özellikleri ve elektro manyetik özellikleri üzerine yapılan testler anlatılacaktır.

Mineral takviyeli %50 karışım ve %100 aircell ipliklerinin fiziksel özelliklerini incelemek üzere;

- a- İplikte incelik ve numara testi,
- b- İplikte büküm,
- c- İplikte düzgünsüzlük testi,
- d- İplikte mukavemet ve uzama,
- e- İplikte tüylülük testleri yapılmıştır.

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

III.2.2.1. İplikte İncelik ve Numara

İpliklerde numara tayini yapılmadan önce sabit nem dengesinin sağlanması için standart atmosfer koşullarında 6–12 saat dinlendirilir. Sadece numara tayininde değil tüm testlerde numuneler sabit atmosfer koşullarında dinlendirilmeli, deneylerde elektronik aletler kullanılıyorsa onlar da deneyden önce açılmalı ve devrelerinin ısınması sağlanmalıdır [71].

Bu çalışmada, iplikte numara tayini için numara çıkırığı (Şekil III.2.2.), ve hassas terazî (Şekil III.2.3.) kullanılmıştır. Numara tayini için numara çıkırığında, 100 m iplik sarılır ve daha sonra da hassas terazide tartılarak numara değeri Nm olarak hesaplanır. İplik numara tespitleri, TS 244'e göre yapılmış olup, test sayısı her bir numara için 30'dur [72]. Tabloda, ölçüm sonucu planlanan numaralarda elde edilen %100 mineral takviyeli iplik ve pamuk karışımı iplik numaraları, ortalama, S ve % CV değerleri verilmiştir (Tablo III.2.8.).



Şekil III.2.2. Numara Çıkırığı



Şekil III.2.3. Hassas Terazı

Tablo III.2.8. İpliklerin Numara Değerleri (Ne)

İplik Türü	Numara İngiliz	Numara Metrik	Ortalama	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	Nm 40,632	38,73	0,91	2,35
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	Nm 33,86	31,96	0,23	0,72
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	Nm 47,404	45,95	1,60	3,48
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	Nm 50,79	48,17	0,26	0,54
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	Nm 55,869	52,65	0,47	0,89
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	Nm 67,72	66,44	0,99	1,49

III.2.2.2. İplikte Büküm Testi

İplik büküm testleri TS 247'ye göre 30 tekrarlı olarak yapılmış olup, büküm tayininde büküm açma kapama yöntemi kullanılmıştır. Test uzunluğu 500 mm olarak alınmıştır [73]. Kullanılan büküm cihazı, *James H. Heal* marka motorlu büküm açma cihazıdır. Bu cihaz aşağıda şekilde gösterilmektedir (Şekil III.2.4.). Büküm testi yapılırken kullanılacak gergi ağırlığı, ipliğin numarasına göre belirlenmiştir. Gergi ağırlığı hesabında iplik numarasının tex olarak değeri ile 0.25 katsayısının çarpımı ile elde edilen birim *gf* (gramkuvvet) değeri kadardır. Elde edilen büküm değerlerinin ortalaması alınarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



Şekil III.2.4. James H. And Heal İplik Büküm Cihazı

Tablo III.2.9. Pamuk İpliklerin Büküm Değerleri (T/m)

İplik Türü	Numara	Ortalama (Büküm Değeri)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	723,45	28,51	3,94
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	665,64	41,03	6,16
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	759,09	54,77	7,22
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	764,73	54,09	7,07
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	843,82	37,68	4,47
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	978,73	75,59	7,72

III.2.2.3. İplikte Düzgünsüzlük Testi

İplik düzgünsüzlüğü birim iplik uzunluğundaki ağırlık veya çap değişimi olarak tanımlanabilir. Bu değişimler farklı yöntemlerle ölçülebilir. Bunlar:

- Subjektif metotlar,
- Gravimetrik metotlar,
- Kapasitif metotlar,
- Optik metotlar,

- Pnömatik metotlar,
- Akustik metotlar,
- Kondüktimetrik metotlardır. [74]

Bu çalışmada kapasitif düzgünsüzlük ölçme metodunu kullanan *Uster Tester I* (Şekil III.5.) ölçüm cihazı kullanılmıştır. Kapasitif düzgünsüzlük ölçme metodu en yaygın olarak kullanılan metottur. Bu çalışmada bu yöntem kullanılmıştır. Kalın bant formundan en ince iplik yapısına kadar bütün tekstil yapılarının düzgünsüzlüğünün ölçülmesi, bu yöntemle mümkün olmaktadır.

Kapasitif ölçüm metodu, kondansatörler arasında materyalin geçirilmesi ile meydana gelen kapasite değişimlerinin analizinin yapılmasına dayanmaktadır. Kapasite değişimleri kondansatörler arasından geçen materyalin kütlesi ile doğru orantılıdır. En ufak kütle değişimi, derhal kapasite değişimi olarak algılanır. Burada kütle olarak bahsedilen liflerdir, yani sistem bir anlamda liflerde oluşan değişikliği algılamaktadır [75].

Ölçümler, DIN 53817 normuna göre cihaz ölçüm ünitesinde 35-50 tex'lik iplikler için 4 no'lu ölçüm aralığında ve 200 m/dakikalık ölçüm hızında 5 dakikalık periyotlarla yapılmıştır. Test uzunluğu 1000m olarak belirlenmiştir. Test sonuçlarına göre elde edilen düzgünsüzlük değerleri tabloda gösterilmektedir (Tablo III.9.).



Şekil III.2.5. Düzgünsüzlük Ölçümlerinde Kullanılan *Uster Tester I* Cihazı

Tablo III.2.10. İpliklerin Düzgünsüzlük değerleri

İplik Türü	Numara	Ortalama (%μ)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	12,14	0,11	0,87
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	12,43	0,24	1,90
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	13,32	2,07	15,55
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	12,26	0,11	0,94
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	12,97	0,29	2,27
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	12,21	0,28	2,30

Tablo III.2.11. İpliklerde İnce Yer Değerleri

İplik Türü	Numara	Ortalama (İnce Yer)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	22	14,99	68,13
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	18,25	1,89	10,33
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	19,25	8,54	44,36
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	18,75	3,30	17,62
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	45,25	15,65	34,59
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	34,25	7,14	20,83

Tablo III.2.12. İpliklerde Kalın Yer Değerleri

İplik Türü	Numara	Ortalama (Kalın Yer)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	22,5	9,81	43,62
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	153,5	19,73	12,86
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	238,5	36,93	13,03
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	262,25	8,66	3,30
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	357,25	69,17	19,36
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	397,5	23	5,79

Tablo III.2.13. İpliklerde Neps Değerleri

İplik Türü	Numara	Ortalama (Neps)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	2,25	2,22	98,55
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	8,75	2,63	30,06
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	12	4,08	34,02
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	12	3,56	29,66
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	17,25	4,27	24,77
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	18,25	4,99	27,35

III.2.2.4. İplikte Mukavemet ve Uzama Testi

İpliklerin mukavemet ve uzama testinde bilgisayar kontrollü *Instron 4411* model mukavemet cihazı kullanılmıştır(Şekil III.10) [76]. Cihazın kalibrasyonu maksimum yük değeri olan 5 kg'lık güç çeviricisi takılarak yapılmıştır. Testler, TS 245 (ISO 2062)'e göre test uzunluğu 500 mm, test hızı 500 mm/dakika olarak seçilmiştir. Şekilde Instron marka cihaz görülmektedir. Her bir numune için ölçüm sayısı 50 olarak alınmıştır.



Şekil III.2.6. Instron Marka 4411 Model Mukavemet Ölçüm Cihazı

Tablo III.2.14. Deneylerde Kullanılan İpliklerin Mukavemet (cN) Değerleri

İplik Türü	Numara	Ortalama (cN)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	28,15	2,90	10,31
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	18,77	2,36	12,55
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	17,67	2,05	11,62
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	16,40	1,39	8,50
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	15,77	1,53	9,72
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	15,86	1,27	8,02

Tablo III.2.15. Deneylerde Kullanılan İpliklerin Uzama Değerleri (%)

İplik Türü	Numara	Ortalama (Uzama %)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	12,82	1,10	8,58
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	7,88	0,39	4,99
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	7,00	0,64	9,12
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	6,96	0,52	7,47
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	6,52	0,58	8,91
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	6,04	0,55	9,05

III.2.2.5. İplikte Tüylülük Testi

Günümüze kadar pek çok tüylülük ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Fakat bu metotlardan ancak bir kaçı günümüzde ticari olarak üretilmekte ve işletmelerde kullanılmaktadır. Bu metotlar ölçüm yöntemlerine göre, optik, fotografik, fotoelektrik, elektrik geçirgenliğine dayalı metotlar, ağırlık kaybına dayalı metotlar (yakmayla yapılan bir deneydir), vidikon tüpüyle iplik görüntüsünün taranması gibi buna benzer metotlar ve diğer metotlar olarak sıralanabilir. Yapılan çalışmalar sonucunda, ticari olarak kullanılan yeni tüylülük ölçüm cihazları geliştirilmiştir. Bunlar; *Zweigle G565*, *G566* tüylülük ölçüm cihazı, *Uster Tester 3–4* tüylülük ölçüm modülü ve *Shirley* tüylülük ölçüm cihazlarıdır [77].

Bu çalışmada Shirley tüylülük ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Shirley tüylülük ölçüm cihazı fotoelektrik prensibe göre çalışmaktadır. Bu yöntemle 0-10 mm arasındaki tüylerin ölçümü yapılabilir. Bu yöntemin en avantajlı durumu, iplik makinede akış halindeyken ölçüm imkanının olmasıdır. *Shirley* tüylülük ölçüm cihazında, seçilen ölçüm zamanına ve hızına bağlı olarak birim uzunluk başına tüylülük değeri elde edilmektedir. *Shirley* tüylülük cihazı, 5 mm'lik aralıkta, 3 mm'nin üzerinde iplik eksenine 70 °C'lik açı yapan lifleri ölçebilmektedir. Ölçüm zamanı, 5, 10, 20, 30 ve 40 saniyelik periyotlar halinde ayarlanabilmektedir.

Ölçüme başlamadan önce cihaz kalibrasyonu, cihazın ölçüm kafası, akan iplik doğrultusuna 90 °C'lik açı yapacak şekilde hafif gerginlikle iplik üzerine bastırılması suretiyle yapılır. Cihazın ölçüm kafasının iplik tüylülüğünü ölçme durumundaki pozisyonu Şekil III.11'de gösterilmektedir [77].

Çalışmada, tüylülük ölçümü sırasında iplik hızı 200 m/dakika, tüylülük sayma zamanı 5 saniye olarak seçilmiştir. 5 saniye boyunca sayım yapan cihaz, en son yaptığı sayımla birlikte bir süre durur ve durduğu değer 5 saniyede ve 200 m/dakikada sayılan tüy sayısıdır. Elde edilen değer 5 saniyede geçen ipliğin metre cinsine oranlanmasıyla, H / m cinsinden tüylülük değeri bulunur. Bu deney, her bir iplik için 15 kez tekrarlanmıştır. Elde edilen değerler ortalama olarak Tablo III.14'de gösterilmektedir.



Şekil III.2.7. Shirley Tüylülük Ölçüm Cihazı

Tablo III.2.16. İpliklerin Tüylülük (H/m) Değerleri

İplik Türü	Numara	Ortalama (Tüylülük Değeri H/m)	S	%CV
%100 Aircell	Ne 24	17,34	1,41	8,11
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	29,71	5,10	17,15
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	29,29	3,53	12,07
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	22,61	1,39	6,14
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	24,63	2,48	10,08
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	19,28	1,20	6,21

III.2.3. Örme Kumaş Üretimi ve Kumaşlara Yapılan Testler

İpliklerden yüzey oluşturmak üzere Dubied Marka çift plaka düz örme makinesi kullanılmıştır(Şekil III.2.8.). Makine inceliği 100/10 gaugedir. Makine ayarları her iplik için sabit tutulmuş fakat tok bir yüzey görünümü alabilmek için her iplik 3 kat olarak örme makinesine verilmiştir. Bu numunelerle ilgili fiziksel ve mekanik özellik için testler yapılmadan önce, 48 saat standart koşullarda (% 65 $\pm$ 2 nispi nem ve 20 $\pm$ 2 °C sıcaklıkta) beklemeye alınmıştır.



Şekil III.2.8. Duibed marka Düz örme makinesi [78]

III.2.3.1. Kumaşlarda Gramaj Tayini

Kumaşta gramaj tayinleri belli bir alanın veya belli bir uzunluğun ağırlığı yani birim alanın ağırlığıdır. Kumaşta en çok kullanılan kumaşın 1 metrekaresinin g cinsinden ağırlığıdır [71]. Bu çalışmada, 100 cm² alana sahip olan gramaj ölçüm kesici kullanılmış, kumaştan alınan parça hassas terazide tartılmış ve elde edilen değer 100 ile çarpılmak suretiyle kumaşın gramajı g/m² cinsinden belirlenmiştir. Ayrıca, kesim işleminin güvenilirliği açısından, numune kumaşın yapısını bozmayacak şekilde, gerilimsiz ve düzgün durmasına, kesim yapılan zeminin de düz olmasına dikkat edilmiştir.

Bu kesimin düzgün yapılabilmesi için geliştirilmiş gramaj ölçüm kesicileri şekilde görülmektedir (Şekil III.2.9.). Numunelerden beşer tane ölçüm yapıp ortalama değeri alınmıştır. Tabloda bakır tel takviyeli çekirdek ipliklerden ve %100 pamuk ipliklerinden elde edilmiş örme kumaşların kumaş gramaj değerleri (g/m²) ortalama olarak verilmiştir. Bu çalışmada yapılan kumaş gramaj testleri için TS 251 standardı esas alınmıştır.



Şekil III.2.9. Çeşitli Ebatlarda Gramaj Ölçüm Kesiciler

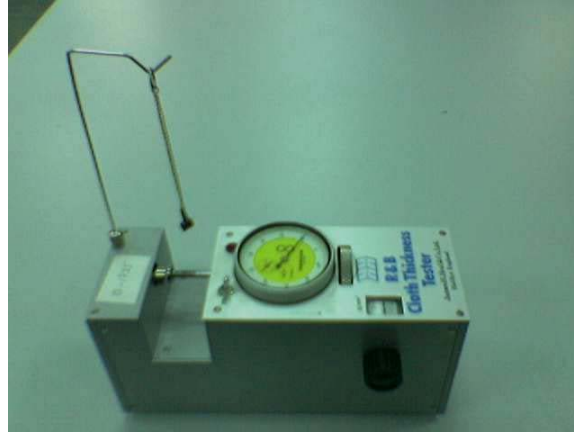
Tablo III.2.17. Numune İpliklerinden Üretilmiş Örme Kumaşların Gramaj Değerleri

İplik Türü	Numara	Gramaj (g/m ²)
%100 Aircell	Ne 24	235,83
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	311,73
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	223,40
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	238,70
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	181,43
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	183,07

III.2.3.2. Kumaşlarda Kalınlık Testi

Tekstil malzemenin kalınlığı, malzemeye 1 *kPa* veya daha az bir basınç uygulandığında, iki referans plaka arasındaki dik mesafedir. Numunenin kalınlığı, numunenin üzerine konulduğu referans plaka ile bu tekstil numunesinin üzerine belli bir basınç uygulayan dairesel baskı ayağı arasındaki mesafe olarak ölçülür [79].

Bu çalışmada, kumaş kalınlık ölçümü için *R&B Cloth Thickness Tester* cihazı kullanılmıştır (Şekil III.2.10.). Kumaş kalınlık ölçümü yapılmadan önce cihaz kalibre edilmiştir. Bu çalışmada, TS 7128 EN ISO 5084 standardındaki ölçüm değerleri kullanılmıştır. Bu standarda göre örme kumaşlar için uygulanacak basınç olan 1 *kPa* uygulanmıştır.



Şekil III.2.10. *R&B Cloth Thickness Tester* Kumaş Kalınlık Ölçüm Cihazı

Çalışmada, teste tabi tutulacak her bir kumaş 50 cm × 50 cm boyutunda kesilip iki referans plaka arasına yerleştirilip belli bir zaman sonra biri sabit diğeri hareketli plakalar arasındaki dik mesafe ölçülüp kaydedilmiştir. Elde edilen değerler 0.01 hassasiyetle tespit edilmiştir. Kumaş kalınlık cihazının değerleri okunurken göstergenin içindeki küçük gösterge ilk değer, değer in ondalık kısmı ise büyük ibreden okunan değer olarak alınmak suretiyle ortalama olarak alınan değerler Tablo III.2.18.'da gösterilmektedir.

Tablo III.2.18. Numune İpliklerinden Üretilmiş Örme Kumaşların Kalınlıkları (mm)

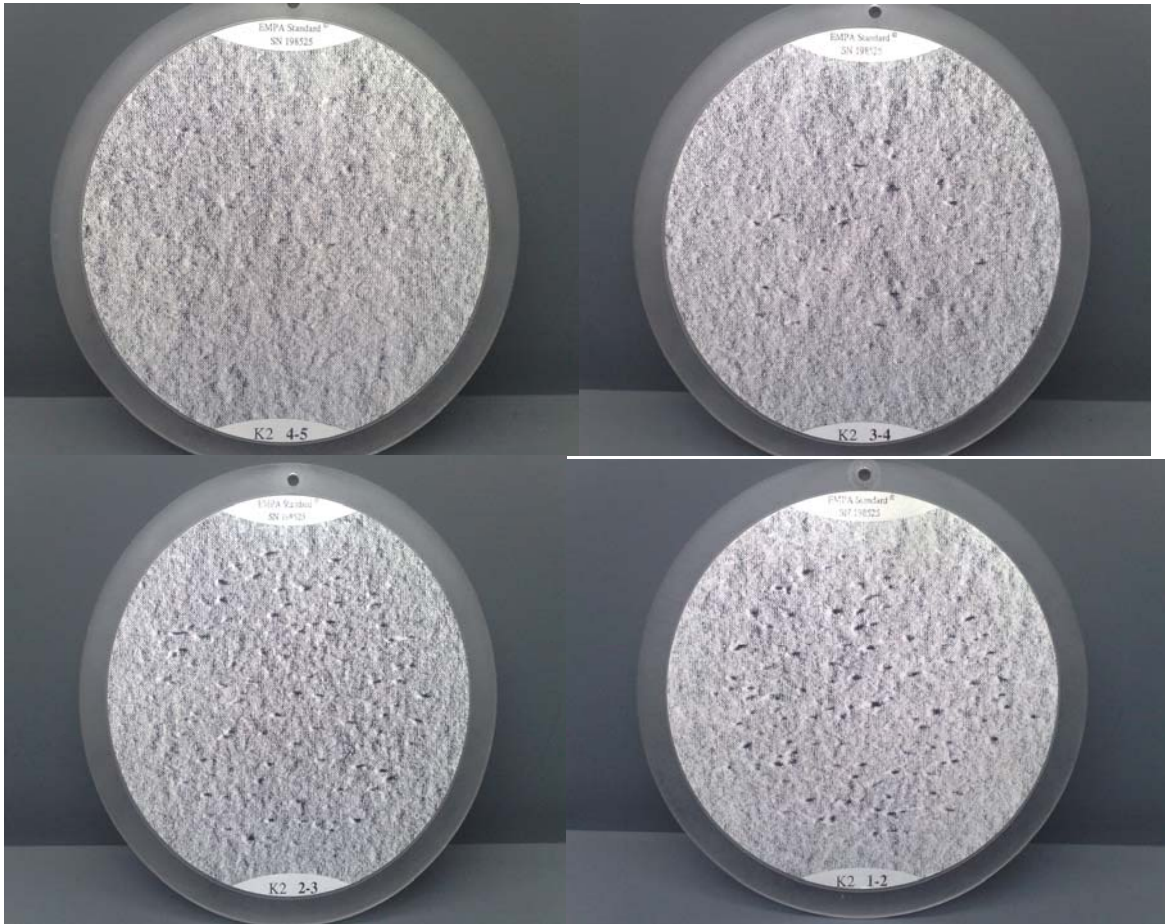
İplik Türü	Numara	Kalınlık (mm)
%100 Aircell	Ne 24	1,18
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	1,35
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	1,23
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	1,32
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	1,19
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	1,31

III.2.3.3. Kumaş Boncuklanma (Pilling) Testi

Bu çalışmada, kumaş boncuklanma tespiti için *NU-Martindale* Aşınma ve Boncuklanma test cihazı kullanılmıştır (Şekil III.2.11.). Standart koşullarda kondüsyonlanan her bir numune için 6 adet numune, numune kesici ile 139 mm çapında kesilerek hazırlanmıştır. Boncuklanma testi için kullanılan standart, TSE tarafından yayınlanmış TS 10 258 Tekstil-Kumaşlar-Boncuklanma Direnci ve Buna Bağlı Yüzey Dayanımlarının Tayini-Taklalı Serbest Düşme Metodu'dur. Ölçüm için makine devri 2000 olarak alınmış ve bu tur sayısında numuneler üzerindeki tüylenme ve boncuklanma *Empa* standartlarına göre hazırlanmış fotoğraflarla karşılaştırılarak yapılmıştır (Şekil III.12) [80]. Değerlendirme yapılırken ışık ve bakış açısının aynı olmasına dikkat edilmiştir. *Empa* standartlarında değerlendirme 1'den (en kötü boncuklanma derecesi) 5'e (en iyi boncuklanma derecesi) kadar olan derecelendirmelerle subjektif olarak yapılmaktadır. Dereceler, 1–2, 2–3, 3–4 ve 4–5 şeklindedir.



Şekil III.2.11 NU-Martindale Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı



Şekil III.2.12 Boncuklanma Standart Numuneleri; EMPA-Foto-Standardı [80]

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

Tablo III.2.19. Normal İpliklerinden Üretilmiş Örme Kumaşların Boncuklanma (Pilling) Değerleri

İplik Türü	Numara	Dereceler
%100 Aircell	Ne 24	2-3
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	3-4
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	3
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	3
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	2-3
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	2-3

III.2.3.4. Kumaşta Aşınma (Abrasion) Testi

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

Bu cihazın aşındırma yöntemi, % 100 yün, bezayağı standart kumaşın test numunesine sürtünmesine dayanmakta olup, aşındırma şekli düzlemsel aşınmadır. Bu cihaz için kullanılan standartlar ASTM 4966, ISO 12947–1:1998 ISO 12947–2:1998’dir [81].

Standart koşullarda kondüsyonlanan her bir kumaş için 3 adet numune, çapı 38 mm olan numune kesici ile kesilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler cihazda üst tarafta bulunurken, alt tarafta, 139 mm çapındaki % 100 yün bez ayağı standart kumaşı bulunmaktadır. Sürtünme sırasında üst taraftan numune kumaşa verilen ağırlık, örme kumaş için, standarda göre 9 *kPa* olarak seçilmiştir. İlk devir olarak 10000 seçilmiştir. Bu cihazda kumaş sürtünme dayanımı değerlendirmesi için; kumaş üzerinde küçük bir delik oluşuncaya kadar geçen tur sayısı esas alınmıştır.

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

Tablo III.2.20. Numune İpliklerinden Üretilen Örme Kumaşların Sürtünme Dayanımı Değerleri (tur sayısı)

İplik Türü	Numara	Tur Sayısı
%100 Aircell	Ne 24	95000–100000
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	80000–85000
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	45000–50000
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	45000–50000
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	40000–45000
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	40000–45000

III.2.3.5. Kumaşların Patlatma Mukavemeti

Örme kumaşların patlatma mukavemeti testi TS EN ISO 13938–2 numaralı Türk Standardı kapsamında Primer test laboratuvarında ve T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığına bağlı KOSGEP Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi kurumunda yapılmıştır.

Test işleminden önce kumaş numuneleri %65±2 Nispi Nem ve 20±2 °C sıcaklıkta 24 saat kondüsyonlanmıştır.

Patlatma mukavemeti testi kumaşların mekanik özelliklerini tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu test işleminde belirli bir alan üzerinde yer alan kumaşa cihazın alt tarafından basınçlı hava gönderilmektedir. Diyafram üzerinde yer alan kumaş bu basınçlı hava yardımıyla şişirilmektedir ve kumaş patlatılmaktadır. Sonuçta bu test, kumaşı oluşturan ipliklerin veya liflerin belirli bir süre içerisinde (18–22 saniye) patlatılması esasına dayanmaktadır. Kumaşların patlatma mukavemet değerleri (*kPa*) basınç biriminde, süre (saniye) biriminde ve kumaşın şişme yüksekliği (mm) olarak.



Şekil III.2.13. Autoburst Digital SDL-Atlas Patlatma Mukavemeti Test Cihazı[82]

Kumaşların patlatma mukavemeti testinde SDL-Atlas firmasının test cihazları kullanılmıştır.

Bu cihaz maksimum 6000 *kPa* değerine kadar basınçta ve şişirme yüksekliği 70 mm`ye kadar ölçüm yapabilmektedir. Belirli bir alana sahip kauçuk diyafram altında, hidrolik bir yük uygulanarak kağıt, dokuma, örme, tülbent esaslı kumaş (nonwoven) gibi materyallerin patlatma mukavemeti testi için tasarlanmıştır.

Tablo III.2.21. Numune İpliklerinden Üretilen Örme Kumaşların Patlatma Mukavemeti Değerleri (kPa)

İplik Türü	Numara	kPa	S	%Cv
%100 Aircell	Ne 24	1514,9	72,3	4,8
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	1662,7	54,4	3,3
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	1279,4	67,7	5,3
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	1171,6	79,5	6,8
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	1011,5	40,7	4
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	869,5	57,1	6,6

III.2.3.6. Kumaşların Hava Geçirgenliği

Bir kumaşta hava geçirgenliği, belirli bir alandaki kumaş yüzeyinden belirli bir basınç farkı ile birim zamanda geçen hava miktarı olarak tanımlanmakta, bu değer kumaşların kullanım alanına göre önem kazanmaktadır. Örme kumaşlar ilmekli yapısı nedeniyle dokuma kumaşlara göre daha gözenekli bir yapıya sahip olup, örme kumaşların hava geçirgenliği aynı gramajdaki dokuma kumaşlardan genellikle daha yüksektir. Özellikle giysilik olarak faydalanılabilecek örme kumaşların sıcak tutma, rüzgara karşı koruma, nefes alma, vb. özelliklerini belirleyen hava geçirgenliği deneyi oldukça önemlidir [83].

Numunelerin hava geçirgenliği değerleri, hava geçirgenliği cihazında 20 cm²'lik kumaş yüzeyinden, 100 Pa basınç farkı ile 1 saniyede (s) geçen hava miktarının mm olarak belirlenmesi suretiyle yapılmış olup sonuçlar mm/s olarak ifade edilmiştir. Kumaşların 10 farklı yerinde bu test tekrarlanarak ortalaması alınmıştır. Bu amaçla kullanılan deney düzeneği ve deney şekli “TS 391 EN ISO 9237 Tekstil-Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini” standardında geniş olarak anlatılmaktadır [83].

Tablo III.2.22. Numune İpliklerinden Üretilen Örme Hava Geçirgenliği mm/saniye)

İplik Türü	Numara	Mm/saniye
%100 Aircell	Ne 24	2,220
%50 Pamuk-Aircell	Ne 20	1,240
%50 Pamuk- Aircell	Ne 28	1,820
%50 Pamuk-Aircell	Ne 30	2,280
%50 Pamuk-Aircell	Ne 33	2,370
%50 Pamuk-Aircell	Ne 40	1,830

III.2.3.7. Kumaşların Elektromagnetik Özelliklerinin Tespiti

%100 Pamuk ve metal lif takviyeli çekirdek ipliklerinden üretilen kumaşların Elektromagnetik özelliklerinin tespiti Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan yöntemde testler MIL-STD-285'e göre yapılmıştır(Şekil III.2.14). Bu standart Amerikan ordusu tarafından 1956 yılından beri kullanılmaktadır [84].

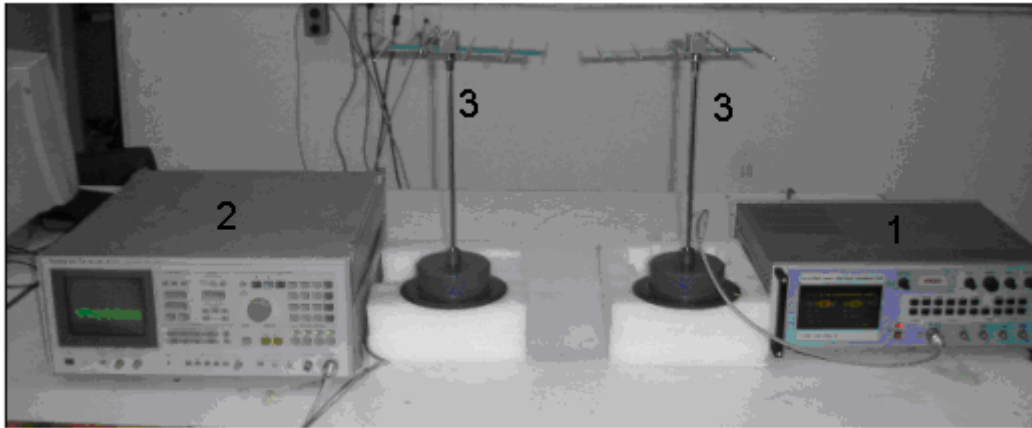
Yapılan alışmalarda 0 -2000 MHz frekans aralığındaki Elektromagnetik kalkanlama etkinliği incelenmiştir. Farklı frekans aralıklarında yapılan testlerde kumaşlar tek kat ve çift kat olarak test edilmiştir. Bir devrenin çıkış geriliminin giriş gerilime oranının 10 tabanına göre Logaritmasının 20 ile çarpımı gerilim kazancı ve kaybını belirler [85]. Her bir frekans aralığından örme kumaşlardan elde edilen EMSE değerleri aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$EMSE (dB) = 20 \log_{10} (E_{out} / E_{in})$$

Burada, dB (desibel), g oranının birimidir. Kalkan etkililiğinde genellikle belirtilen; E_{out} çıkış gerilimi ve E_{in} giriş gerilimidir. Gerilimin birimi volt'tur. Deneyde birim mikro volt (μV) olarak alınmıştır. Denklem eksi ile çarpılarak da negatif olarak çıkacak kalkanlama etkinliği pozitif bulunmuştur.

Örme kumaşların elektromagnetik özelliklerinin tespitinde aşağıdaki cihazlar kullanılmıştır.

1. Radyo Frekans Sinyal reticisi (0 – 2000 MHz)
2. Sprektrum Analizör
- 3.Yagi Antenler (Alıcı - Verici)

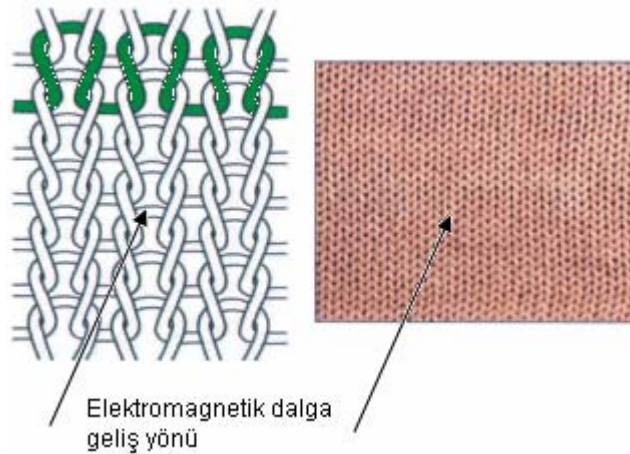


şekil III.2.14 Elektromagnetik Kalkanlama İçin Kullanılan Test Cihazları

Deneyin Yapılışı

%100 Pamuk ve bakır lif takviyeli çekirdek ipliklerinden üretilen kumaşların Elektromagnetik zelliklerinin tespitinde kumaşlar değişik frekans noktalarında tek ve çift kat

olarak test edilmiştir. Ölçümler 200 MHz'den başlanarak 2000 MHz'e kadar on değişik frekans noktasında yapılmıştır. Öncelikle örme kumaşlar tek kat olarak kumaş sütun yönünde test edilmiştir. Aynı işlem çift kat örme kumaşlar için tekrarlanmış ve sonuçlar kaydedilmiştir. Aşağıda örme kumaş sütun yönü gösterilmektedir.



Şekil III.2.15. Örme Kumaş Sütun Yönü [86]

Radyo frekans sinyal üreticisinden ayarlanan frekans noktaları verici *Yagi* anteni sayesinde Elektromagnetik dalgayı alıcı *Yagi* antene göndermektedir. Bu esnada iki *Yagi* anteni arasına yerleştirilen örme kumaş gönderilen Elektromagnetik dalgayı engellemekte ve Spektrum analizörden değer okunmaktadır. Desibel değeri güç kazancı ve güç kaybını, ayrıca gerilim kazancı ve kaybını göstermektedir. Aşağıda her bir frekans aralığından örme kumaşlardan elde edilen Elektromagnetik kalkanlama etkinliği (*EMSE*) değerleri hesaplanmış ve tablo halinde verilmiştir.

Tablo III.2.23. Tek Kat Örme Kumaşın EMSE Değerleri

İplik Türü	Ne	Frekans, \$MHz									
		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
%100 Aircell	24	0,09	0,23	0,40	0,13	1,80	0,25	0,19	0,26	1,16	0,41
Pamuk- %50 Aircell	20	0,19	0,34	1,04	0,00	0,20	0,19	0,23	0,11	0,44	0,03
	28	0,37	0,26	0,97	0,13	0,26	0,25	0,88	0,00	0,85	0,75
	30	0,07	0,07	0,21	0,14	0,18	0,00	0,66	1,19	0,25	1,12
	33	0,09	0,18	0,43	0,14	0,00	0,50	0,39	0,44	0,73	0,27
	40	0,00	0,44	0,63	0,07	0,20	0,37	0,24	0,00	1,14	0,17

Tablo III.2.24. Çift Kat Örme Kumaşın EMSE Değerleri

İplik Türü	Ne	Frekans, MHz									
		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
%100 Aircell	24	0,05	0,70	0,79	0,34	0,37	0,45	0,34	0,26	0,86	0,41
Pamuk- Aircell %50	20	0,32	0,57	1,09	0,21	0,27	0,51	0,23	0,33	0,35	0,87
	28	0,29	0,48	0,90	0,54	0,22	0,45	0,67	0,27	0,70	0,16
	30	0,35	0,30	0,66	0,34	0,18	0,00	0,32	0,40	0,25	0,74
	33	0,09	0,33	0,59	0,14	0,00	0,69	0,24	0,86	1,17	0,86
	40	0,05	0,70	0,79	0,34	0,37	0,45	0,34	0,26	0,86	0,41

BÖLÜM IV

SONUÇLAR

Bu bölümde, mineral takviyeli polyester elyafının ring iplik makinesinde üretilmiş ipliklerin fiziksel testler laboratuvarında standart atmosfer şartlarında (% 65 ± 2 nispi nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta) yapılmış olan fiziksel ve elektromagnetik özelliklerinin sonuçları yer almaktadır.

İlk bölümde iplik testlerinden elde edilen sonuçlar ve kumaş testlerinden elde edilen sonuçlar ele alınmıştır. İplik testlerinden elde edilen sonuçlar bölümünde, test edilen mineral takviyeli polyester ipliğinin ve %50 pamuk karışımlı mineral takviyeli polyester ipliğinin çeşitli fiziksel özellikleri grafikler halinde sunulmuş ve grafiklerden elde edilen sonuçlar tartışılmak üzere anlatılmıştır.

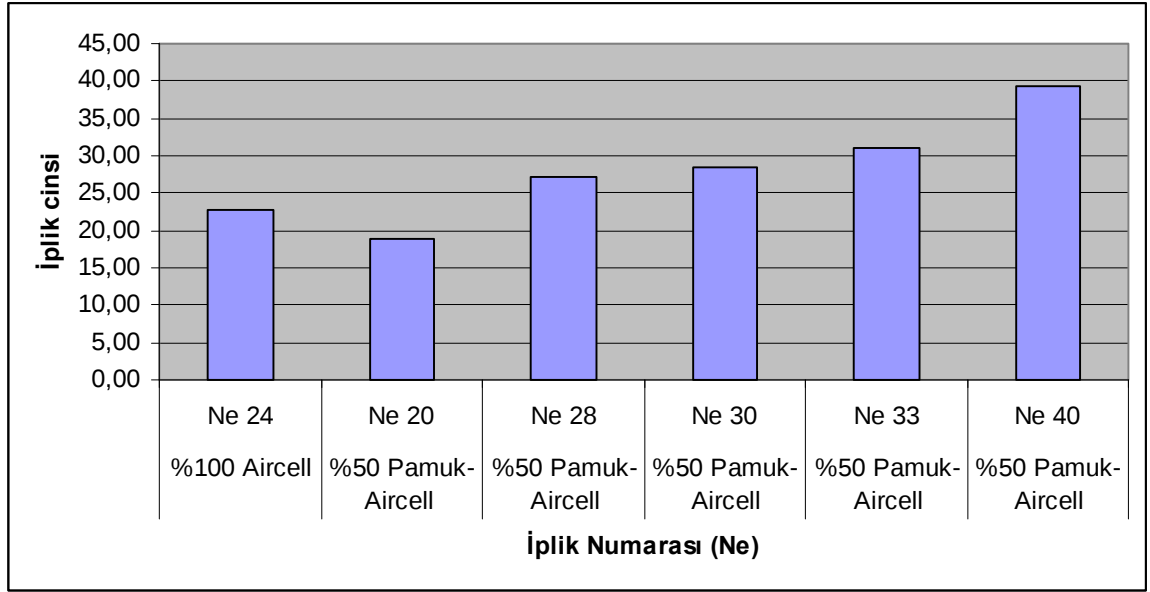
İkinci bölümde elektromagnetik özelliklerin sonuçları ele alınmıştır. Öncelikle tek kat ve çift kat örme kumaşların elektromagnetik kalkanlama özellikleri ayrı ayrı incelenmiş ve daha sonra karşılaştırma yapılmak üzere aynı grafik içerisinde ele alınmıştır.

IV.1. MEKANİK SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

IV.1.1. İPLİK TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

IV.1.1.1. İplik Numaraları

%100 mineral takviyeli iplikler ve %50 pamuk karışumlu mineral takviyeli ipliklerin numara değerleri grafik halinde Şekil IV.1.1.'de verilmiştir.

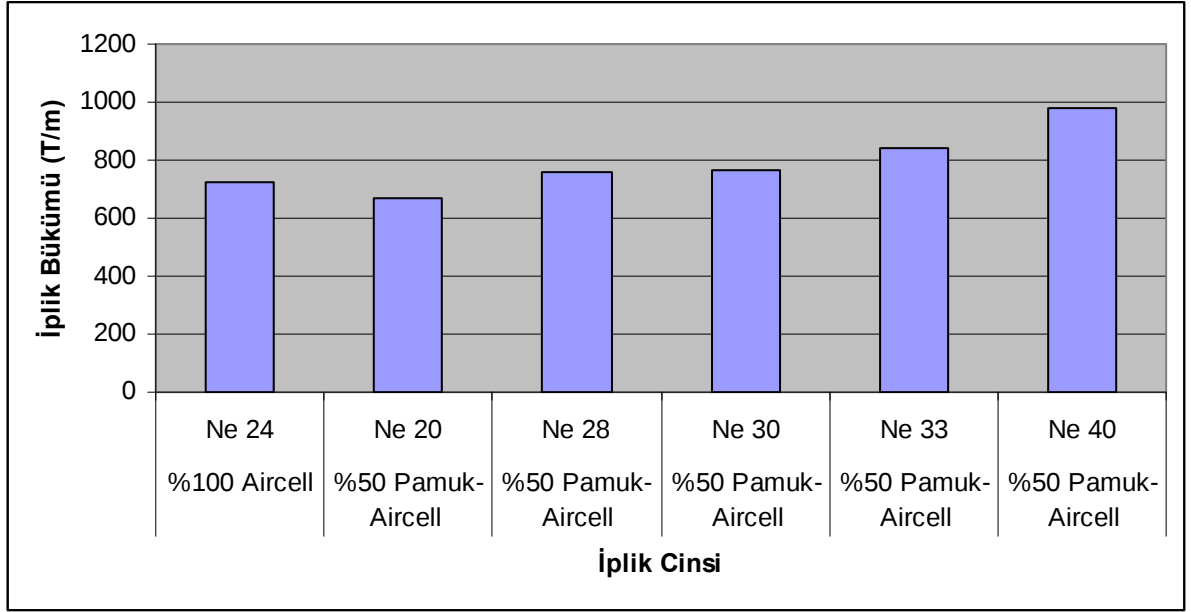


Şekil IV.1.1. İpliklerin Numara Grafiği (Ne)

Şekil IV.1.1.'de geleneksel yöntemle eğrilen %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışumlu ipliklerin numara değerleri gösterilmiştir. Üretim sonrası numara ölçüm sonuçlarında bir önemli bir sapmaya rastlanmamıştır. Değerler her numara için beklenen şartları sağlamıştır.

IV.1.1.2. İplik Büküm Değerleri

Çalışmada kullanılan %100 mineral takviyeli ipliğin ve %50 pamuk karışumlu mineral takviyeli ipliğin büküm değerleri Şekil IV.1.2.'de verilmiştir.

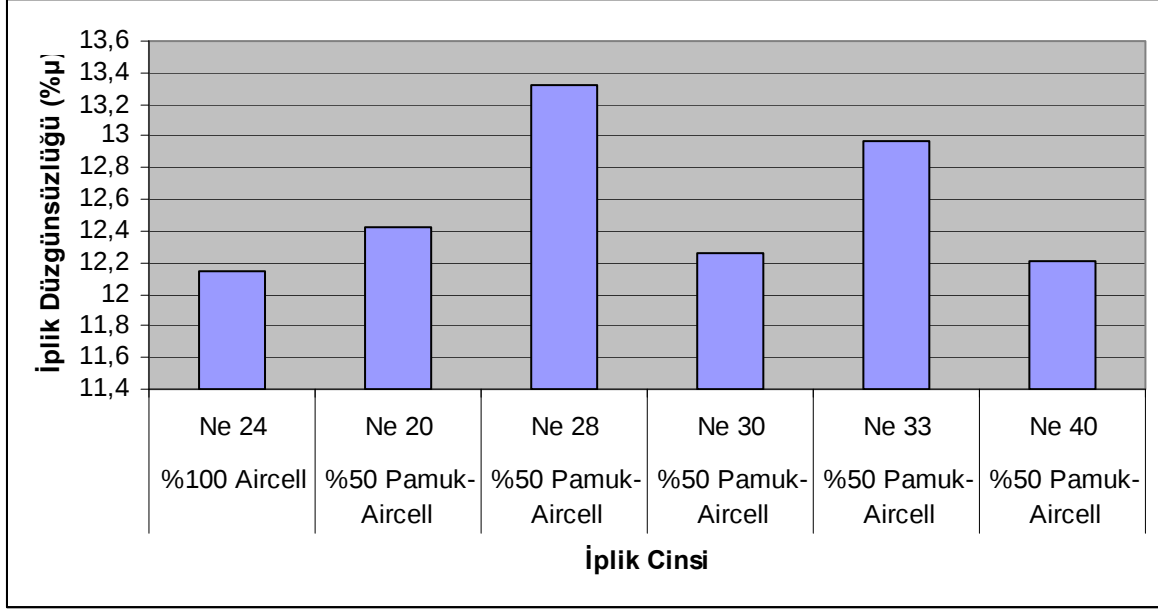


Şekil IV.1.2. İpliklerin Büküm Grafiği (T/m)

Şekil IV.1.2.'de geleneksel yöntemle eğrilen %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışumlu ipliklerin iplik makinesinde verilen büküm sonucu elde edilen büküm değerlerini (T/m) göstermektedir. Grafiğe göre en yüksek büküm Ne 40 numaralı %50 pamuk karışumlu mineral takviyeli ipliğe aittir. Ne 28 numaralı en kalın yapıya sahip ipliğinde büküm değeri 650 tur/m civarındadır ve en az büküm değerine sahip ipliklerdir. Grafikten de anlaşılacağı gibi en düşük numaraya sahip iplikten en yüksek numaraya sahip iplik sıralanacak olursa büküm değerleri de doğru orantılı olarak en düşükten en yükseğe doğru sıralanır.

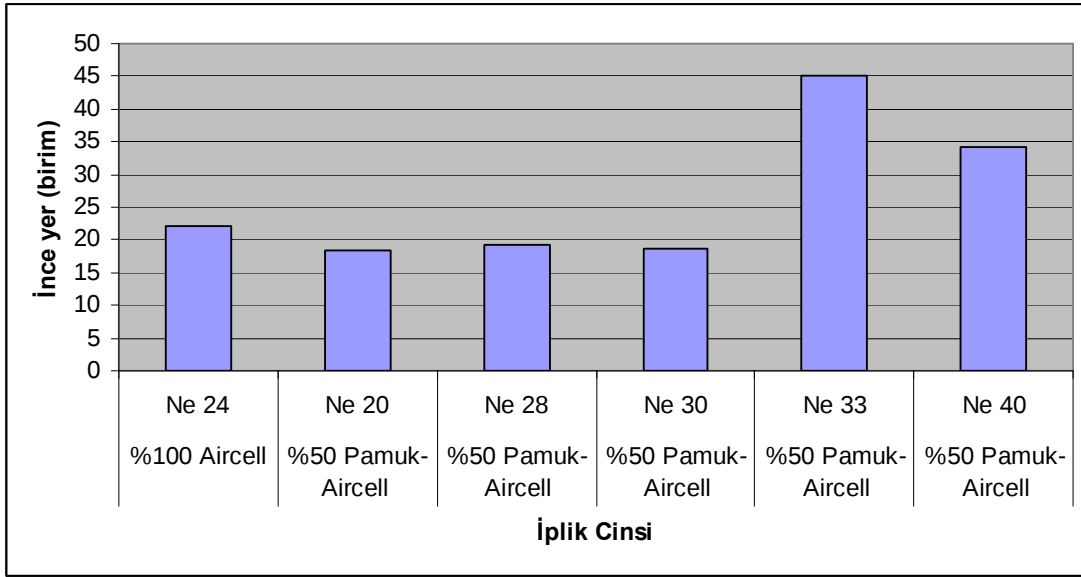
IV.1.1.3. İplik Düzensüzlük, İnce Yer, Kalın Yer, Neps Değerleri

Çalışmada kullanılan %100 mineral takviyeli ipliğin ve %50 pamuk karışumlu mineral takviyeli ipliğin düzensüzlük değerleri Şekil IV.1.3.'de verilmiştir.



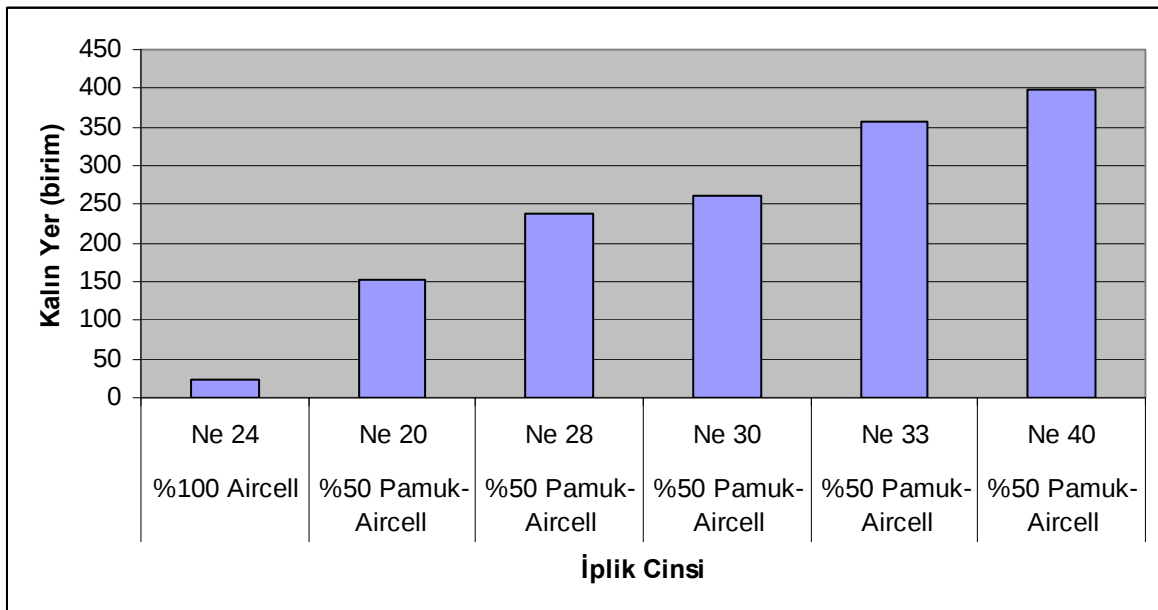
Şekil IV.1.3. İpliklerin Düzensüzlüğü (%μ)

Şekil IV.1.3.'de geleneksel yöntemle eğrilen %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışumlu ipliklerin düzensüzlük değerleri %μ cinsinden gösterilmektedir. Bu değerler *Uster istatistik* değerlerine göre incelendiğinde %50 pamuk- mineral takviyeli ipliklerden Ne 40, Ne 33, Ne 30, Ne 28 numaralı iplikler %5 değer aralığında, Ne 20 numaralı iplik ise %10 değer aralığında görülmektedir. *Uster istatistik* değerlerinde mineral takviyeli iplik polyester bazlı olduğundan dolayı %50 pamuk- polyester değerleri ile % 100 mineral takviyeli iplik içinse %100 polyester değerleri göz önünde bulundurulmuştur. % 100 mineral takviyeli ipliğin *Uster istatistik* değeri %45 olarak belirlenmiştir. % 100 mineral takviyeli ipliğin % 45 değer aralığında bulunması polyester ile karşılaştırıldığında kötü bir değerdir ve bunun sonucunu içerisindeki mineral takviyesinin homojen dağılmamasına bağlayabiliriz.



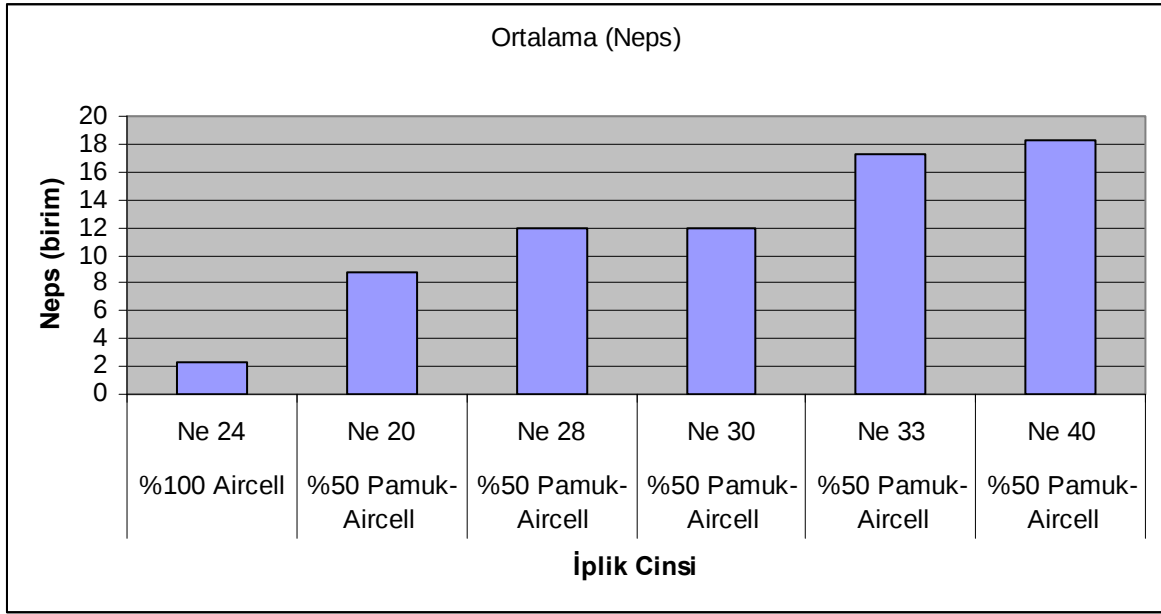
Şekil IV.1.4. İpliklerin İnce Yer Değerleri (birim)

Şekil IV.1.4.' de görülen ince yer değerlerinde Ne 20- Ne 30 numaralı ipliklerin ince yer değerleri 18–22 arasında iken, Ne 33 ile Ne 40 Numaralı ipliklerde ince yer değerleri 35-40 birim arasında gözlemlenmiştir. Uster İstatistiklerine göre bir karşılaştırma yapmak gerekirse; en iyi değer %25' lik uster değeri ile Ne 40 numaralı pamuk- mineral takviyeli iplikte görülmektedir. Ne 30 numaralı iplik % 47'lik, Ne 28 %68 lik bir değere sahiptir. Ne 33 %80 değer aralığındadır ve en kötü değere % 95 değer aralığı ile % 100 aircell ipliği ve Ne 20 numaralı iplik sahiptir.



Şekil IV.1.5. İpliklerin Kalın Yer Değerleri (birim)

İpliklerin kalın yer dağılımı Şekil IV.1.5.'de verilmiştir. İpliklerdeki kalın yer değerlerinde ise en az kalın yer değerine sahip iplik %100 mineral takviyeli iplik olan Ne 24 numaralı iplik olarak gözükmesine rağmen Uster istatistiklerine bakarsak en kötü değer %81 ile Ne 24 numaralı ipliğe aittir. Ne 20 %60 değer aralığına sahiptir, onun arkasından Ne 33 numaralı iplik %54 değer ile gelmektedir. %51 değer aralığı ile Ne 28 ve Ne 30 numaralı iplikler aynı değere sahip ve tabloda en fazla kalın yer değerine sahip olarak gözüken Ne 40 numaralı iplik %40 değerler *Uster* istatistiklerine göre en az kalın yer oranına sahiptir.



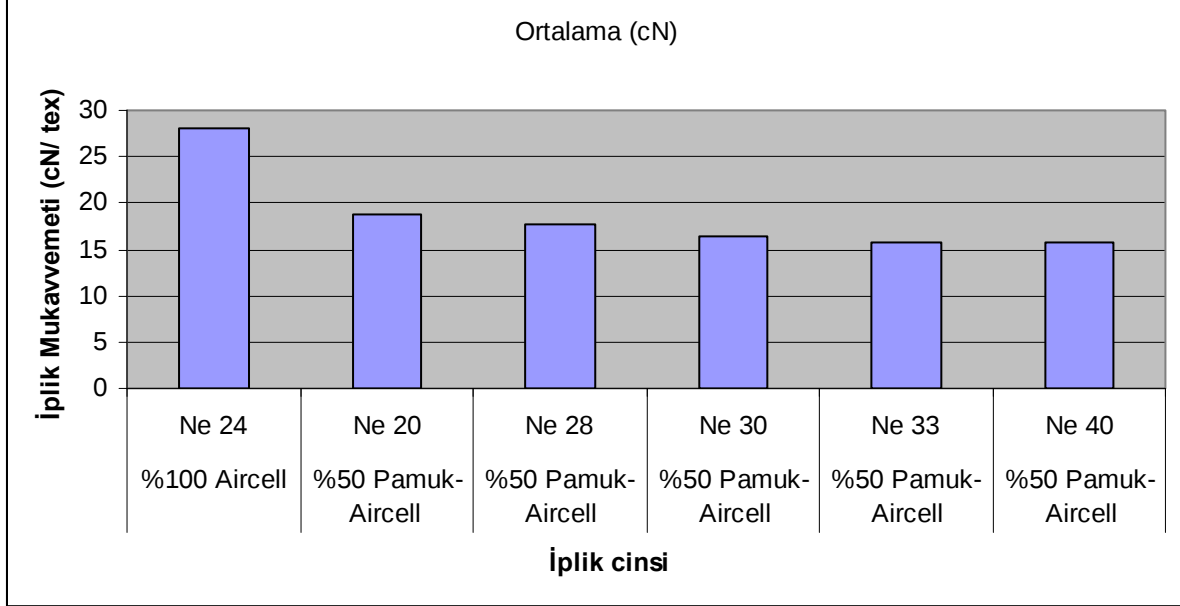
Şekil IV.1.6. İplikteki Neps Değeri (birim)

İpliklerin neps dağılımı Şekil IV.1.6.'da verilmiştir.

İplikteki Neps değeri de aynı kalın yerdeki gibi bir eğri izlemiştir. En az Neps değeri %100 mineral takviyeli iplik olan Ne 24 numaralı iplikte gözükürken %50 pamuk takviyeli diğer mineral takviyeli iplikler de Ne değeri arttıkça Neps değeri artan bir grafik izlemiştir. Fakat Uster istatistiğine göre değerlendirdiğimizde bütün iplikler %5 değer aralığında olduğu gözükmektedir. Bu da neps değerleri arasında oransan bir farkın olmadığını göstermektedir.

IV.1.1.4. İpliklerin Mukavemet Değerleri

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli ipliğin ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerin mukavemet (cN) değerlerinin dağılım grafiği aşağıdaki Şekil IV.1.7.'de verilmiştir..

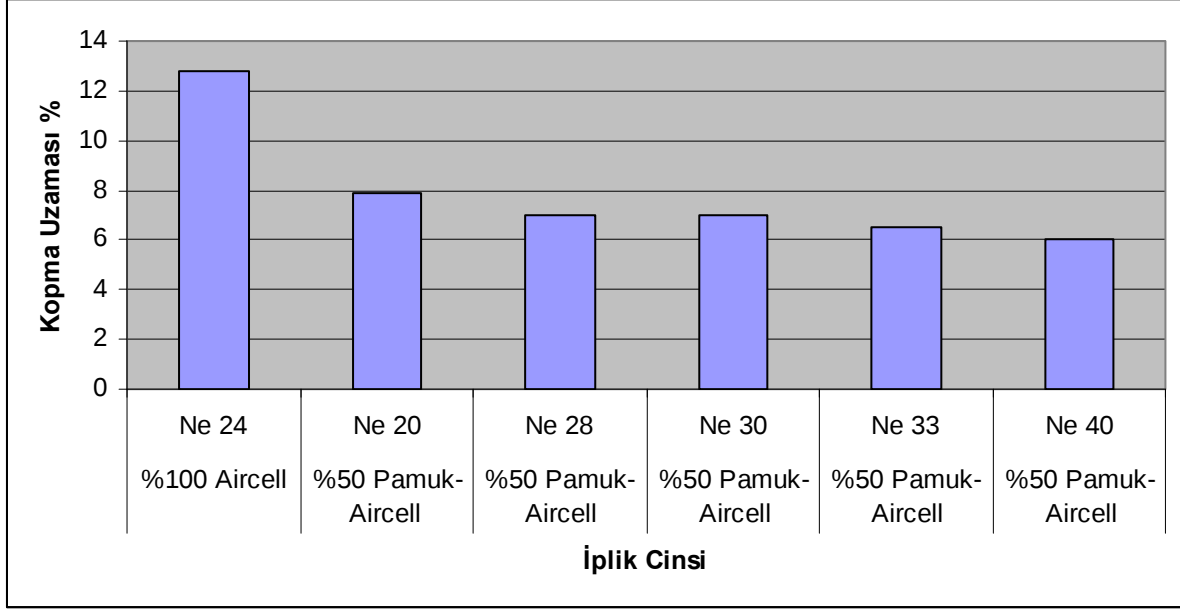


Şekil IV.1.7. İpliklerin Mukavemet (cN) Grafiği

Şekil IV.1.7.'de Ne 24 %100 mineral takviyeli ipliğin mukavemet değerinin grafiğe göre çok iyi olduğu gözlemlenmektedir. Fakat *Uster* istatistiklerine göre bir yorum yapacak olursak %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerin mukavemet değerleri de az %100 mineral takviyeli iplik kadar iyi olduğu görülmektedir. Tablodaki değerler sonucunda *Uster* istatistiklerinden aldığımız değer aralığı tüm iplikler için %95 olarak belirlenmiştir.

IV.1.1.5. İpliklerin Uzama Değerleri

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli ipliğin ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerin uzama (%) değerlerinin grafiği Şekil IV.1.8.'de verilmiştir.

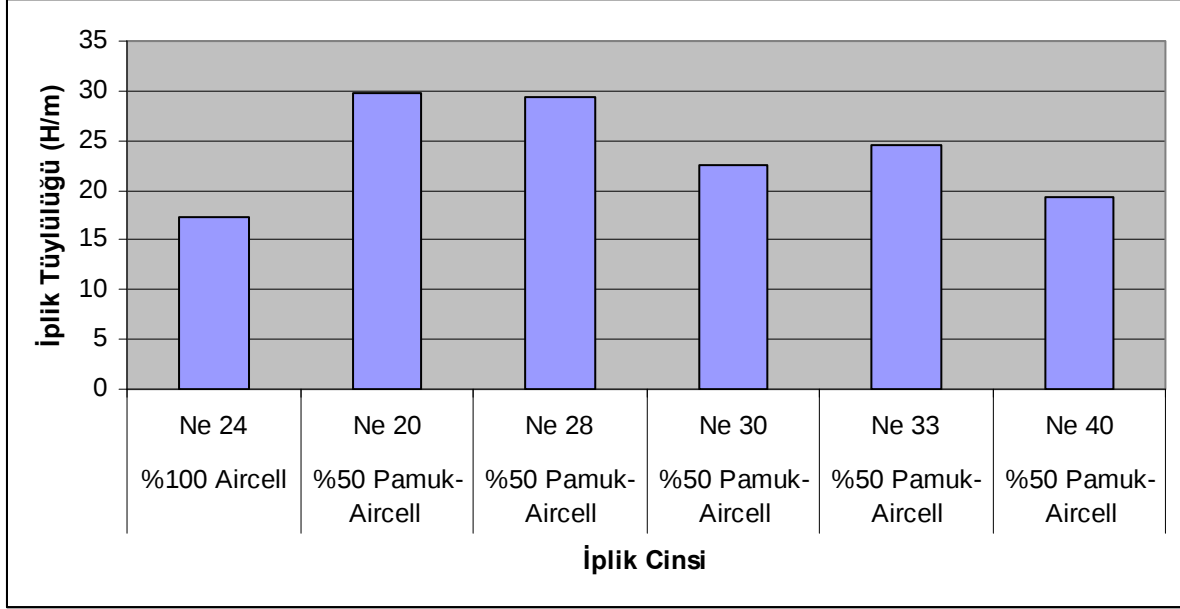


Şekil IV.1.8. İpliklerin Uzama (%) Grafiği

Şekil IV.1.8. 'de %100 mineral takviyeli ipliğin ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliğin ipliklerin uzama değerlerinin grafiği görülmektedir. İpliklerin uzama değerine bakılırsa, Ne 24 numaralı %100 mineral takviyeli polyester ipliğinin kopma uzamasının %13 civarında olduğu gözlemlenmiştir bu *Uster* istatistiklerine göre %35 e takabul etmektedir. Ne 20 numaralı %50 pamuk karışımı iplik %8 kopma uzama katsayısı ile %46 *uster* değerine sahip olurken Ne 28 %90 ve diğerleri %95 *Uster* değerine sahiptir. Bu durumda *Uster* değerlerine göre Ne 24 aircell ve Ne 20 numaralı ipliklerin uzama değeri diğerlerine göre daha fazladır.

IV.1.1.6. İplik Tüylülüğü

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerin tüylülük (H/m) değerlerinin grafiği Şekil IV.1.9.'da verilmiştir.



Şekil IV.1.9. İpliklerin Tüylülük Grafiği (H/m)

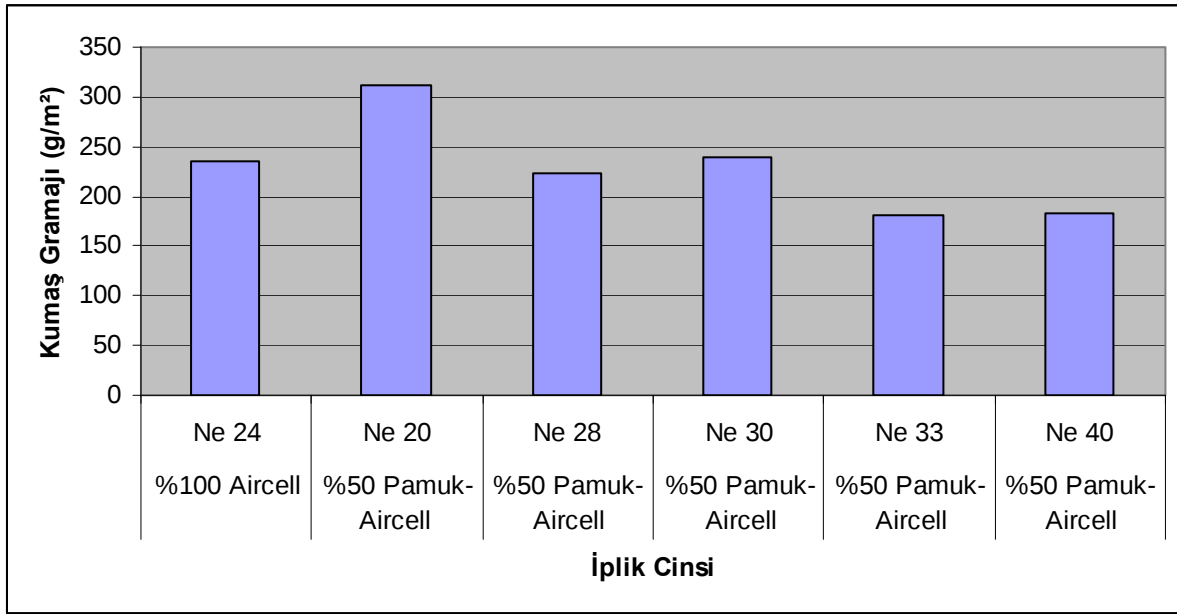
Şekil IV.1.9.'da %100 mineral takviyeli iplikler ile %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerin tüylülük (H/m) değerlerinin karşılaştırması görülmektedir. Burada mineral takviyeli polyester ipliğinin %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklere göre tüylülüğünün daha az olduğu görülmektedir. Bu beklenen bir sonuçtur.

%50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerin tüylülük oranlarına bakacak olursak Ne 40 numaralı iplik en düşük tüylülük değerine sahip olurken, en yüksek tüylülüğe Ne 20 ve Ne 28 numaralı iplikler de görülmektedir. Ne 30 ve Ne 33 numaralı ipliklerin tüylülük değerleri Ne 40 numaralı %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliğe oldukça yakındır.

IV.1.2. KUMAŞ TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

IV.1.2.1. Kumaşta Gramaj Tayini

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların gramaj (g/m^2) değerlerinin grafiği Şekil IV.1.10.'da verilmiştir.

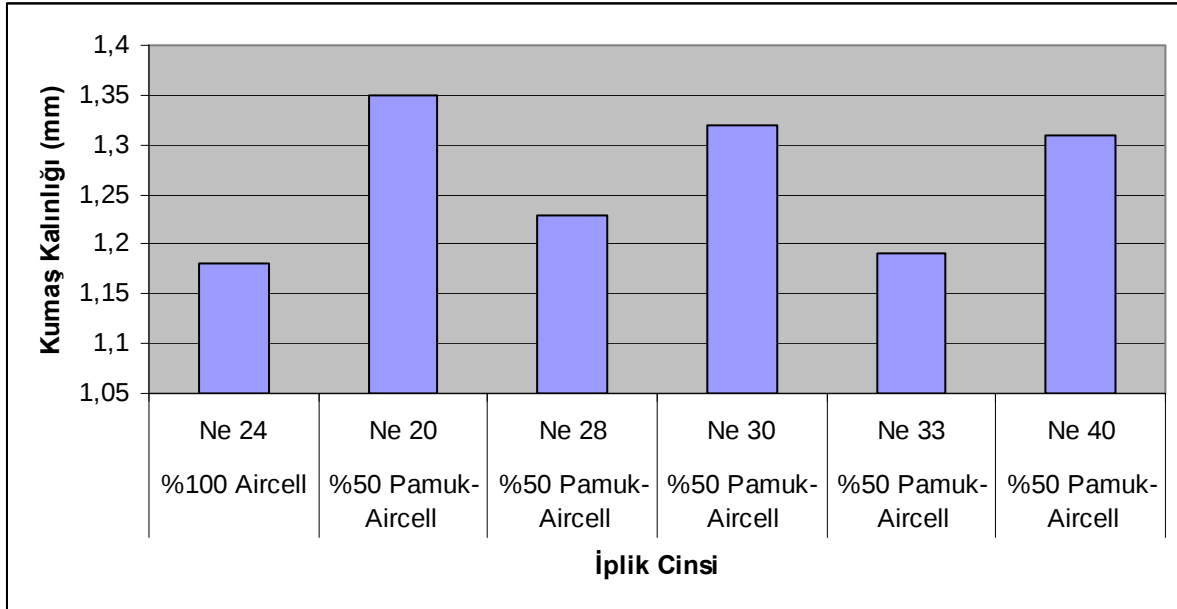


Şekil IV.1.10. %100 Mineral takviyeli İpliklerden ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerden Örülmüş Kumaşların Gramaj Değerleri (g/m^2)

Şekil IV.1.10.'da en kalın numaraya sahip olan %50 pamuk karışımı mineral takviyeli Ne 20 numaralı iplikten örülmüş kumaş en kalın yapıya sahip olduğundan dolayı daha fazla gramaja sahiptir. Ne 30 numaralı iplik dışında diğer bütün ipliklerden örülmüş kumaşların ağırlıkları iplik kalınlıkları ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu beklenen bir durumdur fakat Ne 30 numaralı iplikten örülmüş kumaşın gramaj değerinin Ne 28'e göre yüksek olması pamuğun karde şeridi olarak kullanılmasından kaynaklanabilir.

IV.1.2.2. Kumaş Kalınlık Değerleri

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların kalınlık (mm) değerlerinin grafiği Şekil IV.1.11.'de verilmiştir.

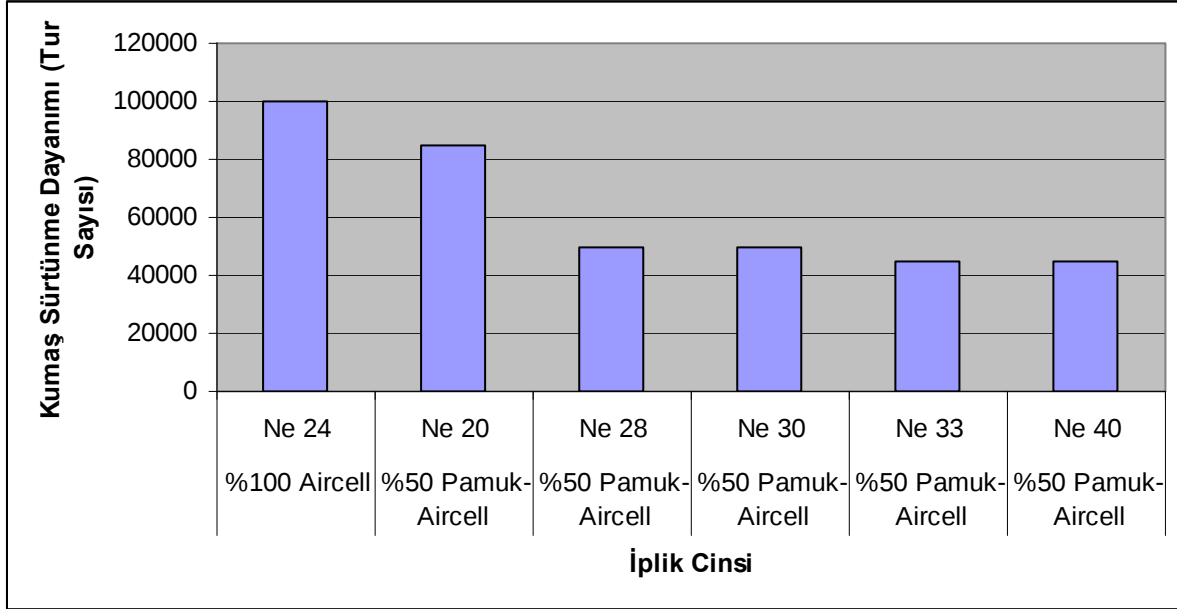


Şekil IV.1.11. %100 Mineral takviyeli İpliklerden ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerden Örülmüş Kumaşların Kalınlık Değerleri(mm)

Şekil IV.1.11.'de %100 mineral takviyeli ipliklerden ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerden örülmüş kumaşların kalınlık değerleri görülmektedir. Gramaj değeri de beklenenden fazla olan Ne 30 numaralı %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerden oluşmuş kumaşın kalınlığı Ne 20 numaralı iplikten örülmüş kumaşın değerine çok yakındır. Kumaş kalınlığında Ne 40 numaraya sahip iplikle örülmüş kumaşın kalınlığı da bu tok ve kalın görünümlü kumaşlara yakın bir değere sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bunun kumaşın ilmek boyundan çekerek kalınlığa yansıdığı şeklinde ifade edebiliriz. En düşük kumaş kalınlığına ise Ne 24 numaralı %100 mineral takviyeli ipliklerden oluşmuş kumaş gelmektedir.

IV.1.2.3. Kumaş Sürtünme Dayanımı Değerleri

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların sürtünme dayanımı değerleri (tur sayısı) grafiği Şekil IV.1.12.'de verilmiştir.

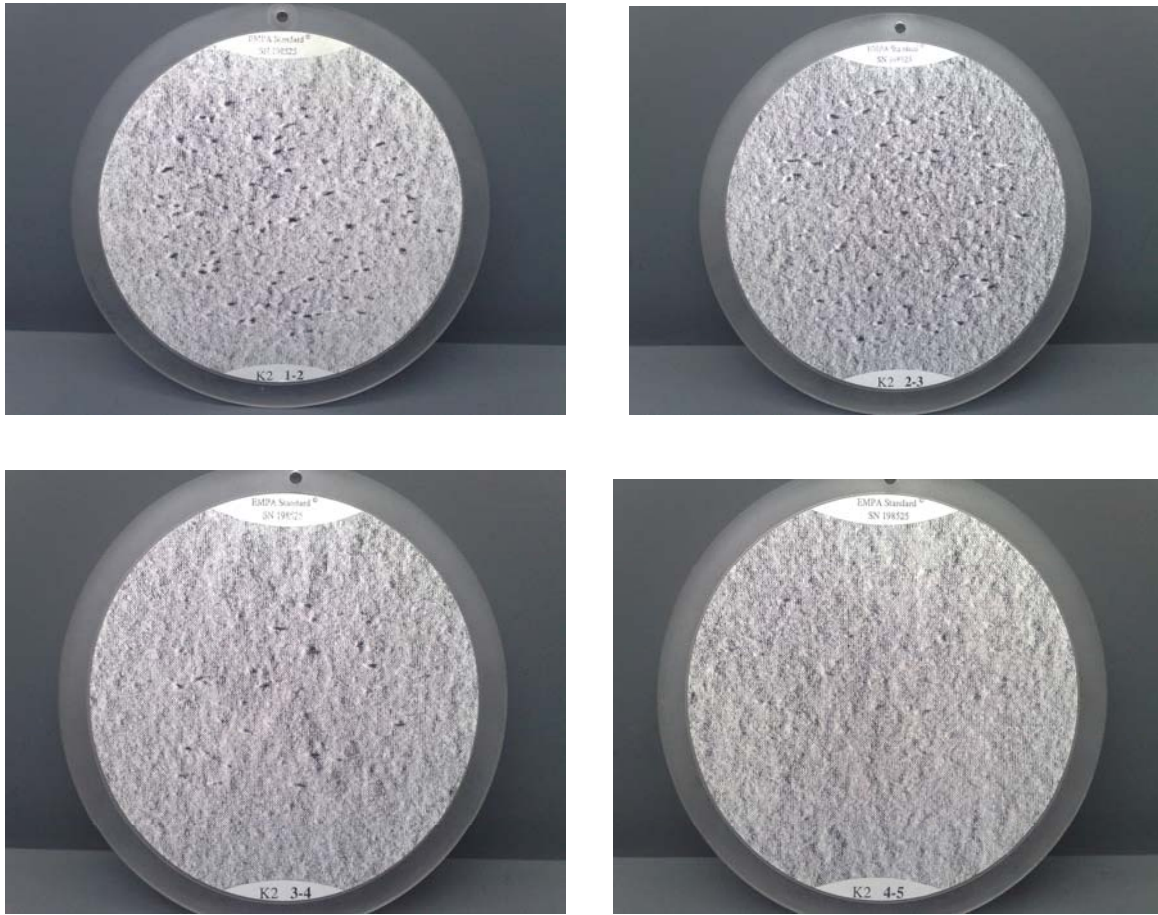


Şekil IV.1.12. Geleneksel Yöntemle Eğrilmiş %100 Mineral Takviyeli İplik Ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerle Örülmüş Kumaşların Sürtünme Dayanımı Değerleri (Tur Sayısı)

Şekil IV.1.12.'de %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların sürtünme dayanımı (tur sayısı) değerleri görülmektedir. %100 mineral takviyeli Ne 24 numaralı iplikten oluşmuş yüzeyin sürtünme dayanımı 100000 tur sayısına kadar çıkabilmektedir. %100 mineral takviyeli iplikten oluşmuş yüzeyin ardından %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerden oluşmuş yüzeylerin en dayanıklısı en kalın olan en dayanıksız da en ince olan iplikten oluşmuş yüzeylerdir. Bu da demek oluyor ki Ne 20 sürtünme dayanımı en iyi ardından Ne 28, Ne 30 ve Ne 33 gelmektedir. En kötü sürtünme dayanım değerine Ne 40 numaralı iplikten oluşmuş kumaş sahiptir.

IV.1.2.4. Kumaş Boncuklanma Değerleri

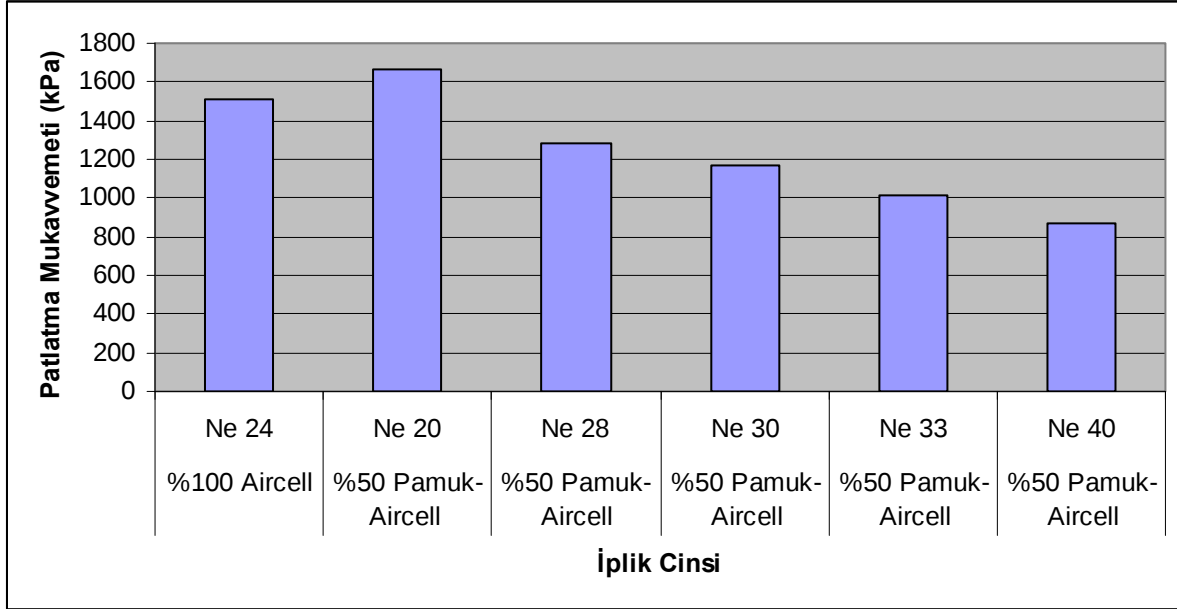
Kumaşların boncuklanma özellikleri Şekil IV.1.13.'de verilen referans boncuklanma resimleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların boncuklanma değerlerine bakıldığı zaman Ne 24, Ne 33 ve Ne 40 numaralı iplikler 2–3. değer aralıklarındaki kadar boncuklanma ile en iyi değere sahiptirler. Ne 28 ve Ne 30 3. değer aralığındadır. En kötü boncuklanma değerine sahip lif ise 3–4 değer aralığında olan Ne 20 numaralı %50 pamuk karışımı mineral takviyeli iplikten üretilmiş kumaştır.



Şekil IV.1.13. Boncuklanma Referans Değerleri

IV.1.2.5. Kumaş Patlatma Mukavemet Değerleri

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların patlatma mukavemeti (*kPa*) değerlerinin grafiği Şekil IV.1.14.'de verilmiştir.

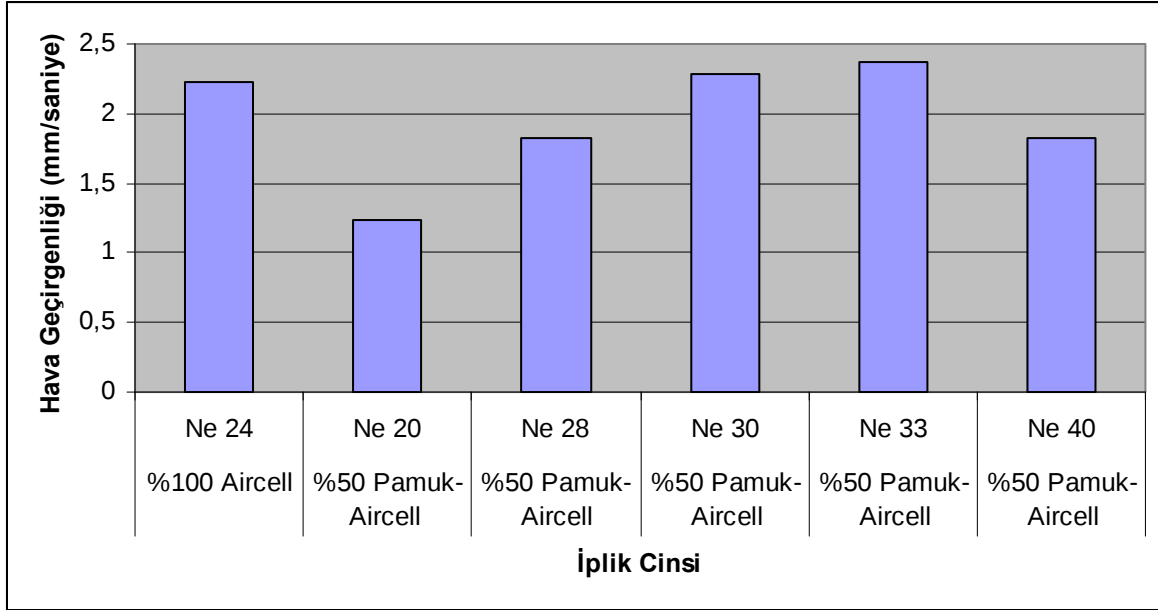


Şekil IV.1.14. Geleneksel Yöntemle Eğrilmiş %100 Mineral Takviyeli İplik Ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerle Örülmüş Kumaşların Patlatma Mukavemeti Değerleri (Kpa)

Şekil IV.1.14.'de %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların patlatma mukavemeti değerleri görülmektedir. Patlatma mukavemeti ipliklerin numarasına göre değişen bir şekil izlemektedir. En kalın iplik olan Ne 20 numaralı iplik en iyi patlatma mukavemetine sahiptir. Daha sonra sırasıyla Ne 24, Ne 28, Ne30 ve Ne33 numaralı ipliğe doğru patlatma mukavemeti düşmektedir. En düşük değere de en ince yapıya sahip olan Ne 40 numaralı iplik sahiptir.

IV.1.2.6. Kumaşların Hava Geçirgenliği

Geleneksel yöntemle eğrilmiş %100 mineral takviyeli iplik ve %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerle örülmüş kumaşların hava geçirgenliği (*mm/saniye*) değerlerinin grafiği Şekil IV.1.15.'de verilmiştir



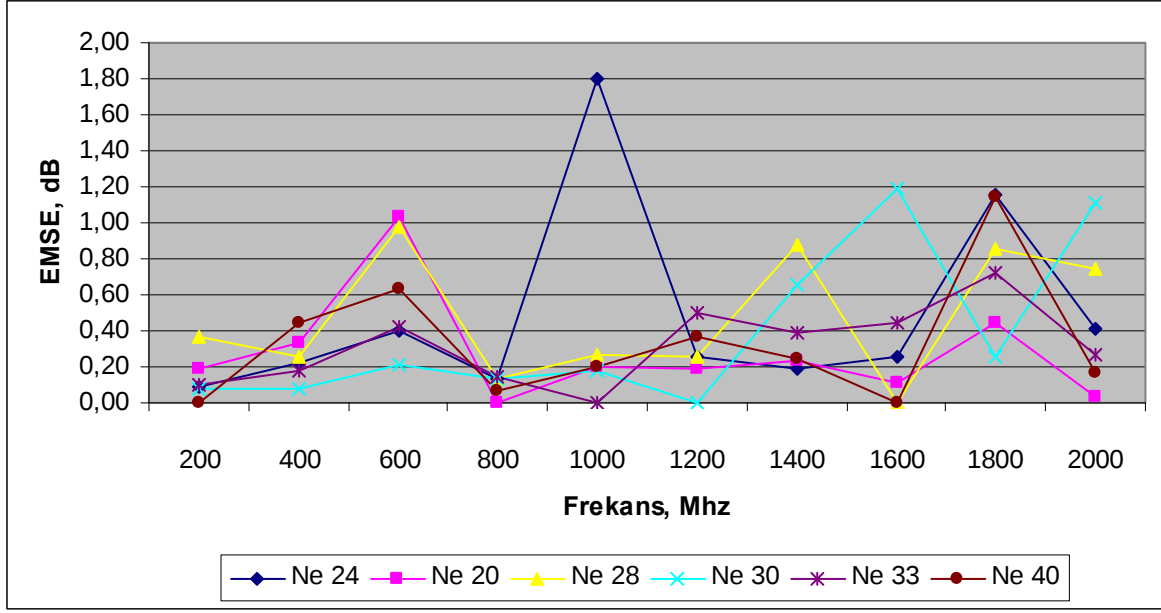
Şekil IV.1.15. Geleneksel Yöntemle Eğrilmiş %100 Mineral Takviyeli İplik Ve %50 Pamuk Karışımı Mineral Takviyeli İpliklerle Örülmüş Kumaşların Hava Geçirgenliği Değerleri (mm/saniye)

Şekil IV.1.15.'de de görüldüğü gibi fazla hava geçiren kumaş Ne 33 numara ile %50 pamuk karışımı mineral takviyeli ipliklerden oluşmuş yüzeydir. Ne 30 ve %100 mineral takviyeli Ne 24 numaralı iplikten oluşmuş yüzeyler en çok Ne 33'teki kadar hava geçirmektedir. En az hava geçiren yüzey Ne 20 numaralı iplikten oluşmuş %50 pamuk karışımı mineral takviyeli yüzeydir.

IV.2. ELEKTROMAGNETİK KALKANLAMA ETKİNLİLİĞİNİN (EMSE) DEĞERLENDİRİLMESİ

IV.2.1. Tek Kat Örme Kumaşın Sütun Yönü EMSE Değişimi

Tek kat örme kumaşın sütun yönü *EMSE* değişimi Şekil IV.2.1.'de verilmiştir.



Şekil IV.2.1. Tek kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

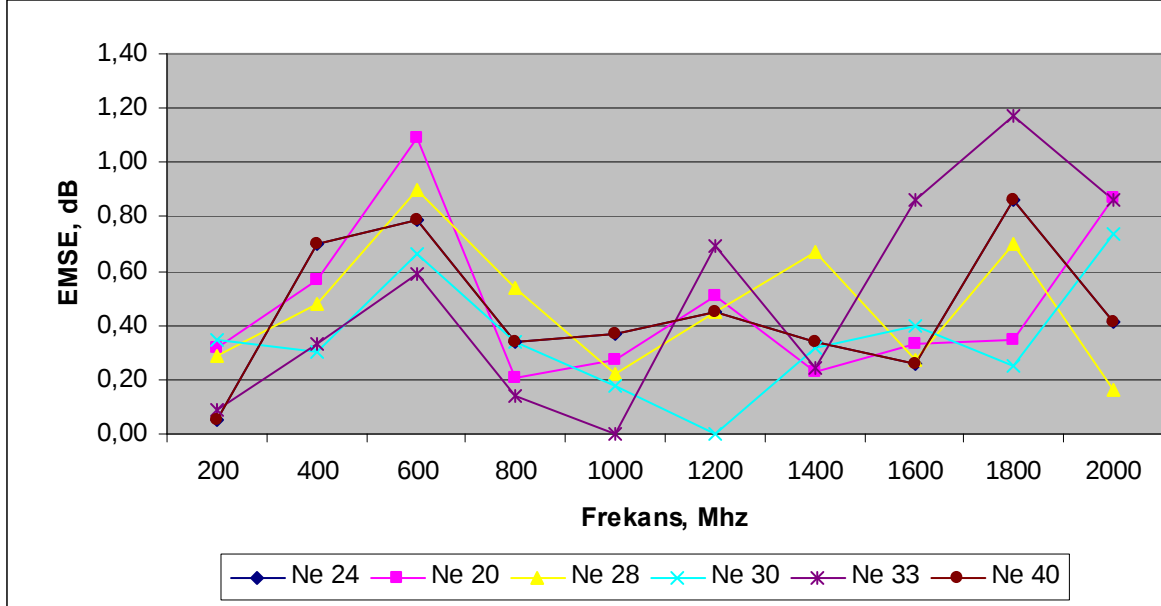
Şekil IV.2.1.'de incelendiğinde; genel olarak tek kat örme kumaşın sütun yönü Elektromagnetik kalkanlama etkinliğinin (*EMSE*) az olduğu görülmektedir. Ancak genel olarak bütün değerler 0 dB'in üstünde bulunmaktadır. Bu gönderilen sinyalin karşı tarafa azalarak gitmiş olduğunun ve dolayısıyla az da olsa kumaşın Elektromagnetik kalkanlama etkinliğinin olduğunun bir kanıtıdır.

Ne 24 numaralı iplikten üretilmiş %100 mineral takviyeli kumaşın 1000 Mhz frekans aralığında en iyi kalkanlama etkinliğini göstererek 2 dB EMSE değerine kadar ulaştığını gözlemlemektedir. Genel olarak diğer kumaşların EMSE değerleri 1,20 dB civarında ya da altında olduğu gözlemlenmektedir.

Bazı kumaşların EMSE değeri zaman zaman bazı frekanslarda 0 dB olduğu gözlemlenmesinin nedeni bu aralıklarda vericiden gönderilen sinyallerin alıcıdan aynı şekilde alınmasından kaynaklanmaktadır.

IV.2.2. Çift Kat Örme Kumaşın Sütun Yönü EMSE Değişimi

Çift kat örme kumaşın sütun yönü *EMSE* değişimi Şekil IV.2.2.'de verilmiştir.



Şekil IV.2.2. Çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

Şekil IV.2.2.'de Çift kat örme kumaşın sütun yönü *EMSE* değişimi incelenmiştir. Tek katlı örme kumaşların sütun yönü EMSE değerleri ile karşılaştırdığımız zaman genel olarak az da olsa bir yükselme gözlemlenmektedir.

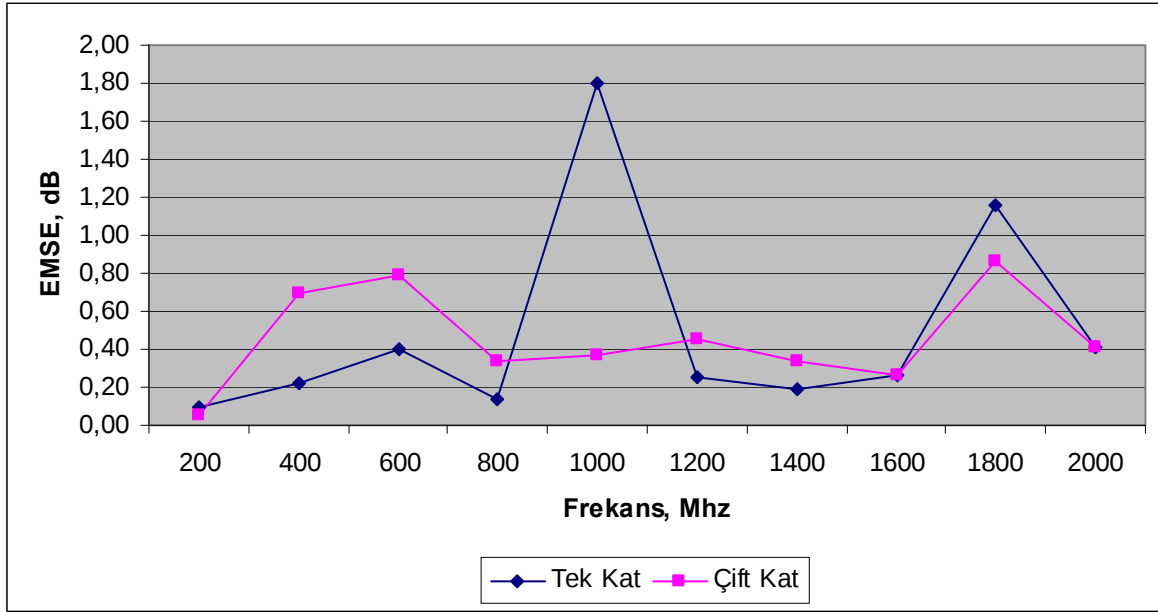
Şekilde Ne 40 numaralı iplikten örülmüş kumaşın EMSE değerlerinin 1800 Mhz frekans aralığında, Ne 20 numaralı iplikten örülmüş kumaşın 600 Mhz aralığında bir üst şekilde de gözlemlendiği gibi EMSE değerinin 1,20 dB aralığına çıktığı gözlemlenmektedir. Fakat genel olarak tek kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değerinden daha az bir kalkanlama değerine sahip olduğu tüm kumaşların hareketlerinin 0–1 dB aralığında değişmesinden anlaşılmaktadır.

600–400 Mhz frekans aralığında tüm kumaşların kalkanlama etkinliği aynı şekilde yükselen bir grafik sergilemiştir. Yine 1800 Mhz aralığında Ne 20- Ne 30 numaralı ipliklerden örülmüş kumaşlar dışında diğer kumaş yapılarında da aynı durum söz konusu olarak Kalkanlama etkinliğinde bir artış gözlemlenmiştir. Fakat bu iniş çıkışlar Elektro Manyetik Kalkanlama etkisi açısından göz önünde bulundurulamayacak kadar küçük değerlerdir.

Çift kat örme kumaşların EMSE değerine bakıldığında Ne 40 ve Ne 30 numaralı iplikler dışında tüm yapıların EMSE değerleri 0 dB kalkanlama etkinliği üzerindedir.

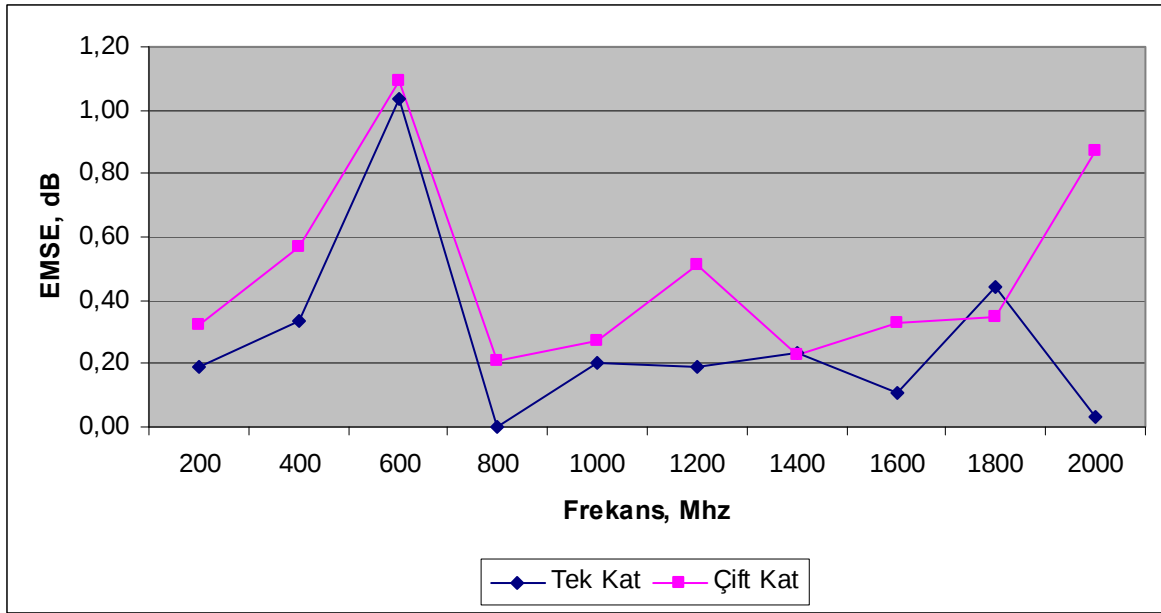
IV.2.3. Tek Ve Çift Kat Örme Kumaşın Sütun Yönü EMSE Değişim

Tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü *EMSE* değişimleri Şekil IV.2.3., Şekil IV.2.4., Şekil IV.2.5., Şekil IV.2.6., Şekil IV.2.7. ve Şekil IV.2.8.`de gösterilmiştir.



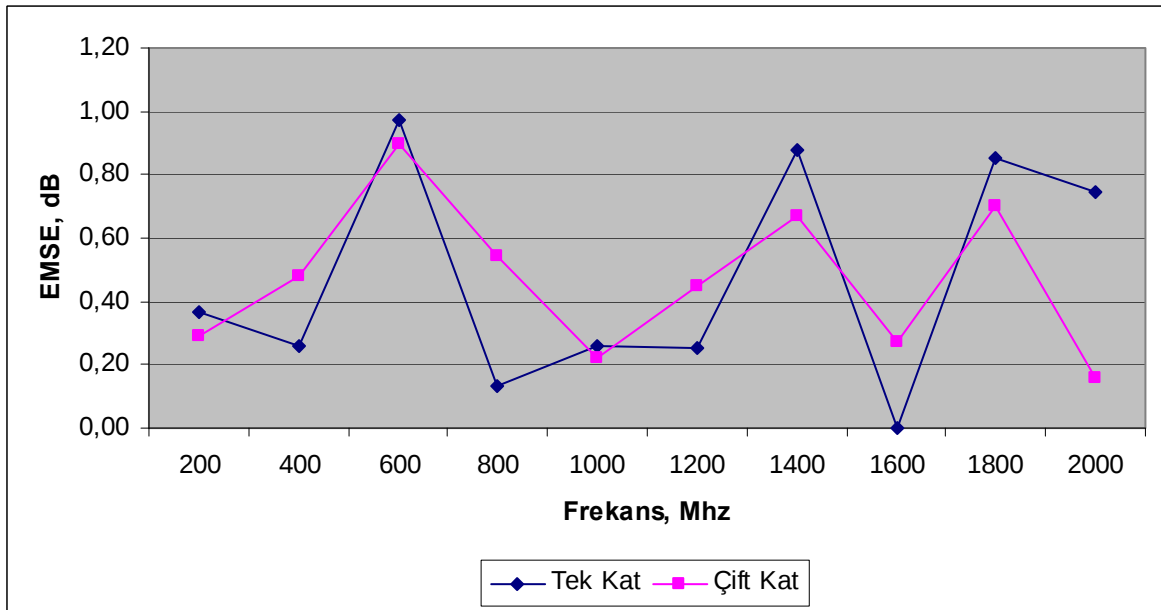
Şekil IV.2.3. Ne 24 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

Şekil IV.2.3. incelendiğinde genel olarak çift katlı kumaşın EMSE değeri tek katlı kumaşın EMSE değerine göre daha iyidir. Fakat Ne 24 numaralı tek kat kumaşın 1000 Mhz frekans ve 1800 Mhz aralığında çift katlı kumaşa göre önemli ölçüde EMSE değerinde yükselme gözlemlenmiştir. Bunun dışında Ne 24 tek kat ve çift kat kumaşlar arasında EMSE değerlerinin değişimleri aynı şekilde artan ve azalan bir grafik oluşturmuştur.



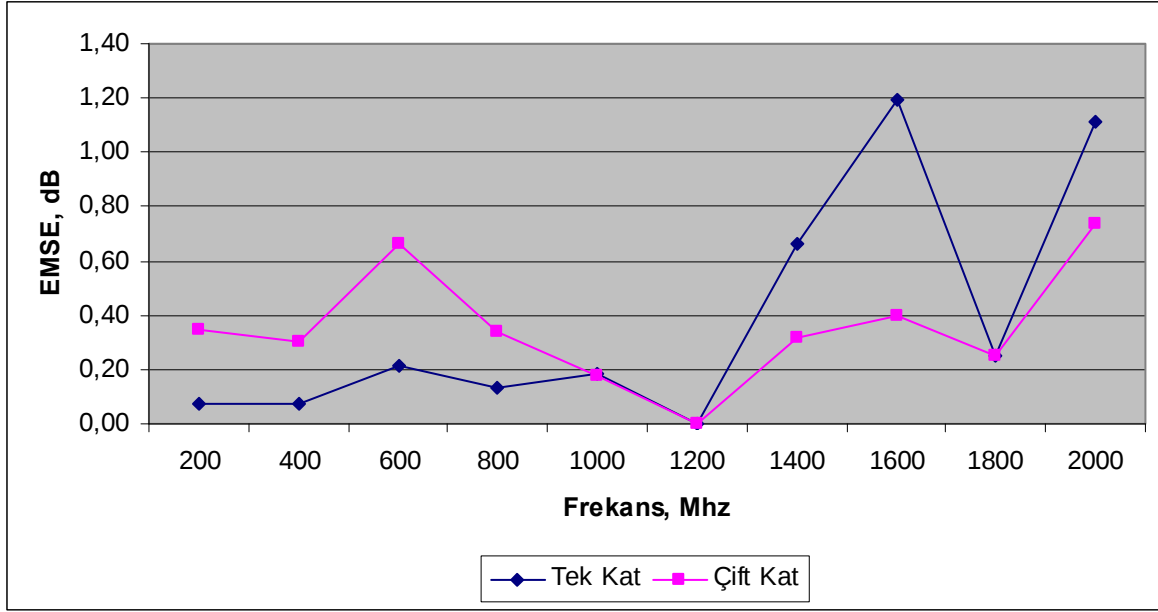
Şekil IV.2.4. Ne 20 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

Şekil IV.2.4. incelendiğinde %50 pamuk karışımlı mineral takviyeli Ne 20 numaralı ipliklerden oluşmuş çift katlı örme yüzeyin, tek katlı örme yüzeye oranla daha iyi EMSE değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. 600 Mhz frekans değerinde hem tek katlı hem de çift katlı örme yüzeyinde bir yükselme gözlemlenirken 800 Mhz frekansta tek kat örme kumaşın EMSE değeri 0 dB EMSE değerine düşmüştür benzer şekilde bir düşün çift katlı kumaşta da gözlemlenmektedir.



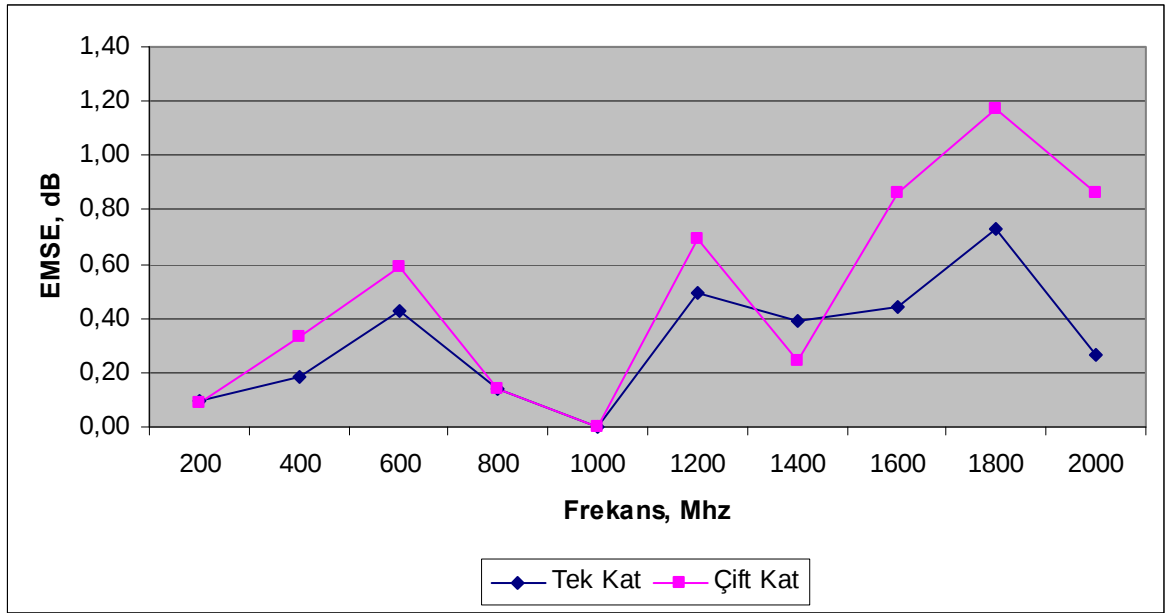
Şekil IV.2.5. Ne 28 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

Şekil IV.2.5. incelendiğinde Ne 28 numaralı tek kat ve çift kat kumaşın sütun yönü EMSE değeri 1000 Mhz dışında aynı dB değerinde iniş ve çıkışlara sahiptirler. En iyi kalkanlama etkinliği 1 dB'in olduğu nokta 600 Mhz frekans aralığıdır ki hem tek kat hem de çift kat kumaşın EMSE değerleri bu frekansta aynı şekilde yükselmiştir. 1400 ve 1800 Mhz frekans aralığında da yükselmeler aynı şekilde beraber yaşanmıştır.



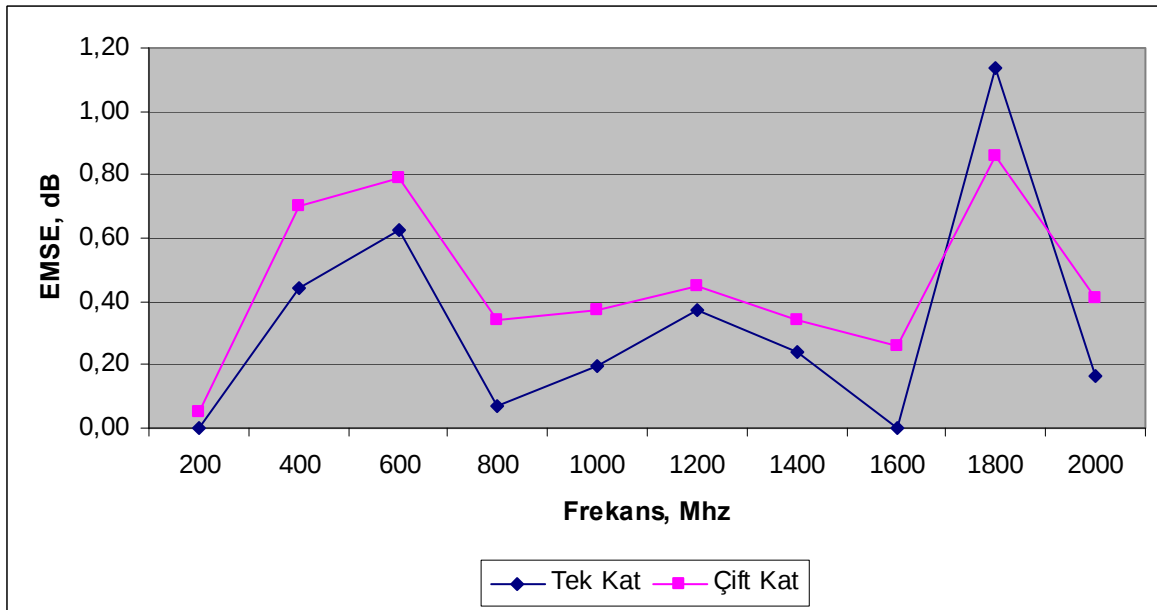
Şekil IV.2.6. Ne 30 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

Şekil IV.2.6. incelendiğinde çift kat örme kumaşın sütun yönü kalkanlama etkinliğinin 4 noktada (200, 400, 600 ve 800 Mhz aralığında), tek kat kumaşın satır yönü kalkanlama etkinliğinin ise 3 noktada (1400,1600,200 Mhz aralığında) daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. 1600 Mhz frekansta hem tek hem de çift kat örme kumaş sütun yönünde bir ayrış gözlemlenirken en iyi kalkanlama etkinliği de bu noktada ve tek kat kumaş tarafından gerçekleşmiştir. Yine aynı şekilde 2000 Mhz aralığındaki yükselmeye tek kat kumaşta gözlemlenmiştir. Genel olarak Ne 30 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın EMSE değeri 0,50 dB seviyelerindedir.



Şekil IV.2.7. Ne 33 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

Şekil IV.2.7. incelendiğinde burada da çoğu kumaşta olduğu gibi çift kat kumaş sütun yönü EMSE değeri, tek kat kumaş sütun yönü EMSE değerinden daha iyidir. Ne 33 numaralı tek kat ve çift kat örme kumaşı 1000 Mhz frekans aralığında 0 dB değeri aynı anda gözlemlenmektedir. Tek kat ve çift kat kumaş 1800 Mhz seviyesinde negatif yönde artış sergilemiş ve çift kat kumaşın sütun yönü örme değeri 1,20 dB değere ulaşmıştır. Yükselme ve alçalmalar genel olarak çift ve tek kat kumaşlarda aynı şekilde seyretmiştir.



Şekil IV.2.8. Ne 40 numaralı tek ve çift kat örme kumaşın sütun yönü EMSE değişimi

Şekil IV.2.8. incelendiğinde Ne 40 numaralı ipliklerden oluşmuş öreme kumaşın EMSE değerleri 200 ve 1600 Mhz frekans seviyesi hariç 0 dB seviyesinin üstünde seyrettiği gözlemlenmektedir. 400 – 600 Mhz 1200 Mhz ve 1800 Mhz frekans aralıklarında hem çift katlı hem tek katlı kumaşın sütun yönü EMSE değerinde bir artış görülmektedir. 1800 Mhz frekans aralığında tek katlı kumaş çift katlı kumaşa göre EMSE değerlerinde yükselme daha fazla olmuştur. Tek katlı kumaşın EMSE değeri 1800 Mhz frekans aralığında 1,20 dB değerine yükselmiştir. Genel olarak çift katlı kumaş tek katlı kumaşa oranla daha iyi kalkanlama özelliği sergilemiştir.

BÖLÜM V.

SON DEĞERLENDİRMELER ve ÖNERİLER

V.1. SON DEĞERLENDİRMELER

Üretilen ipliklerin ve kumaşların mekanik özellikleri değerlendirildiğinde;

- Üretilen ipliklerin büküm değerleri karşılaştırıldığında; iplik inceldikçe büküm değeri artmaktadır. Buda bükümün ipliğin numarası ile ters orantılı olarak yükseldiğini ifade eder.
- Üretilen ipliklerin düzgünsüzlükleri karşılaştırıldığında ştapel halde eğirilen %100 mineral takviyeli iplik ile %50 pamuk karışımlı iplik karşılaştırıldığında %100 mineral takviyeli ipliğin değerinin daha iyi olması beklenir ki burada da beklenen sonuç gerçekleşmiştir. %50 pamuk karışımlı iplikleri kendi içerisinde karşılaştırsak; Ne 20 numaralı ipliğin değeri %100 Mineral takviyeli iplikten üretilmiş Ne 24 numaralı iplikten sonra en iyi değere sahiptir ve *Uster* istatistiklerine göre % 10 değer aralığındadır. Diğer %50 pamuk karışımlı ipliklerin düzgünsüzlükleri arasında önemli bir farklılık olmamakla birlikte %5 *Uster* İstatistik değerine sahiptirler.
- İnce yer değerinde %100 mineral takviyeli ipliğin değeri 22 birim civarında iken karışım ipliklerden en az ince yer Ne 20 numaralı iplikte görülmüştür. Bu iki iplik *Uster* değeriyle %95’lik değere sahiptirler. Ne 33 numaralı iplik ile Ne 40 numaralı ipliğin ince yer oranında 45 birime kadar yükselen bir artış gözlemlenmesine rağmen Ne 33 numaralı ipliğin *Uster* değeri %80, Ne 40 numaralı ipliğin *Uster* değeri ise %25 olarak gözükmektedir. Bu durumda Ne33 en az ince yer değerine sahip olan iplik Ne 40 numaralı ipliktedir. %100 mineral takviyeli ipliğin ince yer değeri tabloya göre daha az görülmesine rağmen *Uster* istatistiğine göre en fazla ince yer oranına sahip iplik Ne 24 numaralı iplik olarak belirlenir.
- En az kalın yer değerine sahip olan iplik %100 mineral takviyeli iplikten oluşmuş Ne 24 numaralı iplik olarak gözüken grafiği *Uster* değerlerine göre yorumlarsak Ne 24 numaralı ipliğin kalın yer oranı %81 olarak belirlenir. Artış değeri önemli ölçüde yükselerek artan bir grafik oluştururken %50 pamuk

karışımli mineral takviyeli iplikler kendi içlerinde karşılaştırılırsa 150 birim kalın yer değerine sahip Ne 20 numaralı iplikten Ne 40 numaralı ipliğe gidildikçe kalın yer değeri artmaktadır. Ne 40 numaralı ipliğin kalın yer değeri ise 400 birime kadar yükselmiştir. Bu büyük yükselişin sebebi olarak pamuğun karde olarak kullanılmasına bağlayabiliriz. Oransal değer olarak Ne28 ve Ne30 numaralı ipliklerin kalın yer değeri % 51, Ne33 %54 ve en Ne40 numaralı ipliğin değeri de %40 olarak gözükmemektedir.

- İpliklerdeki neps değerleri karşılaştırıldığında kalın yer değeri gibi bir grafik karşımıza çıkmaktadır fakat Uster İstatistiğine göre bütün ipliklerin değerleri %5 değerindedir. Bu nedenle neps açısından bir farklılık yoktur diyebiliriz.
- İplik mukavemeti karşılaştırıldığında Ne 24 numaralı iplik %100 mineral takviyeli polyester elyafından üretilmiş olmasından dolayı neredeyse yarı yarıya daha mukavemetli çıkmıştır. Fakat oransal değerlerde tüm ipliklerin değerleri %95 olarak tespit edilmiştir. Bu da aircell ve pamuk aircell karışımlarında mukavemet değerinin değişmediğini ortaya koymaktadır.
- Üretilen ipliklerin tüylülükleri karşılaştırıldığında mineral takviyeli ipliğin tüylülük değeri en azdır ki bu da beklenen bir değerdir. Ne 40 numaralı ipliğin büküm değerinden dolayı tüylük değeri 2. en iyi iplik olarak gözükür. En kötü değere sahip iplikler ise metrede yaklaşık 30 tüylülük değeri ile Ne 28 ve Ne 30 numaralı ipliklerdir.
- Kopma uzaması değerinin %13 civarında en yüksek değere %100 mineral takviyeli ipliğin sahip olması beklenen bir değerdir. Ne 20 numaralı %50 pamuk karışımli mineral takviyeli iplik Ne 24 numaralı iplikten sonra gelirken en kötü uzama değerine Ne 40 numaralı iplik % 6 uzama değeri ile sahiptir.
- Kumaşların gramaj tayinine bakıldığı zaman genel olarak ince numaralı ipliklerden örülmüş kumaşları gramaj değeri az gelirken kalın numaralı ipliklerin gramaj değeri beklendiği gibi yüksek çıkmıştır. Fakat Ne 30 numaralı iplikle örülen kumaşın sonucu beklenenden fazla geldiği tespit edilmiştir. Bu sonucun Ne 30 numaralı ipliğin kalın yer değerinin ve nepsin fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.
- Kumaşların boncuklanma değerleri incelendiğinde Ne 24, Ne 33 ve Ne 40 numaralı iplikler 2–3. değer aralıklarındaki kadar boncuklanma ile en iyi değere sahiptirler. Ne 28 ve Ne 30 3. değer aralığındadır. En kötü boncuklanma

değerine sahip lif ise 3–4 değer aralığında olan Ne 20 numaralı %50 pamuk karışımı mineral takviyeli iplikten üretilmiş kumaştır.

- Kumaşların sürtünme değerleri incelendiğinde %100 mineral takviyeli iplikten örülmüş kumaş en iyi değere sahiptir. Ardından Ne 20 numaralı yüzey gelmektedir. Pamuk karışımı mineral yüzeylerin değerleri pamuk lifinin karde olmasından ve iplik numarasının incelmesinden dolayı Ne 28, 30, 33 ve 40 numaralı ipliklerin sürtünme dayanımları daha düşüktür.
- Kumaşların patlatma mukavemeti değerleri incelendiğinde Ne 20 numaralı iplikten elde edilmiş yüzeyin patlatma mukavemeti en iyisidir. Bunun sürtünme mukavemetine de yansıdığı gözükmemektedir. Mukavemet değerlerine baktığımız zaman numaranın incelişmesiyle patla mukavemeti değeri de düşmüştür.

Üretilen kumaşların Elektromagnetik özellikleri değerlendirildiğinde;

- Üretilen örme kumaşların Elektromagnetik kalkanlama özellikleri incelendiğinde, genel olarak tek kat örme kumaşların çift kat örme kumaşlara oranla sütun yönü kalkanlama değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. %100 mineral takviyeli ipliklerden oluşturulmuş yüzeylerin kalkanlama etkinliği pamuk karışımındaki göre daha iyi olmasına karşın aralarında önemsenecek kadar büyük bir fark gözlemlenmemektedir.
- Her iplik numarası tek tek incelendiği zaman çift kat örme kumaşın sütun yönünün daha iyi olduğu gözlemlenmektedir. En iyi değere sahip iplik Ne 24 numara ile %100 mineral takviyeli ipliklidir. Buna rağmen kumaşların elektromanyetik kalkanlama değeri çok yüksek çıkmamıştır.
- Üretilen kumaşın kalkanlama değeri ipliğin ince olmasına rağmen yuvarlak örme makinelerine göre daha gevşek yüzeyler elde edilen düz örme makinesi ile örülmesinden dolayı çok iyi çıkmamıştır. Fakat yine de kumaşın kalkanlama etkinliğinin olduğu sonuçlarda açıkça gözükmemektedir.

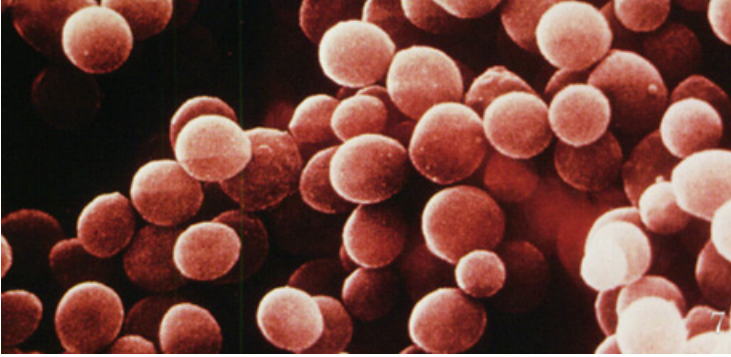
V.2. ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, bundan sonraki çalışmalara ışık tutması açısından aşağıdaki önerilerin yerinde olacağı düşünülmektedir.

- Bu çalışmada, kumaş üretiminde çift plaka düz örme makinesi kullanılarak elde edilen kumaşın Elektriksel özellikleri incelenmiş olup, iplik numaralarına göre davranışa bakılmıştır. Yapılacak çalışmalarda aynı iplik numaralarında ancak farklı tip makine ya da makine inceliklerinde çalışma yapılması, kumaş parametrelerinin elektromagnetik kalkanlama özelliği üzerindeki etkisini ortaya koyması açısından daha olumlu sonuçlar verebilir ki böylece kumaş yapısının elektromagnetik kalkanlama değerine ne gibi etkileri olmuş olacağı görülebilir.
- Mekanik sonuçların daha güvenilir olabilmesi için gelecek çalışmalarda karde pamuk yerine penye pamuk tercih edilmelidir.
- Bu çalışmaya benzer çalışmanın daha sıkı doku yapısına sahip olan dokuma kumaşlarla da tekrarlanması önemlidir.
- Elektromanyetik değerleri daha sağlıklı alabilmek için yagi anten sistemi ile oluşturulmuş düzenek yerine kumaşlar için özel olarak dizayn edilmiş elektromanyetik kalkanlama etkinliğini ölçen bir cihazın kullanılması tavsiye edilir.
- Bu elyafın kullanımını yaygınlaştırmak için diğer elyaflarla olan konfor özelliğini karşılaştıran bir çalışma yapılması elyafın bilinirliğini arttırmak için önemlidir.

Ekler

Ek-01: Staphylococcus Aureus Mikroskop Altında Staphylococcus Aureus Görünüşü



Türkçe’de **stafilokok** olarak bilinen stafilokoklar Yunanca’da stafil üzüm salkımı, koko ise granül anlamına gelir. Mikroskop altında yuvarlak üzüm taneleri gibi görünürler. Stafilokok cinsinin 31 türü vardır. Çoğu tamamen zararsızdır ve insan cildi ve mukoz membranları ile diğer organizmaların yüzeyinde bulunurlar. Tüm dünyada rastlanan ve toprakta bulunan mikroorganizma florasının ufak bir kısmını oluştururlar [87].

Patojenik türlerinden birisi de yaralarda enfeksiyona yol açabilen *staphylococcus aureus*dur. Bu bakteri kuru yüzeylerde yaşar ve geçirgenliği artırır. Bu türden olan metisiline-dirençli staphylococcus aureus (mrsa) hastaneden kazanılan enfeksiyonlarda ana etken olmuştur ve de toplumdan kazanılan enfeksiyonlarda ortaya çıkışı ve sıklığındaki artışı sonucu bu özelliği anlaşılmıştır. *S. Aureus* ayrıca toksik şok sendromuna da neden olabilmektedir. 1980’ler boyunca bazı tamponlar *s. Aureus*’un hızla üremesine yol açmış ve bu şekilde kana karışan toksinler salınmıştır. Herhangi bir *s. Aureus* enfeksiyonu stafilokokal haşlanmış cilt sendromuna yol açabilir. Bu durum ise derinin kana karışan ekzotoksine verdiği reaksiyon ile olur. Ayrıca piyemi diye adlandırılan bir çeşit septisemiye de yol açabilir [87].

Ek-02: Klebsiella pneumoniae

Klebsiella pneumoniae, adı üstünde pnömoni'ye sebep olan bakteridir. Klebsiella pneumoniae, kısa, uçları yuvarlak, 1–2 mikrometre boy ve 0.5-0.8 mikrometre eninde hareketsiz, sporsuz bir bakteridir. Uç uca iki'er iki'er kısa zincirler halinde veya tek tek bulunurlar. Çevrelerinde ise polisakkarit yapısında bir kapsül bulunur. Gram negatif olup, bakteriyolojik boyalarla iyi boyanırlar. Kapsül, sadece hastalık evresinde görülebilir, serumda normal ortalarda görünmez. Genel kullanım besi yerlerinde diğer tüm bağırsak bakterileri gibi üreyebilirler. En uygun 37 santigrat derecede ve pH 7'de iyi ürerler. Aerob veya gerektiğinde (fakültatif) anaerobtur. Hemen hemen bütün bakterileri asit ve gaz halinde parçalarlar. Özellikle nişastayı 4 günde parçalayabilmeleri, diğer bağırsak bakterilerinden ayırt edilmeleri için en önemli özelliktir. İmviç test sonuçları --++'dır. Yani indol ve metil kırmızısı testi olumsuz, voges proskauer ve sitrat testleri olumludur. Klebsiella'lar, kuru ortamlarda çok dayanıklı olup, sıcak ortamlarda (55 derece civarında) hemen ölürler. Oda sıcaklığında ise haftalarca canlı kalabilir. Kemoterapötik maddelere (kanseri engelleyicilere) karşı da çok direnç gösterirler.

Klebsiella pneumoniae bakterileri, üst solunum ve dışkı florasında, bulunduğu yerlerde uygun koşulların oluşması veya yer değiştirip diğer sistemlere sıçraması halinde öncelikle pnömoniye sebep olur. Hastalık şiddetli ağrılar, titreme ve ateşin yükselmesi ile başlar. Ardından öksürükler kanlı ve irinli, balgamlı olur. Tedavisiz olgularda yüzde 60-70 ölüm görülebilir. Bu zatürre hastalığından başka, sinüzit, menenjit, anjin gibi bir çok hastalığa sebep olabilirler.

KAYNAKLAR

- [1] http://tubitakam.ege.edu.tr/dosyalar/medikal_2.pdf, (Temmuz,2007)
- [2] Öktem, T., Tekeoglu, S., Yeni Antimikrobiyal Sentetik Lifler - Tekstil ve Konfeksiyon, sayı:2, 1999 sayfa :94-100
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyester>, (Mayıs,2009)
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Polyethylene_terephthalate, (Mayıs,2009)
- [5] http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87ekme_gerilmesi, (Mayıs,2009)
- [6] http://tr.wikipedia.org/wiki/Elastisite_mod%C3%BCI%C3%BC, (Mayıs,2009)
- [7] <http://www.patentstorm.us>, Patent no: U 6,669,882 B2
- [8] ELSASSER, V.H., ‘Textiles’, Fairchild Publications, Newyork, 2005
- [9] BAŞER, İ., ‘Elyaf Bilgisi’ ,M.Ü., 1992, İstanbul
- [10] HORROCKS, A.R., ANAND S., ‘Teknik Tekstil El Kitabı’, 2003
- [11] www.anfelfire.com, (Mayıs,2009)
- [12] <http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCm%C3%BCC5%9F>, (Mayıs,2009)
- [13] <http://en.wikipedia.org/wiki/File:SilverUSGOV.jpg>, (Mayıs,2009)
- [14] <http://www.business-standard.com/india/news/silver-anti-microbial/213754/>, (Mayıs,2009)
- [15] <http://en.wikipedia.org/wiki/Silver>, (Mayıs,2009)
- [16] "Silver in Textiles and Clothing". Americanelements.com
- [17] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Jadeit>, (Mayıs,2009)
- [18] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Jadestein.jpg>, (Mayıs,2009)

- [19] [http://tr.wikipedia.org/wiki/Nefrit_\(mineral\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Nefrit_(mineral)), (Mayıs,2009)
- [20] http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Chinese_jadeite_buttons.jpg, (Mayıs,2009)
- [21] <http://www.bitkiseldiyet.com/sifali-taslar-yesim-tasi-ve-faydalari.html>, (Mayıs,2009)
- [22] http://www.createandknit.co.uk/index.php?main_page=index&cPath=1_15_39, (Mayıs,2009)
- [23] <http://en.wikipedia.org/wiki/Hornblend>, (Mayıs,2009)
- [24] <http://www.seslisozluk.com/?word=hornblende&from=hornblend>, (Mayıs,2009)
- [25] http://books.google.com.tr/books?id=Vj7A9jRZP0C&pg=PA30&lpg=PA30&dq=hornblende+textile&source=bl&ots=zr01njzFFw&sig=6tkI7yBHFQ_5xv9xo-jXd_Nh290&hl=tr&ei=k6E6SoSFJM6osgbjiIDYBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2, (Mayıs,2009)
- [26] Guthrie Jr., George D.; “Mineral properties and their contributions to particle” , Environmental Health Perspectives Supplements., 10780475, Vol. 105, Supplement 5, (**Ekim 1997**)
- [27] Goldschmidt Abstracts 2008- D; “Geochimica et Cosmochimica Acta”, Volume 72, Issue 12, Supplement 1, (**Temmuz, 2008**), Pages A194-A236
- [28] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Zeolit>, (Mayıs,2009)
- [29] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:ZeolitesUSGOV.jpg>, (Mayıs,2009)
- [30] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Zeolite-ZSM-5-3D-vdW.png>, (Mayıs,2009)
- [31] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Zirkonyum>, (Mayıs,2009)
- [32] http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Zirconium_rod.jpg, (Mayıs,2009)
- [33] Eugenio Oñate, Bernard Kröplin; “Textile Composites and Inflatable Structures II”
- [34] “Alumina-Mullit Kompozit Seramik Malzeme Üretiminin Araştırılması”, Metal Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı, 2007

- [35] <http://www.zyncgs.com/english/pic/2008710173916.jpg>, (Mayıs,2009)
- [36] http://www.wearflex.com/page/products/Special_Ceramics/Mullite_Zirconia_and_SiAlON.htm, (Mayıs,2009)
- [37] Yazıcı, E.Y.; Alp, İ.; A.O. Yılmaz & O. Celep, M. Vieil; “Piezoelektrik Teknoloji ve Piezo-Malzeme Olarak Turmalin”,
- [38] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/TourmalineUSGOV.jpg>, (Mayıs,2009)
- [39] http://www.diytrade.com/china/4/products/5277400/Tourmaline_negative_ion_summer_quilt.html, (Mayıs,2009)
- [40] "Titanium", *Encyclopædia Britannica Concise*. (2007).
- [41] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Ti.22.jpg>, (Mayıs,2009)
- [42] Krebs, Robert E., “*The History and Use of Our Earth's Chemical Elements: A Reference Guide (2nd edition)*”, Westport, CT: Greenwood Press. ISBN 0-313-3r3438-2 **(2006)**.
- [43] Matthew J. Donachie, Jr., “*TITANIUM: A Technical Guide*”, sf.11, Metals Park, OH: ASM International. ISBN 0-87170-309-2 **(1988)**.
- [44] Barksdale, Jelks, “The Encyclopedia of the Chemical Elements”, 732-38 "Titanium", Skokie, Illinois: Reinhold Book Corporation. LCCCN 68-29938 **(1968)** .
- [45] "Titanium", *Columbia Encyclopedia* (6th edition), New York: Columbia University Pres, ISBN 0-7876-5015-3 **(2000 – 2006)** .
- [46] Barbalace, Kenneth L., Periodic Table of Elements: Ti - Titanium. **(2006)** , 2006-12-26 tarihinde erişilmiştir.
- [47] <http://tekstilportal.org/forum/index.php?topic=69.0>, (Mayıs,2009)
- [48] http://www.alibaba.com/product-free/11967756/Air_Cell_Yarn/showimage.html, (Mayıs,2009)

- [49] Althere Ltd. Tanıtım Broşürü.
- [50] Seyfi, L.: “Cep Telefonu Işımasının Kullanıcı Yönünde Ekranlama Yöntemiyle Zayıflatılması”, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, (2006)
- [51] http://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromanyetik_dalgalar, (Mayıs,2009)
- [52] http://www.innova-teknoloji.com/icerik.asp?konu=kutuphane&id=9&tip=&konu_baslik, (Mayıs,2009)
- [53] www.biltek.tubitak.gov.tr, (Mayıs,2009)
- [54] <http://www.msxlab.org/forum/fizik/201219-ems-elektromanyetik-spektrum-elektromanyetik-tayf.html>, (Mayıs,2009)
- [55] www.emo.org.tr, (Mayıs,2009)
- [56] www.lisefizik.com, (Mayıs,2009)
- [57] www.ito.org.tr, (Mayıs,2009)
- [58] <http://www.forumti.com/saglik/4333-elektromanyetik-radyasyonlar-ve-sagliga-olumsuz-etkileri.html>, (Mayıs,2009)
- [59] www.textara.com, (Mayıs,2009)
- [60] http://antrak.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=1067, (Mayıs,2009)
- [61] <http://www.reliabilityweb.com/excerpts/excerpts/ApplDECIBEL.pdf>, (Mayıs,2009)
- [62] http://www.emo.org.tr/ekler/025b6279c1b88d3_ek.pdf, (Mayıs,2009)
- [63] http://www3.dogus.edu.tr/lsevgi/LSevgi/E&O/EO_Aral%C4%B1k04.pdf, (Mayıs,2009)
- [63] Ulusoy, M. B., Kosova, S.; Kişisel Görüşme (Bilkont Tekstil İşletmesi İplil 1 ve İplik 2 müdürleri), **2007–2009**.
- [65] TRUTZSCHLER; “İplik Makineleri Katalogları”, 4–19.

- [66] Yaşar, D. ; Kişisel Görüşme (Bilkont Tekstil İşletmesi İplik 2 şefi), **2005–2009**.
- [67]ULUÇAY, U. ; “Harman-Hallaçta Modern Teknoloji”, *Tekstil Maraton*, 1, (1997), 34–38.
- [68] Altun, Ş. ; “ Taraklamada Yeni Bir Boyut”, *Tekstil Maraton*, 2, (1997), 32–38.
- [69] RIETER “İplik Makineleri Katalogları”, 2–9.
- [70] TOYOTA “Penye ve Fitol Makineleri Katalogu”, (4–9)-(12-15).
- [71] Akalın, M.: “Tekstilde Fiziksel Testler”, Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü Ders Notları, İstanbul, (1995)
- [72] TS 244 “Tekstil-İplikler-Doğrusal Yoğunluk Tayini (Çile Metodu)”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, Türkiye
- [73] TS 247 “İpliklerin Bükümünün Tayini”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, Türkiye
- [74] Usta, İ.: “Tekstilde Enstürmantel Yöntemler I, Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü Ders Notları, İstanbul, (2007)
- [75] www.forumturka.net, (Mayıs,2009)
- [76] TS 247 “İpliklerin Bükümünün Tayini”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, Türkiye
- [77]Usta, İ.: “İpliklerde Tüylülüğü Etkileyen Faktörler ve Çözüm Yaklaşımları”, *Doktora Tez*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2000)
- [78] <http://kmskuba.blogspot.com/2007/06/dubied-el-rg-makinas-kms-kuba-makina.html>, (Mayıs,2009)
- [79] TS 7128 EN ISO 5084 “Tekstil ve Tekstil Mamüllerinin Kalınlık Tayini”
- [80] Empa Boncuklanma Foto-Standardı (Örmede)
- [81] Sular, V.; Okur, A.: “Kumaşlarda Aşınma ve Eskime”, *Tekstil Maraton*, Temmuz-Ağustos (2001) 34

- [82] www.laboratuvardunyasi.com, (Mayıs,2009)
- [83] Mavruz, S.; Oğulata, R.T.: “Pamuklu Örme Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin İncelenmesi Ve İstatistiksel Olarak Tahminlenmesi” , *Tekstil ve Konfeksiyon*, **(2009)**,1
- [84] MIL STD 285 Method for Evaluating Shielding Effectiveness (USA 1956)
- [85] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Desibel>, (Mayıs,2009)
- [86] <http://orgu.uzerine.com/index.jsp?objid=43> ,(Mayıs,2009)
- [87] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Stafilokoklar>, (Mayıs,2009)

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında İstanbul’da doğdu. İlk ve orta ve lise öğrenimini Kırklareli’nin Lüleburgaz ilçesinde tamamladı. 2006 yılında Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi bölümünden mezun oldu.

06/2006–02/2007 tarihleri arasında Kipaş Denim İşletmeler AŞ (İstanbul-Merkez Ofis) Denim İç Piyasa Yönetici Asistanı olarak görev yaptı.

2006 yılı Eylül ayında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Eğitimi bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı ve halen yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.