

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE ÜRETİLEN TEKSTİL TELEFLERİNİN
ÇEVRECİ BİR YAKLAŞIMLA GERİ KAZANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge YURTASLAN

Lif ve Polimer Mühendisliği Anabilim Dalı

ARALIK 2018

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE ÜRETİLEN TEKSTİL TELEFLERİNİN
ÇEVRECİ BİR YAKLAŞIMLA GERİ KAZANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Özge YURTASLAN
(161080906)**

Lif ve Polimer Mühendisliği Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şule ALTUN KURTOĞLU
Eş Danışman: Doç. Dr. Demet YILMAZ**

ARALIK 2018

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 161080906 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Özge YURTASLAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE ÜRETİLEN TEKSTİL TELEFLERİNİN ÇEVRECİ BİR YAKLAŞIMLA GERİ KAZANIMI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Şule ALTUN KURTOĞLU**
Bursa Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Doç. Dr. Demet YILMAZ**
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Pervin ANIŞ**
Bursa Uludağ Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Meral AKKOYUN
Bursa Teknik Üniversitesi

Savunma Tarihi : **12.12.2018**

FBE Müdürü : **Doç. Dr. Murat ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi/...../.....

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Özge YURTASLAN

İmzası :

X X X X X

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışması boyunca; araştırma projesine her türlü katkılarından dolayı Tübitak, Söktaş Tekstil San. ve Tic. A.Ş Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş'ye öncelikli olarak teşekkürlerimi sunarım.

Tez danışmanım ve proje yürütücüsü Sayın Prof. Dr. Şule ALTUN KURTOĞLU'na, eş danışmanım ve proje yardımcı araştırmacısı Sayın Doç. Dr. Demet YILMAZ'a her türlü bilgi birikiminin yanında göstermiş oldukları maddi, manevi güç ve destekleri için sonsuz şükranlarımı sunarım.

Söktaş Tekstil San. ve Tic. A.Ş Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş Ar-Ge müdürü Sayın Orhun Ek ve Ar-Ge şefi Sayın Ahmet Cem DAVUL'a her türlü desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca denemeler boyunca her türlü işletme olanaklarından yararlanmamızı sağlayan Söktaş Tekstil San. ve Tic. A.Ş Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş ve proje yardımcı personelleri; Sayın Mehmet Akif DEĞİRMENDERE, Arif YAVAŞ, Cemile SAKALLI, İsmail ÖNAL'a araştırma projesi boyunca tüm destekleri için şükranlarımı sunarım.

Yine çalışmalar boyunca her türlü bilgi birikimi ve donanımı ile desteklerini esirgemeyen, Reysan İplik Tekstil Sanayi Dış Ticaret Ltd. Şti'ne, Sayın Engin ÖNER'e, ayrıca işletme müdürü Sayın Mehmet SAĞ ve İşletme Şefi Fahri TEKİNŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerinden dolayı Adil YURTASLAN, Bediriye YURTASLAN ve Burak Ramazan YURTASLAN'a sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Aralık 2018

Özge Yurtaslan

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	viii
SEMBOLLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GÜNÜMÜZ GENEL ÇEVRE PROBLEMLERİ.....	3
2.1 Pamuğun Çevresel Etkileri.....	4
2.2 Pamuk Lifi Üretim Miktarları	6
2.3 Pamuk İplikçiliği Eğirme Sistemleri ve İplik Üretim Aşamaları.....	8
2.4 Tekstil Teleflerinin Geri Kazanım Metodları ve Önemi	10
2.5 Geri Kazanılmış Elyafın Kullanım Yerleri	13
3. MALZEME VE YÖNTEM	18
3.1 Malzeme	18
3.1.1 Penye ring iplik üretim prosesi telefleri	19
3.1.1.1 Telef türleri.....	23
3.1.1.2 Telef formları	24
3.1.1.3 Temizlik miktarları.....	24
3.1.1.4 Telef miktarları.....	25
3.1.2 Dokuma kumaş üretim prosesleri telefleri	25
3.1.3 Ham orijinal pamuk	27
3.2 Yöntem	27
3.2.1 Teleflerin ön değerlendirme çalışmaları	28
3.2.2 Teleflerden penye ring iplik üretimi	30
3.2.3 Teleflerden OE-Rotor iplik üretimi.....	30
3.2.3.1 İşlem adımları.....	32
3.2.3.2 Üretilen iplik numunelerinin analiz edilmesi.....	35
3.2.4 Dokuma kumaş teleflerinin açılma işlemi	36
3.2.5 Teleflerden dokuma kumaş üretimi ve kumaşlara ait performans testleri	37
3.2.6 Yaşam döngüsü değerlendirmesi	38
3.2.6.1 Küresel ısınma potansiyeli	39
3.2.6.2 Ozon tabakası incelenmesi.....	39
3.2.6.3 Asidifikasyon	39
3.2.6.4 Ötrofikasyon.....	39
3.2.6.5 Fotokimyasal oksidasyon	40
3.2.6.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan.....	40
3.2.6.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil.....	40

3.2.6.8 Deniz ekotoksitesitesi	40
3.2.6.9 Akarsu ekotoksitesitesi	41
3.2.6.10 Karasal ekotoksitesite	41
3.2.6.11 İnsan sağlığına etkiler	41
3.2.6.12 Kümülatif enerji ihtiyacı	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	42
4.1 Elyaf Özellikleri	42
4.1.1 İplik eğirme istikrar indeksi	43
4.1.2 Elyaf uzunluğu	44
4.1.3 Uzunluk üniformitesi	45
4.1.4 Elyaf inceliği	45
4.1.5 Elyaf olgunluğu	46
4.1.6 Elyaf mukavemeti	47
4.1.7 Elyaf kopma uzaması	47
4.1.8 Kısa elyaf miktarı	48
4.1.9 Renk özellikleri	48
4.1.10 Elyaf nepsı ve tohum kabuğu nepsı	49
4.1.11 Elyaf kirliliği	50
4.1.12 Genel değerlendirme	50
4.2 Pnömfıl Telefleri ile Yapılan Üretim Denemelerine Ait Sonuçlar	53
4.2.1 Konvansiyonel ring iplik üretimi	53
4.2.1.1 İplik Özellikleri	54
4.2.1.2 Dokuma kumaşların özellikleri	59
4.2.2 OE-Rotor iplik üretim denemeleri	60
4.2.2.1 İplik özellikleri	61
4.2.2.2 Dokuma kumaşların özellikleri	66
4.3 Pnömfıl ve diğer telef türlerinin çeşitli elyaflarla karıştırılması ile yapılan üretim denemelerine ait sonuçlar	67
4.3.1 OE-Rotor iplik üretimi ve iplik özellikleri	69
4.3.1.1 İplik düzgünsüzlüğü	71
4.3.1.2 Mukavemet	72
4.3.1.3 Kopma uzaması	75
4.3.1.4 Büküm	77
4.3.2 Dokuma kumaş üretimi ve kumaş özellikleri	77
4.4 Açma İşleminde Geçirilen Dokuma Kumaş Telefleri ile Yapılan Üretim Denemelerine Ait Sonuçlar	81
4.4.1 OE-Rotor iplik üretimi ve iplik özellikleri	82
4.4.2 Dokuma kumaş üretimi ve kumaş özellikleri	83
4.5 PLA ve telef karışımı iplik üretim denemeleri	84
4.6 Yaşam döngüsü değerlendirmesi sonuçları	86
4.6.1 %100 Orijinal pamuk Ne 20/1 OE-Rotor iplik için çevresel etki analizi	87
4.6.1.1 Küresel ısınma potansiyeli	87
4.6.1.2 Ozon tabakası incilmesi	88
4.6.1.3 Asidifikasyon	88
4.6.1.4 Ötrofikasyon	88
4.6.1.5 Fotokimyasal oksidasyon	88
4.6.1.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan	88
4.6.1.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil	88
4.6.1.8 Deniz Ekotoksitesitesi	89
4.6.1.9 Akarsu Ekotoksitesitesi	89

4.6.1.10 Karasal ekotoksosite	89
4.6.1.11 İnsan Sağlığına Etkiler	89
4.6.1.12 Kümülatif Enerji İhtiyacı	89
4.6.2 %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor iplik için çevresel etki analizi	89
4.6.2.1 Küresel ısınma potansiyeli	89
4.6.2.2 Ozon tabakası incelmeleri	90
4.6.2.3 Asidifikasyon	90
4.6.2.4 Ötrofikasyon	90
4.6.2.5 Fotokimyasal oksidasyon	90
4.6.2.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan	90
4.6.2.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil	91
4.6.2.8 Deniz ekotoksitesitesi	91
4.6.2.9 Akarsu ekotoksitesitesi	91
4.6.2.10 Karasal ekotoksosite	91
4.6.2.11 İnsan sağlığına etkiler	91
4.6.2.12 Kümülatif enerji ihtiyacı	92
4.6.3 %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor iplik için çevresel etki analizi	92
4.6.3.1 Küresel ısınma potansiyeli	92
4.6.3.2 Ozon tabakası incelmeleri	92
4.6.3.3 Asidifikasyon	92
4.6.3.4 Ötrofikasyon	92
4.6.3.5 Fotokimyasal oksidasyon	93
4.6.3.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan	93
4.6.3.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil	93
4.6.3.8 Deniz ekotoksitesitesi	93
4.6.3.9 Akarsu ekotoksitesitesi	93
4.6.3.10 Karasal ekotoksosite	94
4.6.3.11 İnsan sağlığına etkiler	94
4.6.3.12 Kümülatif enerji ihtiyacı	94
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	98
EKLER.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	125

KISALTMALAR

ADF	: Abiotic depletion factor/Abiyotik çöktürme faktörü
CFC	: Chlorofluorocarbon/Klorofluorokarbon
GWP	: Global warming potential/Küresel Isınma Potansiyeli
HES	: Hidroelektrik santrali
HVI	: High volume instrument
LCA	: Life cycle assessment/Yaşam döngü değerlendirmesi(YDD)
LHV	: Lower heating value/Alt ısıtma değeri
LYC	: Lycra(likra)
MDTA	: Microdust and trash analyser with rotor attachment
OE	: Open-End/Açık uç
PES	: Polyester/Poliester
PET	: Polyethylene terephthalate/Polietilenteraftalat
PLA	: Polylacticacid/Polilaktikasit
rCO	: Recycle cotton/Geri dönüştürülmüş pamuk
rPET	: Recycle polyethylene terephthalate/Geri dönüştürülmüş polietilenteraftalat
SCI	: Spinning consistency index/İplik eğrilebilirlik indeksi
SCN	: Seed cotton neps/Çiğit partikül neps sayısı
SFI	: Short fiber index/Kısa lif indeksi
VOC	: Volatile organic compounds/Uçucu organik bileşikler

SEMBOLLER

α	: Büküm katsayısı
C	: Santigrat celsius
kg	: Kilogram
m	: Metre
°	: Derece



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Telef yönetimi ve hammadde kullanım ekonomisi verileri	6
Çizelge 2.2 : Eğirme sistemlerinin sınıflandırılması	9
Çizelge 3.1 : Penye ring iplik üretim proseslerinde oluşan telefler ve bölgeleri	21
Çizelge 3.2 : Penye ring iplik üretim proseslerinde oluşan teller ve içerikleri.....	22
Çizelge 3.3 : Dokuma işletmesinde oluşan telefler	25
Çizelge 3.4 : İplik ve dokuma işletmelerine ait telef miktarları	26
Çizelge 3.5 : Üretilen OE-Rotor iplik denemeleri	31
Çizelge 3.6 : Lakshimi LC363 Tarak makinesine ait teknik veriler	35
Çizelge 3.7 : OE-Rotor makinesine ait teknik veriler.....	35
Çizelge 3.8 : Dokuma kumaş teleflerinden oluşan harmanlar	36
Çizelge 3.9 : Dokuma kumaşlara uygulanan testler ve standartları.....	38
Çizelge 4.1 : Uster HVI cihazında elde edilen elyaz özelliklerine ait sonuçlar	42
Çizelge 4.2 : Uster HVI cihazında elde edilen elyaf özelliklerine ait sonuçlar	43
Çizelge 4.3 : Uster AFİS cihazından elde edilen elyaf özelliklerine ait sonuçlar	43
Çizelge 4.4 : Uster HVI cihazından elde edilen elyaf özelliklerine ait sonuçlar	43
Çizelge 4.5 : Uster HVI cihazından elde edilen liflere ait renk sonuçları	49
Çizelge 4.6 : Uster HVI cihazından elde edilen döküntü sonuçları.....	50
Çizelge 4.7 : Elyaf özelliklerine ait sonuçların değerlendirilmesi.....	52
Çizelge 4.8 : Telefler ve kullanılacak eğirme sistemi.....	53
Çizelge 4.9 : % 100 pamuk ve %5 telef içeren konvansiyonel ring ipliklere ait iplik kalite değerleri.....	54
Çizelge 4.10 : %5 pnömofil telef karışımı Ne 50 ve Ne 70 numara konvansiyonel ring iplikten dokunan kumaşların fiziksel ve mekanik test sonuçları	59
Çizelge 4.11 : %5 pnömofil telef karışımı Ne 50 ve Ne 70 numara konvansiyonel ring iplikten dokunan kumaşların haslık sonuçları	60
Çizelge 4.12 : % 100 pnömofil telef içerikli ve referans ipliklere ait iplik özellikleri	61
Çizelge 4.13 : % 100 Pnömofil telefinden üretilen OE-Rotor ipliklerden dokunan kumaşların üretim parametreleri	66
Çizelge 4.14 : % 100 Pnömofil telefinden Ne 23 numara ve Ne 30 OE-Rotor iplik 3/2 ve 2/2 panama dokuma kumaşların fiziksel ve mekanik test sonuçları	66
Çizelge 4.15 : % 100 Pnömofil telefinden Ne 23 numara ve Ne 30 OE-Rotor iplik 3/2 ve 2/2 panama dokuma kumaşların haslık testleri sonuçları.....	67
Çizelge 4.16 : Ring pnömofil teleflerinden oluşturulan harman karışımları	68
Çizelge 4.17 : Harmanlarda kullanılan orijinal pamuk ve telef türlerine ait tek lif uzunluğu ve mukavemeti sonuçları.....	68
Çizelge 4.18 : Teleflerden oluşturulan harmanlarda oluşan kayıp elyaf miktarları ..	69
Çizelge 4.19 : Ring iplik teleflerinden oluşturulan harman karışımları ve üretilen iplikler	69
Çizelge 4.20 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster tester 3 sonuçları ..	70

Çizelge 4.21 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster Tensorapid sonuçları	70
Çizelge 4.22 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait büküm değerleri	77
Çizelge 4.23 : Dokuma kumaş üretim denemeleri.....	78
Çizelge 4.24 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklerden dokunan kumaşlara ait fiziksel ve mekanik test sonuçları	79
Çizelge 4.25 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklerden dokunan kumaşların haslık testleri sonuçları	79
Çizelge 4.26 : Açılan dokuma teleflerine ait harmanlar	81
Çizelge 4.27 : Açılan dokuma teleflerine ait harmanlar ve üretilen iplikler	83
Çizelge 4.28 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster tester 3 sonuçları	83
Çizelge 4.29 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster Tensorapid sonuçları	83
Çizelge 4.30 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait fiziksel ve mekanik test sonuçları	84
Çizelge 4.31 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait fiziksel ve mekanik test sonuçları	84
Çizelge 4.32 : PLA üretiminde kullanılan harmanlar	84
Çizelge 4.33 : PLA karışımlarının iplik özellikleri	85
Çizelge 4.34 : OE-Rotor iplik üretiminin potansiyel çevre etkileri.....	87

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Telef değerlendirme için örnek bir proses akışı ve geri kazanım tesisi.....	6
Şekil 2.2 : Başlıca ürün grupları açısından dünya iplik ihracatı	8
Şekil 2.3 : Karde ve ring iplik üretim prosesleri.....	9
Şekil 2.4 : Tekstil atıklarının geri dönüşüm olanakları	11
Şekil 2.5 : Atık yönetim hiyerarşisi	13
Şekil 3.1 : Çalışma boyunca takip edilen işlem basamakları.....	18
Şekil 3.2 : İplik hattı	19
Şekil 3.3 : İplik hattı ve numune alma noktaları.....	20
Şekil 3.4 : Ring iplik üretim prosesleri sonucu oluşan teleflere ait görüntüler.....	21
Şekil 3.5 : Ring iplik üretim prosesleri sonucu oluşan teleflere ait elyafların balya görüntüleri.....	22
Şekil 3.6 : İşletmeye ait teleflerin formları	24
Şekil 3.7 : 2015 yılı içerisinde iplik üretim proseslerinde oluşan telef miktarı dağılımları	25
Şekil 3.8 : Dokuma bölümünde oluşan iplik telefleri	26
Şekil 3.9 : Dokuma kenar telefleri	26
Şekil 3.10 : Dokuma proseslerinde oluşan telef miktarı dağılımları	26
Şekil 3.11 : Ham orijinal pamuk harmanı için kullanılan pamuk çeşitleri	27
Şekil 3.12 : Telefler ve işlem basamakları.....	28
Şekil 3.13 : Ön değerlendirme çalışmalarında izlenen işlem basamakları	29
Şekil 3.14 : Mikrotoz çer-çöp analiz test cihazına ait üniteler.....	29
Şekil 3.15 : OE-Rotor iplik eğirme prosesi.....	31
Şekil 3.16 : OE-Rotor iplik üretiminin gerçekleştirildiği ait harman hallaç dairesi ..	32
Şekil 3.17 : OE-Rotor iplik üretiminin gerçekleştirildiği makinelere ait görüntüler .	33
Şekil 3.18 : Laroche 6 aşamalı açma makinesi	36
Şekil 4.1 : İplik eğirme istikrar indeksi sonuçları	44
Şekil 4.2 : Elyaf uzunluğu sonuçları	44
Şekil 4.3 : Uzunluk üniformitesi.....	45
Şekil 4.4 : Elyaf inceliği.....	46
Şekil 4.5 : Olgunluk sonuçları	46
Şekil 4.6 : Elyaf mukavemeti.....	47
Şekil 4.7 : Elyaf kopma uzaması	48
Şekil 4.8 : Kısa elyaf miktarı sonuçları.....	48
Şekil 4.9 : Elyaf ve tohum kabuğu nepsisi	49
Şekil 4.10 : Kirlilik sonuçları.....	50
Şekil 4.11 : İplik düzgünsüzlüğü	54
Şekil 4.12 : İplik ince yer hata sonuçları.....	55
Şekil 4.13 : İplik kalın yer hata sonuçları	55
Şekil 4.14 : İplik neps hata sonuçları	55
Şekil 4.15 : İplik tüylülüğü	55

Şekil 4.16 : İplik mukavemeti.....	56
Şekil 4.17 : İplik kopma uzaması sonuçları.....	56
Şekil 4.18 : İplik mukavemeti değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	56
Şekil 4.19 : İplik kopma uzaması değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	56
Şekil 4.20 : İplik düzgünsüzlüğü sonuçları.....	63
Şekil 4.21 : İplik ince yer sonuçları.....	63
Şekil 4.22 : İplik kalın yer sonuçları.....	63
Şekil 4.23 : Neps sonuçları.....	64
Şekil 4.24 : İplik tüylülüğü sonuçları.....	64
Şekil 4.25 : İplik mukavemeti sonuçları.....	64
Şekil 4.26 : İplik kopma uzaması sonuçları.....	64
Şekil 4.27 : İplik mukavemeti değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	65
Şekil 4.28 : İplik kopma uzaması değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	65
Şekil 4.29 : Dokunan kumaşlara ait örgü raporu.....	66
Şekil 4.30 : Ne 30/1 OE-Rotor ipliklere ait düzgünsüzlük sonuçları.....	71
Şekil 4.31 : Ne 20/1 OE-Rotor ipliklere ait düzgünsüzlük sonuçları.....	72
Şekil 4.32 : Ne 16/1 OE-Rotor ipliklere ait düzgünsüzlük sonuçları.....	72
Şekil 4.33 : Ne 30/1 numara OE-Rotor ipliklere ait mukavemet sonuçları.....	73
Şekil 4.34 : Ne 20/1 numara OE-Rotor ipliklere ait mukavemet sonuçları.....	74
Şekil 4.35 : Ne 16/1 numara OE-Rotor ipliklere ait mukavemet sonuçları.....	74
Şekil 4.36 : Ne 30/1 numara OE-Rotor ipliklere ait kopma uzaması (%) sonuçları..	75
Şekil 4.37 : Ne 20/1 numara OE-Rotor ipliklere ait kopma uzaması (%) sonuçları..	76
Şekil 4.38 : Ne 20/1 numara OE-Rotor ipliklere ait kopma uzaması (%) sonuçları...	76
Şekil 4.39 : 6 aşamalı açma işlemine tabi tutulan dokuma teleflerine ait elyafların SEM görüntüleri.....	82
Şekil A.1 : Orijinal pamuk ürünün küresel ısınma potansiyeli.....	102
Şekil A.2 : Orijinal pamuk ürününün ozon tabakası incilmesi ağacı.....	103
Şekil A.3 : Orijinal pamuk ürünü asidifikasyon ağacı.....	104
Şekil A.4 : Orijinal pamuk ürünü ötrofikasyon ağacı.....	104
Şekil A.5 : Orijinal pamuk ürünü fotokimyasal oksidasyon ağacı.....	105
Şekil A.6 : Orijinal pamuk ürünü doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan ağacı	106
Şekil A.7 : Orijinal pamuk ürünü doğal kaynakların tükenmesi fosil ağacı.....	107
Şekil A.8 : Orijinal pamuk ürünü deniz ekotoksitesitesi ağacı.....	108
Şekil A.9 : Orijinal pamuk ürünü akarsu ekotoksitesitesi ağacı.....	108
Şekil A.10 : Orijinal pamuk ürünü karasal ekotoksitesitesi ağacı.....	109
Şekil A.11 : Orijinal pamuk ürünü insan sağlığına etkiler ağacı.....	109
Şekil A.12 : Orijinal pamuk ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı.....	110
Şekil A.13 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü küresel ısınma potansiyeli ağacı.....	110
Şekil A.14 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ozon tabakası incilmesi ağacı.....	111
Şekil A.15 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü asidifikasyon ağacı.....	111
Şekil A.16 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ötrofikasyon ağacı.....	112
Şekil A.17 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü fotokimyasal oksidasyon ağacı.....	112
Şekil A.18 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tükenmesi (fosil olmayan) ağacı.....	113
Şekil A.19 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tükenmesi (fosil) ağacı.....	114

Şekil A.20 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü deniz ekotoksitesite ağacı	115
Şekil A.21 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü akarsu ekotoksitesite ağacı	115
Şekil A.22 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü karasal ekotoksitesite ağacı	116
Şekil A.23 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü insan sağlığına etkileri ağacı	116
Şekil A.24 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı	117
Şekil A.25 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü küresel ısınma potansiyeli ağacı.....	117
Şekil A.26 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ozon tabakası incilmesi ağacı.....	118
Şekil A.27 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü asidifikasyon ağacı	118
Şekil A.28 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ötrofikasyon ağacı	119
Şekil A.29 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü fotokimyasal oksidasyon ağacı	119
Şekil A.30 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tükenmesi (fosil olmayan) ağacı	120
Şekil A.31 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tükenmesi (fosil) ağacı	121
Şekil A.32 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü deniz ekotoksitesite ağacı	121
Şekil A.33 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü akarsu ekotoksitesite ağacı	122
Şekil A.34 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü karasal ekotoksitesite ağacı	122
Şekil A.35 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı	123
Şekil A.36 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı	124

BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE ÜRETİLEN TEKSTİL TELEFLERİNİN ÇEVRECİ BİR YAKLAŞIMLA GERİ KAZANIMI

ÖZET

Dünyada ve Türkiye'de önemli sanayi kollarından biri olan tekstil sektörü, enerji yoğun prosesleri ve oluşturduğu atıklar ile çevresel çalışmaların yoğunlaştırıldığı alanlardan biri haline gelmiştir. Tekstil üretiminin temel hammaddelerinden biri olan pamuk, tüm yaşam döngüsü boyunca önemli çevresel etkilere sahip doğal bir elyafır. Bu çevresel etkilerin minimize edilmesinde en etkili yöntemlerden biri ise, geri kazanımdır. Pamuğun çevresel etkilerini azaltmanın yanında doğal esaslı ve değerli bir hammadde olması, maliyetler açısından da geri kazanım konusunda giderek daha da önemli bir elyaf haline gelmiştir.

Bu çalışmada; bir işletmede %100 pamuk iplik üretimi gerçekleştirilen ring üretim prosesleri takibi yapılarak, prosesler boyunca oluşan telef bölgelerinden numuneler alınmıştır. Alınan numunelerin öncelikli olarak ön deneme çalışmaları ile karakteristik elyaf özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında OE-Rotor ve ring iplik eğirme sistemlerinde üretim denemeleri gerçekleştirilmiş ve ipliklerin performans özellikleri incelenmiştir. Daha sonraki adımda ise; dokuma kumaş üretimleri gerçekleştirilerek, kumaşların performans özellikleri test edilmiştir. Ayrıca teleflerden geri dönüşüm iplik üretim prosesleri takip edilerek, telef geri kazanım metodlarının Yaşam döngü değerlendirmesi (YDD) analizi yapılmış ve çevresel etki değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'de tekstil atıkları uzun yıllardır geri kazanılmaktadır ve bu konuda önemli bir bilgi alt yapısı da mevcuttur. Ancak Türkiye'deki pamuk geri kazanım sektörünün en önemli sorunları ise, kalın ve düşük kalitede, katma değeri düşük iplik üretimi ve ürün çeşitliliğinin az olmasıdır. Dünyada son yıllarda telef/atık geri kazanımı yeni bir boyut kazanmış ve atıklardan yüksek katma değerli ürün eldesi önem kazanmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma, daha ince ve kaliteli iplik ve ürün üretimi için diğer araştırma ve geliştirme çalışmalarına ışık tutacaktır.

Anahtar kelimeler: Atık, geridönüşüm, oe-rotor, pamuk, sürdürülebilirlik, ydd.

RECYCLING OF TEXTILE WASTES PRODUCED IN A TEXTILE BUSINESS BY A GREEN APPROACH

SUMMARY

The textile industry is one of the most important industries in the world and Turkey, energy has become one of the areas where intensive work with the intensification of environmental processes and the waste it generates. Cotton, one of the basic raw materials of textile production, is a natural fiber with significant environmental impact throughout the entire life cycle. One of the most effective methods to minimize these environmental effects is recovery. In addition to reducing the environmental impact of cotton, it has become an increasingly important fiber in terms of costs as well as being a natural and valuable raw material.

In this study; the ring production processes in which 100% cotton yarn production was carried out in one operation were taken and samples were taken from the waste regions formed during the processes. Preliminary trials and characteristic fiber properties of the receiving samples were determined primarily. Experiments on production of OE-Rotor and ring spinning systems were performed and the performance characteristics of yarns were investigated. In the next step; woven fabrics were produced and the performance characteristics of the fabrics were tested. In addition, recycling yarn production processes were followed from the waste, life cycle assessment (LCA) analysis of waste recovery methods was performed and environmental impact assessments were carried out. Textile waste recovered in Turkey for many years and the infrastructure is an important information on this subject is also available. But the most important problems of the cotton sector recovery in Turkey, thick and of low quality, added value is less than the lower yarn production and product variety. In recent years, waste/waste recovery has gained a new dimension in the world and the acquisition of high value-added products from wastes has gained importance. This study will shed light on other and development for more fine and high quality yarn and product production.

Keywords: Cotton, oe-rotor, recycling, lca, sustainability, waste.

1. GİRİŞ

İlk başlangıcı sanayileşme sürecine dayanan, günümüzde halen kurulmaya devam eden ekonomik ve endüstriyel sistemler, sınırsız ekonomik büyümeyi ve refah artışını amaçlamaktadır. Ayrıca, bu sistemler hedeflerini gerçekleştirme uğruna, dünya kaynaklarını kayıtsızca tüketmekte ve çok yüksek miktarlarda atık oluşumuna neden olmaktadır. Oluşturulan ve kontrolsüzce geliştirilen bu sistemlerin öngördüğü ekonomik büyüme hevesi, özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısında olumsuz etkilerini giderek hissettirmiş, pek çok ekolojik sorunun da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Üretim ve tüketim fazlarından oluşan bu dengesizlik, yer altı kaynaklarının hızla tükenmesine ve ekosistemin olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. Ayrıca, oluşan bu ciddi çevresel problemler; günümüzde küresel bir boyut kazanmış ve dünyanın herhangi bir yerindeki bir fabrikanın salgıladığı sera gazı, tüm canlıları etkileyen bir konu haline gelmiştir. Çevre ile ilgili problemlerin küreselleşmesi ile birlikte, çözüm metotları da küreselleşmiş ve tüm dünya ülkelerinin yer aldığı platformlarda; enerji, hammadde, atık, katı sıvı gaz emisyonları, sürdürülebilirlik, ekosistem, endüstriyel simbiyoz, küresel ısınma, karbon ayakizi, ozon tabakası incelmeleri, temiz üretim vb. konular tartışılmaya başlanmıştır.

Türkiye'de, tekstil geri kazanım sektörü önemli bir sektör olmasına rağmen atık yönetimi konusunda toplumsal duyarlılığın sağlanması, Ar-Ge çalışmaları, tekstil atıklarının yüksek katma değerli ürünlere çevrilmesi konularında ilave çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye'de atıkların önemli bir bölümü iplik üretiminde kullanılmaktadır. Geri kazanılmış hammaddeden iplik üretiminde, Uşak ili lider durumdadır ve sektöründe %75 oranında bir paya sahiptir. Geri dönüşüm liflerin değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde liflerin daha çok dokusuz yüzey üretimi, dolgu malzemesi ve özellikle OE-Rotor iplik eldesinde kullanıldığı gözlemlenmektedir. Özellikle ring iplikçilik sistemine kıyasla, daha kısa uzunluktaki elyafın da üretime dahil edilebilmesi nedeni ile OE-Rotor iplikçilik sisteminde geri dönüştürülmüş lifler büyük bir oranda kullanılmaktadır. Ancak, Türkiye'de geri kazanılmış hammaddeden

iplik üretimindeki en önemli sorun, kalın ve düşük kalitede, katma değeri düşük iplik üretimi ve ürün çeşitliliğinin az olmasıdır [1]. Dünyada son yıllarda telef/atık geri kazanımı yeni bir boyut kazanmış ve atıklardan yüksek katma değerli ürün eldesi önem kazanmıştır [2]. Bu nedenle bu çalışmada, Söktaş Tekstil San. ve Tic. A.Ş ve Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş'de meydana gelen teleflerin değerlendirilmesi ve çevreye dost bir kumaşın eldesi yanında, “kaliteli ve ince iplik eldesi” amacına da odaklanılmıştır.



2. GÜNÜMÜZ GENEL ÇEVRE PROBLEMLERİ

İnsanın gezegenin sınırlarını aştığı günümüz dünyasında, doğal kaynaklar giderek daha da önem kazanmaktadır. Ülkeler ekolojik risk profillerini gözlemlediklerinde; pek çok ülkenin “Ekolojik Ayak İzi” biyolojik kapasitesini önemli ölçüde aşmaktadır. Ekolojik açığı olan ülkeler kendi tatlı su kaynaklarını, ormanlarını, tarım alanlarını kullanamadıkları için dünyanın başka bölgelerinin kaynaklarına bağımlı hale gelmektedir [3]. Karşılaşılan küresel çevre sorunları, son yıllarda yadsınamayacak kadar büyüklüklere ulaşmıştır. Bununla birlikte, ekolojik konular karşısında önemli bir farkındalık ve bilinçlenme de söz konusu olmuştur. Çevre koruma ve atık geri kazanımı, bilimsel ve endüstriyel toplumlarda en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Enerji arzında yaşanan sorunlar ve iklim değişikliği nedeniyle özellikle enerji tüketimi yüksek olan sektörler için enerji verimliliğine yönelik politikaların hayata geçirilmesi büyük önem kazanmıştır. Avrupa Birliği, enerji ve iklim değişikliğine yönelik olarak 2020 yılına kadar %20 sera gazı emisyonu azaltımı, %20 enerji verimliliği artışı ve %20 yenilenebilir enerji kullanımını hedeflemektedir. Ülkemiz ise 2023 yılında; 2011 yılına göre en az %20 oranında enerji yoğunluğunun azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının %30 olmasını öngörmektedir [4]. Tekstil ürünlerinin üretimi ve işlenmesi, genellikle çevre üzerinde derin etkilere sahiptir. Tekstil endüstrisinde, lif, şerit, iplik ve dokuma vb. prosesler sonucunda farklı tür ve forma sahip çeşitli atık malzemeleri oluşmaktadır. Dünyadaki kişi başına düşen lif tüketimi, nüfus ve gelir düzeyindeki artışa bağlı olarak istikrarlı bir şekilde büyümektedir. Kişi başına düşen lif tüketimi 2016 yılı itibari ile 13 kg’a ulaşmış olup, 2050 yılında bu rakamın 20 kg’a kadar ulaşacağı tahmin edilmektedir [5]. Dolayısıyla, tekstil üretim ve tüketimi, buna paralel olarak atık miktarı da artmaktadır. Tekstil atıkları, çöplüklerde %5 civarında bir yer kaplamaktadır [6]. Tekstil sektörünün çevresel zararlarını en aza indirmek için öncelikle atık oluşumunun önlenmesi, atıkların yeniden kullanılması ve atık bertarafından önce geri kazanımının yapılması en

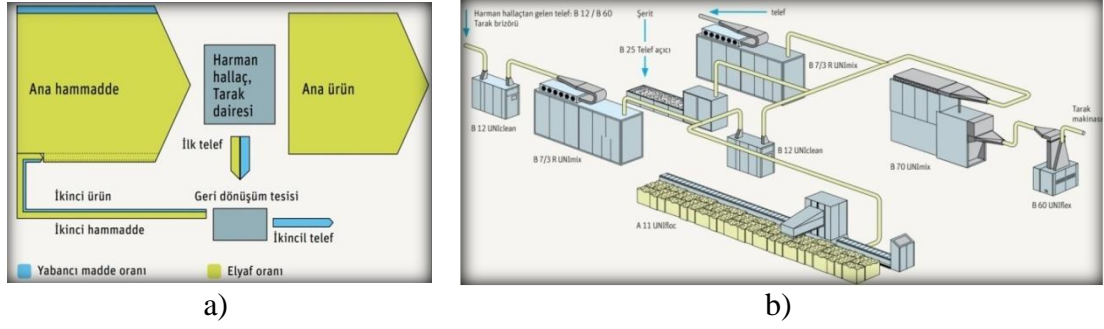
uygulanabilir çözüm yolları arasında yer almaktadır. Günümüzde de iklimi korumak ve doğal kaynak kullanımından tasarruf etmek için tekstil ve diğer sanayi dallarında çevrenin korunması ve atıkların geri dönüşümü önemli hale gelmiştir [7,8]. İçinde bulunduğumuz küresel ekonominin önem kazandığı bu çağda, istenen kalitedeki tekstil ürününün çevreye duyarlı bir şekilde üretilmesi gerekmektedir [9]. Tekstil ve hazır giyim endüstrisi tarafından üretilen, kontrol edilemeyen atıklar ekoloji için büyük bir yük oluşturmaktadır. Termal verimlilik, atık su ve tehlikeli kimyasallar konusunda iyileştirme çalışmalarının artırılması gerekmektedir [1].

2.1 Pamuğun Çevresel Etkileri

Çevre koruma ve atıkların geri dönüşümü, hem günümüz hemde gelecek için en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Özellikle pamuk iplik sektörü başta olmak üzere tekstil sanayi, bu tür sorunlarla ciddi boyutta yüzleşmektedir. Pamuk bitkisi üretiminin başlıca çevresel etkileri olarak, gübreler nedeniyle ötrofikasyon oluşumu, aşırı sulama nedeniyle toprakta tuzlanma oluşumu, pestisitler nedeni ile vahşi hayatın zarar görmesi, yer altı sularının kirlenmesi, su tablalarının yer değiştirmesi, yeraltı ve yerüstü sularının azalması verilebilir [10,11]. Pamuk elyafı yetiştirilme süreci boyunca kullanılan pestisit, gübre ve aşırı su tüketimi yanında enerji yoğun bir proses olması nedeni ile pamuk ipliği üretimi çok önemli çevresel etkilere yol açmaktadır. Pamuk ipliğinin bu etkiler nedeni ile küresel ısınma potansiyeli polyester iplikten daha yüksektir.

Öte yandan, hammadde fiyatları, enerji ve işgücü maliyetleri vb. toplam maliyet kalemleri her geçen yıl önemli oranda yükselmektedir. Bu maliyetler içerisinde hammadde maliyetlerinin en büyük paya sahip olmasının yanında enerji ve işgücü maliyetleri konusunda gerçekleştirilebilecek iyileşmelerin sınırlı olması nedenleriyle hammadde kullanımı ve hammadde telefleri konularına odaklanılması gerekmektedir. Pamuk iplik üretiminde, hammadde maliyetlerini azaltmaya yönelik olarak ilk çözüm, harman hallaç ve tarak makinelerindeki işlemler sırasında yüksek temizleme verimi sağlamak ve telef miktarını azaltmaktır. İkinci çözüm ise, elyaf atıklardan iyi liflerin geri kazanımıdır [12]. Son yıllarda, dünya çapında yıllık tekstil elyaf üretimi 96 milyon tonu aşmıştır ve bunun yaklaşık olarak %40'ını selülozik materyaller (%32'sini pamuk ve %6'sını selüloz esaslı rejenere lifler) oluşturmaktadır [5]. Yılda 24 milyon tonun üzerinde üretilen pamuk, pazarın

yaklaşık 1/3'ünü temsil etmektedir. Pamuklu tekstil endüstrilerinin gelişimi ve daha yüksek üretim kapasitesi, atık liflerinin daha yüksek verimlilikle geri kazanımı araştırmalarına neden olmuştur. Bu nedenle, ekonomik konular ve çevre koruma bağlamında, atık pamuk liflerinden değerli ürünler üretmek amacıyla geri dönüşüm süreçlerini geliştirmeye yönelik çalışmalar artmış durumdadır [2]. Yapılan bu çalışmalar sonucunda, pamuk atık geri kazanımının kazançlı bir süreç olduğu bilinen bir gerçek haline gelmiştir [12,13]. Pamuk ipliği üretiminde, açma, temizleme ve karıştırma işlemlerinin yapıldığı harman hallaç ve kısa liflerin ayrıldığı tarama prosesleri sırasında oluşan atıkların içerisinde yaklaşık olarak %50 oranında iyi lif bulunmaktadır. Dolayısıyla, işlenen hammaddenin neredeyse yarısı kaybedilmektedir (Şekil 2.1). Eğirme prosesindeki işlemler içerisinde en fazla elyaf telefı, başta tarama ve taramayı takiben harman hallaç ve tarak makinelerinde gerçekleşmektedir. Ürün kalitesi konusundaki ihtiyaçlar doğrultusunda tarama işleminde, belirli oranlarda kısa lifler uzaklaştırılmaktadır. Harman hallaç ve tarak makinelerinde ise hammaddenin özellikle temizlenmesi ve açılması sırasında lifler kirliliğe neden olan yabancı maddelerle birlikte kaybedilmektedir. Farklı teknik gelişmelere rağmen, harman hallaç makinelerinin oluşturdukları atıklar, büyük bir oranda lif içermektedirler [12,14]. Telef ve telefteki iyi lif oranının yüksek olması nedeniyle teleften iyi lif kazanımı konusunda iyileşme yapma olanağı halen mevcut gözükmemektedir. Ancak, sağlanacak iyileşme öncelikle birincil hammadde kalitesi ve geri dönüşümde kullanılacak makinelere bağlıdır [12,13,15]. Günümüzde, makine üreticileri harman hallaç makineleri ile üretim yapan hemen hemen tüm üreticiler için geri dönüşüm kurulumları sunmaktadır (Şekil 2.1) [16]. Böylece hammadde ve materyal kullanımında; kalite ile birlikte ekonomik iyileştirmeler de geliştirilerek maliyetler konusunda olumlu katkılar sunulmaktadır. İplik maliyetlerinin yarısından fazlasını hammadde maliyetleri (%50-75) oluşturmaktadır [17]. Hammadde fiyatlarının önümüzdeki yıllarda daha da yükselmesi beklendiği için, iplik üreticilerinin hammadde kaynaklarından giderek daha yüksek oranlarda yararlanmanın yolları üzerine araştırmalarına yoğunlaşacakları öngörülmektedir.



Şekil 2.1 : Telef değerlendirme için örnek bir proses akışı ve geri kazanım tesisi
a) örnek bir proses akışı b) geri kazanım tesisi [17]

Geri dönüşüm lifleri ile gerçekleştirilen eğirme işlemi hammadde tasarrufu yanında atık liflerin endüstriyel döngüye yeniden kazanımını sağlamaktadır (Çizelge 2.1). Geri dönüşüm lifleri ile harmanlanmış bir ipliğin hammadde maliyeti %100 pamuk ipliğinin hammaddesinin maliyetinin %50'si ve %100 pamuk ipliğinin toplam maliyetinin %33,5'ü olduğu belirlenmiştir [18]. Dolayısıyla hammadde ile ilgili tasarruf, üretim maliyetlerini önemli oranda azaltmaktadır.

Çizelge 2.1 : Telef yönetimi ve hammadde kullanım ekonomisi verileri [17]

Açıklama	Miktar
Bir yılda işlenen hammadde miktarı	10.000 ton
Harman hallaç ve tarak dairesinden çıkan toplam telef	800 ton
Geri kazanılabilir telef	360 ton
Bir kg hammadde fiyatı	1,32 ABD\$
Yıllık hammadde tasarrufu	475.000 ABD\$

2.2 Pamuk Lifi Üretim Miktarları

Türkiye'nin orta gelir grubundan üst-orta gelir düzeyine yükselişi, düşük teknolojlili üretim sisteminden orta teknolojlili üretim sistemine geçilmesi ile gerçekleşmiştir. Bu kapsamda; Türkiye ekonomisinin yüksek gelirli bir ekonomiye sahip olması, imalat sanayisinin gelişiminin hızlandırılması ve katma değeri yüksek ileri teknoloji ürünlerin üretim ve ihracat içerisindeki payının artırılması büyük önem arz etmektedir. Türkiye'nin 2023 hedefleri doğrultusunda hazırlanan ve 2014-2018 dönemini kapsayan Onuncu Kalkınma Planı; yüksek, istikrarlı ve kapsayıcı ekonomik büyümenin yanı sıra bilgi toplumu, uluslararası rekabet gücü, insani gelişmişlik, çevrenin korunması ve kaynakların sürdürülebilir kullanımı gibi unsurları kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Sanayi İşbirliği Programı ile sanayide yenilik, yerleşme ve teknoloji transferini sağlamak, iç pazarın ve dış ticaretin

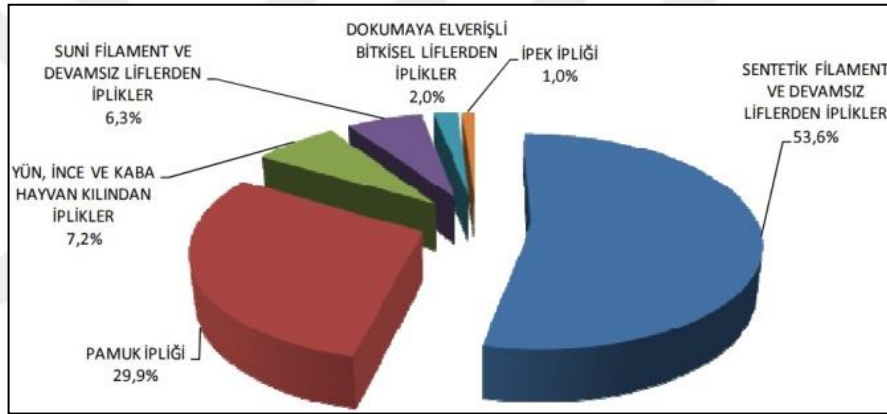
dinamizmini artırmak, yerli sanayi için uluslararası alanda yeni pazarlar yaratmak, istihdam ve işgücü kalitesini artırmak, döviz girdilerini artırarak cari açığın azaltılmasını sağlamakla mümkün olabilmekte olup, bu açıdan söz konusu uygulama ülkemiz için büyük önem arz etmektedir [4].

Pamuk bitkisi, işlenmesi açısından çırçır sanayisinin, lifi ile tekstil sanayisinin, çekirdeği ile yağ ve yem sanayisinin, linteri ile de kağıt sanayisinin hammaddesi durumundadır. Petrole alternatif olarak pamuğun çekirdeğinden elde edilen yağ, giderek artan miktarda biyodizel üretiminde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla, yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından, yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler açısından büyük ticari öneme sahip bir üründür. Son birkaç yılda sentetik ve suni liflerin üretimi ve tekstil sektöründe kullanımı büyük oranda artış gösterdiyse de, pamuk halihazırda tekstil sanayisinin en temel ve stratejik hammaddesi olma özelliğini korumaktadır. Halen dokuma kumaş üretiminde kullanılan tekstil lifleri içerisinde toplam lif tüketiminin %60'ını pamuk lifi oluşturmaktadır. Tüm bunların yanında nüfus artışı, yaşam standardının yükselmesi ve doğal ürünlerin kullanımına yönelim pamuk bitkisine olan talebi de artırmaktadır. Bu yönleriyle pamuğa olan ihtiyaç önümüzdeki yıllarda da devam edecektir. Dünyada az sayıda ülke ekolojisinin pamuk tarımına elverişli olması nedeniyle dünya üretiminin %80'ine yakını Türkiye'nin de içinde bulunduğu az sayıda ülke tarafından gerçekleştirilmektedir [19, 20].

2016/2017 yılı verilerine göre dünya toplam pamuk lif tüketimi 24,13 milyon ton civarındadır. 2024 yılında bu rakamın 30,4 milyon tona ulaşacağı ve %1,8 büyümenin gerçekleşeceği belirtilmektedir. Tekstil lif pazarında, sentetik liflerdeki büyüme ile birlikte pamuk lifinin payı son 10 yıl içerisinde azalsa da, pamuk lifi toplam dünya lif tüketiminin %30-45'lik payını oluşturmaktadır [21].

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren firmalar ile birlikte gerçekleştirilen birçok anket sonucunda derlenen ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından paylaşımaya sunulan veriler ışığında, boya ve terbiye işlemleri içeren firmalar haricinde, tekstil sektörünün genelinde, %44'lük bir oranla en önemli girdi maliyetini hammaddeler oluşturmaktadır. Sektörün temel hammaddeleri ise; çoğunlukla pamuk ve yapay elyaflardan oluşmaktadır. Türkiye'de tekstil ihracatının büyük bir kısmını oluşturan iplik ve mensucat kompozisyonunda pamuk ürünlerinin yaklaşık üçte ikilik paya sahip olması da bu durumu teyit etmektedir [22].

Tekstil ihracatının %21'ini (1,7 milyar dolar) iplik oluşturmaktadır. Türkiye'nin dünya iplik ticaretindeki payı %3,1 olmakla beraber, dünyanın en büyük 12. iplik ihracatçısı arasında yer almaktadır. Ürün grupları bazında incelendiğinde ise, iplik ihracatının %58'i sentetik ipliklerden, %28'i pamuk ipliğinden, %14'ü de diğer ipliklerden oluşmaktadır. Türkiye pamuk ipliğinde dünyanın 7. büyük ihracatçısıdır. Türkiye'nin pamuk ipliğindeki avantajı; Ege pamuğu başta olmak üzere ülke topraklarında yetişen pamuğun kalitesinden ve buna da bağlı olarak pamuk ipliği üretiminin uzun bir geçmişi, bilgi ve deneyime sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye aynı zamanda dünyanın en fazla iplik ithalatı yapan ülkeleri arasında yer almakta olup, ithalatla 3.sırada yer almaktadır. İplik ithalatının %70'e yakını sentetik lifli ipliklerden, %12'si pamuk ipliklerinden, %18'i de diğer ipliklerden oluşmaktadır [23,24].



Şekil 2.2 : Başlıca ürün grupları açısından dünya iplik ihracatı [24]

2.3 Pamuk İplikçiliği Eğirme Sistemleri ve İplik Üretim Aşamaları

Tekstil iplikçiliğinde geçmişten günümüze başta üretim hızı ve iplik kalitesi olmak üzere üretilebilecek iplik aralığı, makine verimliliği gibi belirleyici ve kısıtlayıcı unsurlar, pekçok farklı iplik eğirme sistemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu yeni iplik üretim yöntemleriyle (Open-end sistemler, hava jetli sistem, sarım iplikçiliği, vb.) çok yüksek hızlarda iplik üretimi gerçekleştirilmekte olup, üretileniplik direkt olarak herhangi bir ara işleme gerek kalmaksızın bobin üzerine sarılabilmektedir. Bu sistemlerden bazıları otomatik iplik düğümlleme ve dolu bobinlerin otomatik olarak transferi düzenlemeleri ile donatılmıştır. Bu gelişmelerin birçoğunda amaç, verimliliğin artırılması, iplik kalitesinin artırılması veya korunması ve ileriki prosesler için randımanın korunmasından emin olmayı amaçlamaktadır

[25]. Çizelge 2.2'de sektörel bazda kabul görerek ticarileşmiş eğirme sistemlerine ait; metod, çalışma prensibi ve iplik özellikleri belirtilmektedir.

Çizelge 2.2 : Eğirme sistemlerinin sınıflandırılması [26]

Metod	İplikçilik Sistemi	Ticari İsmi	İplik Tipi	İplikteki Büküm
Ring İplikçilik	Konvansiyonel ring iplik sistemi	Makine üretici firmaya göre adlandırılmaktadır.	Konvansiyonel tek katlı iplik	Gerçek büküm
	Kompakt iplik eğirme sistemi	K44, RoCoS, Compact ³	Konvansiyonel tek katlı iplik	Gerçek büküm
Açık uç (Opend-End)	Rotor iplik eğirme sistemi	Makine üretici firmaya göre adlandırılmaktadır.	Konvansiyonel tek katlı iplik	Gerçek büküm
	Friksiyon iplik eğirme sistemi	Dref 2, Dref 2000, Dref 3000	Konvansiyonel tek katlı iplik	Gerçek büküm
Yalancı büküm metodu	Hava jetli iplik	Murata	Konvansiyonel tek katlı iplik	Yalancı büküm
		Plyfil	Çift katlı iplik	Yalancı büküm
		Rotofil	Tek katlı iplik	Yalancı büküm
Büküm iplikçilik	Büküm iplikçilik	Sirospun	Çift katlı iplik	Gerçek büküm
Ovalama metodu	Kendinden bükümlü iplikçilik sistemi	RepcO	Çift katlı iplik	Yalancı büküm
Örtülü/sargılı iplikçilik	İçi boş iğ sistemi (Hollow spindle)	Parafil	Merkezde filament, dışta ştapel lifler	Gerçek büküm

Pamuk iplikçiliğinde geniş çalışma aralığına sahip olması ve yüksek üretim hızına olanak sağlaması gibi özelliklerden dolayı ring iplikçilik sistemi yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Dünyadaki kısa lif iplik üretimi incelendiğinde; ring iplikçiliği %60, rotor iplikçiliği %30 oranında bir paya sahipken, diğer tüm eğirme sistemleri ile gerçekleştirilen üretim ise %10'luk bir paya sahiptir [27]. Şekil 2.3'de karde ve ring iplik üretim hatlarına ait üretim prosesleri gösterilmektedir.



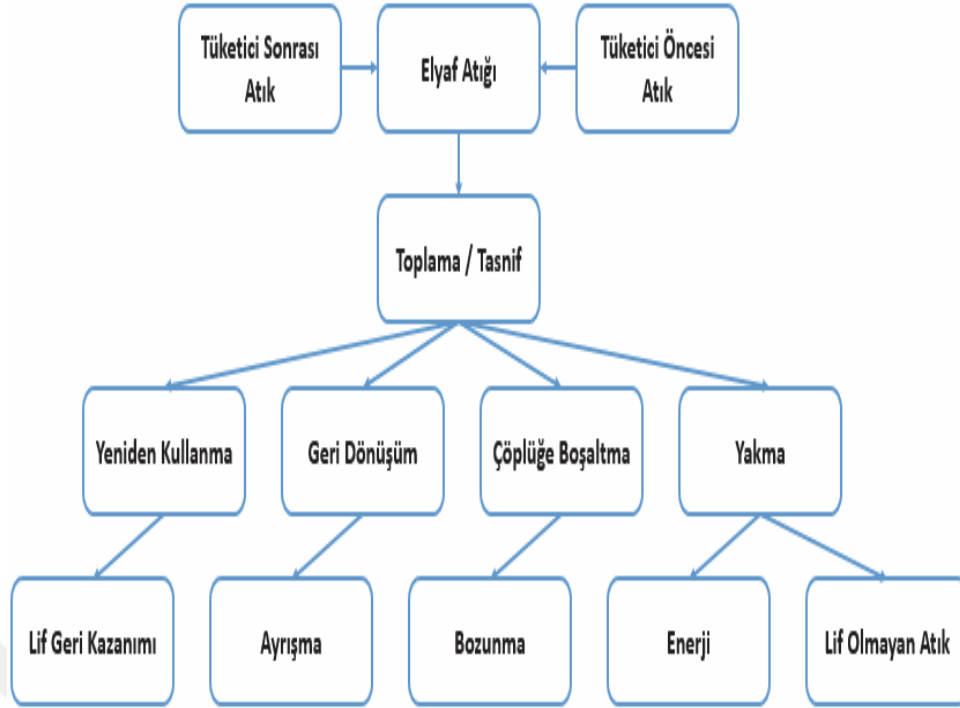
Şekil 2.3 : Karde ve ring iplik üretim prosesleri

Pamuk iplikçiliğinde geniş üretim yelpazesi ve üretim hızı açısından yaygın olarak kullanılan ring iplikçiliğinde üretim prosesleri Şekil 2.3'de gösterilmektedir. Ring iplikçilik proseslerinde özellikle doğal esaslı penye ring iplikçilik üretim proseslerinde, yoğun tarama ve temizleme proseslerinden dolayı yüksek telef oranlarında çalışılmaktadır. Bu prosesler boyunca elyafta telef oranı çoğu zaman yaklaşık olarak %50 gibi oranları bulmaktadır. Ve bununla birlikte, hammadde de %50 oranında bir kayıp söz konusu olmakta ve içerisinde çoğu zaman kaliteli lifleri de içermektedir. Teleflerin geri dönüşümü ve hammaddenin yeniden kullanımını sağlamak amacıyla, OE-Rotor iplikçilik sistemi geliştirilmiştir. Böylece daha kısa liflerde dahil olmak üzere, hammaddeden maksimum oranda yararlanmak araştırma ve çalışmalarda ana hedef haline gelmiştir.

2.4 Tekstil Teleflerinin Geri Kazanım Metodları ve Önemi

Elyaf geri dönüşümü kavramı ve uygulaması, sanayi devriminden bu yana tekstil endüstrisinin köklü bir bölümünü oluşturmuştur [28]. Tekstil atığının geri dönüşümü, endüstri ile halk arasında paylaşılması gereken bir zihniyet ve kültürdür [18]. İşletmelerin bu konuda daha duyarlı davranması, tüketicilere ve topluma bu konuda farkındalık kazandırılması giderek önem arz etmektedir. Atıkların geri kazanımı konusunda yapılan daha önceki çalışmalarda pek çok farklı yöntemler geliştirilmiştir. Tekstil atıklarının geri kazanımı yöntemleri genel olarak aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir.

- Mekaniksel yöntemler
- Termo-mekaniksel yöntemler
- Kimyasal yöntemler
- Enerji elde etme
- Diğer yöntemler [29].



Şekil 2.4 : Tekstil atıklarının geri dönüşüm olanakları [30]

Tekrar kullanma (Reuse): Katı atıklar insanoğlunun türlü faaliyetleri, günlük yaşam, ticaret, endüstri ve diğer faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. Atıkların toplama ve temizleme haricinde herhangi bir işleme tabi tutulmadan ekonomik ömrü doluncaya kadar defalarca kullanılmasına tekrar kullanma (reuse) denir.

Geri dönüşüm (Recycle): Atıkların kimyasal ve fiziksel bir işleme tabi olmaksızın ekonomiye kazandırılmasına geri dönüşüm (recycle) denir.

Geri kazanım (Recovery): Atıkların fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirilmesi ile hammadde olarak üretim sürecine tabi tutulmasına ise geri kazanım (recovery) denilmektedir.

Kompostlaştırma (Organik geri dönüşüm): Organik maddelerin kontrollü koşullar altında biyolojik olarak ayrıştırılması işlemidir. Kompostlama işleminde bazı organik maddeler CO₂ ve suyla parçalanır. Bu işlem yaklaşık 60-65°C'de ve %80-90 civarında nem içeren özel tasarlanmış bölümlerde gerçekleşir. İşlem sonrasında atık koyu renkli, humus benzeri bir yapıya sahip zengin bir toprak türüne benzer. Böylece, kompostlanabilir atıklar bu metot ile enerji kaynağı olarak gübre yerine kullanabilmektedir.

Enerji geri kazanımı: Yanabilir özellikte (belirli bir kalorifik değere sahip) olan atıkların, ısı ve elektrik enerjisi elde etmek amacı ile tek başına ya da diğer atıklarla birlikte özel olarak dizayn edilmiş tesislerde yakılması işlemidir [31].

Hammaddeleri korur: Geri dönüştürülmüş malzemelerden yeni ürünler oluşturmak, değerli kaynakları tüketme ihtiyacını azaltmaktadır. Bu nedenle geri dönüşüm hammaddelerini korumaya ve gelecek nesiller için doğal yaşam alanlarını korumaya yardımcı olmaktadır.

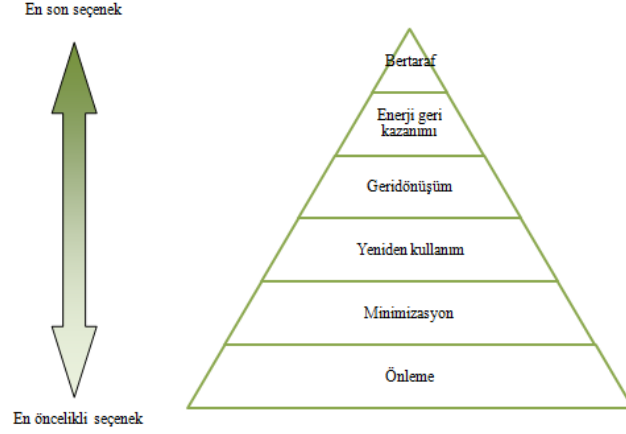
Enerji tasarrufu sağlar: Üretim sürecinde geri dönüştürülmüş materyallerin kullanılması hammaddelerden yeni ürünler üretmek için gereken enerjiden çok daha az enerji kullanılmaktadır.

Çevrenin korunmasına yardımcı olur: Geri dönüşüm, hepsi önemli hava ve su kirliliği yaratan hammaddelerin rafine edilmesi ve işlenmesi ihtiyacını azaltır. Geri dönüşüm enerji tasarrufu sağladığı için iklim değişikliğiyle mücadelede yardımcı olan sera gazı emisyonlarını da önemli oranda azaltmaktadır.

Çöp sahası kullanımını azaltır: Örneğin 2001 yılında İngiltere'de 1500'den fazla depolama siteleri mevcut ve bu sitelerde biyobozunur atıklar (gıda ve kağıt gibi) ayrıştırılmaktadır. Bu sitelerde metan gibi güçlü sera gazı salınımları meydana gelmektedir. Bunun yanında mevcut depolama sahalarının hızla dolmasının yanında, yenileri için sınırlı sayıda alan olması önemli problemlerden biridir.

Harcamalardan tasarruf sağlar: Merkez Hükümetler tarafından depolama sahası ödeneklerini aşan konseylere uygulanan ağır para cezalarının ve depolama dolum vergilerinin önlenmesi için, düzenli depolama alanlarına gönderdiğimiz atık miktarlarında büyük bir azalmaya ihtiyaç vardır. Bu cezaları ödemek için tek yol, diğer bölgelerdeki belediye vergisi veya hizmet kesintilerindeki artıştır [32].

Daha önceki araştırmalar neticesinde oluşturulan ve atık yönetim hiyerarşisinde de belirtildiği üzere bertaraf, bir atık yönetiminde enerji, kaynak israfı vb. açılardan da en son seçenek olarak tercih edilmelidir. Bu önemli oranda hammadde ve paranın çöpe atılması demektir. Oluşan atığın önleme, minimizasyon ve yeniden kullanımı gibi aşamalarından sonra, farklı bir alan veya sistemde yeniden kullanımı söz konusu olabilmektedir. Atığın geridönüşümü sağlanarak çevresel etkisi de önemli oranda azaltılmaktadır.



Şekil 2.5 : Atık yönetim hiyerarşisi

2.5 Geri Kazanılmış Elyafın Kullanım Yerleri

Günümüz modern tekstil makineleri her ne kadar öncelikli olarak kaliteli iplik ve ürün üretimi için tasarlanmış olsa da, bunun yanında hammadde atık miktarı ve bütün atık tipleri kuşkusuz üretim maliyetini artıracığından, atıklar ve atıkların geri kazanımı büyük önem arz etmektedir. Atık kazanımı, başta üretim maliyetlerini azaltmak için uygulanan ana yöntemlerden biri olup, olumsuz çevresel etkileri ile de yakın gelecekte ele alınacak önemli sorunlardan biridir.

Atıkların, tekstil ve hazır giyim sektöründe neredeyse hiçbir şey boşa gitmeden %100 geri dönüştürülebilir olduğu bilinmektedir [33]. Türkiye’de tekstil atıklarının belirli bir kısmı keçe üretimi için geri dönüştürülmekte iken, büyük bir kısmı ise iplik üretim proseslerinde hammadde olarak yeniden değerlendirilmektedir. Özellikle ring iplikçilik sistemine kıyasla, daha kısa uzunluktaki elyafların da üretime dahil edilebilmesi dolayısı ile OE-Rotor iplikçilik sisteminde geri dönüştürülmüş lifler büyük bir oranda üretime dahil edilebilmektedir [34].

Tekstil teleflerinin kullanımı ile ilgili olarak yapılan literatür araştırması sonunda, pamuk, ipek gibi çeşitli elyaf teleflerinin dolgu malzemesi olarak kompozit ve yapı malzemesi ile OE-Rotor iplik eldesinde kullanımı konusunda çalışmaların daha yoğun olduğu belirlenmiştir.

OE-Rotor iplikçiliği maliyet ve üretim kapasitesi açısından birçok avantaj sunmaktadır. OE-Rotor iplikçiliği atıl durumda olan ve çevreye zararlı konumdaki birçok tekstil materyalinin tekrar kullanılarak; gerek ülke ekonomisine gerekse

çevreye yaptığı olumlu etkisi nedeniyle üreticilerin vazgeçemeyeceği bir iplik üretim metodu olma özelliğini korumaktadır [25].

Geri dönüşüm liflerin ve elde edilecek ipliğin kalitesi, aslında ipliğin üretim süreci ile ilgilidir [12, 14]. Eğirme işleminde geri kazanılmış liflerin yeniden kullanımını ele alan birçok yayınlanmış makale mevcuttur. Bruggman (1998) yaptığı araştırmada, ikincil kullanım liflerin OE-Rotor iplik eğirme sisteminde kullanılabilmesini, ancak eklenecek ikincil hammaddenin oranının dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir [13]. OE-Rotor eğirme prosesinin kullanıldığı çalışmada Wulfhorst (1984), geri kazanılan elyafın birincil hammadde ile %20'ye kadar harmanlaması sonucunda, harman kalitesinde değişiklik olmadığı sonucuna varmıştır [35].

Hanafy (1997), %100 pamuk atıklarından elde edilen liflerden siro eğirme prensipleri kullanılarak, bir dokuma ipliği üretiminin mümkün olduğunu belirtmiştir [15].

Duru ve Babaarslan (2003), çalışmalarında laboratuvar tipi OE-Rotor eğirme makinesinde %60/40 polyester/atık lif karışımı ve farklı açıcı silindir hızlarını (6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500 ve 9000 dev/dk) kullanarak Ne 20/1 numara OE-Rotor iplikler üretmişlerdir [36].

Halimi vd. (2007), bir diğer çalışmalarında pamuk atıklarından elde edilen liflerin farklı oranlarda (%0-12,5-25-37,5-50-62,5-75 ve 100) OE-Rotor iplik üretiminde kullanılması ve üretim parametrelerinin (rotor tipi, açma silindiri hızı, rotor hızı, büküm faktörü) tüylülük ve düzgünlük gibi iplik özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir [8].

Halimi vd. (2008), bir diğer çalışmalarında harman hallaç dairesinde kullanılan temizleme makineleri (AXI-FLO ve CVT4 temizleyicileri) ile tarak makinesindemeydana gelen telef oranları ile telef içerisindeki iyi lif miktarını araştırmışlardır. Çalışmada elde edilen telefler Ne 6/1 numara (100 tex) OE-Rotor iplik üretiminde kullanılmış ve elde edilen ipliklerin özellikleri ham pamuk ipliği ile karşılaştırılmıştır [37].

Halimi vd. (2009), açma ve temizleme makineleri ile tarak makinelerinden alınan telefleri filtreden geçirip OE-Rotor iplik üretiminde kullanmış ve telef oranı, iplik numarası ve rotor tipinin iplik kalitesine etkilerini incelemişlerdir [38].

Hasani vd. (2010), I.pasaj cer makinesinde pamuk lif teleflerini ham pamuk içerisine %35, %50 ve %65 oranlarında karıştırmış ve geri dönüşüm liflerinden kaliteli OE-Rotor ipliği üretebilmek (Ne 12/1, Ne 16/1 ve Ne 20/1) için rotor çapı, rotor hızı, düse tipi, açma silindiri hızı ve iplik doğrusal yoğunluğu gibi parametrelerin belirlenmesini araştırmışlardır [39].

Pınarlık ve Şenol (2012), şifanözde açılmış ve birincil ve geri dönüşüm poliester ve akrilik liflerinden beş farklı karışım oranı kullanılarak elde edilen Ne 6/1, Ne 8/1 ve Ne 10/1 olmak üzere üç farklı iplik inceliğine sahip OE-Rotor ipliklerinin özelliklerini incelemişlerdir [40].

Celep ve Yüksekaya (2012) çalışmalarında, geri dönüşüm ve ham pamuk lifi içeren Nm 9/1 OE-Rotor pamuk, poliester ve poliakrilik elyafı karışımı atkı ipliklerinden elde edilen battaniyelerin ısı konfor özelliklerini araştırmışlardır [41].

Alan vd. (2012) çalışmalarında, geri dönüşüm pamuk ve ham pamuk içeren iki farklı atkı ipliğini kullanarak battaniye üretmişler ve üretilen battaniyelerin kopma mukavemeti ve uzaması özelliklerini incelemişlerdir [42].

Yelkovan (2015), kısa şapnel iplik üretiminde oluşan çeşitli elyaf teleflerin iplik üretiminde kullanılması durumunda elde edilecek iplik özelliklerinin araştırılmasını amaçladığı tez çalışmasında, harman-hallaç dairesi, tarak makinesi ve çeşitli makine emişleri ile toplanan telefler olmak üzere üç farklı telef (hallaç, şapka ve pnömofil) %5 ile %40 arasında değişen oranlarda ham pamuk içerisine karıştırmıştır. Telef türü ve miktarının konvansiyonel ring ile Rocos ve Rieter K46 kompakt ipliklerin iplik kalitesine etkisini incelemiştir. Çalışmada, iplik özelliklerindeki değişimin yanında elde edilen ring ipliklerin iplik kalite değerlerinin Uster Dünya İstatistikleri ile kıyaslaması yapılarak hangi kalite dilimi içerisinde yer aldığı da belirlenmiştir [43].

Khan ve Rahman (2015a) çalışmalarında, pnömofil telefleri ile birlikte (%0-15) çeşitli atık liflerin (%65 düz şerit, %0-15 ring iplik üretiminde oluşan döküntüler, %20 filtre atıkları) kullanımı ile rotor ve açma silindir hızı gibi iplik üretim parametrelerinin Ne 16/1 OE-Rotor iplik kalite özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir [44].

Khan vd. (2015b), bir önceki çalışmalarından farklı olarak bu çalışmalarında karışım oranı (%17/83, %33/67 pamuk/telef), hammadde hazırlık prosesi, rotor ve açma

silindir hızı gibi dört farklı üretim parametresinin Ne 16/1 OE-Rotor iplik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır [45].

Abhgary, Johari ve Hassanzadeh (2016) yaptıkları araştırmada, farklı eğirme parametrelerinin %100 pamuk OE-Rotor ipliklere etkilerini incelemişlerdir. 29 adet farklı numunenin Shirley test metoduna göre tüylülük üzerindeki etkileri istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında, 7500 dev/dak açıcı silindir hızı ve 55000 dev/dak rotor hızı, 800-900 t/m büküm değerlerinin Ne 17-20/1 ipliklerde tüylülük için optimum değerler olduğu gözlemlenmiştir [46].

Borman ve Sun (2016), normal ve geri dönüşüm pamuk liflerinden denim kumaşlar elde etmişler ve bazı kumaş özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada, %20 oranında geri dönüşüm pamuk lifi içeren karışımdan elde edilen kumaşların yırtılma mukavemetinin bir miktar düşük olduğu belirlenmiş ve lif mukavemeti artırılarak kumaş performansının iyileştirilebileceği belirtilmiştir [47].

Gün vd. (2016), %50/50 polyester ve geri dönüşüm pamuk karışımı Ne 20/1 numara OE-Rotor ipliklerinden elde edilen çorapların termal konfor özelliklerini ham pamuk/polyester karışımı çoraplarla karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, geri dönüşüm pamuk liflerini içeren çorapların diğer çoraplara kıyasla termal iletkenliği ve soğurganlık değerlerinin daha düşük, termal direnç ve su buharı geçirgenliğinin değerlerinin ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir [48].

Haule vd. (2016), kolay kullanım bitim işlemi görmüş ve indigo boyalı denim kumaşları saflaştırmış ve daha sonra lif çekimi yapmıştır. Elde edilen liflerin özellikleri lyocell ve pamuk lifleri ile karşılaştırıldığında, odun hamuru ve geri dönüşüm pamuk lif karışımından elde edilen liflerin pamuk ile lyocell lifleri arasında bir özellik gösterdiği, pamuk telefi içeren kumaşlara kıyasla daha iyi mekanik ve moleküler özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir [49].

Repon vd. (2016), %65/35 pamuk/geri dönüşüm pamuk içeren lif karışımından Ne 12/1 numara OE-Rotor iplikler üretmişler ve rotor hızı ve rotor çapının iplik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, rotor hızı ve rotor çapının artması durumunda iplik kalite değerlerinin iyileştiği belirlenmiştir [50].

Telli ve Babaarslan (2017), geri dönüştürülmüş pamuk iplikleri (rCO) ile PET şişelerden elde edilen geri dönüştürülmüş polyester (rPET) liflerini kullanarak denim kumaşlar üretmişler ve enzim ve taş yıkama işlemleri sonrası bazı kumaş

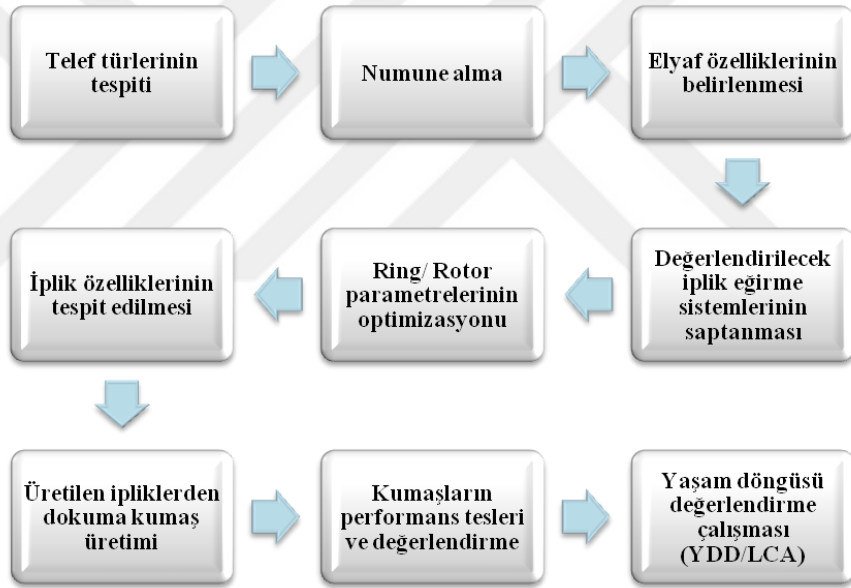
özelliklerini incelemiştir. Çalışmada, rCO liflerinin yırtılma ve kopma mukavemetinin olumsuz yönde etkilendiği, rPET liflerinin kullanılması durumunda kumaş tutumunun lifin sert olmasından dolayı kötüleştiği ve rPET liflerinin pamuk liflerine kıyasla sıcaklık ve süre gibi şartlara bağlı olarak sert yıkama ve ağartma proseslerine daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir [7].

Wanassi vd. (2016), kaliteli telef liflerinin elyaf özelliklerini incelemişler ve Ne 10/1, Ne 15/1 ve Ne 20/1 olmak üzere üç farklı iplik inceliğinde %50/50 oranında OE-Rotor iplikler üretmişler ve iplik özelliklerini incelemiştir. Çalışmada, iplik üretim maliyetinin azalması nedeniyle ipliğin toplam değerinin %33,5 arttığını tespit etmişlerdir [18].

Öte yandan, pamuk atıklarına alternatif çözüm olarak Jeihanipour ve Taherzadeh (2009), Jeihanipour vd. (2010) ve Kuo vd. (2010), pamuk esaslı atık tekstil ürünlerinin, çeşitli ön-muameleler ve biyolojik prosesler vasıtasıyla biyo-etanolün, biyogaz ya da diğer biyolojik bazlı ürünlerin rafine edilmesi için bir yerde yenilenebilir biyokütle kaynağı olarak görülebileceğini belirtmektedirler [51-53]. Usarat vd. (2012), atık pamuklu bir kumaştan çeşitli kimyasal işlemler sonucunda modifiye selüloz elde etmiştir [54].

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında "Bir Tekstil İşletmesinde Üretilen Tekstil Teleflerinin Çevreci Bir Yaklaşımla Geri Kazanımı" isimli Tübitak Santez projesi çerçevesinde Söktaş Tekstil San. ve Tic. A.Ş ve Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş işletmeleri teleflerinden kaliteli ve en ince numarada iplikler üretilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada; Şekil 3.1'de de görülen işlem basamakları takip edilmiştir.



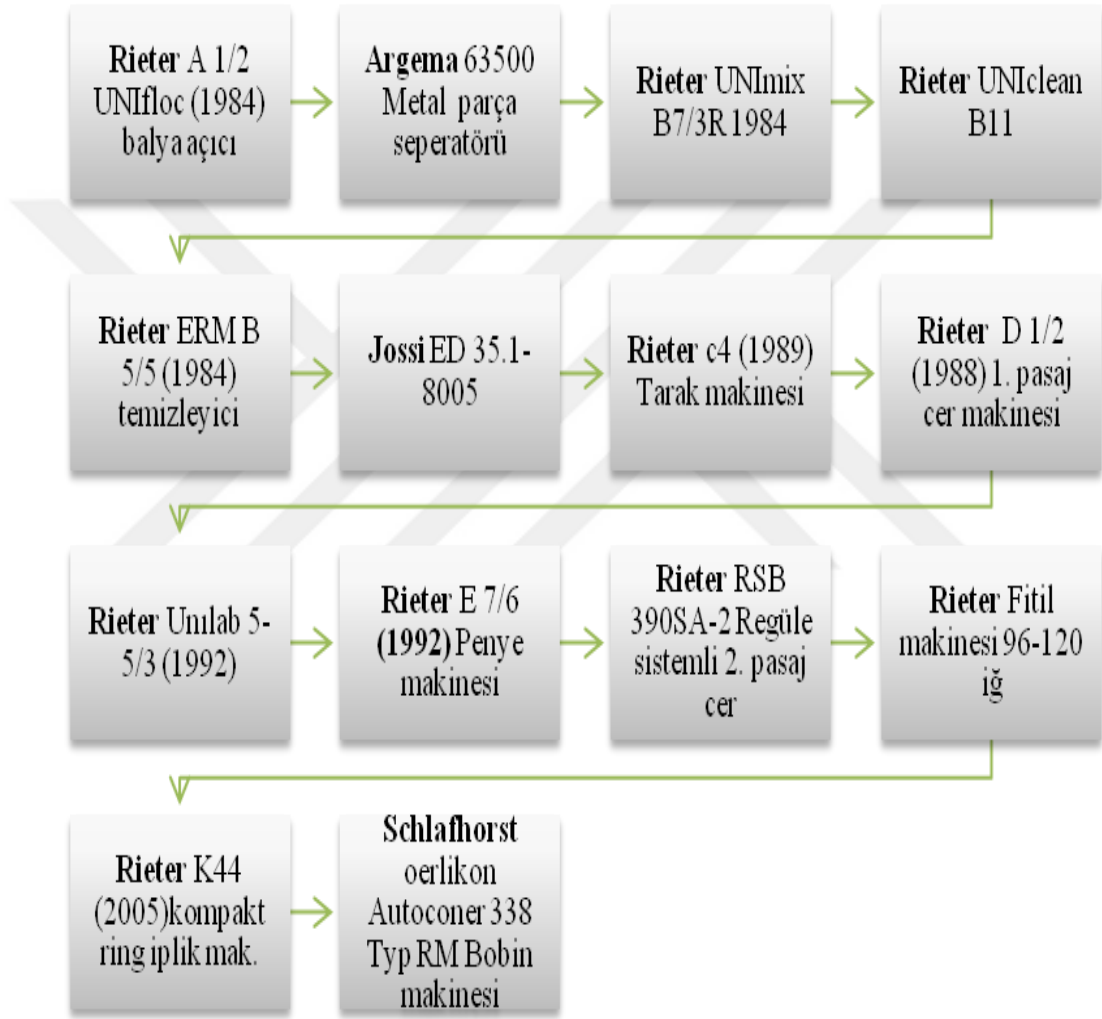
Şekil 3.1 : Çalışma boyunca takip edilen işlem basamakları

3.1 Malzeme

Bu çalışmada Söktaş Tekstil San. ve Tic. A.Ş ring iplik üretim prosesleri takip edilerek, prosesler boyunca telef oluşan bölgelerden telef numuneleri alınmıştır. Daha sonraki adımda ise, Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş'nin dokuma kumaş üretim prosesleri boyunca oluşan telef numuneleri toplanmıştır. Telef alınan aşamalar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.1.1 Penye ring iplik üretim prosesleri

Söktaş Tekstil San. ve Tic. A.Ş ve Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş ince gömleklik kumaşlar üretmektedir. Bu nedenle iplik üretiminde orta ve daha çok uzun ştapelli pamuk türlerini kullanmaktadır. İplik hattı Şekil 3.2’de verilmiştir. Bu çalışmada firmanın kullandığı ortalama iplik numarası olan Ne 60'a ait numara iplik üretim hattı takip edilmiştir.



Şekil 3.2 : İplik hattı

Ring iplik üretim prosesleri boyunca kullanılan makinelere ait görüntüler ve telef toplama bölgeleri Şekil 3.3'de verilmektedir. Ayrıca ring iplik üretim prosesleri boyunca oluşan telef bölgelerinin yanında oluşan telef çeşitlerine ait detaylı açıklamalar ise Çizelge 3.1'de gösterilmektedir.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



i)



j)

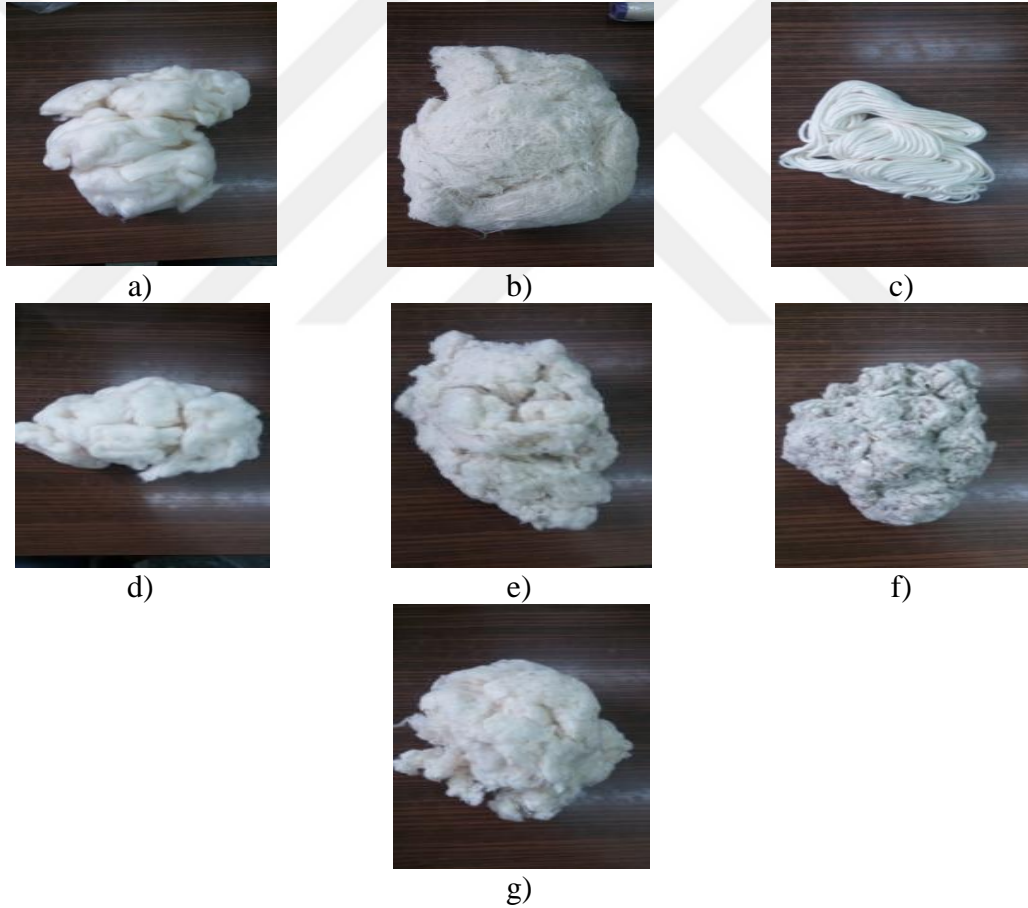


k)

Şekil 3.3 : İplik hattı ve numune alma noktaları a) Otomatik balya açıcı, b) Metal parça seperatörü, c) kaba temizleyici, d) karıştırıcı, e) ince temizleyici, f) jossi, g) tarak makinesi, h) tambur-şapka atıklarının toplandığı hazne, i) I. pasaj cer makinesi, i) rieter E 7/6 model penye makinesi, j) II. pasaj cer makinesi k) fitil makinesi

Çizelge 3.1: Penye ring iplik üretim proseslerinde oluşan telefler ve bölgeleri

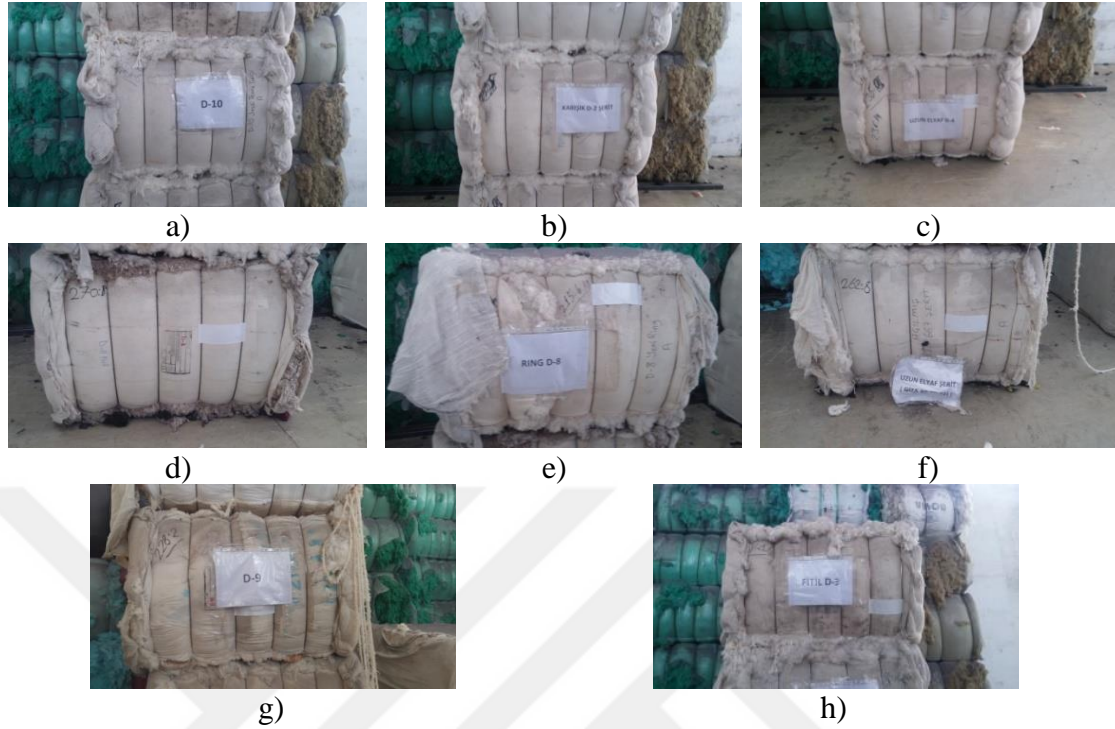
Telef türü	Oluştugu proses
Jossi telefi	Harman hallaç hattı makinelerine ait telef
Tarak makine altı kirli telefi	Tarak makinesi
Tarak makine altı temiz telefi	Tarak makinesi
Karışık elyaf şerit telefi	Tarak makinesi, I. ve II. pasaj ver makinesi
Kısa elyaf şerit telefi	I. ve II. pasaj ver makinesi
Uzun elyaf şerit telefi	I. ve II. pasaj ver makinesi
Tarama (penye) telefi	Tarama (penye makinesi)
Fitil telefi	Fitil makinesi
Ring (uzun elyaf) pnömofil telefi	Ring makinesi
Beyaz LYC pnömofil telefi	Ring makinesi
Siyah LYC pnömofil telefi	Ring makinesi
Meydan telefi	İşletme içerisinde süpürülen telefler
Ham ring üstübü telefi	Ring/bobin makinesi
Beyaz LYC üstübü telefi	Ring/bobin makinesi
Siyah LYC üstübü telefi	Ring/bobin makinesi



Şekil 3.4 : Ring iplik üretim prosesleri sonucu oluşan teleflere ait görüntüler: a) ring pnömofil telefi, b) ham üstübü, c) fitil telefleri, d) karışık şerit telefi, e) tarak makine altı temiz telefi, f) tarak makine altı kirli telefi, g) jossi telefi

Penye ring iplik üretim prosesleri boyunca oluşan telef bölgelerinden elde edilen telef çeşitlerine ait görüntüler Şekil 3.4'de verilmiştir.

Bu aşamalardan çalışma boyunca takibi yapılarak toplanan tüm telefler preslenerek balyalanmıştır. Balyalanan telefler Şekil 3.5'de gösterilmektedir.



Şekil 3.5 : Ring iplik üretim prosesleri sonucu oluşan teleflere ait elyafların balya görüntüleri: a) jossi telefi, b) karışık şerit telefi, c) ring pnömofil telefi d) tarak makine altı kirli telefi, e) tarak makine altı temiz telefi (şapka telefi) f) uzun elyaf şerit telefi, g) tarama (penye) telefi h) fitil telefi

İplik eğirme proseslerine ait telefler öncelikli olarak tür, form, temizlik ve miktar açısından sınıflandırılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 : Penye ring iplik üretim proseslerinde oluşan teller ve içerikleri

Telef türü	Oluştugu proses	Miktar(kg)	Form	Temizlik durumu
Jossi telefi	Harman-hallaç hattı	8.731	Elyaf	Temiz/ Kirli
Tarak makine altı kirli telefi	Taraklama sırasında (Tambur-Brizör)	58.590	Elyaf	Kirli
Tarak makine altı temiz telefi	Taraklama sırasında (Tambur-Şapka)	73.957	Elyaf	Temiz (toz, kısa lif, neps vb.)
Karışık elyaf şerit telefi	Karışık harmanlardan ve upland ve uzun elyaf içerikli telef	26.882	Şerit	Temiz (toz, kısa lif, neps vb.)
Kısa elyaf şerit telefi	I. ve II. pasaj cer makinesi	10.603	Şerit	Temiz (toz, kısa lif, neps vb.)
Uzun elyaf şerit telefi	I. ve II. pasaj cer makinesi	25.362	Şerit	Temiz (toz, kısa lif, neps vb.)
Penye telefi	Penye tarama makinesinde kısa liflerin taranması işlemi sonucunda	309.930	Elyaf	Temiz (kısa lif)
Fitol telefi	Fitol masuralarından elde edilen telef	19.073	Fitol (bükümlü)	Temiz
Ring pnömofil telefi	Hava emişi ile oluşan telef (pnömofil)	34.664	Elyaf	Temiz
Ham ring üstü telefi	Ring iplik kopsları üzerinden kesilen iplikler	8.074	İplik (bükümlü)	Temiz
Meydan telefi	Meydanlardan süpürülen telefler	5.637	Karışık (bükümlü)	Temiz

3.1.1.1 Telef türleri

Telef türlerine ait açıklamalar aşağıda verilmektedir.

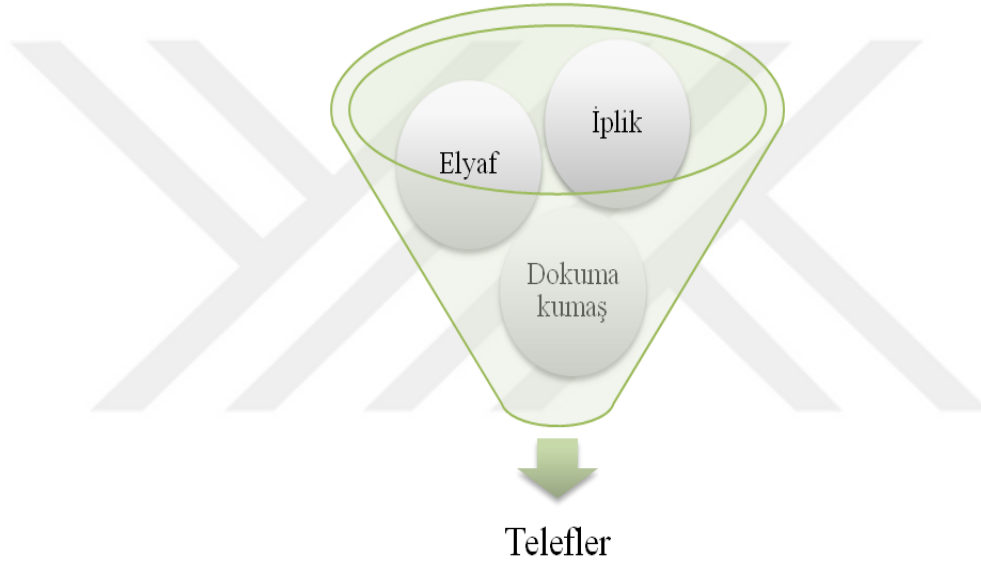
- Jossi telefi, pamuğun harman hallaçtan tarak makinesine aktarılırken püskürtülerek atıldığı kısımdır. Neps, kütlü ve kirli pamuk liflerini içermektedir.
- Tarak makine altı kirli telefi, tarak makinesinde tambur-brizör arasında işlemler sırasında ayrılan pamuk lifleridir.
- Tarak makine altı temiz telefi, tarak makinesinde tambur-şapka arasında işlemler sırasında ayrılan pamuk lifleridir. İşletmede, penye makine altı şerit telefi olarak isimlendirilmektedir.
- Karışık şerit telefi, Upland ve uzun ştapelli lif karışımı olan, uniform olmayan lif uzunluk dağılımına sahip şerit telefleridir. Lif harmanını hangi pamuk türünün oluşturduğu kesin olarak bilinmeyen karışımlara ait teleflerdir.
- Kısa elyaf şerit telefi, daha çok Upland tipi orta uzunluktaki pamuk liflerini içeren şerit telefleridir. İşletmede, penye şerit telefi olarak isimlendirilmiştir.
- Uzun elyaf şerit telefi, taranmış II. Pasaj cer şeritleri ile daha çok uzun lif uzunluğuna sahip pamuk liflerini içeren şerit telefleridir.
- Tarama (penye) telefi, penye makinesinde tarama işlemi sonucunda oluşan teleftir.
- Fitol telefi, fitil makinesinde fitil masuraları üzerinde kalan fitil sarımlarından oluşan bükümlü fitil telefleridir.
- Ring pnömofil telefi, ring iplik makinesinde iplik eğirme işlemi sırasında uçuntular ve iplik kopuşları sırasında kopan fitillerin hava emişi ile emilmesi sonucunda oluşan ve emiş bölgesinde biriktirilen teleftir. İşletmede, uzun elyaf pnömofil telefi olarak da adlandırılmaktadır.
- Beyaz LYC pnömofil telefi, ring/kompakt iplik eğirme makinesinde özlü iplik (core-spun) üretimi sırasında iplik kopuşu sonrasında beyaz likralı ipliğin haznede birikmesi sonucunda oluşmaktadır.
- Siyah LYC pnömofil telefi, ring/kompakt iplik eğirme makinesinde özlü iplik (core-spun) üretimi sırasında iplik kopuşu sonrasında siyah likralı ipliğin haznede birikmesi sonucunda oluşmaktadır.
- Ham ring üstübü telefi, ring makinesi ve bobinleme işlemi sırasında kopuların üzerinde kalan ipliklerin kesilmesi ile oluşan ipliklerdir.

- Beyaz LYC üstübu telefı, bobınleme işleme sırasında kopsların üzerinde kalan ipliklerin kesilmesi ile oluşan ipliklerdir.
- Siyah LYC üstübu telefı, bobınleme işleme sırasında kopsların üzerinde kalan ipliklerin kesilmesi ile oluşan ipliklerdir.

3.1.1.2 Telef formları

Tüm prosesler boyunca oluşan ve takip edilen telefler;

- elyaf,
- iplik ve
- dokuma kumaş telefleri formundadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : İşletmeye ait teleflerin formları

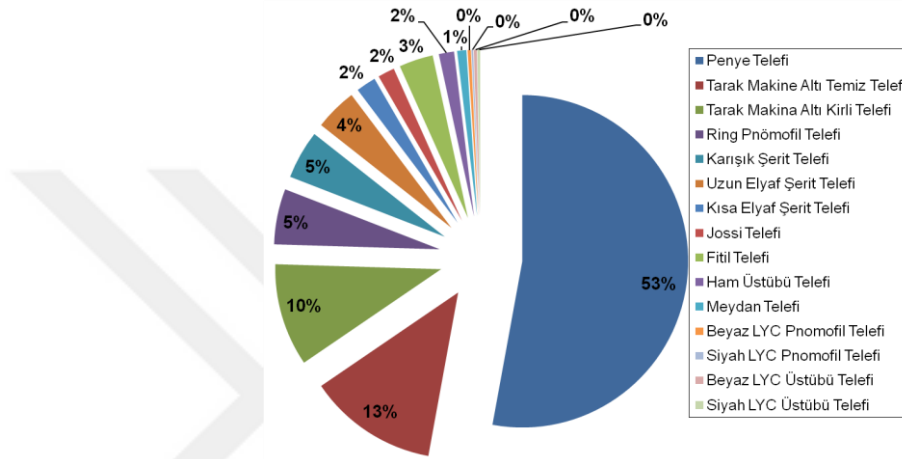
3.1.1.3 Temizlik miktarları

İplik eğirme prosesleri boyunca takip edilen teleflerin; Şekil 3.4'de elyaf görüntülerinde de görüldüğü üzere tarak makine altı kirli telefı dışında tüm telefler yabancı madde miktarı açısından daha temiz olarak subjektif bir şekilde nitelendirilebilmektedir. Daha detaylı gözlemlene yapıldığında ise; elyaf teleflerine ait numuneler içerisindeki neps, kısa elyaf vb. açıdan birbirleri arasında yine subjektif değerlendirmeler yapılabilmektedir. Ancak ön deneme çalışmalarında teleflerin temizlik miktarları ile ilgili neps, toz ve kısa lif açısından detaylı analizlerine ait veriler sonuçlar kısmında belirtilmektedir.

3.1.1.4 Telef miktarları

İplik eğirme proseslerine ait teleflerin miktarları ve dağılımları Şekil 3.7'de verilmiştir. Buna göre

- Penye tarama telefi,
- Tarak makine altı temiz ve kirli telefleri,
- Pnömoofil telefi diğer telefler içerisinde önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle çalışmada söz konusu teleflerin kullanılmasına önem verilmiştir.



Şekil 3.7 : 2015 yılı içerisinde iplik üretim proseslerinde oluşan telef miktarı dağılımları

3.1.2 Dokuma kumaş üretim prosesleri telefleri

Dokuma proseslerinde levendler üzerinde kalan ve dokuma işlemi sırasında oluşan telefler ile birlikte kumaş parça telefleri hem oluştukları proseslere göre hemde içeriklerinin farklılıklarına göre gruplar halinde depolanmaktadır. Dokuma işlem prosesleri boyunca oluşan teleflere ait; telef çeşitleri Çizelge 3.3'te, teleflere ait görüntüler Şekil 3.8 ve preslenerek depolanmış balya hali ise Şekil 3.9'da verilmektedir.

Çizelge 3.3 : Dokuma işletmesinde oluşan telefler

Telef türü	Oluştugu proses
Dokuma üstübu (iplik)	Dokuma hazırlık telefleri
Dokuma kenar üstübu	Dokuma kenar telefleri
Kumaş kırpıntısı	Terbiye bölümünden gelen kısa kumaş parçaları



Şekil 3.8 : Dokuma bölümünde oluşan iplik telefleri



a)

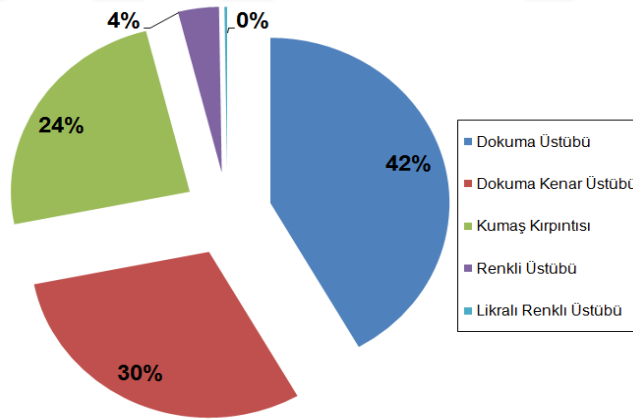


b)

Şekil 3.9 : Dokuma kenar telefleri: a) ham b) renkli

Takip edilen ring iplik üretim prosesinden elde edilen ipliklerle dokunan kumaşlara ait dokuma kenar telefleri, mekanik işlem yöntemi ile açılarak önce elyaf haline getirilmiş ve OE-Rotor iplik eğirme proseslerine tabi tutulmuştur.

Şekil 3.10'da görüldüğü gibi, dokuma hazırlık telefleri, dokuma işleminde oluşan telefler ve terbiye bölümünden gelen kumaş parçaları önemli bir orana sahiptir.



Şekil 3.10 : Dokuma proseslerinde oluşan telef miktarı dağılımları

2015 yılı tüm telefler değerlendirildiğinde, iplik proseslerinde daha fazla miktarda telef oluştuğu ve neredeyse 5 kat fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 : İplik ve dokuma işletmelerine ait telef miktarları

Telef türü	Miktar (kg)
İplik prosesine ait telefler	586.962
Dokuma proseslerine ait telefler	105.420

3.1.3 Ham orijinal pamuk

Teleflerden üretilecek olan ipliklerin fiziksel özellikleri ve performansının kıyaslanabilmesi açısından teleflere ait ham pamuk harmanından OE-Rotor iplik üretimi gerçekleştirilmiştir.



a)



b)

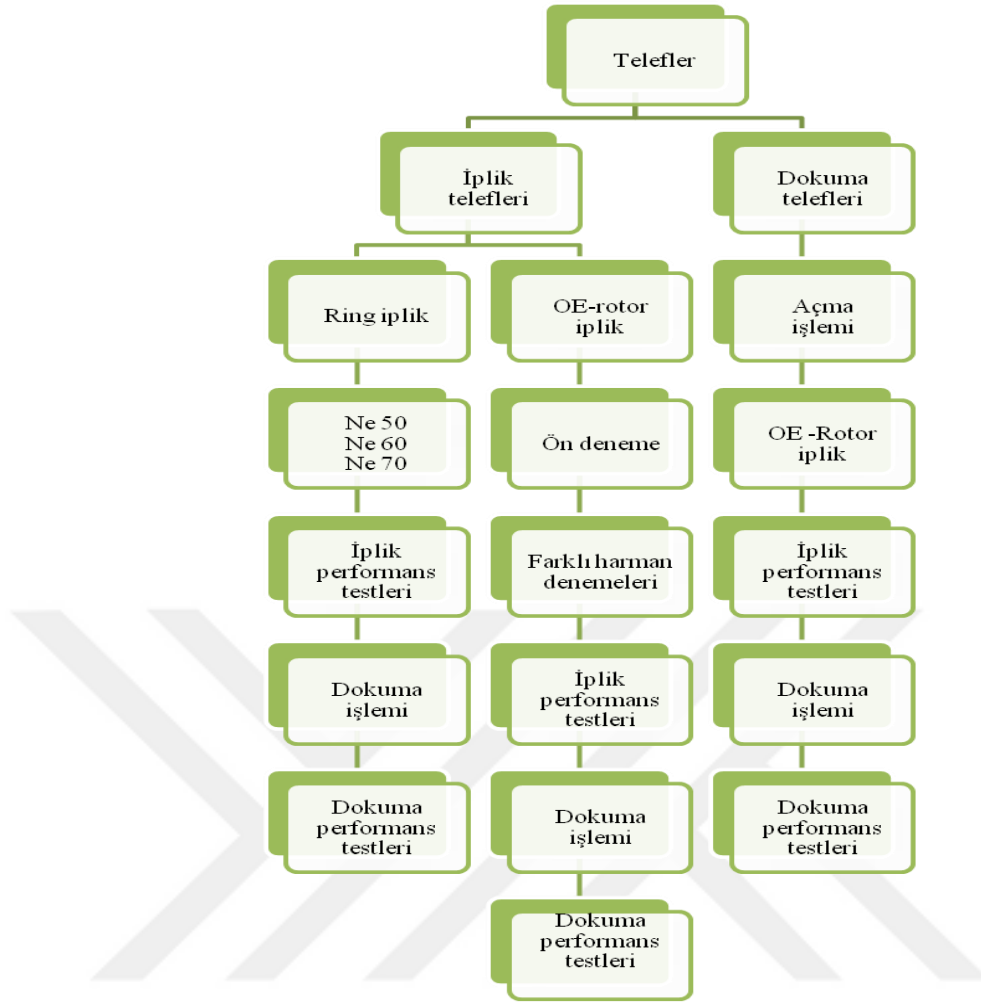
Şekil 3.11 : Ham orijinal pamuk harmanı için kullanılan pamuk çeşitleri: a) Ege pamuğu b) Mısır giza pamuğu

Şekil 3.11'de görüldüğü üzere telefleri alınmış olan harman karışımında kullanılan pamuk çeşitleri ile Ne 30 numara referans OE-Rotor iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Böylece orijinal ham pamuk ile üretilen iplikler ile telef karışımlarından elde edilen ipliklerin fiziksel özelliklerinin yanında, bu ipliklerden dokunan kumaşların performans özellikleri karşılaştırılmıştır.

3.2 Yöntem

Kompakt ring iplik üretim prosesleri ve dokuma kumaş üretim proseslerinde oluşan telefler SDL MDTA 3 Mikrotoz Çer-Çöp cihazında önce yabancı madde ve tozdan uzaklaştırılarak daha sonra HVI ve AFIS sonuçları elde edilmiştir. Böylece telef numunelerinin mukavemet, uzunluk, üniformite, incelik vb. önemli ve belirleyici fiziksel özellikleri hakkında veri envanteri oluşturulmuştur.

Ön değerlendirme çalışmaları neticesinde elde edilen veriler ışığında; elyaflar uzunluk, temizlik, tür ve form açısından gruplandırılmıştır. Ön işlem gerektiren telef grupları ilave proseslerden geçirilerek telefler elyaf formuna getirilmiştir. İlgili telef gruplarının değerlendirilebileceği eğirme sistemleri belirlenmiştir. Bu veriler ışığında planlanan üretim denemeleri ve testler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.12).

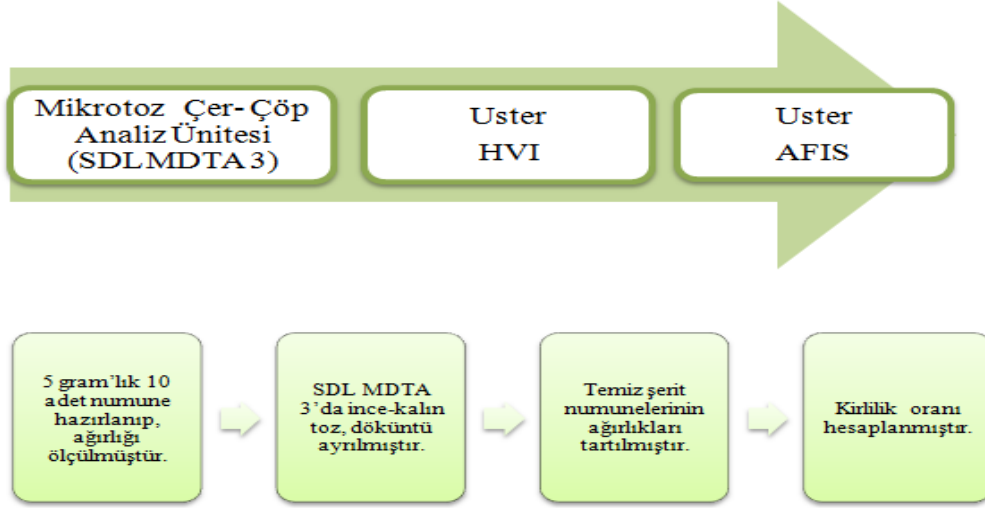


Şekil 3.12 : Telefler ve işlem basamakları

3.2.1 Teleflerin ön değerlendirme çalışmaları

Lif özelliklerinin belirlenmesi amacıyla öncelikle AFİS ve HVI cihazları kullanılmaktadır. Ancak, bazı telef türlerinin yüksek miktarda çepel vb. madde içermesi nedeniyle ölçümlerde yüksek varyasyon değerleri ile karşılaşmıştır. Bu nedenle, daha düzgün sonuçlar elde etmek amacıyla telefler Mikrotoz Çer-Çöp Analiz Ünitesinde (Microdust and Trash Analyser with Rotor Attachment) (SDL MDTA 3) temizlenmiş ve çöp kısmı ayrılmıştır.

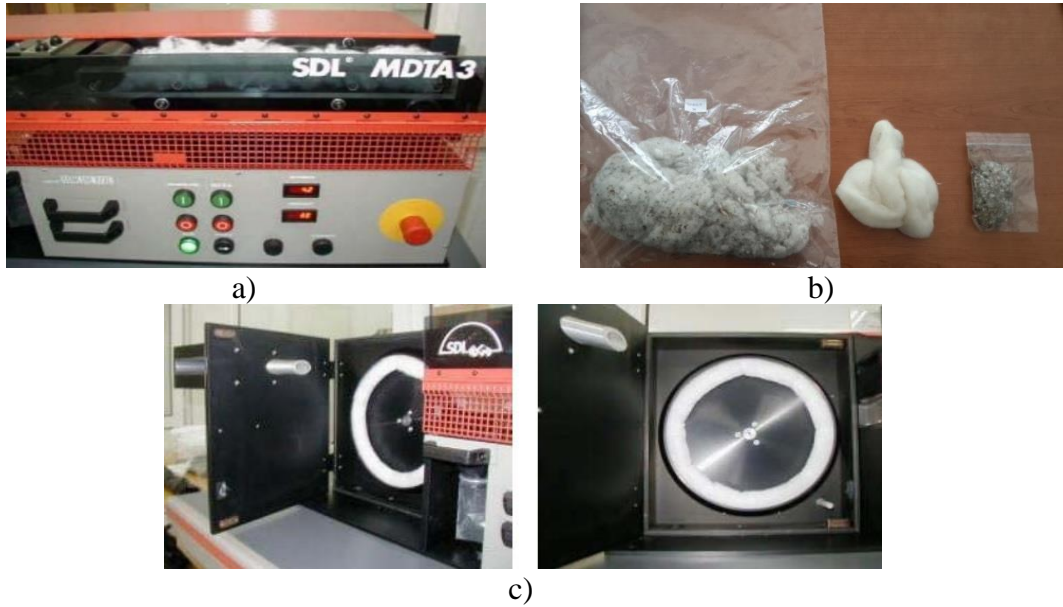
Mikrotoz Çer-Çöp Analiz Ünitesi (SDL MDTA 3), kısa elyaf iplikçiliğinde kullanılan her türlü elyaf üzerinde açma, temizleme ve paralelleştirme sağlayarak elyaf kütlelerini şerit formuna getirmekte ve bu şerit OE-Rotor iplikçiliği için deneme çalışmalarında kullanılabilir. Ünite, elyaf içerisindeki kirlilik analizi de yapılabilir.



Şekil 3.13 : Ön değerlendirme çalışmalarında izlenen işlem basamakları

Çalışmada, teleflerden 5 gram'lık 10 adet numune hazırlanmış MDTA ünitesinde açılmış ve şerit formuna getirilmiştir. İnce toz, kalın toz ve döküntü haznelerine ayrılan yabancı maddelerinin ve temiz şerit numunesinin ağırlıkları tartılmıştır. Cihaza beslenmeden önce elyaf kütlelerinin ağırlığının ve cihazdan çıkan şerit formundaki elyafın ağırlığının ölçülmesi yoluyla Shirley Prensibine göre kirlilik değeri hesaplanmıştır (Şekil 3.13-3.14).

Mikrotoz Çer-Çöp Analiz Ünitesinden elde edile şerit numunelerine ait elyaf özelliklerinin belirlenmesi amacıyla AFİS ve HVI cihazları kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Her bir numuneden 10 adet test gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.14 : Mikrotoz çer-çöp analiz test cihazına ait üniteler: a) numune besleme, b) yabancı maddelerin ayrılması c) şerit eldesi

3.2.2 Teleflerden penye ring iplik üretimi

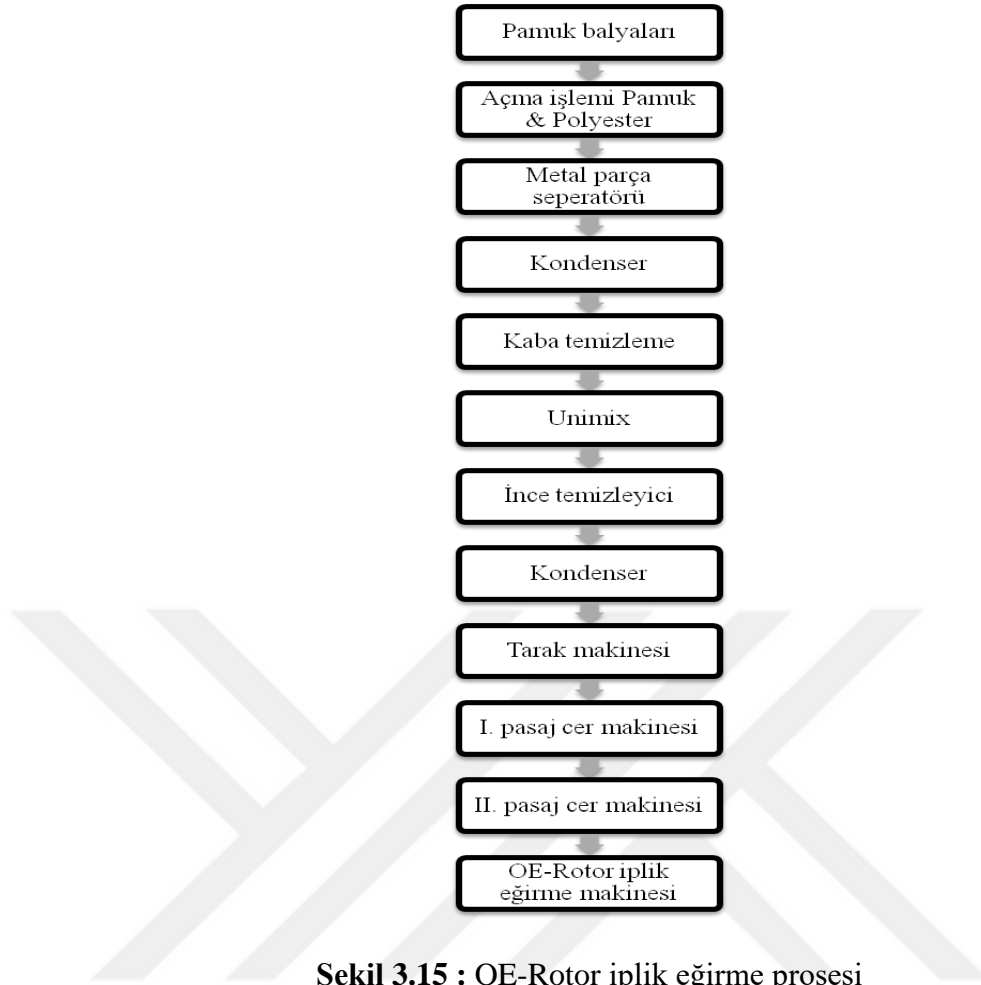
Ring üretim prosesleri boyunca toplanan teleflerin; mukavemet, incelik, uzunluk, uzunluk üniformitesi, parlaklık, sarılık ve kopma uzaması gibi fiziksel özellikleritest edilmiştir. Ve bu telefler içerisinde en iyi değerleri veren pnömofil teleflerinin konvansiyonel ring iplik üretiminde kullanılmasına karar verilmiştir. %5 oranında pnömofil telefi, orijinal pamuk lifleri ile harman hallaç dairesinde karıştırılarak eğirmeye hazırlık yapılmıştır. Tarak, I. ve II. cer, fitil ve konvansiyonel ring iplik eğirme makineleri kullanılarak pnömofil/pamuk (%5/95) harmanından, Ne 50/1, Ne 60/1 ve Ne 70/1 olmak üzere konvansiyonel ring iplikler üretilmiştir. Üretilen bu ipliklerin; ince ve kalın yer, neps, tüylülük, mukavemet, düzgünsüzlük ve kopma uzaması gibi performans özellikleri test edilmiştir. Ayrıca üretilen iplikler, Uster İstatistik değerlendirmelerine tabi tutularak ipliklerin uluslar arası platformda kalite değerleri ile ilgili analizlerde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu ipliklerden dokuma kumaşlar üretilmiştir. Dokunan kumaşlara ise; kuru ağırlık, yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti, boncuklanma, dikiş açılması, aşınma direnci gibi fiziksel testler, ter, yıkama, su, kuru ve yaş sürtme olmak üzere haslık testlerinin yanında çekme testleri uygulanmıştır.

3.2.3 Teleflerden OE-Rotor iplik üretimi

Bu bölümdeki denemeler, teleflerden iplik üretimi yapan Reysan İplik Tekstil Sanayi Dış Ticaret Ltd. Şti (İstanbul) bünyesinde bulunan OE-Rotor iplik üretim hattında gerçekleştirilmiştir. Projede kullanılan iplik üretim hattı Şekil 3.15 verilmektedir.

Çalışmada hazırlanan ve OE-Rotor iplik üretiminde kullanılan harmanlar Çizelge 3.5'de görülmektedir. Harmanların oluşturulmasında,

- Yüksek miktardaki teleflerin değerlendirilmesi,
- %100 telef liflerinden oluşan ve %100 biyobozunur özelliğe sahip karışımların oluşturulmasına önem verilmiştir. Bununla birlikte, rPET gibi geri dönüşüm lifler kullanılarak çevreci bir ürünün üretilmesine katkı sağlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.15 : OE-Rotor iplik eğirme prosesi

Çizelge 3.5 : Üretilen OE-Rotor iplik denemeleri

Kod	Harman içeriği			İplik üretim parametreleri	
	1.Elyaf	2.Elyaf	3.Elyaf	İplik No (Ne)	Açıklama
1	100%	-	-	30/1	Orijinal pamuk harmanı
2	100%	-	-		Uzun elyaf şerit telefi
3	50%	50%	-		Uzun elyaf şerit telefi + pnömofil telefi
4	50%	50%	-		Uzun elyaf şerit telefi + şapka telefi
5	75%	25%	-		Pnömofil telefi + PES
6	75%	25%	-		Pnömofil telefi + rPET
7	50%	50%	-		Penye telefi + şapka telefi
8	50%	35%	15%		Penye telefi + pnömofil telefi+PES
9	50%	50%	-		Penye telefi + pnömofil telefi
10	100%	-	-	20/1	Orijinal pamuk harmanı
11	75%	25%	-		Penye telefi + PES
12	50%	50%	-		Şapka telefi + pnömofil telefi
13	50%	35%	15%		Penye telefi + pnömofil Telefi + PES
14	75%	25%	-		Pnömofil telefi + PES
15	75%	25%	-		Pnömofil telefi+rPET
16	50%	50%	-		Uzun elyaf şerit telefi + şapka telefi
17	50%	50%	-		Penye telefi + pnömofil telefi
18	100%	-	-	16/1	Penye telefi
19	75%	25%	-		Penye telefi + rPET
20	75%	25%	-		Penye telefi + PES
21	75%	25%	-		Penye telefi + pnömofil telefi
22	100%	-	-		Şapka telefi

3.2.3.1 İşlem adımları

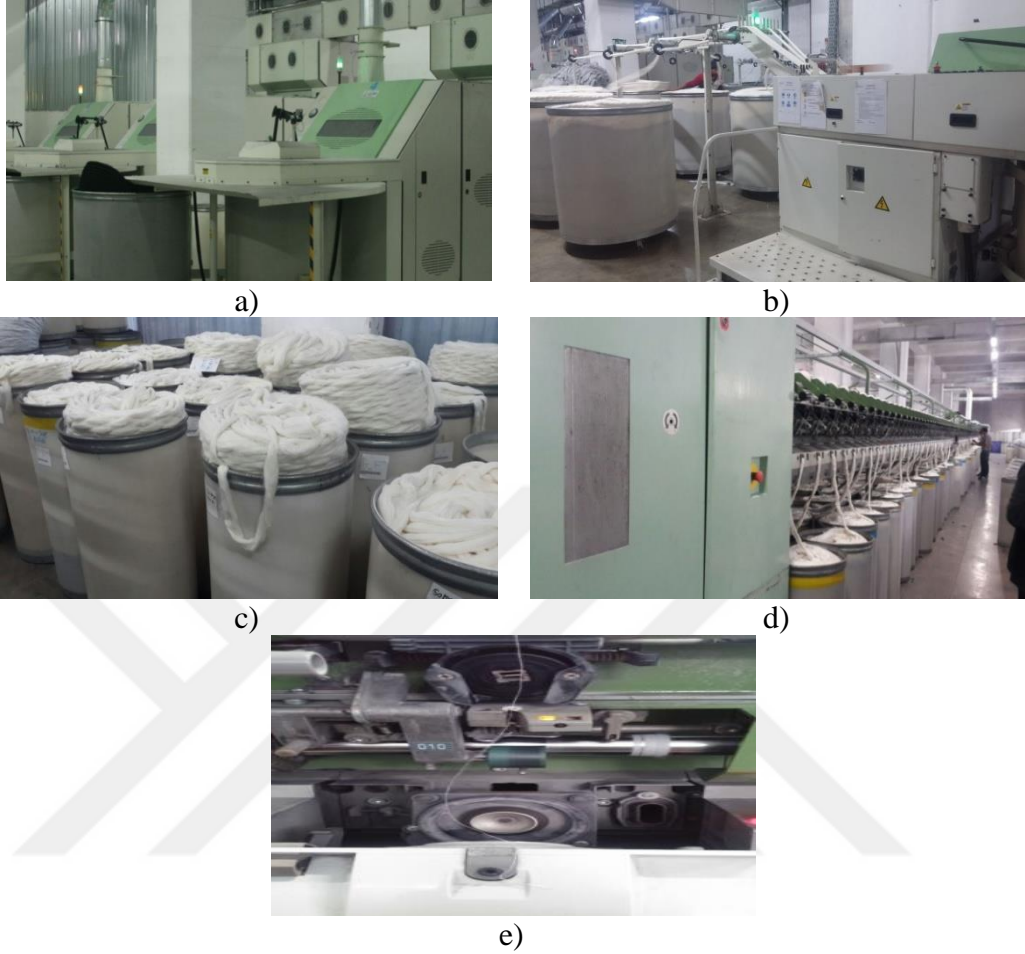
Elyaf teleflerinden OE-Rotor iplik üretimi için terazi ile hazırlanan 50 kg'lık elyaf harmanları konvansiyonel balya açıcıya verilmiştir. Açıcıda açılan lifler, metal gibi ağır parçaların ayrılması için metal ayırıcıya gönderilmiştir. Daha sonra lifler kamaralı karıştırıcıya beslenmiş ve liflerin karıştırılması sağlanmıştır. Karışım ince temizleyiciden geçirilip, tarak makinesine kondenser ile sevk edilmiştir.



Şekil 3.16 : OE-Rotor iplik üretiminin gerçekleştirildiği ait harman hallaç dairesi: a) balya açıcı, b) balya açıcı çıkışı, c) balya açıcı ayar monitörü, d) balya açıcı, e) mıknatıslı metal parça seperatörü, f) unimix elyaf karıştırıcı, g) ince temizleme, h) tarak makinesine sevk bölümü

Tarak makinesinde açılan, temizlenen ve karıştırılan liflerden elde edilen tarak şeritleri cer makinesine beslenmiştir. Tarak kovaları, cer makinesine taşınmış ve çekim, paralelleştirme işlemlerinden geçirilmiştir. Cer kovaları daha sonra OE-Rotor iplik makinelerine taşınmış ve iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Telef liflerinden OE-

Rotor iplik üretiminde kullanılan iplik üretim makinelerine ait görüntüler Şekil 3.16-3.17'de verilmektedir.



Şekil 3.17 : OE-Rotor iplik üretiminin gerçekleştirildiği makinelere ait görüntüler: a) tarak makinesi b) cer makinesi c) cer şeritleri d) oe-rotor makinesi e) rotor iplik eğirme bölgesi

Balya açıcı: Materyali çok iyi açma ve karıştırma özellikleri yanında (pamuk için iki açıcının altındaki ayarlanabilir ızgaralar vasıtasıyla) çok iyi temizleme özelliğine sahiptir. Sentetik elyafta ise tek açıcı ile, elyafa zarar vermeden açma işlemi yapılır. Sentetikte fazla bir temizleme ihtiyacı olmadığından ızgara sistemi iptal edilmiştir. 1200 mm, 1600 mm ve 2000 mm enlerinde imal edilen balya açıcılar yüksek kapasiteli iş gücündedirler. Materyal balya açıcının önündeki banda dökülür. Balya açıcının içindeki fotosel kontrolündeki hazne doluncaya kadar bant besleme yapar. Bu haznenin altındaki ikinci bant sayesinde hattan gelen talebe göre bant harekete geçer ve iğneli hasır banttın gelen materyali açarak, açıcı silindirlerine sevk eder. Hattaki materyal miktarı isteğine göre iğneli hasır devri frekans kontrollü motor kullanılarak azaltılıp çoğaltılabilmektedir.

Metal parça seperatörü: Materyalle beraber hatta girebilecek metal parçaları tutmak ve hattaki diğer makinelere zarar vermemek amacıyla balya açıcının çıkışına seporamat (ağır parça tutucu) yerleştirilmiştir.

Kondenser: Materyalin sevk edilmesi ve bu sırada materyalin içinde bulunan tozun arındırılması için kullanılmaktadır. Kondenserin içinde bulunan fan, kondenser eleğinin iki yanından havayı emerek materyalin bir önceki makineden emilmesini sağlar. Materyal, kondenser eleklerinden geçerken tozdan arındırılır ve açılarak besleme ünitesine sevk edilir.

Unimix elyaf karıştırıcı: Kaba temizleyiciden aktarılan elyaf tutamlarının 8 hazneli bölmelerde karıştırılarak üniform bir şekilde ince temizleyiciye aktarılmasını sağlar.

İnce temizleme:Unimixten gelen elyaf demetlerinin kondenser ve hava yardımı ile toz, uçuntu ve neps gibi yabancı maddelerden daha ince bir temizleme işleminden geçirilerek tarak makinesine beslenmesini sağlar.

LakchmiCard LC363 tarak makinesi: Harman hallaç dairesinden yabancı partiküllerden bir miktar temizlenerek gelen elyaf demetlerinin besleme silindiri, açıcı silindir, brizör, tambur, şapka ve penyör ile toz ve uçuntu elyaftan uzaklaştırılarak nepslerin açılmasını sağlar.

I. pasaj cer makinesi: Tarak makinesinden gelen şeritlerin 6-8 adet dublaj oluşturarak daha ince ve düzgün şeritler oluşmasını sağlamaktadır.

OE-Rotor iplik makinesi: Cer makinesinde oluşturulan elyaf şeritlerini belirlenen büküm sayısında ve iplik numarasında üretir.İplik üretiminde kullanılan tarak makinesine ait üretim değerleri Çizelge 3.6'de detaylı şekilde verilmiştir. Tarak makinesi sonrasında tarak şeritleri I. Pasaj cer makinesine beslenmiş ve 6.0 ktex inceliğe sahip cer şeritleri elde edilmiştir. Cer şeritleri OE-Rotor makinesine beslenmiş ve belirlenen inceliklerde iplik üretimi yapılmıştır. İplik üretiminde aynı büküm değerleri yanında açma silindir hızı, rotor türü, hızı ve çapı ile aynı düze türünün kullanılmasına dikkat edilmiştir. OE-Rotor iplik makinesine ait üretim parametreleri Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.6 : Lakshimi LC363 Tarak makinesine ait teknik veriler

Üretim parametresi	Değerler	
Silindir hızı	522	rpm
Şapka hızı	385	mm/dak
Kanal açıcı silindir hızı	696	rpm
1. Birizör hızı	1432	rpm
2. Birizör hızı	1618	rpm
3. Birizör hızı	2138	rpm
Kova uzunluğu	6500	m
Çıkış hızı	140	mpm
Besleme ağırlığı	495	gr/mtr
Tülbent çekim (düşük)	1,200	
Tülbent çekim (yüksek)	1,150	
Şerit çekimi (düşük)	1,040	
Şerit çekimi (yüksek)	1,120	
Telef miktarı (%)	7	
Şerit	0,0966	Ne
5m CV	2,48	%

Çizelge 3.7 : OE-Rotor makinesine ait teknik veriler

İplik No (Ne)	Açıklama	Şerit No (ktex)	ae	Düze tipi	Rotor tipi	Rotor Hızı (rpm)	Rotor çapı (mm)	Açıcı sil. Hızı (rpm)
30/1	Orijinal pamuk harmanı					60000		8500
20/1	Orijinal pamuk harmanı					58000		8000
30/1	Uzun elyaf şerit telefi					60000		8500
30/1	Uzun elyaf şerit telefi+pnömofil telefi					60000		8500
30/1	Uzun elyaf şerit telefi +şapka telefi					60000		8500
20/1	Uzun elyaf şerit telefi +şapka telefi					58000		8000
30/1	Pnömofil telefi + PES					60000		8500
30/1	Pnömofil telefi + rPET					60000		8500
20/1	Pnömofil telefi + PES					58000		8000
20/1	Pnömofil telefi + rPET					58000		8000
20/1	Penye telefi + rPET	6	5,00	spiral	Rieter BT923	58000	44	8000
16/1	Penye telefi + rPET					56000		8000
30/1	Penye telefi + Pnömofil telefi +PES					60000		8500
20/1	Penye telefi + Pnömofil telefi +PES					58000		8000
16/1	Penye telefi					56000		8000
16/1	Şapka telefi					56000		8000
30/1	Penye telefi + şapka telefi					60000		8500
30/1	Penye telefi + Pnömofil telefi					60000		8500
16/1	Penye telefi + Pnömofil telefi					56000		8000
16/1	Penye telefi+PES					56000		8000
20/1	Şapka(TMATT) telefi +pnömofil telefi					58000		8000

3.2.3.2 Üretilen iplik numunelerinin analiz edilmesi

Çalışmada, çeşitli incelik, telef türleri ve telef karışım oranlarında üretilen OE-Rotor ipliklerin düzgünsüzlük, ince-kalın yer, neps ve tüylülük özellikleri Uster Tester

3'de, mukavemet ve kopma uzaması özellikleri Uster Tensorapid test cihazlarında test edilmiştir. Her bir numuneden 10'ar adet tekrarlı iplikler test edilmiştir.

3.2.4 Dokuma kumaş teleflerinin açılma işlemi

Dokuma bölümünden alınan telefler genelde kumaş ve iplik formunda olduğu için teleflerin tekrar işlenebilmesi için elyaf formuna getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla açma işlemi uygulanmıştır. Açma işlemi Fransız Laroche marka 6 aşamalı açma işleminde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 : Laroche 6 aşamalı açma makinesi

Çalışmada Söktaş firmasına ait dokuma kumaş teleflerinin de açılması ve OE-Rotor iplik üretiminde kullanılması planlanmıştır. Ancak, Reysan firmasında kumaş teleflerinin açılabilmesi için 2 ton gibi yüksek miktarda kumaş telefine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, bu miktarda aynı harmana ait telef numuneleri temin edilemediği için bu dokuma kumaş açılamamıştır. Ancak bu dokuma kumaş teleflerinin özellikleri de incelenmek istendiğinden %100 pamuk kumaş telefleri temin edilerek Reysan firmasında açma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Dokuma kumaş teleflerinden oluşturulan harmanlar, Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 : Dokuma kumaş teleflerinden oluşan harmanlar

1. Elyaf (%)	2. Elyaf (%)	3. Elyaf (%)	Açıklama
60	25	15	%60 pamuk açma, %25 pamuk + sentetik açma, %15 rPET
80	20	-	%80 pamuk açma, %20 siyah rPET

Dokuma kumaş bölümüne ait telefler, kumaş ve iplik formundadır. Bu teleflerin elyaf formuna getirilip tekrar kullanılması için mekanik bir işlem olan açma işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Dokuma kumaş telefleri ve bükümlü iplikler, döner bıçaklı bir sistemi olan açma işlemine tabi tutulmaktadır ve bu işlem 6 aşamadan oluşmaktadır.

3.2.5 Teleflerden dokuma kumaş üretimi ve kumaşlara ait performans testleri

Telef ve telef karışımlarından konvansiyonel ring ve OE-Rotor iplik eğirme prensibine göre eğrilmiş ipliklerden, işletmenin dokuma kumaş üreticisi olması nedeniyle dokuma kumaşlar üretilmiştir.

Daha sonraki adımda ise; telef ve telef karışımlarından konvansiyonel ring ve OE-Rotor iplik eğirme prensibine göre eğrilmiş ipliklerden işletmenin dokuma kumaş üreticisi olması nedeniyle dokuma kumaşlar üretilmiştir. Üretilen bu kumaşların fiziksel testler ile karakteristik özelliklerinin belirlenmesinin yanında; renk haslığı ve çekme testleri uygulanmıştır.

Kumaşlara uygulanan fiziksel testler,

- Kuru ağırlık (g/m^2)
- Yırtılma mukavemeti (çözgü) (g)
- Yırtılma mukavemeti (atkı) (g)
- Kopma mukavemeti (çözgü) (kg)
- Boncuklanma (derece)
- Dikiş açılması (çözgü) (kg)
- Dikiş açılması (atkı) (kg)
- Aşınma direnci (tur)
- Kopma mukavemeti (atkı) (kg) şeklindedir.

Kumaşlara uygulanan renk haslığı testleri,

- Ter haslığı(Asidik)
- Ter haslığı(Bazik)
- Yıkama haslığı
- Su haslığı
- Kuru sürtme haslığı
- Yaş sürtme haslığı şeklindedir.

Kumaşlara uygulanan çekme testleri

- Çekme (çözgü/uzunluk)
- Çekme (atkı/genişlik) şeklindedir.

Kumaşlara uygulanan tüm performans testlerine ait açıklama ve standartlar Çizelge 3.9'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.9 : Dokuma kumaşlara uygulanan testler ve standartları

Test türü	Test adı	Test Metodu
Fiziksel Testler	Kuru ağırlık (g/m ²)	ISO 3801
	Yırtılma mukavemeti (çözgü) (g)	ISO 13937-1
	Yırtılma mukavemeti (atkı) (g)	ISO 13937-1
	Kopma mukavemeti (çözgü) (kg)	ISO 13934-1
	Kopma mukavemeti (atkı) (kg)	ISO 13934-1
	Dikiş açılması (çözgü) (kg)	ISO 13936-1 (3mm)
	Dikiş açılması (atkı) (kg)	ISO 13936-1 (3mm)
	Aşınma direnci (tur)	ISO 12947-2
	Boncuklanma (derece)	ASTM D4970 (2000)
	Renk haslıkları testleri	Ter haslığı (Asidik)
Ter haslığı (Bazik)		ISO 105 E04
Yıkama haslığı		ISO 105 C06
Su haslığı		ISO 105 E01
Kuru sürtme haslığı		ISO 105 X12
Yaş sürtme haslığı		ISO 105 X12
Çekme testleri	Çekme (çözgü/uzunluk)	ISO 6330 (40°C, LD)
	Çekme (atkı/genişlik)	ISO 6330(40°C, LD)

3.2.6 Yaşam döngüsü değerlendirmesi

Çalışmada, telef liflerinden iplik ve kumaş üretim denemeleri yanında seçilen ipliklerden Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD/LCA) çalışması yapılarak telef kullanımının karbon ayakizi başta olmak üzere çevresel etkilerde meydana getirdiği değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, projenin bu bölümünde iplik ve kumaş üretim çalışmaları sırasında ISO 14044 standardına göre orijinal pamuk ve telef içerikli numunelere ait üretimler takip edilerek verilerin analizi için SimaPro yazılımı kullanılmıştır. Çevresel etki değerlendirmesinde SimaPro yazılımı ile veri analizleri:

- Küresel ısınma potansiyeli (Global warming potetial-GWP)
- Ozon tabakası incelmeleri (Ozone layer depletion)
- Asidifikasyon
- Ötrofikasyon
- Fotokimyasal oksidasyon
- Doğal kaynakların tükenmesi (Fosil olmayan)
- Doğal kaynakların tükenmesi (Fosil)
- Deniz ekotoksitesitesi
- Akarsu ekotoksitesitesi

- Karasal ekotoksisite
- İnsan sağlığına etkiler
- Kümülatif enerji ihtiyacı başlıklarından oluşmaktadır.

3.2.6.1 Küresel ısınma potansiyeli

Atmosfere salınan gazların neden olduğu sera etkisi sonucunda dünya üzerinde yıl boyunca sıcaklıkta meydana gelen artış ise küresel ısınma olarak adlandırılır. Küresel ısınma potansiyeli (GWP), farklı gazların küresel ısınma etkilerinin karşılaştırılmasına olanak sağlamak için geliştirilmiştir. Spesifik olarak, 1 tonluk bir gazın emisyonlarının, 1 tonluk karbondioksit (CO₂) emisyonlarına göre belirli bir zaman zarfında ne kadar enerji absorbe edeceğini gösteren bir ölçüdür. Küresel Isınma Potansiyeli'nin bu projede hesaplanmasında kullanılan süre 100 yıldır.

3.2.6.2 Ozon tabakası incelmesi

Ozon tabakasının incelmesi, antropojenik kirleticilerin bir sonucu olarak stratosferik ozon tabakasının (15-30 km yüksekliğinde) incelmesi yoluyla ozon yoğunluğunun azaltılması olgusunu ifade eder. Ozon tabakasındaki bu incelme çoğunlukla kloroflorokarbonlar (CFC) ve zehirli kimyasal bileşiklerin etkisiyle gerçekleşir. Ozon tabakasının incelmesi güneşten gelen mor ötesi ışınların yeryüzüne süzülmeden geçmesine neden olur. Bu durum insan ve çevre sağlığını ciddi manada tehdit etmektedir.

3.2.6.3 Asidifikasyon

Asidifikasyon, SO₂, NH₃ ve NO_x gibi antropojenik hava kirleticileri nedeniyle asitlenmiş nehirler/akarsulardan ve topraktan kaynaklanan çevresel bir problemdir. Asidifikasyon, topraktaki ağır metallerin mobilizasyonunu ve süzülme davranışını artırır ve besin zincirini bozarak su, kara hayvanları ve bitkiler üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkmasına neden olur. Asidifikasyonun değerlendirilmesinde baz alınan standart bileşik SO₂'dir.

3.2.6.4 Ötrofikasyon

Ötrofikasyon, göl gibi herhangi bir büyük su ekosisteminde, kimyasal gübreler veya boşaltılan atık sudan dolayı nutrientlerin büyük oranda çoğalması sonucu alg ve sucul bitkilerin varlığının aşırı şekilde artmasıdır. Bu durum sudaki çözünmüş

oksijen miktarını azaltarak uzun vadede su ekosisteminin ölümüne neden olabilir. Ötrofikasyon sulak alan ekosistemlerini bozarak burada yaşayan kuş, balık ve diğer canlıların azalmasına ya da yok olmasına neden olabilir. Ötrofikasyonun ileri safhalarında oksijen tükeneceği için, ilgili sistem önce bataklığa sonrasında ise çayıra dönüşerek su formundan kara formuna geçer. Ötrofikasyon potansiyelinin belirlenmesinde dikkate alınan standart madde PO_4^{-3} 'tür.

3.2.6.5 Fotokimyasal oksidasyon

Fotokimyasal oksidan oluşumu (veya fotokimyasal duman), kirletici oluşturan emisyonlar mevcut olduğunda belirli atmosferik koşullar altında meydana gelen bir olguyu ifade eder. Özellikle güneş ışığı ve düşük nem olduğunda ve azot oksitlerin ve uçucu organik bileşiklerin (metan hariç VOC'ler) varlığında, nispeten durgun havalarda yaygın olarak gerçekleşir. Uçucu organik bileşiklerin örnekleri, etan, etilen, benzen, aseton ve formaldehittir. Fotokimyasal oksidasyon potansiyelinin değerlendirilmesi için standart bileşik olarak etilen kullanılır. Fotokimyasal oksidasyon, solunum problemleri, göz tahrişi gibi bazı sağlık sorunlarına yol açabilir.

3.2.6.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan

Doğal kaynakların tükenmesi, yenilenemeyen kaynakların (elementler, nihai rezervler), jeosfer ve/veya antroposferde ulaşılabilirliğinin azalmasını ve bunun ardından ortaya çıkan çevresel etkileri ifade eder ve sistemdeki girdilere bağlı olarak minerallerin ekstraksiyonu ile ilgilidir. abiyotik çöktürme faktörü (Abiotic depletion factor-ADF), konsantrasyon rezervlerine ve depolanma oranına bağlı olarak her bir mineral ekstraksiyonu için belirlenir.

3.2.6.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil

Fosil yakıtların abiyotik tükenmesi, kg cinsinden m^3 fosil yakıtı için MJ cinsinden ifade edilen alt ısıtma değeri (Lower heating value-LHV) ile ilgilidir.

3.2.6.8 Deniz ekotoksitesitesi

Denizlerde yaşayan canlılar üzerinde ani veya gecikmeli olarak zararlı etkiler gösteren veya ölümcül risk taşıyan maddelerin, deniz ekosistemini bozması olayına deniz ekotoksitesitesi denir. Projede, üretilen ürünün en büyük çevresel etkisi denizlere olmaktadır. Enerji üretim tesislerinin (petrol, kömür, doğalgaz, HES vs) oluşturduğu

emisyonlar, katı atıklar ve deşarj edilen atıksular deniz ekotoksitesine neden olmaktadır.

3.2.6.9 Akarsu ekotoksitesi

Suyun kalitesi ve ortamında doğal dengesinin bozulması, su kirliliği olarak kabul edilmektedir. Akarsularda çeşitli nedenlerle ekosistemin bozulması olayına, akarsu ekotoksitesi denir.

3.2.6.10 Karasal ekotoksite

Karada yaşayan canlıların yaşamsal faaliyetlerini etkileyen veya ölümlerine neden olabilecek ölçekteki faaliyetlerden kaynaklanan olaya, karasal ekotoksite denir.

3.2.6.11 İnsan sağlığına etkiler

İnsan ve canlı sağlığını etkileyen bir çok parametreden söz etmek mümkündür. Bu nedenle bütüncül bir yaklaşım sergileyerek bireyin bulunduğu yaşam alanı içinde demografik, ekonomik, psikolojik, sosyal faktörlerin ve fiziksel, kimyasal, biyolojik çevrenin şartlarının etkili olduğu söylenebilir.

Son yıllarda endüstriyel faaliyetler kapsamında kullanılan su ,enerji ,kimyasal gibi kaynak tüketimleri insan sağlığını ve yaşam alanını ciddi anlamda tehdit etmektedir. Özellikle bazı kimyasal maddelerin (ağır metaller gibi) emisyonlarının insan sağlığına ciddi etkileri söz konusudur. Bu nedenle, kimyasal maddelerintoksite değerlendirmeleri yapılmaktadır. Bu değerlendirmelerde hava, su, hava kalitesi kuralları, insan toksitesisi için tolere edilebilir günlük alım ve kabul edilebilir günlük alım konsantrasyonları göz önünde bulundurulmaktadır. İnsan Toksosite Potansiyelleri olarak ifade edilen karakterizasyon faktörleri, toksik maddelerin sonsuz bir zaman dilimi içinde akıbeti, maruziyet ve etkileri LCA kullanılarak hesaplanır. Her bir toksik madde için İnsan sağlığına etki referans birimi, kg 1,4-diklorobenzen (1,4-DB) eşdeğeri kullanılarak ifade edilir.

3.2.6.12 Kümülatif enerji ihtiyacı

Kümülatif enerji sarfiyatı hesaplamasında, bir ürünün üretilmesi için kullanılan girdilerin (doğalgaz, ambalaj malzemesi, kimyasallar vs.) üretimi için gerekli enerji miktarı da dahil edilir. Amaç, ürünün bütünüyle enerji ihtiyacını ölçmektir. Başka bir ifade ile ürünün enerji ayak izi olarak tanımlanabilir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ring iplik üretim prosesleri ve dokuma kumaş üretim proseslerinden toplanan telefler öncelikli olarak MDTA 3 cihazında temizlenerek ön denemelerde USTER ve AFIS test cihazları kullanılarak teleflerin fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında elyaf özelliklerine göre eğrilebilecek eğirme sistemleri belirlenerek telefler gruplandırılmıştır. Daha sonra telefler ring ve OE-Rotor eğirme sistemlerinde iplik haline getirilerek performans sonuçları belirlenmiştir. Üretilen ipliklerden dokuma kumaşlar üretilerek kumaşların performansları değerlendirilmiştir. Telef özelliklerine göre teleflerden maksimum düzeyde yararlanabilmenin yanında çevreci ve geri dönüştürülmüş ürünler üretilmesine öncelik verilmiştir.

4.1 Elyaf Özellikleri

Telef liflerine ait elyaf özellikleri ön çalışmalar sonucunda belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1-Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bu elde edilen elyaf sonuçlarına göre elyafların kullanılabilacağı eğirme türü belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 : Uster HVI cihazında elde edilen elyaf özelliklerine ait sonuçlar

Numune türü	SCI	Mic	Olgunluk	UHML (mm)	UI	SFI	Muk. (g/tex)	Uzama (%)	Renk
Ham pamuk I	166	3,98	0,86	35,75	85,7	5,30	30,80	5,70	31-2
Ham pamuk II	165	4,45	0,87	31,94	84,2	6,5	38,35	6,7	32-2
Jossi Telefi	204	3,95	0,87	35,82	84,3	2,5	46,8	5,1	23-2
Tarak Makine Altı Kirli Telefi	76	6,46	0,91	27,34	75,5	20,6	30,1	6,2	0
Tarak Makine Altı Temiz Telefi	121	4,51	0,87	28,38	78,0	14,4	36,3	6,1	43-3
Karışık Şerit Telefi	164	4,37	0,88	32,96	81,2	6,30	40,30	5,0	31-1
Kısa Elyaf Şerit Telefi	152	4,71	0,89	29,09	83,8	5,2	35,4	4,4	21-2
Penye Telefi	34	3,82	0,87	19,46	66	46,1	27,9	3,4	31-1
Ring pnömofil telefi	199	4,42	0,89	30,17	83,7	5	50,5	4,2	22-2

Elyaf özelliklerinde bakıldığında ise pnömofil telefi ve jossi teleflerinin en iyi fiziksel özelliklere sahip olmasının yanında, penye teleflerinin ise en kötü fiziksel özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2 : Uster HVI cihazında elde edilen elyaf özelliklerine ait sonuçlar

Numune türü	TrCnt (-)	TrArea (%)	TrGrd (-)
Ham pamuk (I)	33	0,56	3
Ham pamuk (II)	69,5	1,275	5
Jossi Telefi	6	0,06	1
Tarak makine altı kirli telefi	78	0,74	5
Tarak makine altı temiz telefi	0	0	0
Karışık şerit telefi	0	0,30	1
Kısa elyaf şeridi	1	0,04	1
Penye telefi	1	0,03	1
Ring pnömofil telefi	0	0,03	1

Çizelge 4.3 : Uster AFİS cihazından elde edilen elyaf özelliklerine ait sonuçlar

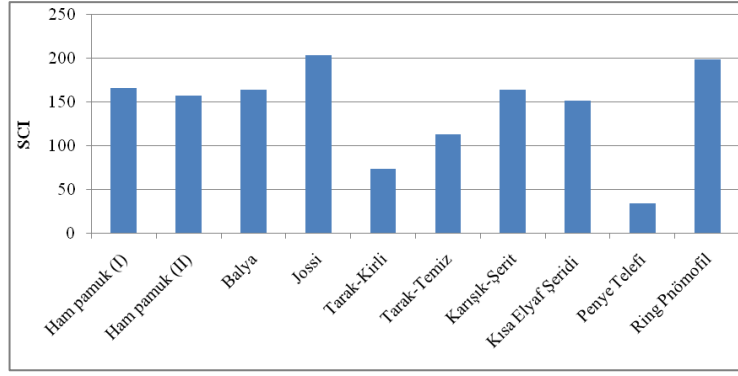
Numune türü	UQL (w) (mm)	Olgunluk oranı	SFC (w) %<12,7	Neps (adet/g)	SCN (adet/g)
Jossi Telefi	37,2	0,92	4,7	743	7
Tarak Makine Altı Kirli Telefi	29,5	0,79	21,7	493	65
Tarak Makine Altı Temiz Telefi	30,5	0,82	15,0	986	62
Karışık Şerit Telefi	35,7	0,89	5,4	81	2
Kısa Elyaf Şerit Telefi	31,1	0,95	3,7	15	1
Penye Telefi	32	0,93	6	54	1
Ring Pnömofil Telefi	19,6	0,75	46,8	115	6

Çizelge 4.4 : Uster HVI cihazından elde edilen elyaf özelliklerine ait sonuçlar

Numune türü	Telef (g)	Taranmış elyaf (g)	Çöp miktarı (g)	Çöp (g) / Telef (g)	Çöp oranı (%)
Jossi Telefi	4,058	3,921	0,137	0,034	3,37
Tarak Makine Altı Kirli Telefi	5,010	2,107	2,904	0,579	57,9
Tarak Makine Altı Temiz Telefi	5,005	4,818	0,187	0,037	3,7
Karışık Şerit Telefi	5,007	4,696	0,311	0,062	6,2
Kısa Elyaf Şerit Telefi	5,007	4,943	0,064	0,013	1,3
Ring Pnömofil Telefi	5,007	4,893	0,114	0,023	2,3

4.1.1 İplik eğirme istikrar indeksi

SCI, mukavemet, incelik, uzunluk, uzunluk üniformitesi, parlaklık, sarılık ve kopma uzaması değerleri kullanılarak hesaplanan ve ipliğin eğrilebilirliği hakkında fikir veren bir özelliktir. Çeşitli telef türleri ve ham pamuk liflerine ait iplik eğirme istikrar indeksi (SCI) değerleri incelendiğinde, tarak makinesi brizöründe oluşan kirli telefler ile tarama telefleri en düşük, Jossi telefleri ham pamuk ile benzer karşılaştırılabilir değerlere sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.1). Karışık ve kısa elyaf şeritleri, ara değere sahiptirler.

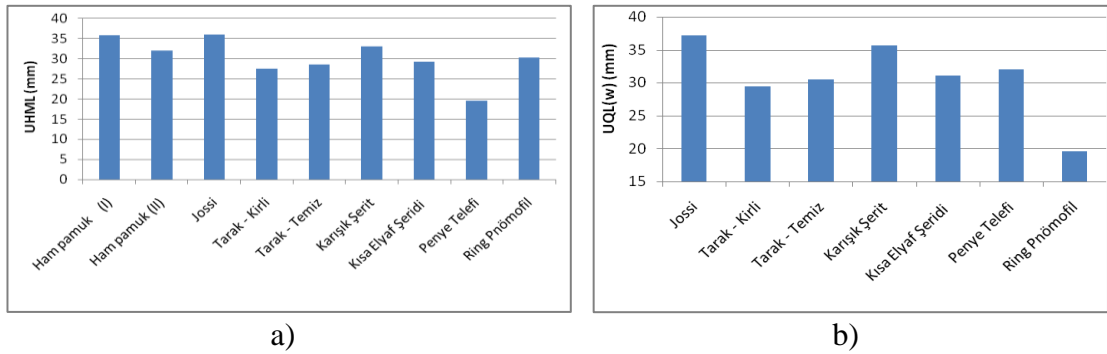


Şekil 4.1 : İplik eğirme istikrar indeksi sonuçları

4.1.2 Elyaf uzunluğu

HVI cihazından elde edilen üst yarı ortalama uzunluk (UHML) ve AFİS test cihazından elde edilen üst çeyrek uzunluk (UQL) değerleri incelendiğinde, Jossi ve karışık şerit teleflerinin en yüksek, penye telefi liflerinin en düşük uzunluk değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Tarak makinesi kirli ve temiz telefleri, kısa şerit telefleri ve kompakt iplik makinesinde oluşan pnömotik teleflerinin en düşük uzunluğa sahip olan penye teleflerinden daha iyi uzunluk değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Uzunluk değerleri 25 mm'nin (25-28,5 mm ve 29-35 mm, orta/uzun sınıf) üzerinde olup, penye telefinde lif uzunluğu 20 mm'nin altındadır (19 mm'den kısa, çok kısa sınıf).

Ring iplik üretimi için elyaf uzunluğunun 25-28 mm ve üzeri, OE-Rotor iplik üretimi için 25 mm civarında olması tavsiye edilmektedir. Dolayısıyla, tarama-penye telefinin daha çok OE-Rotor, diğer teleflerinin elyaf uzunluğu açısından ring iplik üretiminde kullanılabileceği düşünülmektedir. Ancak, diğer elyaf özellikleri birlikte değerlendirilmelidir.



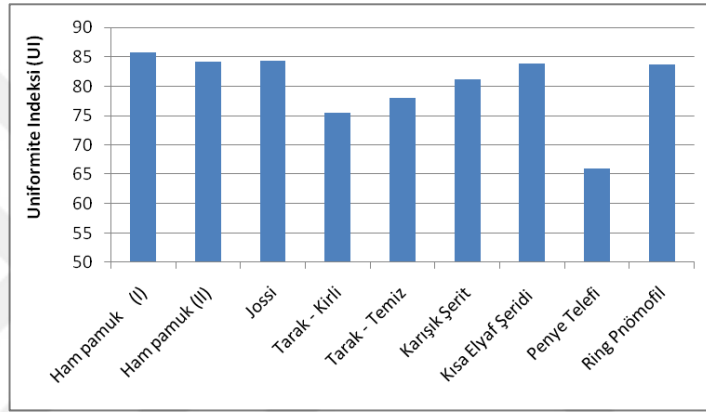
a)

b)

Şekil 4.2 : Elyaf uzunluğu sonuçları a) üst yarı ortalama uzunluk (UHML) b) üst çeyrek uzunluk (UQL)

4.1.3 Uzunluk üniformitesi

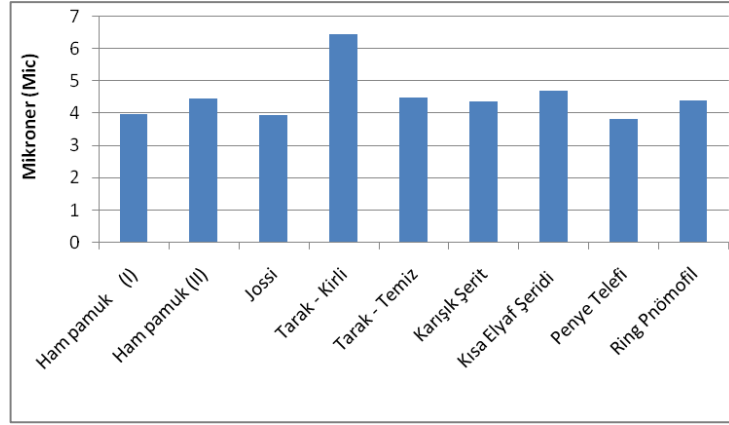
Lifleri uzunluk dağılımını ifade eden ve HVI cihazından elde edilen uzunluk üniformitesi sonuçları Şekil 4.4'de görülmektedir. Bilindiği gibi, özellikle konvansiyonel ring iplikçilik için üniformite değerinin orta uniform sınıfı temsil eden 80-82'nin üzerinde olması tavsiye edilmektedir. Jossi, karışık ve kısa elyaf şeridi ve kompakt pnömofil telefleri 80 ve üzeri, penye telefine ait lifler 80'in altında üniformite değerine sahiptir. Dolayısıyla, elyaf uzunluğu sonuçlarına benzer şekilde üniformite açısından da penye telefine ait liflerin ring iplik üretimi için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer telef türlerinin üniformite değeri, "orta veya yeterli düzeydedir.



Şekil 4.3 : Uzunluk üniformitesi

4.1.4 Elyaf inceliği

HVI cihazından elde edilen ve pamuk ve elyaf teleflerine ait mikroner değerleri Şekil 4.4'de görülmektedir. Tarak makinesi kirli telefleri hariç, pamuk ve teleflere ait liflerin incelik değeri 4,0-4,7 arasında değişmektedir. Dolayısıyla, söz konusu liflere ait incelik değeri orta sınıfta yer almaktadır. Tarak makinesi kirli telefleri ise aşırı kalın sınıfı içerisinde yer alırken, bu lifler oldukça kaba ve kalındır. Bilindiği gibi, ring iplikçiliği için incelik değerinin 4.0 ve üzeri, OE-Rotor iplikçiliği için ise 3,0-3,7 arasında olması tavsiye edilmektedir. Ancak, özellikle iplik inceliği ve iplik kesitindeki lif sayısı açısından lif inceliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Orta şapnel uzunluğuna sahip bir ipliğin kesitinde olması gereken elyaf sayıları penye ring ipliğinde 70, karde ring ipliğinde 90 ve OE-Rotor ipliğinde 110 adet olarak belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda özellikle tarak makinesi kirli telefleri hariç diğer teleflerin iplik inceliği göz önüne alınarak ring ve OE-Rotor iplik üretimi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

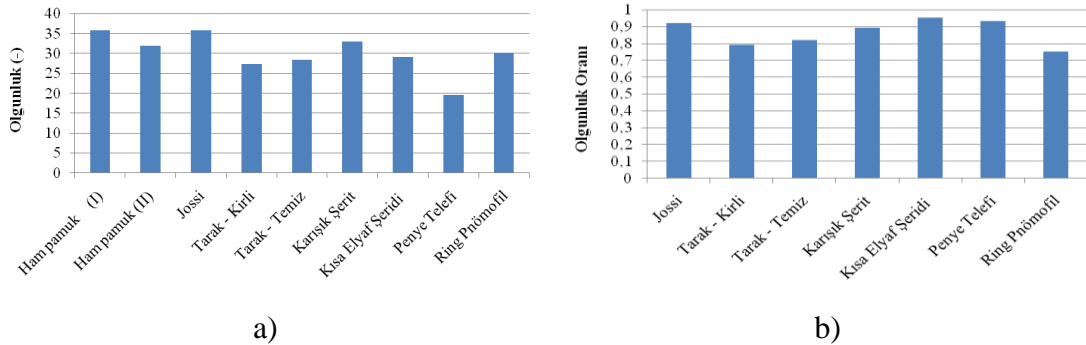


Şekil 4.4 : Elyaf inceliği

4.1.5 Elyaf olgunluğu

HVI cihazından elde edilen olgunluk ve AFİS test cihazından elde edilen olgunluk indeksi değerleri incelendiğinde, özellikle Jossi telefinin en düşük kısa elyaf şeridi ve kompakt pnömofil teleflerinin en yüksek olgunluk değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5). Her iki cihazın ölçüm yöntemindeki farklılıktan dolayı, olgunluk değerleri tamamen birbiriyle örtüşmemektedir. HVI cihazı incelik, elyaf mukavemeti gibi elyaf özelliklerini kullanarak olgunluk değerini hesaplarken, AFİS cihazı lif çapını ölçerek olgunluk oranı değerini elde etmektedir.

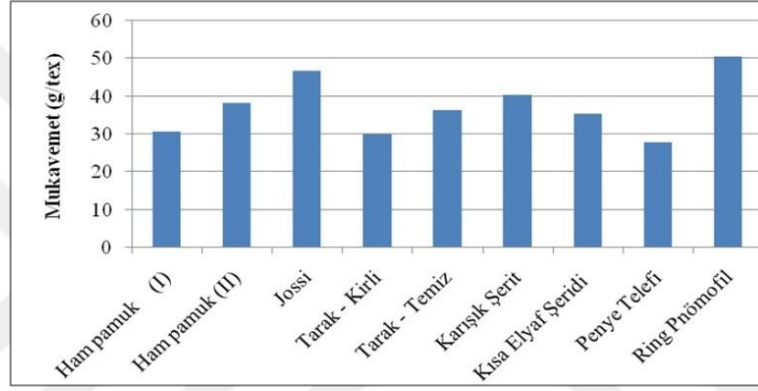
HVI test cihazı açısından telef liflerinin olgunluk değeri 0,85 ve üzeri iken, özellikle AFİS cihazından elde edilen olgunluk oranı değerleri açısından penye telefi hariç diğer telef liflerinin değeri 0,80 ve üzeridir. Bilindiği gibi ring ve OE-Rotor iplik üretimi için her iki olgunluk değerinin olgun sınıfını temsil eden 0,85-0,95 arası olması tavsiye edilmektedir. Dolayısıyla, özellikle penye telefi lifler yeterli olgunluk değerine sahip değildir. Diğer lifler ise yeterli/orta derecede olgunluk değerine sahip durumdadır.



Şekil 4.5 : Olgunluk sonuçları a) olgunluk b) olgunluk oranı

4.1.6 Elyaf mukavemeti

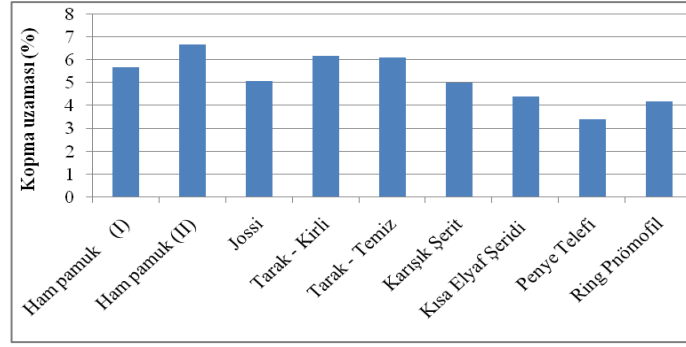
HVI cihazından elde edilen ve pamuk ve elyaf teleflerine ait mukavemet değerleri incelendiğinde, tüm telef türlerinin 25 g/tex'in üzerinde elyaf mukavemetine sahip olduğu ve mukavemet değerleri açısından liflerin orta sınıfta yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 4.6). Tüm telef türleri içerisinde penye telefi liflerin en düşük, Jossi ve kompakt pnömofil teleflerinin en yüksek elyaf mukavemetine sahip olduğu gözlenmiştir. Bilindiği gibi, ring iplik üretimi için en az 25 g/tex, OE-Rotor iplik üretimi için en az 28 g/tex elyaf mukavemetine ihtiyaç bulunmaktadır. Dolayısıyla, elyaf mukavemeti açısından telef türlerinin ring ve OE-Rotor iplik üretimi için yeterli elyaf mukavemetini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 4.6 : Elyaf mukavemeti

4.1.7 Elyaf kopma uzaması

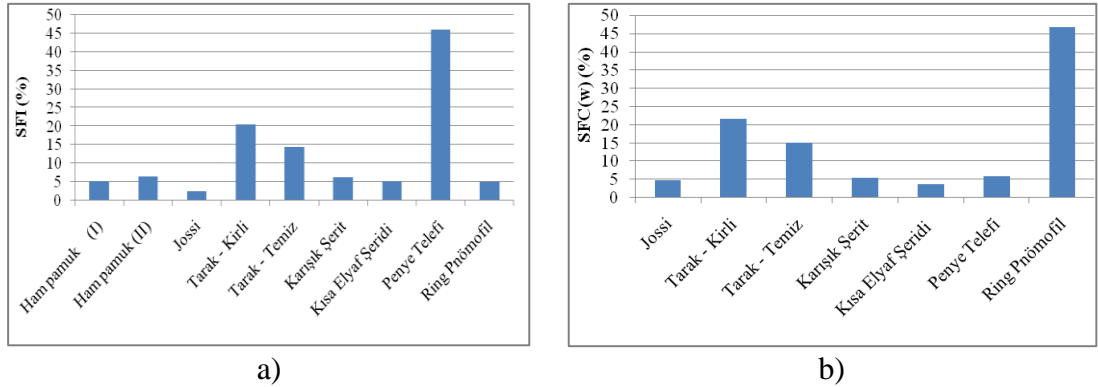
Elyaf kopma uzaması sonuçları incelendiğinde, penye, kompakt pnömofil ve kısa elyaf şerit teleflerinin daha düşük kopma uzaması değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.7). Ring ve OE-Rotor iplik üretimi için uzama değerlerinin yaklaşık olarak %5-6 olması gerektiği belirtilmektedir. Dolayısıyla, en düşük uzama değerlerine sahip olan, penye, kompakt pnömofil ve kısa elyaf şerit teleflerinin, yeterli uzama değerlerini sağlamadığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 4.7 : Elyaf kopma uzaması

4.1.8 Kısa elyaf miktarı

HVI cihazından elde edilen kısa elyaf indeksi (SFI) ve AFİS test cihazından elde edilen kısa elyaf miktarı (SFC (ağırlık)) değerleri incelendiğinde, beklendiği gibi tarama telefleri en yüksek, Jossi, şerit ve kompakt pnömoofil teleflerinin en düşük kısa lif miktarına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.8). Tarak makinesi telefleri ise penye telefi gibi yüksek kısa lif miktarına sahiptir. Ring iplikçilik için kısa lif miktarının 10'un altında olması önerilmektedir. Jossi, şerit ve kompakt pnömoofil teleflerinde kısa lif miktarı 10'nun altında, penye ve tarak makinesi teleflerinde ise kısa lif miktarı 20'nin üzerindedir. Dolayısıyla, özellikle penye ve tarak makinesi teleflerinin çekim işleminde lif kontrolünde problemler başta olmak üzere eğirme prosesinde iplik kopuşu gibi çeşitli sorunlara yol açabileceği beklenebilir.



Şekil 4.8 : Kısa elyaf miktarı sonuçları a) kısa elyaf indeksi (SFI) b) kısa elyaf miktarı (SFC)

4.1.9 Renk özellikleri

Telef liflerinin renk değerleri değerlendirildiğinde, özellikle tarak makinesi kirli ve temiz telefleri ile Jossi teleflerinin en kötü, beyaz sınıfa giren şerit ve penye teleflerinin en iyi renk değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle, ring iplikçiliğinde beyaz sınıfa giren pamuk lifleri tercih edilmektedir. Dolayısıyla, renk

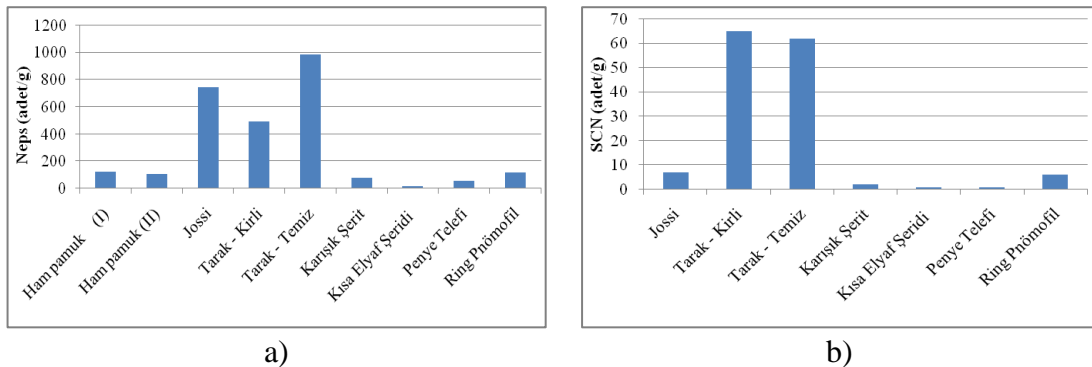
açısından tarak makinesi teleflerinin yeterli özellikleri sağlamadığı, diğer teleflerinin ise yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.5 : Uster HVI cihazından elde edilen liflere ait renk sonuçları

Numune türü	Renk	Değerlendirme
Jossi Telefi	23-2	Benekli
Tarak Makine Altı Kirli Telefi	0	Sınıf dışı
Tarak Makine Altı Temiz Telefi	43-3	Benekli
Karışık Şerit Telefi	31-1	Beyaz
Kısa Elyaf Şeridi	21-2	Beyaz
Penye Telefi	31-1	Beyaz
Ring pnömofil telefi	22-2	Hafif benekli

4.1.10 Elyaf nepsi ve tohum kabuğu nepsi

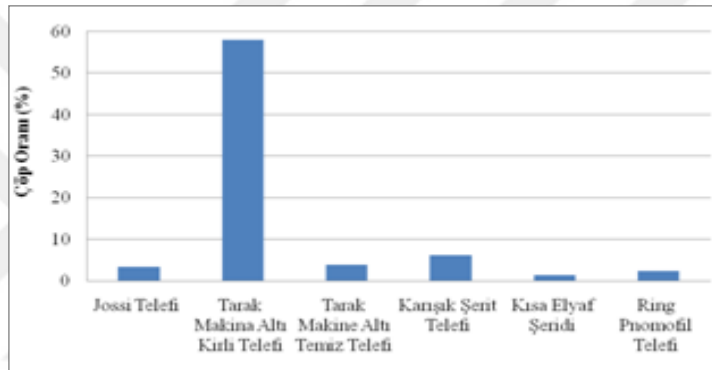
AFIS cihazından elde edilen elyaf ve tohum kabuğu neps (SCN-seed cotton neps) değerleri incelendiğinde, şerit, tarama ve kompakt pnömofil teleflerine ait liflerin en düşük neps değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9). Elyaf nepsi açısından harman-hallaç ve tarak makinesi proseslerinde meydana gelen Jossi ve tarak makine telefleri, en yüksek neps değerine sahiptir. Tohum kabuğu nepsi ise başta tarak makine ve daha sonra jossi telefinde daha yüksektir. Dolayısıyla, söz konusu teleflerinin iplik özellikleri ve iplik kopuşları açısından problemlere neden olabileceği sonucuna varılmaktadır. Özellikle, ring iplikçilikte iplik üretimi sırasında elyaf ve tohum kabuğu nepsi silindirli çekim sistemi ile ipliğe transfer olurken, OE-Rotor iplik üretiminde liflerin tek tek açılması nedeniyle söz konusu yüksek neps değeri iplik özelliklerini daha az etkilemektedir. Jossi ve tarak makine teleflerinin ring iplikçilikte kullanılması durumunda, söz konusu durum dikkate alınmalı ve iplik üretiminde kullanım öncesinde açma gibi bir ön hazırlık işlemi yapılmalıdır.



Şekil 4.9 : Elyaf ve tohum kabuğu nepsi a) elyaf neps miktarı b) tohum kabuğu neps miktarı (SCN)

4.1.11 Elyaf kirliliği

Mikrotoz Çer-Çöp Analiz Ünitesinde (SDL MDTA 3) yapılan ölçüm sonucunda Shirley prensibine göre elde edilen kirlilik değerleri incelendiğinde, tarak makine altı kirli telefinin önemli derecede yüksek çöp oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10). Diğer telef türleri benzer değerlere sahip olup, çöp oranı %10'nun altındadır. HVI cihazı ölçüm sonuçlarında da benzer bir durum ile karşılaşmıştır (Çizelge 4.6). Yabancı madde özellikle OE-Rotor iplik üretiminde oldukça önemli olup, yabancı madde oranının artması durumunda sık sık iplik kopuşları yaşanmakta ve iplik mukavemeti başta olmak üzere diğer iplik özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Dolayısıyla, tarak makine altı telefinin OE-Rotor iplikçiliğinde kullanılması durumunda mutlaka ön bir temizlik işleminin yapılması gerekmektedir.



Şekil 4.10 : Kirlilik sonuçları

Çizelge 4.6 : Uster HVI cihazından elde edilen döküntü sonuçları

Numune türü	TrCnt (-)	TrArea (%)	TrGrd (-)
Ham pamuk (I)	33	0,56	3
Ham pamuk (II)	69,5	1,275	5
Jossi Telefi	6	0,06	1
Tarak Makine Altı Kirli Telefi	78	0,74	5
Tarak Makine Altı temiz Telefi	0	0	0
Karışık Şerit Telefi	0	0,30	1
Kısa Elyaf Şeridi	1	0,04	1
Penye Telefi	1	0,03	1
Ring pnömoofil telefi	0	0,03	1

4.1.12 Genel değerlendirme

Elde edilen elyaf özellikleri sonuçları açısından ön bir değerlendirme yapılmıştır.

Elyaf özelliklerine ait sonuçlar açısından,

- Jossi ve tarak makine teleflerinin mutlaka ön temizlik işleminden geçirilmesi gerekmektedir.
- Penye makinesi tarama teleflerinde kısa lif oranının yüksek ve lif uzunluğunun kısa olması gibi nedenlerden dolayı özellikle OE-Rotor iplik üretimi için uygun olduğu düşünülmektedir.
- Şerit ve pnömotik teleflerinin elyaf özellikleri açısından her iki iplik türü için de uygun olduğu gözlenmiştir. Ancak, yapılacak iplik üretim denemeleri sonrasında eğirme prosesinde yaşanabilecek sorunlar, üretilecek iplik inceliği ve iplik özellikleri açısından nihai kararın verilmesi daha uygun görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar, telef liflerinin özellikleri ve üretilecek iplik türleri konusunda nasıl bir değerlendirme yapılacağı, karşılaşılabilecek durumlar ile ilgili bir ön fikir vermiştir.

Elyafta eğrilebilirlik açısından belirleyici olan; uzunluk, üniformite, incelik ve mukavemet gibi telef türlerinin fiziksel özellikleri ön değerlendirme işleminde analiz edilmiştir. Buna göre telef türlerinin değerlendirilebileceği OE-Rotor yada ring eğirme sistemlerine göre optimal değer aralıkları baz alınarak yorumlanmıştır.

(Çizelge 4.7).

Elyaf uzunluk değerlerinin; rotor iplik eğirme sisteminde minimum 21-25 mm, ring iplik eğirme sisteminde minimum 28 mm olması gerekmektedir. Telef uzunluklarına bakıldığında penye telef dışındaki tüm telef çeşitlerinin OE-Rotor iplik eğirme sistemi için yeterli olduğu görülmektedir. Ring pnömofil teleflerinin, uzunluk açısından en kaliteli telef olduğu ve ring iplik eğirme sisteminde değerlendirilebilecek nitelikte iyi elyaf içerdiği görülmektedir. Üniformite değerlerinin; optimal olarak %80 değerlerinde olması gerekmektedir. Penye ve tarak makine telefleri dışında diğer teleflerin optimal değeri sağlamaktadır. Elyaf inceliği değerlerinin; kesitteki lif sayısı ve iplik numarasını etkilemektedir. Microner değerinin 3,8-4,5 aralığında olması gerekmektedir. Tarak makine altı kirli telef ve kısa elyaf şeridi hariç diğer teleflerin istenen değer aralığını sağladığı görülmektedir. Kısa lif içerik değerlerinin; tarak makine temiz ve kirli telefleri ile penye telefleri haricinde diğer teleflerin istenen değerleri sağladığı görülmektedir. Elyaf olgunluk değerlerinin, tarak makine altı kirli ve penye telef dışındaki tüm teleflerde istenilen

değeri sağladığı görülmektedir. Elyaf mukavemet değerlerinin; rotor iplik eğirme sisteminde 25 g/tex ring iplik eğirme sisteminde 28 g/tex olması gerekmektedir. Bütün elyaf teleflerine ait mukavemet değerlerinin 27 g/tex üzerinde olduğu ve istenilen optimal değerleri sağladığı görülmektedir. Elyaf kopma uzama değerlerinin ise; %5-8 arasında olması gerekmektedir. Kısa elyaf şeridi ve penye telefi hariç diğer telef türlerinin beklenen değeri karşıladığı görülmektedir.

Çizelge 4.7 : Elyaf özelliklerine ait sonuçların değerlendirilmesi

Telef	Uzunluk	Üniformite	İncelik	Olgunluk	Mukavemet	Uzama	Kısa lif	Renk	Temizlik
Jossi Telefi	YLİ	YLİ	Orta	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ
Tarak Makine Altı Kirli Telefi	YLİ	Düşük	Yüksek-YSİZ	Düşük-YSİZ	YLİ	YLİ	Yüksek-YSİZ	YSİZ	Yüksek-YSİZ
Tarak Makina Altı Temiz Telefi	YLİ	Düşük	Orta	YLİ	YLİ	YLİ	Yüksek-YSİZ	YSİZ	YLİ
Karışık Şerit Telefi	YLİ	YLİ	Orta	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ
Kısa Elyaf Şeridi	YLİ	YLİ	Orta	YLİ	YLİ	Düşük-YSİZ	YLİ	YLİ	YLİ
Penye Telefi	Düşük-YSİZ	Düşük-YSİZ	Orta	Düşük-YSİZ	YLİ	Düşük-YSİZ	Yüksek-YSİZ	YLİ	YLİ
Ring Pnömoofil telefi	YLİ	YLİ	Orta	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ	YLİ

YSİZ:Yetersiz

YLİ:Yeterli

Söktaş firmasındaki teleflerin miktar açısından dağılımı ve telef liflerine ait elyaf özellikleri sonuçları değerlendirilmiştir. Özellikle teleflerin elyaf uzunlukları, form ve temizlik durumu dikkate alınarak telefler “daha ince numaralarda kullanılabilen telefler-iyi telef” ve “iplik üretiminde kullanılmayacak/kalın numaralarda kullanılabilen telefler-kötü telef” olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre;

İyi telefler

- Tarak makinesi telefleri (brizör ve şapka telefleri),
- Cer makinesi telefleri (uzun, kısa ve karışık şerit telefleri),
- Pnömoofil telefleri,
- Jossi telefi

Kötü telefler

- Penye makinesi telefleri (kısa lif içerdiği için),
- Dokuma kumaş telefleri (açma işleminden geçtiği için)'dir.

Çizelge 4.8 : Telefler ve kullanılacak eğirme sistemi

Telef türü		Telef miktarı (kg)	Telef oranı (%)	Eğirme sistemi
Elyaf telefleri	Penye Telefi	230.764	%53	OE-Rotor
	Tarak Makine Altı Temiz Telefi (Şapka Telefi)	55.007	%13	OE-Rotor
	Tarak Makine Altı Kirli Telefi (Brizör Telefi)	43.560	%10	OE-Rotor
	Ring Pnömoofil Telefi	23.550	%5	OE-Rotor/Ring
	Karışık Şerit Telefi	20.627	%5	OE-Rotor/Ring
	Uzun Elyaf Şerit Telefi	17.943	%4	OE-Rotor/Ring
	Kısa Elyaf Şerit Telefi	8.434	%2	OE-Rotor/Ring
	Jossi Telefi (nepsli)	7.100	%2	OE-Rotor
Kumaş telefleri	Dokuma üstübü	44.027	%42	OE-Rotor
	Dokuma kenar üstübü	31.725	%30	OE-Rotor
	Kumaş kırpıntısı	25.509	%24	OE-Rotor

Elyaf uzunluğu, form ve temizlik özellikleri yanında Söktaş Tekstil ve Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. firmalarında oluşan elyaf ve kumaş teleflerinin miktarı da değerlendirilmiştir. Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi, elyaf telefleri içerisinde penye telefleri önemli bir oran teşkil etmektedir. Dolayısıyla, proje içerisinde de penye telefi mümkün olduğunca değerlendirilmeye çalışılmıştır. Penye telefinin elyaf uzunluğunun, diğer teleflere ve ring iplik üretiminde kullanılan elyaf uzunluklarına göre daha kısa olması nedeniyle söz konusu telefin, OE-Rotor iplik üretiminde kullanılmasının daha uygun olacağı öngörülmüştür.

4.2 Pnömoofil Telefleri ile Yapılan Üretim Denemelerine Ait Sonuçlar

Lif uzunlukları daha yüksek olan pnömoofil telefleri OE-Rotor iplik üretiminde taşıyıcı lif olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, özellikle pnömoofil teleflerinin konvansiyonel ring iplik üretiminde de kullanılması üzerine denemeler gerçekleştirilmiştir. Söktaş Tekstil San. Tic. A.Ş. firmasında pnömoofil telefler %5 oranında ham pamuk ile karıştırılmış ve Ne 50/1, Ne 60/1 ve Ne 70/1 olmak üzere 3 farklı incelikte iplikler elde edilmiştir. İpliklerin özellikleri belirlenmiş ve sonuçlar analiz edilmiştir.

4.2.1 Konvansiyonel ring iplik üretimi

Bu bölümde, orijinal pamuk elyafı ile pnömoofil telefleri %5 oranında karıştırılmış ve Ne 50/1, Ne 60/ ve Ne 70/1 numara dokuma bükümüne sahip konvansiyonel ring

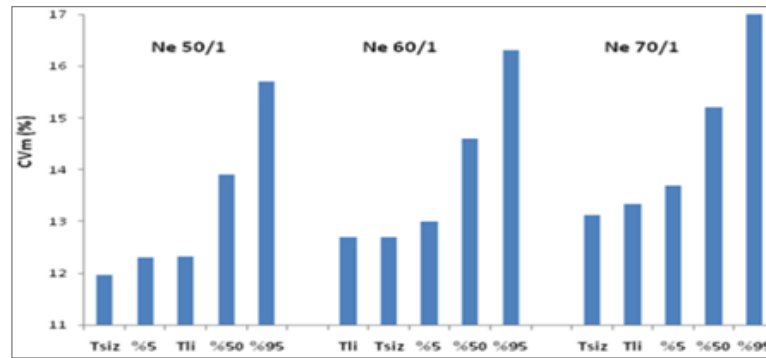
İplikler elde edilmiştir. İplikler, dokuma kumaş üretiminde atkı ve çözgü ipliği olarak kullanılmıştır. %5 oranında pnömofil telefi karıştırılan bu harman ve %100 orijinal pamuk harmanından üretilen iplikler, iplik ve dokuma kumaş özellikleri açısından kıyaslanmıştır.

4.2.1.1 İplik Özellikleri

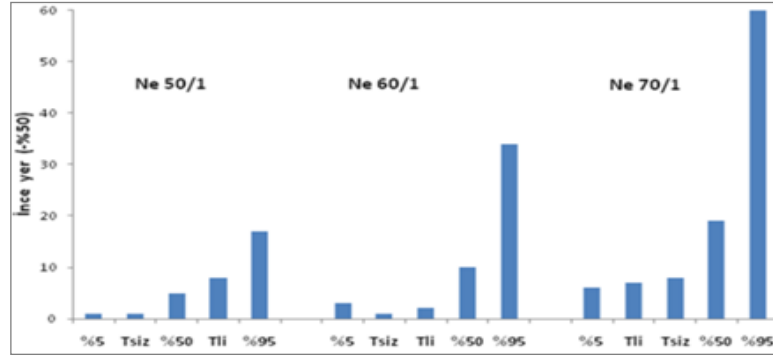
İplik özelliklerinde belirleyici olan mukavemet, incelik, tüylülük, düzgünsüzlük, ince ve kalın yer, neps ve kopma uzaması gibi değerlere ait sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmektedir. İpliklerin uluslar arası platformda üretilen diğer iplikler ile kalite değerleri açısından kıyaslayabilmek için Uster İstatistik kalite değerlendirmesine tabi tutulmuştur. Sonuçlar Şekil 4.11-Şekil 4.19'da verilmektedir.

Çizelge 4.9 : %100 pamuk ve %5 telef içeren konvansiyonel ring ipliklere ait iplik kalite değerleri

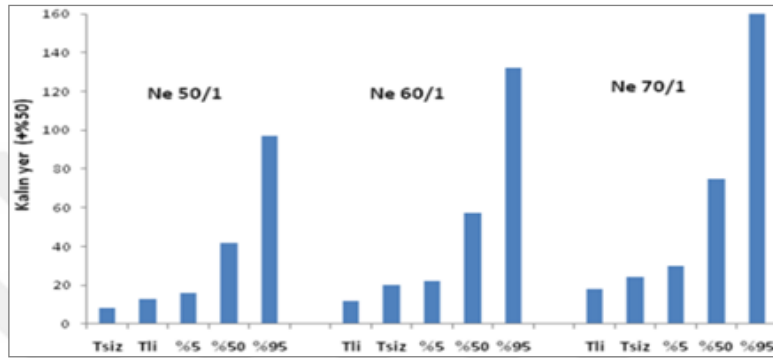
Özellikler	% 5 Telef	%100 pamuk	% 5 Telef	%100 pamuk	% 5 Telef	%100 pamuk
Numara (Ne)	Ne 50/1		Ne 60/1		Ne 70/1	
Büküm (t/m)	1115		1190		1318	
ae	4,0		3,90		4,0	
Ne (% CV)	1,5	1,5	1,3	1,1	0,8	0,9
CVM (%)	12,33	11,97	12,7	12,7	13,34	13,12
İnce Yer (%-40)	80	49	88	58	177	156
İnce Yer (%-50)	8	1	2	1	7	8
Kalın Yer (%+35)	144	107	162	200	215	240
Kalın Yer (%+50)	13	8	12	20	18	24
Neps (%+140)	90	101	104	152	135	217
Neps (%+200)	21	21	25	37	34	56
Tüylülük (H)	3,37	3,99	3,15	3,2	2,99	3,19
Mukavemet (RKM)	22,21	22,38	22,44	20	21,79	21,98
% CV	9,5	7,61	8,96	9,31	9,34	11,5
Kopma uzaması (%)	5,09	4,58	4,49	3,76	4,66	4,43
% CV	9,06	7,64	10,95	12,4	8,68	10,96



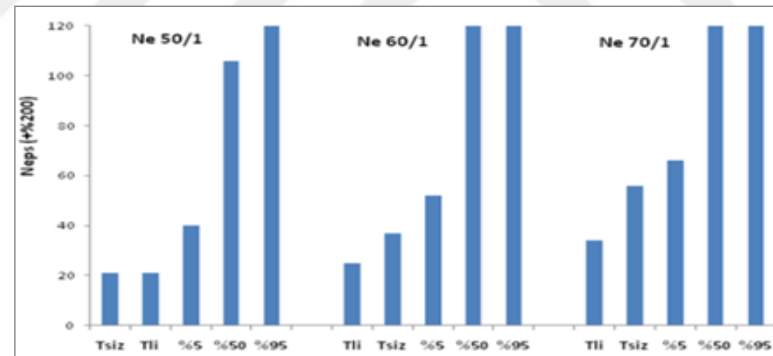
Şekil 4.11 : İplik düzgünsüzlüğü



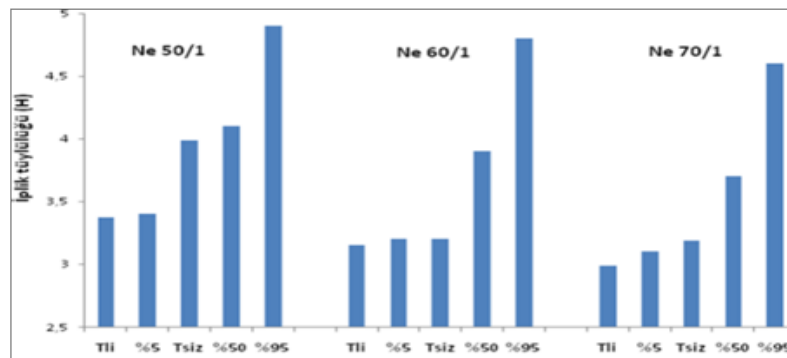
Şekil 4.12 : İplik ince yer hata sonuçları



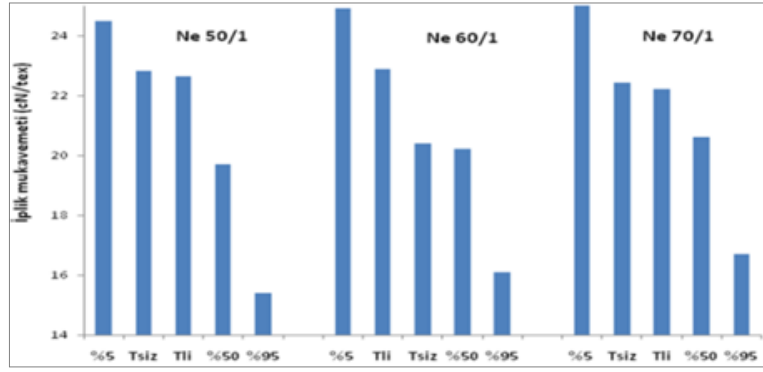
Şekil 4.13 : İplik kalın yer hata sonuçları



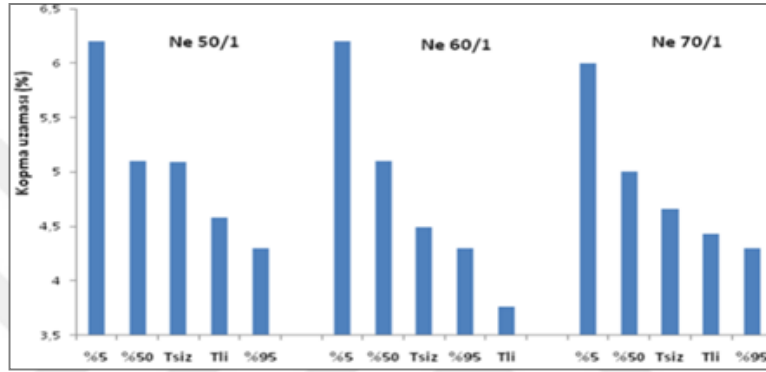
Şekil 4.14 : İplik neps hata sonuçları



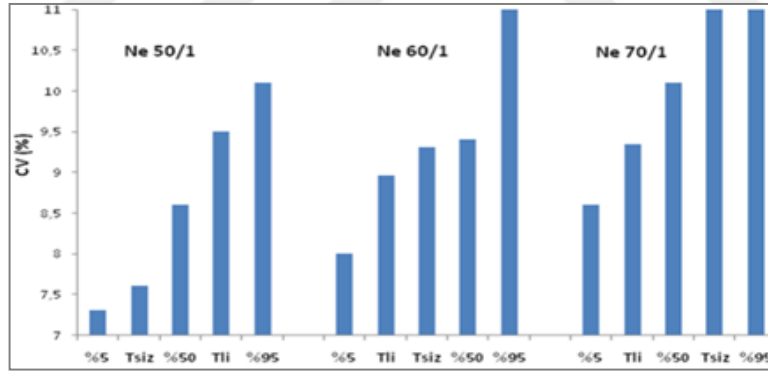
Şekil 4.15 : İplik tüylülüğü



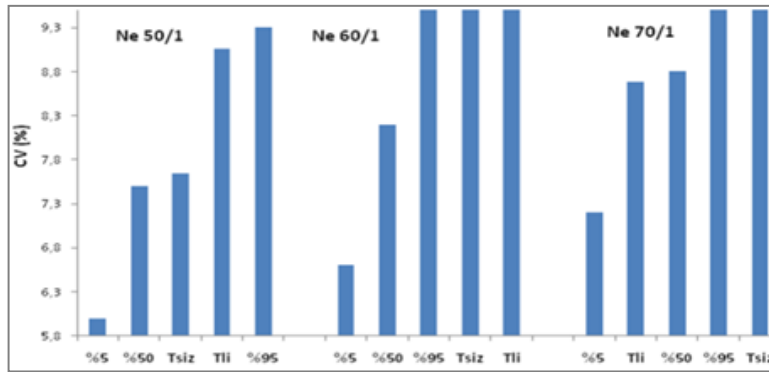
Şekil 4.16 : İplik mukavemeti



Şekil 4.17 : İplik kopma uzaması sonuçları



Şekil 4.18 : İplik mukavemeti değerlerine ait varyasyon sonuçları



Şekil 4.19 : İplik kopma uzaması değerlerine ait varyasyon sonuçları

Ne 50/1 numara ipliklerin iplik özellikleri değerlendirildiğinde, %5 telef içeren ipliklerin telef içermeyen ipliklerden daha yüksek iplik düzgünsüzlüğü, ince ve kalın yer hatasına sahip olduğu belirlenmiştir. Neps, iplik tüylülüğü ve kopma uzaması değerlerinin telef içermeyen ipliklerden daha iyi, iplik mukavemeti değerinin ise ihmal edilebilecek kadar düşük olduğu tespit edilmiştir. İplik mukavemeti ve kopma uzaması özelliklerine ait varyasyon değerlerine bakıldığında ise %5 telef içeren ipliklerin, telef içermeyen ipliklerden daha yüksek varyasyon değerine sahip olduğu görülmüştür.

Ne 60/1 numara ipliklerin iplik özellikleri değerlendirildiğinde, sonuçların Ne 50/1 numara ipliklerle tamamen benzer olmadığı gözlenmiştir. %5 telef içeren ipliklerin %100 pamuk iplikleri ile benzer iplik düzgünsüzlüğü, daha yüksek ince yer hatasına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak, %5 telef içeren ipliklerin daha düşük kalın yer ve neps hatası ile iplik tüylülüğü, iplik mukavemeti ve kopma uzaması değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ne 50/1 numara ipliklerin aksine iplik mukavemeti ve kopma uzaması özelliklerine ait varyasyon değerlerinin %5 telef içeren ipliklerde, telef içermeyen ipliklerden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Ne 70/1 numara ipliklerin sonuçları incelendiğinde ise Ne 50/1 numara ipliklerde olduğu gibi %5 telef içeren ipliklerin, %100 pamuk ipliklerinden daha yüksek düzgünsüzlük ve daha düşük iplik mukavemeti değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak, Ne 60/1 numara ipliklerde olduğu gibi telef içerikli ipliklerin daha iyi ince ve kalın yer hatası, iplik tüylülüğü, kopma uzaması ve gerilim özelliklerine ait varyasyon değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Her üç iplik numarasına ait iplik özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, %5 pnömofil telefi içeren ipliklerin telef içermeyen ring ipliklerle karşılaştırılabilir iplik düzgünsüzlüğü, ince yer hatası ve iplik mukavemeti, ancak daha iyi neps hatası, iplik tüylülüğü, kopma uzaması ve varyasyon değerlerine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Söktaş dokuma kumaş üretimi yapan bir firma olduğu için benzer iplik mukavemeti, yüksek kopma uzaması ve çoğunlukla gerilme özelliklerine ait düşük varyasyon değerlerinin dokuma işlemi ve üretilen kumaş özellikleri sırasında avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

%100 pamuk ve %5 pnömofil telef içerikli Ne 50/1, Ne 60/1 ve Ne 70/1 numara konvansiyonel ring ipliklerin sonuçları, Uster İstatistikleri ile de karşılaştırılmıştır.

Aynı numara dokuma bükümüne sahip konvansiyonel ring ipliklerin %5, %50 ve %95 kalite seviyelerine ait değerleri ile %5 pnömofil telef içerikli ve %100 pamuk konvansiyonel ring ipliklerin sonuçları birlikte değerlendirilmiş ve Şekil 1-9'da verilen grafikler elde edilmiştir. Grafiklerde %5, %50 ve %95, ilgili kalite seviyelerine ait sonuçları temsil etmektedir. Tli, %5 pnömofil telef içerikli ve Tsiz, %100 pamuk ring ipliklerini göstermektedir.

%5 pnömofil telefi içeren Ne 50/1 numara ipliklerin düzgünsüzlük ve mukavemet sonuçları %5-25, ince yer ve kopma uzaması sonuçları %50-95 kalite dilimi arasında yer almaktadır. Telef içerikli ipliklerin kalın yer, neps ve iplik tüylülüğü sonuçları, %5 kalite dilimine ait değerlerden de daha iyidir. Telef içermeyen %100 pamuk iplikleri iplik düzgünsüzlüğü ve ince yer hatası açısından telef içeren ipliklerden daha iyi değerlere sahip olması nedeniyle daha iyi bir kalite dilimine girerken (%5 kalite seviyesi), kalın yer, neps, iplik mukavemeti ve kopma uzaması değerleri telef içerikli ipliklerle benzer (%5 kalite seviyesi) ve iplik tüylülüğü değerleri ise telef içerikli ipliklerden daha düşük kalite dilimi (%5-25 kalite seviyesi) içerisinde yer almaktadır. İplik mukavemeti değerlerine ait varyasyon değerleri, her iki iplik türünde de benzer (%50-95) kalite dilimi içerisine girmektedir. İplik kopma uzaması değerlerine ait varyasyon değerleri ise her iki iplik türünde de %50-95 kalite dilimi içerisinde yer almaktadır.

%5 pnömofil telefi içeren Ne 60/1 numara ipliklerin düzgünsüzlük, kalın yer, neps ve iplik tüylülüğü değerleri, %5 kalite dilimine ait değerlerden daha iyidir. İnce yer ve iplik mukavemeti değerleri %5-25 kalite dilimine girerken, iplik kopma uzaması değerleri ise %95 kalite dilimine ait değerlerden daha düşüktür. Telef içermeyen %100 pamuk iplikleri ise iplik düzgünsüzlüğü, ince ve kalın yer, neps hatası ve iplik mukavemeti açısından benzer, iplik tüylülüğü açısından daha düşük (%5-25 kalite seviyesi), kopma uzaması açısından daha iyi (%50-95) kalite dilimi içerisinde yer almaktadır. İplik mukavemeti değerlerine ait varyasyon değerleri %5 telef içerikli ipliklerde %50-95, %100 pamuk ipliklerinde ise %5-50 kalite dilimlerine girmektedir. İplik kopma uzaması değerlerine ait varyasyon değerleri ise %5 pnömofil telef içerikli ipliklerde %5-50 içerisinde yer alırken, telef içermeyen ipliklerde değerler yüksek olduğu için %95 kalite diliminin dışında kalmaktadır.

Ne 60/1 numara ipliklerde olduğu gibi, %5 pnömofil telefi içeren Ne 70/1 numara ipliklerin düzgünsüzlük, kalın yer, neps ve iplik tüylülüğü değerleri %5 kalite

dilimine ait değerlerden daha iyidir. İnce yer ve iplik mukavemeti değerleri %5-25, iplik kopma uzaması değerleri ise %50-95 kalite dilimine girmektedir. Telef içermeyen %100 pamuk iplikleri ise Ne 60/1 numara ipliklerde olduğu gibi iplik düzgünsüzlüğü, ince ve kalın yer, neps hatası ve iplik mukavemeti açısından telef içeren ipliklerle benzer, iplik tüylülüğü açısından daha düşük (%5-25 kalite seviyesi) kalite dilimi içerisinde yer almaktadır. Kopma uzaması açısından ise telef içermeyen iplikler %5 pnömofil telef içerikli ipliklerden daha iyi (%50-95) kalite dilimi içerisine girmektedir. İplik mukavemeti değerlerine ait varyasyon değerleri, %5 telef içerikli ipliklerde %5-50, %100 pamuk ipliklerine ait değerler ise %50-95 kalite dilimi içerisinde yer almaktadır. İplik kopma uzaması değerlerine ait varyasyon değerleri ise %5 pnömofil telef içerikli ipliklerde %5-50 içerisinde yer alırken, telef içermeyen ipliklerde değerler yüksek olduğu için %95 kalite diliminin dışında kalmaktadır. Her üç iplik numarası için %5 pnömofil telefi içeren iplikler düzgünsüzlük, ince yer ve mukavemet sonuçları açısından %5-25 kalite seviyesi, kalın yer, neps ve iplik tüylülüğü sonuçları %5 kalite dilimine ait değerlerden de daha iyi, kopma uzaması ve gerilim özelliklerine ait varyasyon sonuçları %50-95 kalite dilimi içerisinde yer almaktadır.

4.2.1.2 Dokuma kumaşların özellikleri

%5 pnömofil telef karışımı Ne 50/1 ve Ne 70/1 numara konvansiyonel ring iplikten dokunan kumaşların performans sonuçları Çizelge 4.10-4.11'de verilmektedir.

Çizelge 4.10 : %5 pnömofil telef karışımı Ne 50 ve Ne 70 numara konvansiyonel ring iplikten dokunan kumaşların fiziksel ve mekanik test sonuçları

Test türü	Metod	İstenen	Telefsiz	%5 Telefli	İstenen	Telefsiz	%5 Telefli
İplik no(Ne)			Ne 50/1			Ne 70/1	
Kuru ağırlık (g/m ²)	ISO 3801	±5%	127	120	±5%	88	92
Yırtılma mukavemeti (çözgü) (g)	ISO 13937-1	MİN 700	3979	4664	MİN 700	2642	1370
Yırtılma mukavemeti (atkı) (g)	ISO 13937-1	MİN 700	3001	3946	MİN 700	2348	1337
Kopma mukavemeti (çözgü) (kg)	ISO 13934-1	MİN 20	84,3	64,2	MİN 20	35,96	28,47
Kopma mukavemeti (atkı) (kg)	ISO 13934-1	MİN 18	29,98	24,49	MİN 18	24,82	22,64
Dikiş açılması (çözgü) (kg)	ISO 13936-1 (3mm)	MİN 3	3,96	4,63	MİN 3	5,91	8,76
Dikiş açılması (atkı) (kg)	ISO 13936-1 (3mm)	MİN 3	6,88	11,56	MİN 3	5,55	7,62
Aşınma direnci (tur)	ISO 12947-2	MİN 10000	10000	10000	MİN 10000	10000	10000

%5 pnömofil telef karışımı Ne 50/1 ve Ne 70/1 numara konvansiyonel ring iplikten dokunan kumaşların fiziksel ve mekanik özellikleri kıyaslandığında neredeyse benzer performans özelliklerini gösterdiği anlamlı bir fark bulunmadığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11 : %5 pnömofil telef karışımı Ne 50 ve Ne 70 numara konvansiyonel ring iplikten dokunan kumaşların haslık sonuçları

Test türü	Metod	İstenen	Telefsiz	%5 Telefli	İstenen	Telefsiz	%5 Telefli
İplik no(Ne)			Ne 50/1			Ne 70/1	
Ter haslığı (Asidik)	ISO 105 E04	MİN 3/4C, 3/4S	4/5C 4S	4/5C 4S			
Ter haslığı (Bazik)	ISO 105 E04	MİN 3/4C, 3/4S	4/5C 4S	4/5C 4S			
Yıkama haslığı	ISO 105 C06	MİN 3/4C, 3/4S	4/5C 4S	4/5C 4S			
Su haslığı	ISO 105 E01	MİN 3/4C, 3/4S	4/5C 4S	4/5C 4S			
Kuru sürtme haslığı	ISO 105 X12	MİN 3/4S	5S	4S			
Yaş sürtme haslığı	ISO 105 X12	MİN 3S	4/5S	3/4S			
Çekme (çözgü/uzunluk)	ISO 6330 (40°C, LD)	-%3/+%3 arasında	-%2	%1	-%3/+%3 arasında	-0,5	-1,5
Çekme (atki/genişlik)	ISO 6330 (40°C, LD)	-%3/+%3 arasında	-%3	-%2	-%3/+%3 arasında	-2,5	-1,5

Elde edilen sonuçlara bakıldığında; %5 telef karışımı Ne 50/1 ve Ne 70/1 numara numune ipliklerden dokunan kumaşlara uygulanan çekme ve haslık performans testlerinde, standartlara göre belirlenen optimal değerleri sağladığı görülmektedir (Çizelge 4.11).

4.2.2 OE-Rotor iplik üretim denemeleri

OE-Rotor iplik üretim denemeleri kapsamında öncelikle, Söktaş firmasının iyi telefleri sınıfında yer alan ve en uzun elyaf boyuna sahip olan pnömofil telefleri ile eğrilebilecek en ince iplik eldesi konusunda denemeler yapılmıştır. %100 pnömofil telefleri kullanılarak Ne 22,5/1 ve Ne 30/1 numara OE-Rotor ipliklerin üretimi gerçekleştirilebilmiştir, bu değerler ile %100 telef kullanılarak projenin de temel hedefi olan Ne 30/1 iplik üretimi amacına ulaşılmıştır. Çalışmalar Reysan İplik Tekstil Sanayi Dış Ticaret Ltd. Şti. (İstanbul) firmasında yapılmıştır, bu inceliğe ulaşılmasında, Söktaş firmasında kullanılan orijinal hammaddelerin lif boyu ile birlikte, Reysan firmasının özellikle makine parametrelerinin belirlenmesinde yaptığı katkılar da önemli rol oynamıştır. Literatürde yer alan makalelere bakıldığında da %100 pamuk telefi ile bu inceliğe ulaşıldığına dair bir veriye de ulaşılamamıştır. Elde edilen OE-Rotor ipliklerin iplik özellikleri belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.15'de verilmiştir. Üretilen ipliklerin kalite durumu konusunda değerlendirme

yapabilmek ve Söktaş firması için uygunluğunu değerlendirmek amacıyla iplik özelliklerine ait sonuçlar, Söktaş firmasında kullanılan standart OE-Rotor iplikleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada, aynı numara ve olabildiğince aynı büküm değerlerine sahip %100 orijinal pamuk liflerden elde edilen OE-Rotor ipliklerine ait değerler kullanılmıştır.

4.2.2.1 İplik özellikleri

%100 pnömofil liflerinden elde edilen Ne 22,5/1 ve Ne 30/1 numara iplikler örme büküm değerlerinde üretilmiştir (Çizelge 4.12). Dolayısıyla iplikler, Söktaş firmasında kullanılan ve dokuma bükümüne sahip referans ipliklerden daha düşük büküm değerlerine sahiptir. Büküm değerleri arasındaki fark, %5-16 arasındadır.

Çizelge 4.12 : %100 pnömofil telef içerikli ve referans ipliklere ait iplik özellikleri

Özellikler	Deneme sonuçları	SÖKTAŞ	Deneme sonuçları	SÖKTAŞ
Numara (Ne)	22,5	20,00-20,40	29,81	30,00-30,40
Büküm (t/m)	675	715-814	822,4	886-984
ae	3,65	3,61-3,83	3,81	4,1-4,5
CVm (%)	13,54	14,24	15,91	15,37
İnce yer (-%50)	7	5	44	35
Kalın yer (+%35)	376	450	656	600
Kalın yer (+%50)	31	40	68	60
Neps (+%140)	789	-	2438	-
Neps (+%200)	54	70	262	550
Neps (+%280)	5	12	23	65
Tüylülük (H)	4,57	4,65	4,55	4,00
Mukavemet (RKM)	14,51	11,00	14,16	11,00
%CV	9,00	10,00	8,27	10,00
Kopma uzaması (%)	5,05	6,00	5,24	6,00
%CV	8,20	9,00	8,14	9,50

Ne 22.5/1 numara ipliklerin iplik özellikleri değerlendirildiğinde, Söktaş firmasında kullanılan referans ipliğe kıyasla pnömofil telef içerikli ipliklerin daha düşük düzgünlük, ince-kalın yer, neps ve tüylülük değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Telef içerikli ipliklerin mukavemet değerlerinin orijinal elyaf içeren ipliklere kıyasla oldukça iyi olduğu tespit edilmiştir. Kopma uzaması değerleri ise referans iplikten daha düşüktür. Gerilme özelliklerine ait varyasyon değerleri ise referans iplikten daha iyidir. Dolayısıyla, pnömofil telef içerikli iplikler Söktaş firmasının kullandığı OE-Rotor ipliklerden, daha düşük büküm değerine sahip olmasına karşın kullanım performansı açısından iplik özellikleri karşılaştırılabilir değerlere sahiptir. Özellikle, yüksek iplik mukavemeti ile gerilme özelliklerine ait düşük varyasyon değerleri dokuma işlemi ve üretilen kumaş özellikleri açısından avantaj sağlamaktadır.

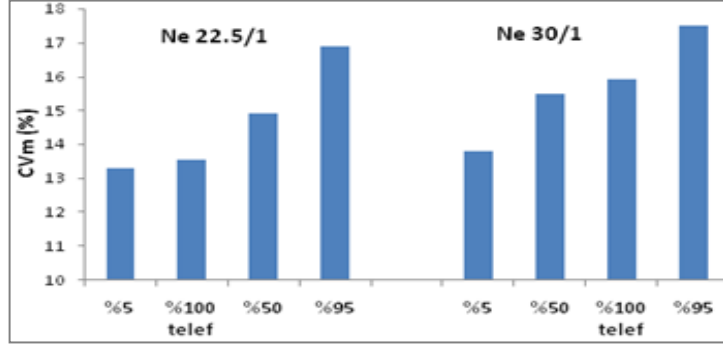
Ne 30/1 numara OE-Rotor ipliklerin özellikleri değerlendirildiğinde, telef içerikli ipliklerin düzgünsüzlük, ince-kalın yer ve tüylülük değerlerinin orijinal ipliğe kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak, söz konusu değerler Söktaş'ın referans iplikleriyle karşılaştırılabilir düzeydedir. Neps ve iplik mukavemeti açısından ise telef içerikli ipliklerin Söktaş'ın referans ipliklerinden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, Ne 22,5/1 sonuçlarında olduğu gibi telef içerikli ipliklerin kopma uzaması değerlerinin referans iplikten daha düşük olduğu belirlenmiştir. İplik düzgünsüzlüğü, hataları ve tüylülüğü açısından kabul edilebilir, neps, iplik mukavemeti ve varyasyon değerleri açısından iyi değerlere sahip olan %100 pnömofil telef içerikli Ne 30/1 numara ince ipliklerin Söktaş firmasının dokuma kumaş üretiminde kullanılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, telef içerikli iplikler örme bükümüne sahip olduğu için Söktaş firmasının kullandığı dokuma büküm değerlerinde üretilmesi durumunda değerlerin iyileşebileceği de beklenmektedir.

Telef içerikli OE-Rotor ipliklerin sonuçları Uster İstatistikleri ile de karşılaştırılmıştır. Aynı numara örme bükümüne sahip ve %5, %50 ve %95 kalite seviyelerine ait değerler ile %100 pnömofil telef içerikli ipliklerin sonuçları birlikte değerlendirilmiş Şekil 4.20-4.28'de verilen grafikler elde edilmiştir. Grafiklerde %5, %50 ve %95 ilgili kalite seviyelerine ait sonuçları temsil etmektedir.

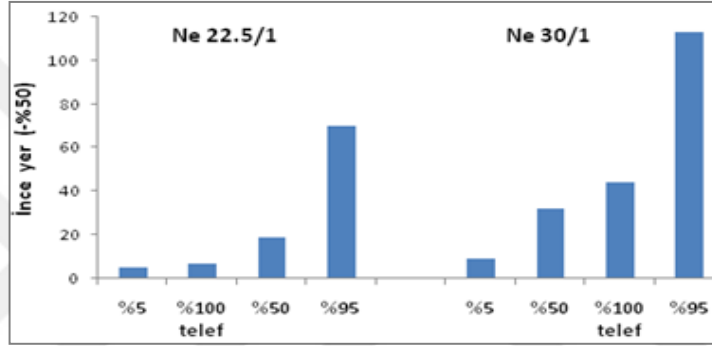
%100 pnömofil telefi içeren Ne 22,5/1 numara ipliklerin düzgünsüzlük, ince-kalın yer, tüylülük değerleri %50 kalite seviyesinin altındadır. Bununla birlikte, değerler özellikle %5-%25 kalite dilimi arasında yer almaktadır. Neps ve iplik mukavemeti değerleri ise %5 kalite seviyesi değerlerine kıyasla oldukça iyidir. Kopma uzaması değerleri ise %50 kalite seviyesinin altında olup, %50-%75 kalite dilimi arasında yer almaktadır. Dolayısıyla, genel bir ifade ile elde edilen iplikler dünyada üretilen Ne 22 numara triko bükümüne sahip OE-Rotor ipliklerin %75'nden daha kalitelidir.

%100 pnömofil telefi içeren Ne 30/1 numara ipliklerin düzgünsüzlük, ince yer ve kopma uzaması değerleri %50 kalite seviyesinin altında olup, %50-%75 kalite dilimi arasında yer almaktadır. Kalın yer, neps ve iplik tüylülüğü sonuçları ise %5-%25 kalite dilimi içerisinde yer almaktadır. Ne 22,5/1 sonuçlarında olduğu gibi, iplik mukavemeti değerleri ise %5 kalite seviyesi değerlerinden daha iyidir. Dolayısıyla, genel bir ifade ile elde edilen iplikler dünyada üretilen Ne 30/1 numara triko bükümüne sahip OE-Rotor ipliklerin düzgünsüzlük, ince yer ve kopma uzaması

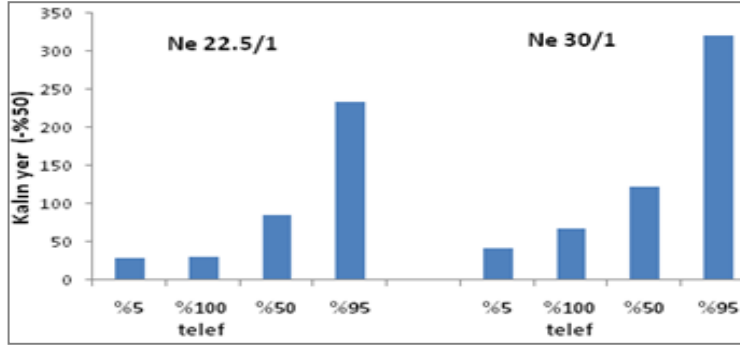
değerleri açısından %25-35'nden; kalın yer, neps, tüylülük ve mukavemet değerleri açısından ise %75'nden daha kalitelidir.



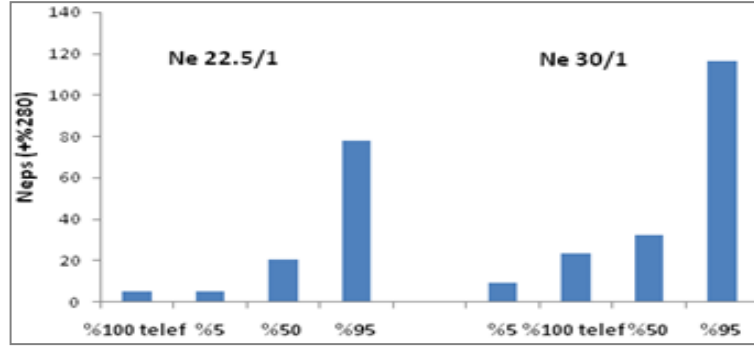
Şekil 4.20 : İplik düzgünsüzlüğü sonuçları



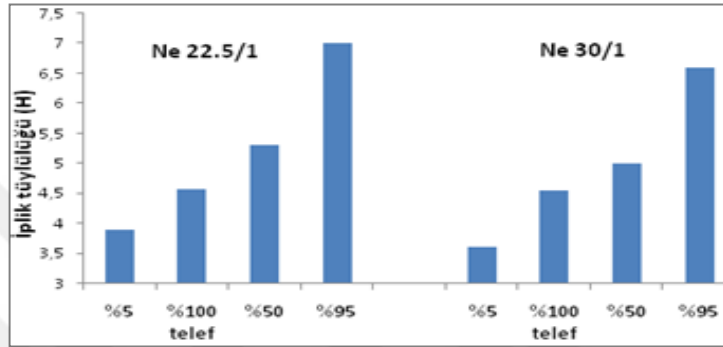
Şekil 4.21 : İplik ince yer sonuçları



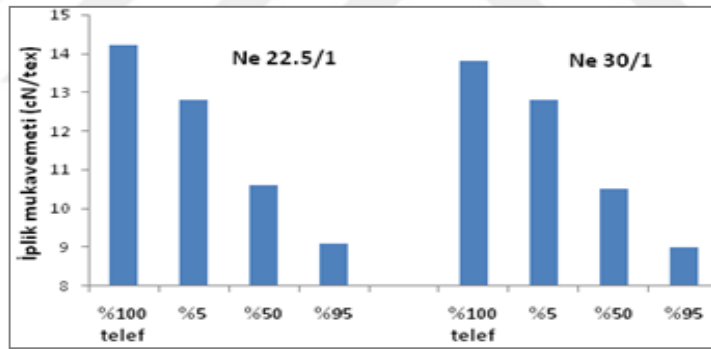
Şekil 4.22 : İplik kalın yer sonuçları



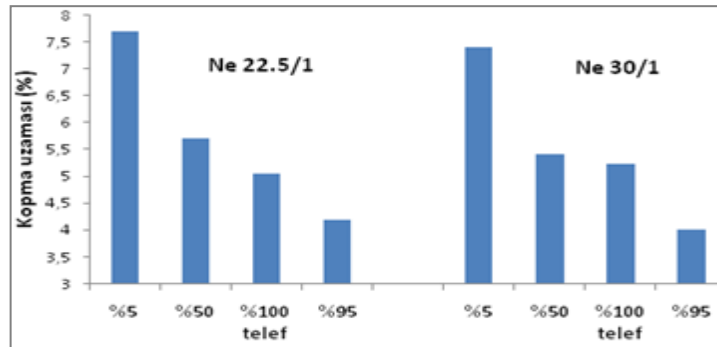
Şekil 4.23 : Neps sonuçları



Şekil 4.24 : İplik tüylülüğü sonuçları

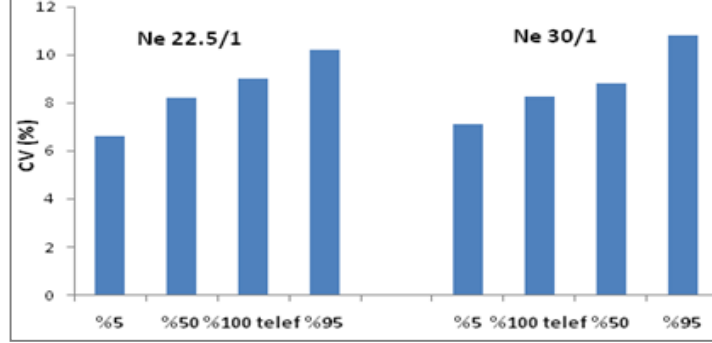


Şekil 4.25 : İplik mukavemeti sonuçları

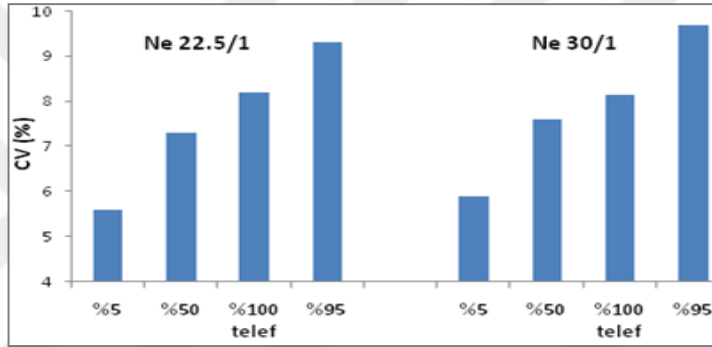


Şekil 4.26 : İplik kopma uzaması sonuçları

İplik mukavemeti ve kopma uzaması değerlerine ait varyasyon sonuçları Uster İstatistikleri ile karşılaştırıldığında, Ne 22,5/1 numara ipliklerde %50-75, Ne 30/1 numara ipliklerde %5-25 kalite dilimi arasında yer almaktadır (Şekil 4.27-4.28).



Şekil 4.27 : İplik mukavemeti değerlerine ait varyasyon sonuçları



Şekil 4.28 : İplik kopma uzaması değerlerine ait varyasyon sonuçları

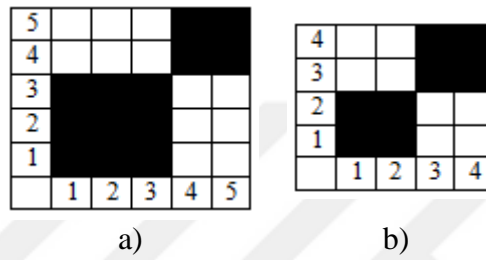
Sonuç olarak, projenin öncelikli hedefleri içerisinde yer alan teleflerden ince kalite iplik üretimi gerçekleştirilmiş ve %100 pnömofil telefinden orta ince sınıfta yer alan Ne 22/1-30/1 iplik numaralarında Uster İstatistiklerinin iyi kalite dilimleri arasında yer alan kaliteli iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Söktaş firmasının dokuma kumaş üretimi yaptığı göz önüne alınırsa, %100 pnömofil telef içerikli OE-Rotor ipliklerin yeterli iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları ve tüylülüğü ile yüksek iplik mukavemeti değerleri açısından kumaş üretiminde sorun yaratmayacağı ve bu nedenle ipliklerin dokuma kumaş üretiminde kullanılabileceği öngörülmektedir. Bu denemeler bir sonraki dönemde gerçekleştirilecektir.

Bilindiği gibi, OE-Rotor iplik eğirme sistemi daha çok kalın ve orta kalın iplik eldesine uygun bir sistemdir. Günümüzde Ne 60/1 ve Ne 80/1 numara iplikler eğrilebilse de Ne 40'dan sonra eğirme sisteminin üretim hızı azalmakta ve iplik kalite değerleri değişmektedir. Bu nedenle, OE-Rotor iplik eğirme sistemi için orijinal iplik kullanımında da pratikte Ne 40/1 numara eğirme limiti olarak kabul

edilmektedir. Bu çalışma döneminde, projenin öncelikli hedefi olan %100 biyobozunur özellikte ve %100 telef kullanarak ince iplik üretimi, %100 pnömofil telef liflerinden elde edilen Ne 30/1 ipliklerinin eğrilebilmesi ile başarılmıştır.

4.2.2.2 Dokuma kumaşların özellikleri

Dokuma kumaş üretiminde, firma talebi doğrultusunda firmada bu numaralarda sıklıkla kullanılan 3/2 ve 2/2 panama örgü türü seçilmiş ve kumaşlar numune dokuma tezgahında dokunmuştur (Şekil 4.29). Kumaşlara ait fiziksel özellikler ve üretim parametreleri Çizelge 4.13'da verilmiştir.



Şekil 4.29 : Dokunan kumaşlara ait örgü raporu a) 3/2 panama b) 2/2 panama

Çizelge 4.13 : %100 Pnömofil telefinden üretilen OE-Rotor ipliklerden dokunan kumaşların üretim parametreleri

Parametre	%100 Pnömofil telef içerikli OE-Rotor iplik	
İplik no(Ne)	Ne 22,5/1	Ne 30/1
Sıklık (ham kumaş)	38 çözgü /cm *27 atkı/cm	29,6 çözgü /cm* 33 atkı/cm
Kumaş gramajı (ham kumaş)	282,63 g/m ²	224,55 g/m ²
Kumaş eni	168,2 cm	172,5 cm
Örgü	3*2 panama	2*2 panama
Ürün	Gömleklilik kumaş	Gömleklilik kumaş
Hammadde	%100 pamuk	%100 pamuk

Çizelge 4.14 : %100 Pnömofil telefinden Ne 22.5 numara ve Ne30 OE-Rotor iplik 3/2 ve 2/2 panama dokuma kumaşların fiziksel ve mekanik test sonuçları

Test türü	Metot	İstenen	%100 Telefli	İstenen	%100 Telefli
İplik no (Ne)		Ne 22,5/1		Ne 30/1	
Kuru ağırlık (g/m ²)	ISO 3801	±5%	194	±5%	138
Yırtılma mukavemeti (çözgü) (g)	ISO 13937-1	MİN 700	6524	MİN 700	5056
Yırtılma mukavemeti (atkı) (g)	ISO 13937-1	MİN 700	6197	MİN 700	4403
Kopma mukavemeti (çözgü) (kg)	ISO 13934-1	MİN 20	68,8	MİN 25	31,31
Kopma mukavemeti (atkı) (kg)	ISO 13934-1	MİN 18	49,02	MİN 18	32,2
Dikiş açılması (çözgü) (kg)	ISO 13936-1 (3mm)	MİN 3	4,37	MİN 2,5	4,1
Dikiş açılması (atkı)	ISO 13936-1	MİN 3	6,73	MİN 2,5	3,14

(kg)	(3mm)				
Aşınma direnci (tur)	ISO 12947-2	MİN 10000	10000	MİN 10000	9000
Boncuklanma direnci (derece)	ASTM D4970 (2000)	3	3/4	3	2/3

Çizelge 4.15 : %100 Pnömoofil telefinden Ne 22,5 numara ve Ne 30 OE-Rotor iplik 3/2 ve 2/2 panama dokuma kumaşların haslık testleri sonuçları

Test türü	Metot	İstenen	% 100 Telefli	İstenen	% 100 Telefli
İplik no (Ne)		Ne 22,5		Ne 30/1	
Ter haslığı (Asidik)	ISO 105 E04	MİN 3/4C, 3/4S	4/5C 4S	MİN 3/4C, 3/4S	4C 4S
Ter haslığı (Bazik)	ISO 105 E04	MİN 3/4C, 3/4S	4/5C 4S	MİN 3/4C, 3/4S	4C 4S
Yıkama haslığı	ISO 105 C06	MİN 3/4C, 3/4S	4/5C 3/4S	MİN 3/4C, 3/4S	3/4 C 4S
Su haslığı	ISO 105 E01	MİN 3C, 3S	4/5C 4S	MİN 3C, 3S	4C 4S
Kuru sürtme haslığı	ISO 105 X12	MİN 3/4S	5S	MİN 4S	5S
Yaş sürtme haslığı	ISO 105 X12	MİN 3S	4/5S	MİN 3/4S	4/5S
Çekme (çözgü/uzunluk)	ISO 6330 (40°C, LD)	-%2	-%0,5	-%2	-%0,5
Çekme (atkı/genişlik)	ISO 6330 (40°C, LD)	-%2	-%0,5	-%2	%0

100 ring pnömoofil telefinden üretilen Ne 22,5/1 ve Ne 30/1 numara iplikler ile dokunan kumaşların fiziksel özellikleri, renk haslığı ve çekme performans testleri sonuçlarına bakıldığında Ne 22,5/1 numara rotor ipliklerden dokunan kumaşlar standartlar tarafından belirlenen optimal değerleri sağladığı görülmektedir (Çizelge 4.14-4.15). Ne 30/1 numara rotor ipliklerle dokunan kumaşlarda ise; boncuklanma ve aşınma değeri dışında, standartlarda belirlenen optimaldeğerleri sağladığı görülmektedir. Aşınma direnci testi için standarda göre minimum değer 10000 tur olarak belirlenmiştir, ancak numune kumaşta test esnasında 9000 turda iplik kopuşu meydana gelmiştir Oluşturulan kumaş numunesinin diğer performans özelliklerinin belirlenen standartlar aralığında özellik göstermesi, sürtünmeye daha az maruz kalacağı bir kullanım alanı için elverişli olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.14).

4.3 Pnömoofil ve diğer telef türlerinin çeşitli elyaflarla karıştırılması ile yapılan üretim denemelerine ait sonuçlar

Ring proseslerindenteplenen teleflerden ve orijinal pamuktan oluşturulan harmanlar Çizelge 4.16'da görülmektedir. Referans orijinal pamuk harmanı haricinde ring

teleflerinden 15 adet harman karışımı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu harmanlar ve harmanlara ait detaylar Çizelge 4.16'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.16 : Ring pnömofil teleflerinden oluşturulan harman karışımları

No	1. Elyaf	2. Elyaf	3. Elyaf	Açıklama
1	100%	-	-	Orijinal pamuk harmanı
2	100%	-	-	Uzun elyaf şerit telefi
3	50%	50%	-	Uzun elyaf şerit telefi + pnömofil telefi
4	50%	50%	-	Uzun elyaf şerit telefi + şapka telefi
5	75%	25%	-	Pnömofil telefi + PES
6	75%	25%	-	Pnömofil telefi + rPET
7	50%	35%	15%	Penye telefi + pnömofil telefi + PES
8	100%	-	-	Penye telefi
9	75%	25%	-	Penye telefi.+ rPET
10	75%	25%	-	Penye telefi + pnömofil telefi
11	100%	-	-	Şapka telefi
12	50%	50%	-	Şapka (TMATT) telefi + pnömofil telefi
13	75%	25%	-	Penye telefi + PES
14	50%	50%	-	Penye telefi + pnömofil telefi
15	75%	25%	-	Penye telefi + şapka telefi

Teleflerden ve orijinal pamuktan oluşturulan harmanlar ön hazırlama işlemlerinde; ham, karıştırıcı (unimix) ve tarak şeridi olmak üzere üç farklı proses bölgelerinden numuneler alınmıştır. Alınan bu numunelere tek lif uzunluğu ve mukavemeti testleri gerçekleştirilmiştir. Böylece teleflerde; lif uzunluğu ve mukavemetine gerçekleştirilen işlem proseslerinin etkileri incelenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 : Harmanlarda kullanılan orijinal pamuk ve telef türlerine ait tek lif uzunluğu ve mukavemeti sonuçları

Elyaf türü	Ortalama uzunluk (mm)	En büyük kuvvet (cN)	En büyük kuvvetteki uzama (%)	Ortalama uzunluk (mm)	En büyük kuvvet (cN)	En büyük kuvvetteki uzama (%)	Ortalama uzunluk (mm)	En büyük kuvvet (cN)	En büyük kuvvetteki uzama (%)
%100 orijinal pamuk	32,30	3,27	13,50	31,30	4,50	13,00	30,80	5,29	14,50
%100 uzun elyaf şerit telefi	32,10	4,50	12,00	31,90	5,50	9,50	31,20	5,57	11,50
%100 penye telefi	24,00	3,71	10,00	23,10	6,19	11,50	27,00	4,51	11,00

Teleflerden OE-Rotor iplik numunelerinin yeniden üretimi sırasında oluşan ilave telef miktarlarına ait sonuçlar verilmektedir (Çizelge 4.18). En çok telef kaybının beklenildiği üzere içerisindeki yüksek miktarda kısa lif oranı bulundurmasından dolayı penye telefi karışımı harmanlarda olduğu gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.18 : Teleflerden oluşturulan harmanlarda oluşan kayıp elyaf miktarları

No	1. Elyaf (%)	2. Elyaf (%)	3. Elyaf (%)	Açıklama	Harman (kg)	Genel Toplam (kg)	Kayıp (%)
1	100	-	-	Orijinal pamuk harmanı	50	42,5	15
2	100	-	-	Uzun elyaf şerit telefi	50	44,35	11
3	50	50	-	Uzun elyaf şerit telefi + pnömofil telefi	50	43	14
4	50	50	-	Uzun elyaf şerit telefi + Şapka telefi	50	45,05	10
5	75	25	-	Pnömofil telefi + PES	50	45,1	10
6	75	25	-	Pnömofil telefi + rPET	50	47,35	5
7	50	35	15	Penye telefi + pnömofil telefi + PES	50	46,4	7
8	100	-	-	Penye telefi	50	42,9	14
9	75	25	-	Penye telefi+ rPET	50	41,2	18
10	75	25	-	Penye telefi + pnömofil	50	42,35	15
11	100	-	-	Şapka (TMATT) telefi	50	43,75	13
12	50	50	-	Şapka telefi + pnömofil telefi	50	46	8
13	75	25	-	Penye telefi + PES	50	44,1	12
14	50	50	-	Penye telefi + Pnömofil telefi	50	39,95	20
15	50	50	-	Penye telefi + şapka telefi	50	44,85	10

4.3.1 OE-Rotor iplik üretimi ve iplik özellikleri

Elde edilen harman karışımlarından Ne 16/1-Ne 30/1 numara aralıklarında OE-Rotor eğirme prensibinde iplikler üretilmiştir. Üretilen iplikler Çizelge 4.19'da belirtilmektedir.

Çizelge 4.19 : Ring iplik teleflerinden oluşturulan harman karışımları ve üretilen iplikler

Kod	1. Elyaf (%)	2. Elyaf (%)	3. Elyaf (%)	İplik No (Ne)	Açıklama
1	100	-	-	30/1	Orijinal pamuk harmanı
2	100	-	-	30/1	Uzun elyaf şerit telefi
3	50	50	-	30/1	Uzun elyaf şerit telefi+ pnömofil telefi
4	50	50	-	30/1	Uzun elyaf şerit. telefi+şapka telefi
5	75	25	-	30/1	Pnömofil telefi + PES
6	75	25	-	30/1	Pnömofil telefi + rPET
7	50	50	-	30/1	Penye telefi +şapka telefi
8	50	35	15	30/1	Penye telefi +Pnömofil telefi+PES
9	50	50	-	30/1	Penye telefi + pnömofil telefi
10	100	-	-	20/1	Orijinal pamuk harmanı
11	75	25	-	20/1	Penye telefi+PES
12	50	50	-	20/1	Şapka(TMATT) telefi + pnömofil telefi
13	50	35	15	20/1	Penye telefi+Pnömofil telefi+PES
14	75	25	-	20/1	Pnömofil telefi+PES
15	75	25	-	20/1	Pnömofil telefi +rPET
16	50	50	-	20/1	Uzun elyaf şerit telefi + şapka telefi
17	50	50	-	20/1	Penye telefi+pnömofil telefi
18	100	-	-	16/1	Penye telefi
19	75	25	-	16/1	Penye telefi +r PET
20	75	25	-	16/1	Penye telefi+PES
21	75	25	-	16/1	Penye telefi +Pnömofil telefi
22	100	-	-	16/1	Şapka telefi

Çizelge 4.20 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster tester 3 sonuçları

Kod	CVm (%)	İnce yer (-%50)	Kalın yer (+%50)	Neps (+%140)	Neps (+%280)	Tüylülük (H)
1	15,42	32	70	2626	36	4,68
2	14,71	16	54	1664	19	4,46
3	14,65	13	36	2595	16	4,93
4	15,43	30	67	3544	64	5,32
5	14,44	8	45	648	7	5,10
6	15,42	28	56	2516	24	5,19
7	16,12	34	69	3284	65	5,25
8	15,42	17	37	2741	31	5,65
9	15,17	16	52	1210	7	5,26
10	12,85	4	17	1008	12	5,18
11	12,08	0	3	544	2	6,37
12	12,63	1	17	598	18	5,38
13	12,59	0	7	759	4	5,91
14	12,50	0	9	57	0	5,22
15	13,15	5	16	760	5	5,73
16	12,75	1	18	783	18	5,50
17	13,09	1	12	637	4	5,39
18	13,09	0	12	649	4	7,18
19	12,19	0	4	606	2	6,70
20	12,66	3	7	165	2	6,86
21	13,14	0	7	558	2	6,57
22	13,24	1	8	685	16	6,02

Çizelge 4.21 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster Tensorapid sonuçları

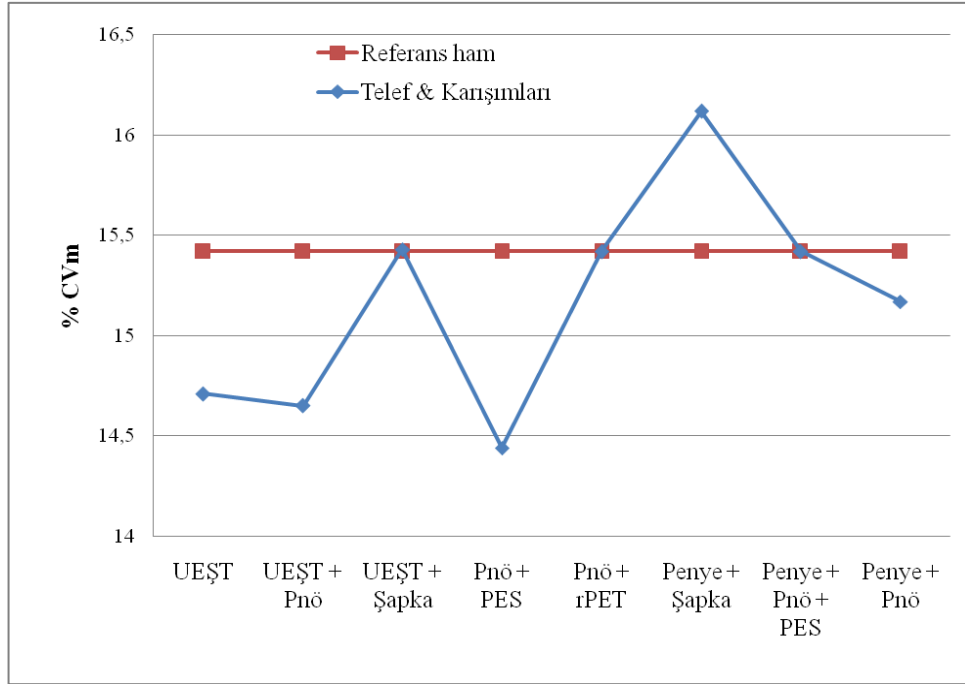
Kod	Kopma işi (N.CM)	Kopma kuvveti (N)	Mukavemet (cN/tex)	Kopma uzaması (%)
1	3,18	2,52	12,81	5,10
2	3,28	2,72	13,82	4,92
3	3,20	2,46	12,49	5,22
4	3,14	2,34	11,87	5,57
5	3,69	2,62	13,33	5,77
6	2,92	2,25	11,44	5,23
7	3,16	2,41	12,26	5,55
8	3,15	2,20	11,19	5,75
9	2,83	2,33	11,84	5,06
10	5,29	3,93	13,30	5,31
11	6,63	3,50	11,84	7,46
12	5,96	4,02	13,62	6,36
13	5,93	3,55	12,03	6,77
14	5,70	4,01	13,59	5,44
15	5,37	3,71	12,57	5,60
16	5,93	3,55	12,03	6,77
17	5,34	4,01	13,58	5,31
18	8,09	4,65	12,60	7,13
19	11,52	4,73	12,82	9,38
20	9,26	4,48	12,14	8,10
21	7,98	4,78	12,94	6,97
22	8,16	4,76	12,90	7,60

4.3.1.1 İplik düzgünsüzlüğü

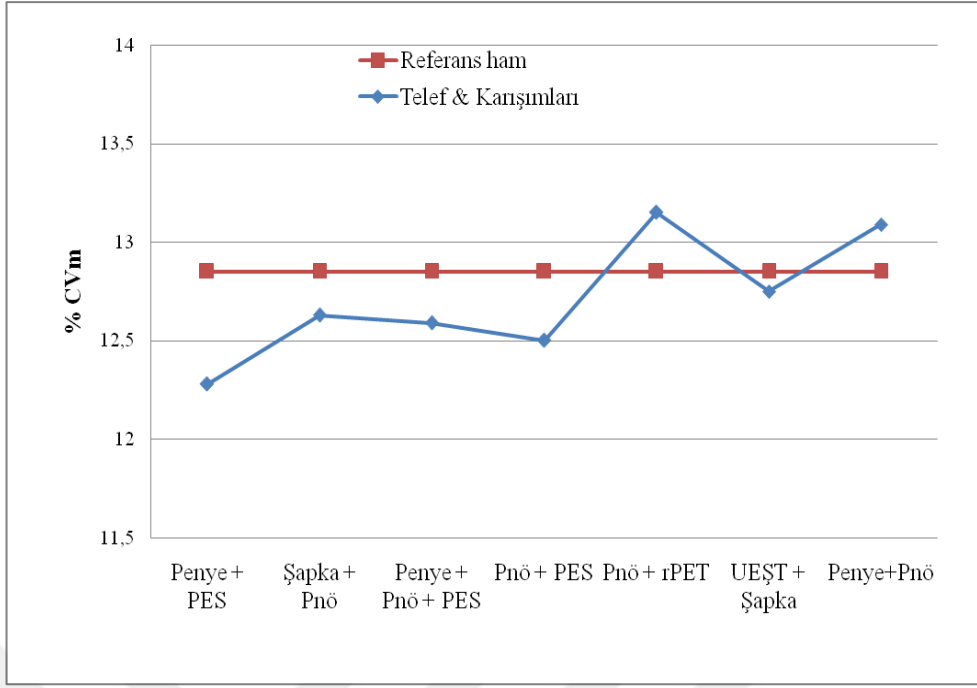
Teleflerden ve telef karışımlarından Ne 30/1 numara OE-Rotor üretilen iplikler, %100 orijinal pamuk harmanından üretilen referans iplik numunesi ile iplik düzgünsüzlüğü açısından karşılaştırılmıştır. %50 Penye ve %50 şapka telefleri kullanılarak üretilen Ne 30/1 numara iplik dışındaki tüm ipliklerin, referans iplikle aynı ve daha iyi düzgünsüzlük değeri göstermektedir (Şekil 4.30).

Teleflerden ve telef karışımlarından Ne 20/1 numara OE-Rotor üretilen iplikler, %100 orijinal pamuk harmanından üretilen referans iplik numunesi ile karşılaştırılmıştır. %50 Penye ve %50 şapka telefleri kullanılarak üretilen Ne 30/1 numara iplik ve %75 Pnömoofil telefi ile %25 rPET karışimli iplik dışındaki tüm ipliklerin, referans iplikle aynı ve daha iyi düzgünsüzlük değeri göstermektedir (Şekil 4.31).

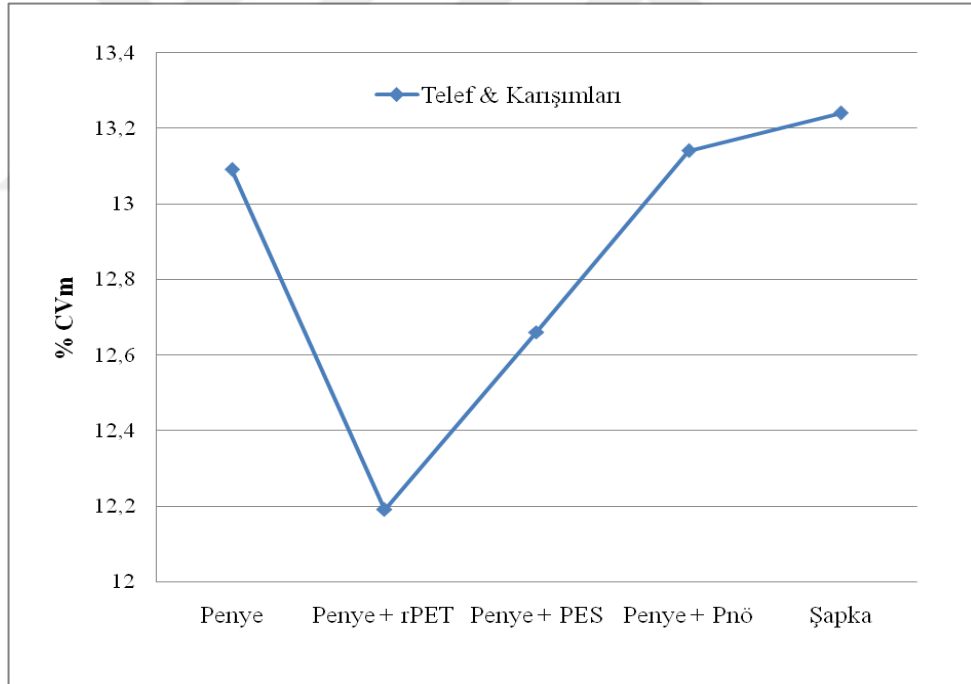
Teleflerden ve telef karışımlarından Ne 16/1 numara OE-Rotor üretilen iplikler kendi aralarında değerlendirildiklerinde; en yüksek düzgünsüzlük değerini %100 şapka telefinden üretilen iplikler gösterirken en düşük düzgünsüzlük değerini %75 penye ve % 25 rPET elyaf karışımlarından üretilen iplikler göstermektedir (Şekil 4.32).



Şekil 4.30 : Ne 30/1 OE-Rotor ipliklere ait düzgünsüzlük sonuçları



Şekil 4.31 : Ne 20/1 OE-Rotor ipliklere ait düzgünlük sonuçları



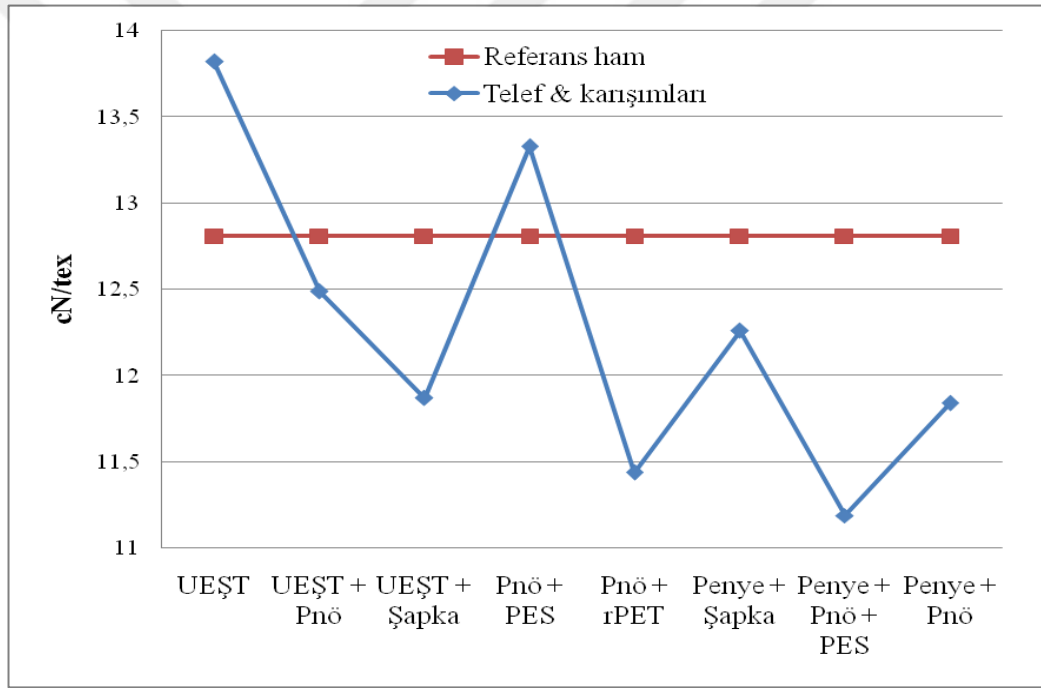
Şekil 4.32 : Ne 16/1 OE-Rotor ipliklere ait düzgünlük sonuçları

4.3.1.2 Mukavemet

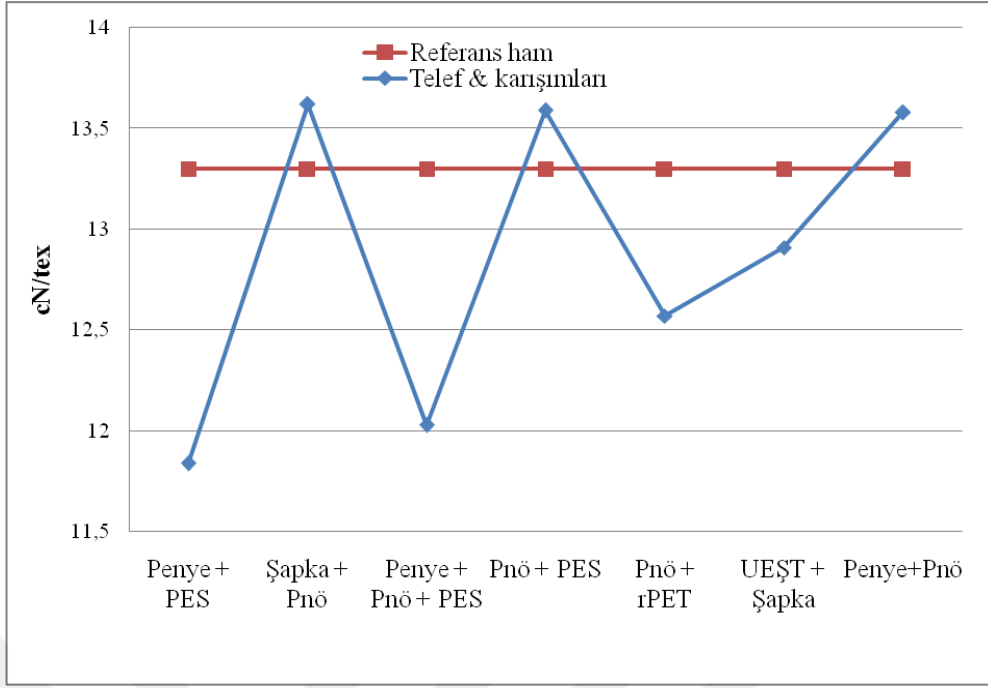
Teleflerden ve telef karışımlarından Ne 30/1 numara OE-Rotor üretilen iplikler, %100 orijinal pamuk harmanından üretilen referans iplik numunesi ile mukavemet değerleri açısından karşılaştırılmıştır. %100 uzun elyaf şerit telef ve %75 pnömofil ve %25 PES elyaf karışımından üretilen ipliklerin mukavemet değerlerinin, %100

orijinal pamuk harmanından üretilen referans ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer teleflerin ise daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4.33).

Teleflerden ve telef karışımlarından Ne 20/1 numara OE-Rotor üretilen iplikler, %100 orijinal pamuk harmanından üretilen referans iplik numunesi ile mukavemet değerleri açısından karşılaştırılmıştır. %50 şapka ve %50 pnömofil telefi karışımı, %75 pnömofil ve PES elyafı karışımı, %50 penye ve %50 pnömofil telefi karışımı harmanların %100 orijinal pamuk harmanından üretilen referans ipliklere göre mukavemet değerlerinin daha yüksek olduğu, diğer telef ve elyaf karışımlarının ise mukavemet değerlerinin referans ipliklere göre daha düşük olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.34).

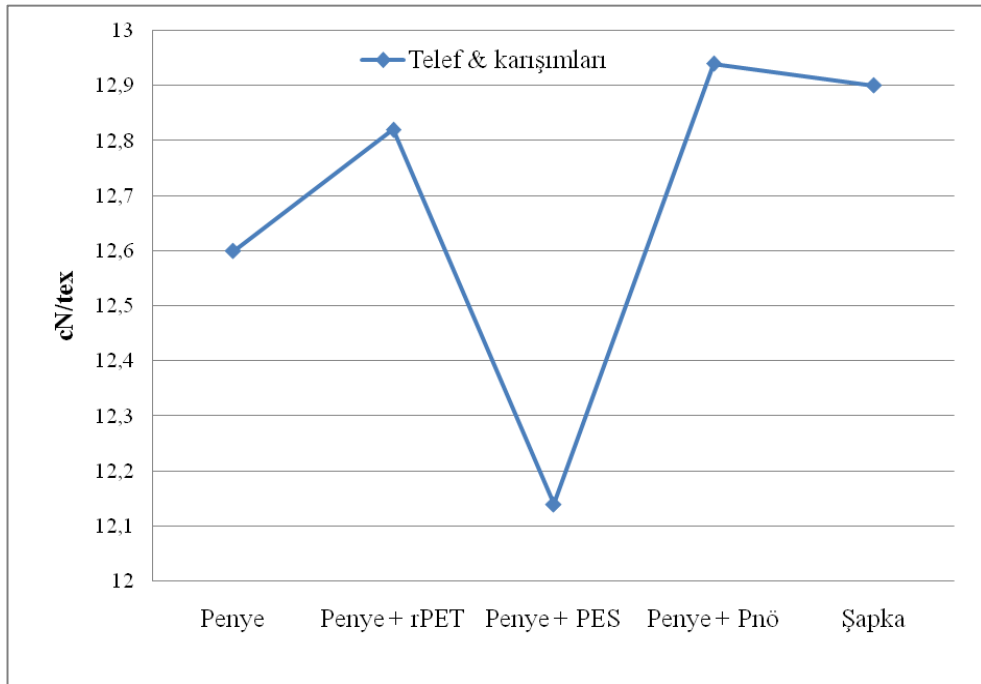


Şekil 4.33 : Ne 30/1 numara OE-Rotor ipliklere ait mukavemet sonuçları



Şekil 4.34 : Ne 20/1 numara OE-Rotor ipliklere ait mukavemet sonuçları

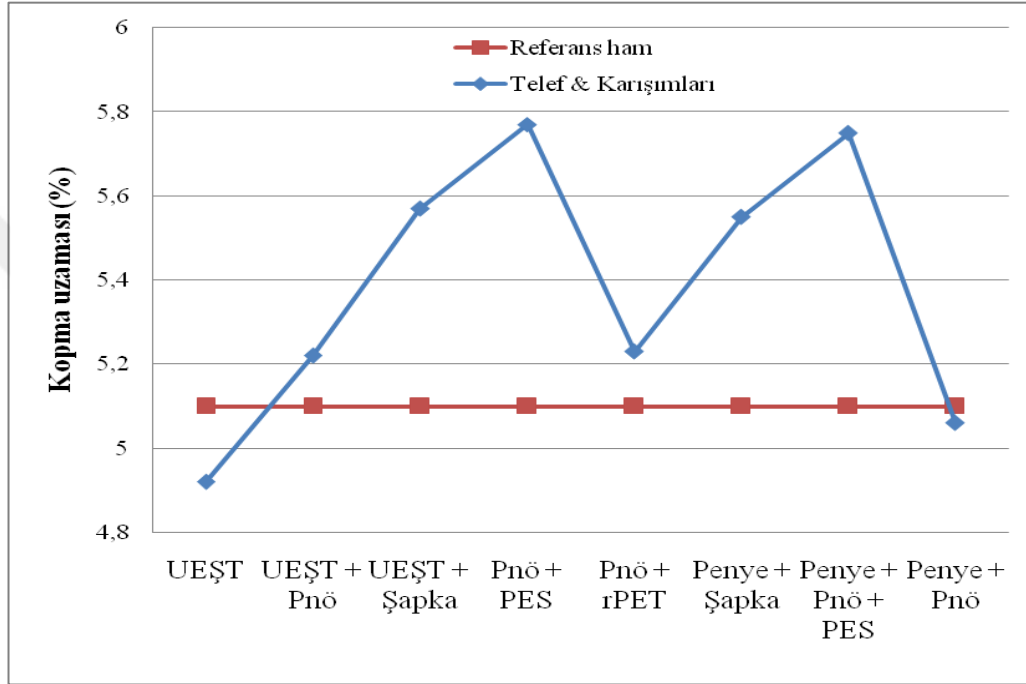
Teleflerden ve telef karışımlarından Ne 16/1 numara OE-Rotor üretilen iplikler kendi aralarında değerlendirildiklerinde; en yüksek mukavemet değerini %75 penye ve %25 pnömofil teleflerinden üretilen iplikler gösterirken, en düşük mukavemet değerini %75 penye ve %25 PES elyaf karışımlarından üretilen iplikler göstermektedir (Şekil 4.35).



Şekil 4.35 : Ne 16/1 numara OE-Rotor ipliklere ait mukavemet sonuçları

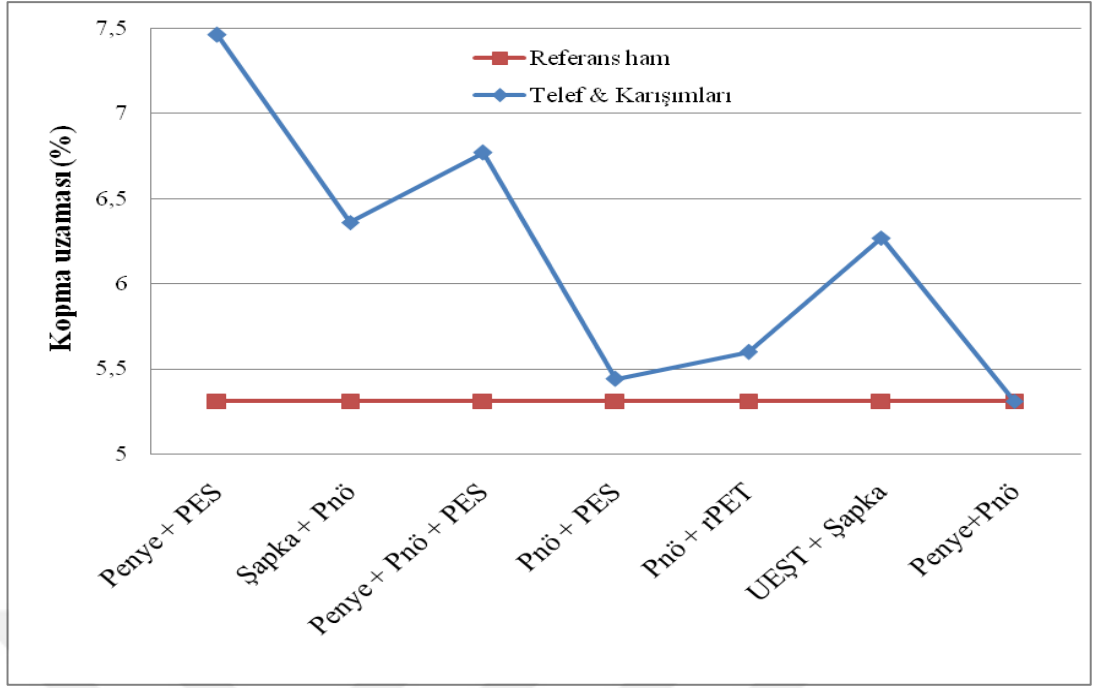
4.3.1.3 Kopma uzaması

%100 telef ve telef karışımlarından oluşturulan harmanlardan elde edilen Ne 30/1 numara OE-Rotor iplikler, %100 referans ham pamuk harmanından elde edilen Ne 30/1 OE-Rotor iplikler ile kopma uzama değerleri açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler ışığında %100 uzun elyaf şerit telefi dışındaki tüm teleflerin ham pamuk ile benzer ve hatta daha yüksek kopma uzaması değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.36).

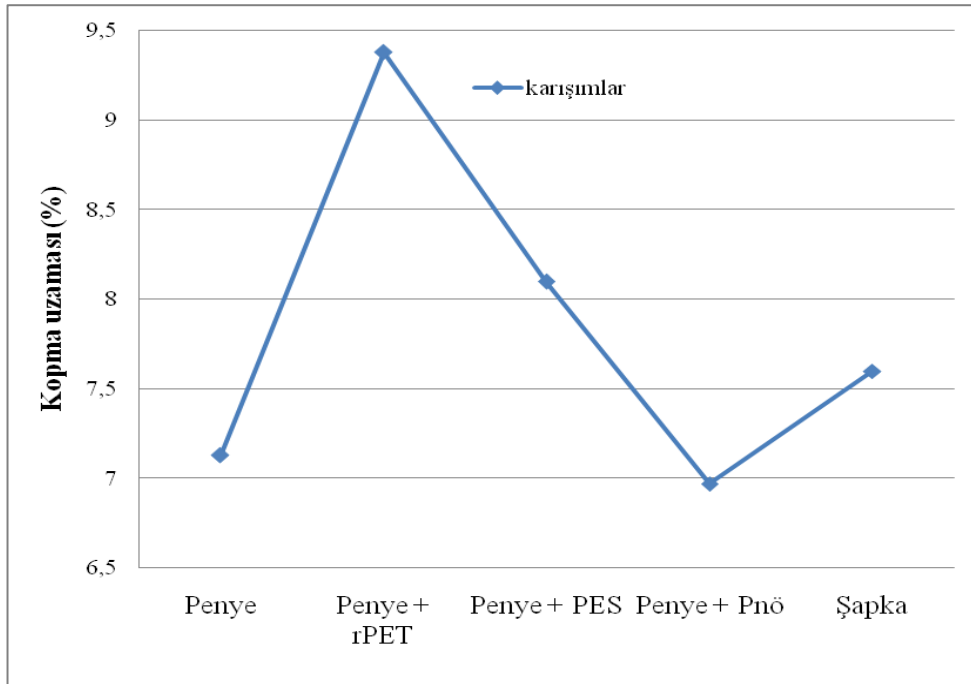


Şekil 4.36 : Ne 30/1 numara OE-Rotor ipliklere ait kopma uzaması (%) sonuçları

%100 telef ve telef karışımlarından oluşturulan harmanlardan elde edilen Ne 20/1 numara OE-Rotor iplikler, %100 referans ham pamuk harmanından elde edilen Ne 20/1 OE-Rotor iplikler ile kopma uzama değerleri açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler ışığında tüm teleflerin ham pamuk ile benzer ve hatta daha yüksek kopma uzaması değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37 : Ne 20/1 numara OE-Rotor ipliklere ait kopma uzaması (%) sonuçları %100 telef ve telef karışımlarından oluşturulan harmanlardan elde edilen Ne 16/1 numara OE-Rotor iplikler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. En yüksek kopma uzama değerini %75 penye ve %25 rPET karışimli iplik verirken, en düşük kopma uzaması değerini ise %75 penye ve %25 pnömofil karışimli iplik vermektedir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 : Ne 20/1 numara OE-Rotor ipliklere ait kopma uzaması (%) sonuçları

4.3.1.4 Büküm

OE-Rotor iplik eğirme prensibinde orijinal pamuk ve telef karışımlarından oluşturulan tüm harmanlardan 5 æ büküm değerinde iplikler üretilmiştir. Ancak rotor iplik eğirme sisteminde genellikle verilen büküm değerinde %10-20 gibi sapmalar görülmektedir ve bu yaygın kabul olarak bilinmektedir. Bu sebepten ve iplik karışımındaki telef ve elyafın ipliklerin büküm değerlerine olası etkilerini belirlemek için büküm değerleri ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.22'de ipliklere ait büküm katsayıları ve denemeler sırasında verilen 5æ büküm katsayısına göre varyasyonları verilmektedir.

Çizelge 4.22 : Telefonlardan üretilen OE-Rotor ipliklere ait büküm değerleri

Kod	İplik No (Ne)	Büküm faktörü æ	Fark	CV %
1	30/1	4,60	0,40	2,43
2	30/1	4,51	0,49	2,43
3	30/1	4,51	0,49	0,67
4	30/1	4,61	0,39	4,33
5	30/1	4,32	0,68	2,46
6	30/1	4,31	0,69	1,22
7	30/1	4,58	0,42	2,41
8	30/1	4,65	0,35	1,21
9	30/1	4,65	0,35	0,80
10	20/1	4,47	0,53	1,56
11	20/1	4,71	0,29	1,93
12	20/1	4,65	0,35	2,23
13	20/1	4,81	0,19	1,08
14	20/1	4,03	0,97	1,83
15	20/1	4,40	0,60	2,86
16	20/1	4,69	0,31	1,46
17	20/1	4,46	0,54	1,24
18	16/1	4,69	0,31	1,48
19	16/1	4,53	0,47	1,24
20	16/1	4,59	0,41	0,64
21	16/1	4,76	0,24	1,09
22	16/1	4,76	0,24	0,92

Pnömoofil telef ve PES taşıyıcı elyaf takviyesi olan karışımli ipliklerde büküm katsayısı varyasyonunu artırmıştır. Bunun iplikte mukavemet değerinin artmasıyla verilen büküm değerini kabul etmemesi olarak öngörülmektedir.

4.3.2 Dokuma kumaş üretimi ve kumaş özellikleri

%100 telef ve telef karışımlarından oluşturulan harmanlardan Ne 16/1-Ne 30/1 numara aralıklarında iplikler üretilmiştir ve üretilen bu ipliklerden 2/2 panama örgü modelinde dokuma kumaşlar üretilmiştir. Telef içerikli iplikler atkı ve çözgü yönünde kullanılmıştır. Ancak, bu aşamada iplik numune miktarının yetersiz olduğu

durumlar ile karşılaşılmış ve bu nedenle kumaş üretiminde atkı ve çözgü ipliği olarak farklı teleflerden oluşan iplikler kullanılmış ve iplikler kumaş üretiminde kombine edilmiştir. Özellikle, atkı ve çözgü yönünde aynı numara ipliklerin kullanılmasına dikkat edilmiştir. Kumaş üretimine ait deneme planı Çizelge 4.23'de gösterilmektedir. Üretilen bu kumaşlara fiziksel, renk haslığı ve çekme testleri uygulanan performans değerlendirmeleri yapılmıştır (Çizelge 4.24-Çizelge 4.25).

Çizelge 4.23 : Dokuma kumaş üretim denemeleri

Kod	1. Elyaf	2. Elyaf	3. Elyaf	İplik No (Ne)	Açıklama	Kumaş Üretimi	Sembolik gösterim
1	100%	-	-	30/1	Orijinal pamuk harmanı	ATKI+ÇÖZGÜ	A1+Ç1
2	100%	-	-	30/1	Uzun elyaf şerit telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A2+Ç2
3	50%	50%	-	30/1	Uzun elyaf şerit telefi+pnömofil telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A3+Ç3
4	50%	50%	-	30/1	Uzun elyaf şerit telefi+Şapka telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A4+Ç4
5	75%	25%	-	30/1	Pnömofil telefi+PES	İplik numune miktarı yetersiz	
6	75%	25%	-	30/1	Pnömofil telefi+rPET	ATKI+ÇÖZGÜ	A6+Ç6
7	50%	50%	-	30/1	Penye telefi+Şapka telefi	ATKI	A7+Ç8
8	50%	35%	15%	30/1	Penye telefi+pnömofil telefi+PES	ÇÖZGÜ	
9	50%	50%	-	30/1	Penye telefi+pnömofil telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A9+Ç9
10	100%	-	-	20/1	Orijinal pamuk harmanı	İplik numune miktarı yetersiz	
11	75%	25%	-	20/1	Penye telefi+PES	ÇÖZGÜ	A14+Ç11
12	50%	50%	-	20/1	Şapka telefi+Pnömofil telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A12+Ç12
13	50%	35%	15%	20/1	Penye telefi+Pnömofil telefi+PES	ATKI+ÇÖZGÜ	A13+Ç13
14	75%	25%	-	20/1	Pnömofil telefi+PES	ATKI	A14+Ç11
15	75%	25%	-	20/1	Pnömofil telefi +rPET	İplik numune miktarı yetersiz	
16	50%	50%	-	20/1	Uzun elyaf şerit telefi+Şapka telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A16+Ç16
17	50%	50%	-	20/1	Penye telefi+pnömofil telefi	İplik numune miktarı yetersiz	
18	100%	-	-	16/1	Penye telefi	ÇÖZGÜ	A21+Ç18
19	75%	25%	-	16/1	Penye telefi+rPET	ATKI+ÇÖZGÜ	A19+Ç19
20	75%	25%	-	16/1	Penye telefi+PES	ATKI+ÇÖZGÜ	A20+Ç20
21	75%	25%	-	16/1	Penye telefi +Pnömofil telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A21+Ç21
22	100%	-	-	16/1	Şapka telefi	ATKI+ÇÖZGÜ	A22+Ç22

A: Atkı
Ç:Çözgü

Çizelge 4.24 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklerden dokunan kumaşlara ait fiziksel ve mekanik test sonuçları

İplik no (Ne)	Kumaş türü	Gramaj (g/m ²)	Yırtılma Muk. (g)		Kopma Muk. (Kg)		Dikiş Açılması (Kg)		Aşınma (Tur)	Boncuklanma (Derece)
			Çözümlü	Atkı	Çözümlü	Atkı	Çözümlü	Atkı		
	İstenen değer	±5%	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	3
30/1	A1+Ç1	141	700	700	25	18	2,5	2,5	10000	3/4
	A2+Ç2	146	4273	4338	26,15	35,69	7,17	3,96	10000	3
	A3+Ç3	135	4468	4795	32,08	39,94	6,30	3,56	10000	3
	A4+Ç4	152	4925	4012	32,20	31,31	5,15	4,56	10000	3
	A6+Ç6	144	5317	4501	36,42	37,10	7,14	4,02	10000	2/3
	A7+Ç8	184	4892	4566	32,77	29,96	6,32	4,04	10000	3
	A9+Ç9	136	-	-	-	-	-	-	10000	3/4
	İstenen değer	±5%	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	3
	20/1	A14+Ç11	-	5284	4468	30,63	36,26	6,88	3,71	10000
	A12+Ç12	166	700	700	25	18	2,5	2,5	10000	2/3
	A13+Ç13	171	6524	6002	53,50	40,69	3,67	5,84	10000	2/3
	A14+Ç11	198	5610	5447	45,81	31,88	4,51	6,50	10000	3
	A16+Ç16	167	-	-	-	-	-	-	10000	3
İstenen değer	±5%	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	3
16/1	A21+Ç18	215	700	700	25	18	2,5	2,5	10000	3
	A19+Ç19	208	-	-	-	-	-	-	10000	2/3
	A20+Ç20	219	6230	5284	67,80	40,92	4,76	9,24	10000	2/3
	A21+Ç21	190	6524	5512	65,70	45,71	5,32	8,69	10000	3
	A22+Ç22	199	6524	5936	71,00	48,87	4,79	7,23	10000	3/4
		A22+Ç22	199	6524	5806	69,80	39,62	5,78	8,52	10000

Çizelge 4.25 : Teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklerden dokunan kumaşların haslık testleri sonuçları

İplik no (Ne)	Kod	Ter Hashlı		Yıkama Hashlı	Su Hashlı	Sürtme		Çekme (%)	
		Asidik	Bazik			Kuru	Yaş	Çözümlü/uzunluk	Atkı/genişlik
	İstenen değer	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	-%2	-%2
30/1	A1+Ç1	3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3C, 3S	4S	3/4S	%0.5	-%2
	A2+Ç2	4C 4S	4C 4S	4/5C 4S	4C 4S	5S	4S	%0.5	-%2
	A3+Ç3	4/5C 4S	4/5 C 4S	4/5 C 4S	4/5 C 4S	5 S	4S	%1	-%2
	A4+Ç4	4/5C	4/5C	4/5C 4/5S	4/5C	5 S	4/5S	%0.5	-%1.5
	A6+Ç6	4/5S	4/5S	4/5C 4/5S	4/5C	5 S	4/5S	%0.5	-%2
	A7+Ç8	4/5C	4C 4S	4/5C 4/5S	4/5S	5 S	4/5S	-	-
	A9+Ç9	4C 4S	4C 4S	4C 4S	4C 4S	5 S	4S	%1	-%2
	İstenen değer	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	-%2	-%2
	20/1	A12+Ç12	3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3C, 3S	4S	3/4S	-%0.5
	A13+Ç13	4C 4S	4C 4S	4/5C 4S	4C 4S	5 S	4S	-%0.5	-%1.5
	A14+Ç11	4/5C	4/5C	4/5C 4/5S	4/5C	5 S	4/5S	-	-
	A16+Ç16	4/5S	4/5S	4/5C 4/5S	4/5S	5 S	4S	-	-
İstenen değer	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	-%0.5	-%1.5
16/1	A21+Ç18	3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3C, 3S	4S	3/4S	-%2	-%2
	A19+Ç19	4/5C	4C 4S	4/5C 4/5S	4C 4S	5 S	4S	-	-
	A20+Ç20	4/5S	4/5S	4/5C 4/5S	4/5C	5 S	4/5S	-%0.5	-%0.5
	A21+Ç21	4/5C	4/5C	4/5C 4/5S	4/5C	5 S	4/5S	-%0.5	-%0
	A22+Ç22	4/5S	4/5S	4/5C 4/5S	4/5S	5 S	4/5S	-%0.5	-%1.5
		A22+Ç22	4/5C 4S	4C 4S	4/5C 4S	4C 4S	5S	4S	-%1

A: Atkı
Ç:Çözümlü

Telef içerikli Ne 16/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 numara ipliklerden elde edilen dokuma kumaşların fiziksel, renk haslığı ve boyutsal çekme özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.25-Çizelge 4.25'de verilmiştir. Ne 30/1 numara telef içerikli OE-Rotor ipliklerden elde edilen dokuma kumaşlara ait sonuçlar incelendiğinde, hemen hemen telef içerikli tüm kumaşların yırtılma ve kopma mukavemeti, aşınma ve boncuklanma direnci ve dikiş açılması gibi fiziksel özellikler açısından istenilen kalite değerlerini sağladığı görülmektedir. Kumaşlar içerisinde Pnömoofil telef+rPET elyafı (%75/25) içeren 6 no'lu iplik numunesinden elde edilen kumaşların (A6+Ç6) boncuklanma direnci açısından 3 sınır değerinin bir derece altında daha düşük boncuklanma direnci gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, referans olarak alınan %100 orijinal pamuk içerikli kumaşlara kıyasla telef içerikli kumaşların daha iyi yırtılma ve kopma mukavemeti ve dikiş açılması özellikleri sağladığı tespit edilmiştir.

Ne 20/1 numara telef içerikli OE-Rotor ipliklerden elde edilen dokuma kumaşlara ait sonuçlar incelendiğinde, telef içerikli tüm kumaşların yırtılma ve kopma mukavemeti, dikiş açılması ve aşınma direnci özellikleri açısından istenilen kalite değerlerini sağladığı görülmektedir. Boncuklanma direnci açısından ise 12 (%50 Şapka+%50 Pnömoofil telef) ve 13 (%50 Penye telef+%35 Pnömoofil telef+%15 PES elyafı) no'lu ipliklerden üretilen kumaşların sınır değer bir derece altında boncuklanma direnci gösterdiği belirlenmiştir. 16 no'lu (Uzun elyaf şerit telef+Şapka telef) ile 14 ve 11 no'lu ipliklerin (Pnömoofil telef+PES elyafı ile Penye telef+PES elyafı) kombine edilmesi üretilen kumaşların istenilen 3 sınır değerini sağladığı tespit edilmiştir. Ne 30/1 numara ipliklerde olduğu gibi telef içerikli kumaşların yırtılma ve kopma mukavemeti ve dikiş açılması özellikleri açısından oldukça iyi değerler verdiği gözlenmiştir.

Ne 16/1 numara telef içerikli OE-Rotor ipliklerden elde edilen dokuma kumaşlara ait sonuçlar incelendiğinde, Ne 20/1 iplik numarasında olduğu gibi telef içerikli tüm kumaşların yırtılma ve kopma mukavemeti, dikiş açılması ve aşınma direnci özellikleri açısından istenilen kalite değerlerini sağladığı görülmektedir. Boncuklanma direncinde de benzer durum söz konusu olup, özellikle penye telef içeren 19 (%75 Penye telef+%25 rPET) ve 20 (%75 Penye telef+%25 PES) no'lu ipliklerden elde edilen kumaşların 3 sınır değerinin bir derece altında boncuklanma direnci gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, 21 (Penye telef +Pnömoofil telef) ve 22 (%100 Şapka telef) no'lu iplikler ile 21 ve %100 penye telef içeren ipliklerin

kombine edilmesi ile üretilen dokuma kumaşların sınır boncuklanma direnci değerini sağladığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla, daha kısa liflerden oluşan ve bu nedenle boncuklanma direnci konusunda yetersiz değerler sağlayabilecek penye telefi gibi teleflerden elde edilen iplikler, daha iyi özelliklere sahip iplikler ile dokuma kumaş üretiminde kombine edilerek istenilen kalite değerlerine sahip kumaş üretiminin mümkün olabileceği mümkün gözükmemektedir.

Haslık ve boyutsal değişim özellikleri açısından kumaşlar değerlendirildiğinde, Ne 16/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 iplik numaralarında telef içerikli tüm kumaşların ter, yıkama ve su haslığı özellikleri açısından sınır değerlerin üzerinde iyi haslık değerleri sağladığı, optimal değerlerin altında yıkama sonrası çekme davranışı gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

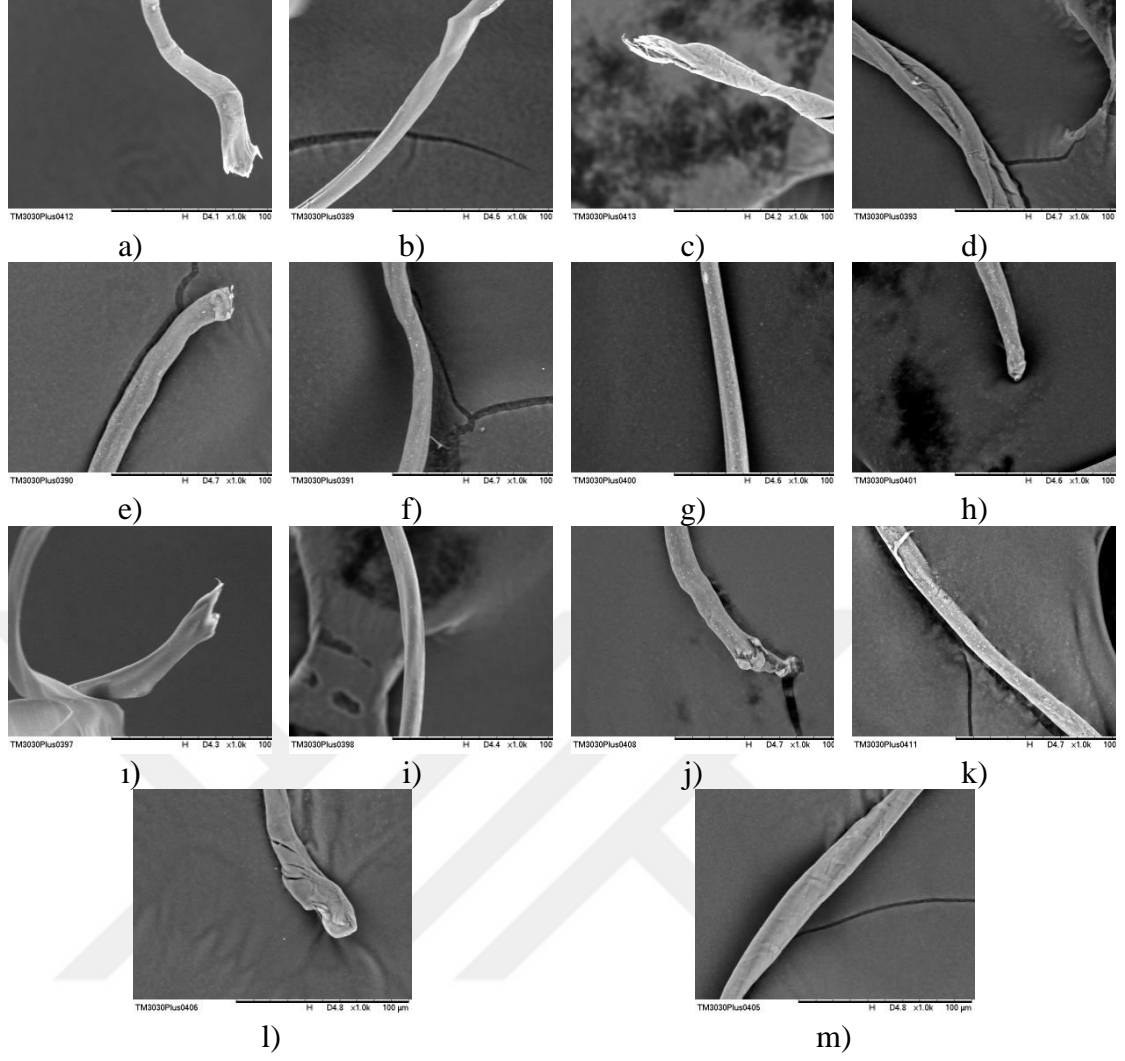
4.4 Açma İşleminde Geçirilen Dokuma Kumaş Telefleri ile Yapılan Üretim Denemelerine Ait Sonuçlar

Laroche açma makinesinde 6 aşamalı açma işleminden geçirilen dokuma kumaş teleflerinden her açma işlemi sonrası numuneler alınmıştır. Mekanik açma işleminden geçirildikten sonra elyaf haline getirilen dokuma telefleri farklı harman karışımları oluşturulmuştur. Oluşturulan harmanlara ait bilgiler Çizelge 4.28'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.26 : Açılan dokuma teleflerine ait harmanlar

No	1. Elyaf	2. Elyaf	3. Elyaf	Açıklama
Açma telef harmanları	1 60%	25%	15%	Pamuk açma +pamuk/sentetik açma + rPET
	2 80%	20%	-	Pamuk açma + siyah rPET

Alınan bu numunelere ait elyafların SEM görüntüleri alınarak gerçekleştirilen mekanik işlemin elyaf morfolojisine olan etkileri incelenmiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39 : 6 aşamalı açma işlemine tabi tutulan dokuma teleflerine ait elyafların SEM görüntüleri: a-b) başlangıç dokuma, c-d) 1. açma işlemi sonrası e-f) 2. açma işlemi sonrası g-h) 3. açma işlemi sonrası, i-j) 4. açma işlemi sonrası, k-l) 5. açma işlemi sonrası, m) 6. açma işlemi sonrası dokuma teleflerine ait elyafların SEM görüntüleri

Mekanik açma işleminden geçirilen dokuma kumaş teleflerinin başlangıçta ve her aşama sonrası SEM görüntü analizleri incelendiğinde elyafların uç kısımlarında hasarlar olduğu gözlemlenmektedir.

4.4.1 OE-Rotor iplik üretimi ve iplik özellikleri

Elyaf haline getirilen dokuma kumaş teleflerinden eğrilebilecek nitelikte uygun harman karışımları oluşturularak diğer telefler ile aynı işlem proseslerine tabi tutularak OE-Rotor iplikler üretilmiştir. Üretilen iplikler ait harman bilgileri ve iplik numaraları Çizelge 4.27'de verilmektedir.

Çizelge 4.27 : Açılan dokuma teleflerine ait harmanlar ve üretilen iplikler

No	1. Elyaf	2. Elyaf	3. Elyaf	İplik No (Ne)	Açıklama
1	60%	25%	15%	8/1	Pamuk açma +pamuk/sentetik açma + rPET
2	80%	20%	-	8/1	Pamukt açma + siyah rPET

Üretilen OE-Rotor ipliklerin Uster Tester 3 ve Uster Tensorapid test cihazlarında fiziksel ve mekanik özellikleri test edilmiştir. İplik testlerine ait veri sonuçları Çizelge 4.28-Çizelge 4.29'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.28 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster tester 3 sonuçları

Kod	CVm (%)	İnce yer (-%50)	Kalın yer (+%50)	Neps (+%140)	Neps (+%280)	Tüylülük (H)
1	16,65	15	324	3236	208	5,25
2	21,93	82	1411	5036	794	5,12

Çizelge 4.29 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait Uster Tensorapid sonuçları

Kod	Kopma işi (N.CM)	Kopma kuvveti (N)	Mukavemet (cN/tex)	Kopma uzaması (%)
1	16,32	5,89	7,98	9,12
2	17,33	5,69	7,71	10,13

4.4.2 Dokuma kumaş üretimi ve kumaş özellikleri

Ayrıca, mekanik açma işleminden geçirildikten sonra elyaf haline getirilen dokuma telefleri ile farklı harman karışımları oluşturulmuştur ve Ne 8/1 numara OE-Rotor iplikler üretilmiştir. Üretilen bu ipliklerden aynı atkı ve çözgü ipliği olmak üzere daha önceki telef numunelerinde de olduğu gibi numune dokuma tezgahında kumaşlar üretilip fiziksel ve haslık testleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 30-31). Dokunan kumaşların fiziksel performans özellikleri değerlendirildiğinde; boncuklanma değerinin bir basamak altında olduğu gözlemlenmektedir. Haslık performanslarında yıkama, su haslığı ve kuru sürtme haslıklarını sağladığı, asidik ve bazik ve yaş sürtme haslıklarının ise istenilen değerin altında olduğu gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.30 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait fiziksel ve mekanik test sonuçları

İplik no	Gramaj (g/m ²)	Yırtılma Muk. (g)		Kopma Muk. (Kg)		Dikiş Açılması (Kg)		Aşınma (Tur)	Boncuklanma (Derece)
		Çözümlü	Atkı	Çözümlü	Atkı	Çözümlü	Atkı		
İstenen değer	±5%	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	3
8/1	305	700	700	25	18	2,5	2,5	10000	2/3
	307								2/3

Çizelge 4.31 : Açılan teleflerden üretilen OE-Rotor ipliklere ait fiziksel ve mekanik test sonuçları

İplik no (Ne 8)	Kod	Ter Hashğı		Yıkama Hashğı	Su Hashğı	Sürtme		Çekme (%)	
		Asidik	Bazik			Kuru	Yaş	Çözümlü/uzunluk	Atkı/genişlik
İstenen değer		MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	MİN	-%2	-%2
		3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3/4C, 3/4S	3C, 3S	4S	3/4S		
8/1	1	4C	4C	4C 3/4S	4C	4S	2/3S		
		2/3S	2/3S		3/4S				
	2	4C	4C	4C 3/4S	4C	4S	2/3S		
		2/3S	2/3S		3/4S				

4.5 PLA ve telef karışımı iplik üretim denemeleri

Araştırma çalışmasının son bölümünde gerçekleştirilen denemelerde, penye telefi ile PES ve PLA karışımları hazırlanmış ve Ne 16/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 numara iplik numaralarında OE-Rotor iplikler üretilmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32 : PLA üretiminde kullanılan harmanlar

Oran	Lifler	Kodlar
%100	Pamuk	A
%75 %25	Penye Telefi+PES	B
%75 %25	Penye Telefi+PLA	C
%50 %50	Penye Telefi+PES	D
%50 %50	Penye Telefi+PLA	E
%100 -	%PES	F

İplik üretimleri, konvansiyonel ring ve OE-Rotor melanj iplik üretimi yapan ADIM Tekstil San. Tic. A.Ş. (Isparta)'de gerçekleştirilmiştir. Denemelerde, firmanın renk çalışmalarını gerçekleştirdiği iplik üretim hattı kullanılmıştır. Karışım oranına göre tartılan lifler, konvansiyonel balya açıcıda (Trützschler DX 385) bir araya getirilmiş ve karıştırıcıda (Trützschler MCM8) karıştırılmıştır. İlgili elyaf harmanı tarak (Rieter C4) ve cer (Trützschler TD 02) makinalarına beslenmiştir. Elde edilen şeritlerden SchlafhorstAutocoro OE-Rotor makinasında OE-Rotor iplikler üretilmiştir. İplik üretimlerinde, her üç iplik numarasında da aynı şeritler (Ne 0,130), açıcı hızı (9100 dev/dak), 40 mm rotor çapı, T336 rotor türü, spiral düze ve büküm katsayısı

değerinde ($\alpha=5.0$) çalışılmasına önem verilmiştir. Ne 30/1 iplik numarasında, 1130 t/m büküm, 231 toplam çekim ve 78.000 dev/dak rotor hızı, Ne 20/1 numara iplik numarasında 880 t/m büküm, 150,2 toplam çekim ve 80.000 dev/dak rotor hızı, Ne 16/1 numara iplik numarasında ise 788 t/m büküm, 123,3 toplam çekim ve 75.000 dev/dak rotor hızı ile çalışılmıştır. Üretilen iplikler Uster 4 düzgünsüzlük ve Auto DYNII mukavemet test cihazlarında iplik özellikleri açısından test edilmiştir. Her bir iplik türü için 4 adet numune analiz edilmiştir.

Denemelerde, öncelikle %100 PLA elyafı ile iplik üretimi denenmiş, ancak gerçekleştirilememiştir. Farklı rotor çapları, rotor hızları ve büküm değerlerinde denemeler yapılmıştır. İplik üretim denemelerinde yaşanan sıkıntının bir nedeni, harman yağının kullanılmaması ve bu nedenle lif-lif kohezyonunun sağlanamaması olarak gözlenmiştir. Bir diğer neden ise, iplik üretiminde kullanılan iplik eğirme hattının PLA elyafını açmada yetersiz kalması olabileceği olarak düşünülmektedir. PLA'nın diğer elyaf türleri ile birlikte oluşturduğu harmanların iplik eğirme işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.33 : PLA karışımlarının iplik özellikleri

Kod	İplik	CVm	İnce Yer	Kalın Yer	Neps	Toplam İplik Hataları	Tüylülük	Mukavemet	Kopma uzaması	
	Ne	(%)	(- %50)	(+%50)	(+%280)		(H)	(RKM)	(cN/tex)	(%)
A	30/1	16,19	113,30	88,30	65,80	267,40	6,31	11,05	10,83	5,76
B		15,20	32,50	70,80	70,00	173,30	5,84	12,00	11,76	5,40
C		14,53	17,50	50,00	14,20	81,70	5,72	11,31	11,09	4,80
D		14,22	19,20	20,80	26,70	66,70	5,96	11,80	11,58	6,40
E		18,76	90,00	140,80	28,30	259,10	6,54	7,45	7,31	4,31
F		13,13	7,50	5,00	4,20	16,70	4,29	18,21	17,86	11,67
A	20/1	14,21	10,80	55,00	17,50	83,30	6,83	12,47	12,23	6,31
B		13,10	5,00	24,20	18,30	47,50	6,47	13,34	13,08	5,91
C		12,38	2,50	12,50	3,30	18,30	6,36	12,81	12,56	5,06
D		12,39	0,80	16,70	5,80	23,30	6,51	11,16	10,94	6,79
E		14,09	14,20	29,20	3,30	46,70	7,05	8,59	8,43	4,61
F		11,45	0,80	1,70	0,80	3,30	4,53	18,53	18,17	11,80
A	16/1	13,05	5,0	25,8	13,3	44,1	7,22	12,46	12,22	6,83
B		12,41	0,0	15,0	1,7	16,7	6,35	13,46	13,20	6,76
C		11,81	1,7	4,2	2,5	8,4	6,59	12,40	12,16	6,0
D		11,57	0,8	2,5	3,3	6,6	6,11	14,35	14,07	8,08
E		12,28	3,3	9,2	4,2	16,7	7,5	8,68	8,51	5,92
F		10,87	0,0	0,0	0,0	0,0	4,67	18,53	18,17	12,6

Ne 30/1 numara iplik numarasına ait sonuçlar incelendiğinde, %50/50 Penye Telefi+PLA elyafı ve %75/25 Penye Telefi+PES elyafı harmanı ile %100 pamuk liflerinden elde edilen ipliklerin yüksek iplik düzgünsüzlüğü ve toplam iplik hata değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Söz konusu durum, diğer iplik numaraları olan Ne 20/1 ve Ne 16/1'de de gözlenmiştir. İplikler içerisinde özellikle %100 PES

elyafı ile %50/50 Penye Telefi+PES elyafı harmanından elde edilen ipliklerin daha düşük iplik düzgünsüzlüğü ve toplam iplik hata değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İplik tüylülüğü değerleri değerlendirildiğinde, %100 PES elyafından elde edilen ipliklerin en düşük, %50/50 Penye Telefi+PLA elyafı harmanından elde edilen ipliklerin en yüksek Uster H tüylülük değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Penye telefinin polyester lifi ile harmanları ile %75/25 Penye Telefi+PLA elyafı harmanından elde edilen ipliklerin benzer iplik tüylülüğü değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. İpliklerin gerilme özellikleri incelendiğinde, iplik tüylülüğünde olduğu gibi %100 PES elyafından elde edilen ipliklerin en yüksek, %50/50 Penye Telefi+PLA elyafı harmanından elde edilen ipliklerin en düşük iplik mukavemeti ve kopma uzaması değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. %75/25 Penye Telefi+PES ve Penye Telefi+PLA elyafından oluşan karışımların %100 pamuk elyafından elde edilen ipliklere kıyasla daha iyi iplik mukavemeti değerleri verdiği gözlenmiştir. Bu bölümde yapılan denemeler sonrasında penye telefi+PLA elyafı ile karışımlarından Ne 16-30 numara aralığında iplik üretilebileceği görülmüştür (Çizelge 4.33).

4.6 Yaşam döngüsü değerlendirmesi sonuçları

Teleflerden ve orijinal pamuktan üretilen ürünler boyunca proses takibi yapılarak simaPro programında üç farklı ürün grubu için çevresel etki analizi gerçekleştirilmiştir. %100 orijinal pamuktan Ne 20 numara OE-Rotor iplik referans olarak, % 75 penye telefi %25 PES karışımı Ne 16/1 OE-Rotor iplik %75 geri dönüştürülmüş ve biyobozunur olarak ve %100 penye telefi Ne 16/1 numara OE-Rotor iplik %100 geri dönüştürülmüş ve biyobozunur olmak üzere farklı ürün gruplarına yaşam döngü değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

Envanter verilerinin SimaPro programına girilmesi ile elde edilen çevresel etki parametreleri değerlendirildiğinde, küresel ısınma potansiyeli açısından orijinal pamuğun 1,67 kg CO_{2eq}, %75/25 Penye Telefi+PES harmanının 1,68 kg CO_{2eq} ve %100 penye telefinin 1,74 kg CO_{2eq} değerine sahip olduğu görülmüştür. Her üçünde de en önemli çevresel etki, üretimden kaynaklanan elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.34 : OE-Rotor iplik üretiminin potansiyel çevre etkileri

	KIP	OTİ	A	Ö	FO	DKT (fossil)	DE	AE	KE	İSE	KEİ
Birim	kg CO ₂ eq	kg CFC- 11	kg SO ₂ eq	kg PO ₄	kg C ₂ H ₄	kg Sb eq	kg 1,4 DB eq	kg 1,4 DB eq	kg 1,4 DB eq	kg 1,4 DB eq	MJ
Orijinal pamuk	1,67	2,3 E- 8	0,0106	0,0064	0,000424	4,13 E-7	2,97 E3	1,06	0,00235	0,728	22,00
%100 penye telefi	1,74	2,12 E-8	0,0111	0,0067	0,000442	4,29 E-7	3,1 E3	1,11	0,00246	0,760	23,00
%75 penye tel.- %25PES	1,68	2,04 E-8	0,0107	0,0064	0,000400	4,15 E-7	2,98 E3	1,07	0,00236	0,731	22,10

E: 10^a, KIP: Küresel ısınma potansiyeli, OTİ: Ozon tabakası incelmeleri, A: Asidifikasyon, Ö: Ötrofikasyon, FO: Fotokimyasal oksidasyon, DKT: Doğal kaynakların tükenmesi (Fossil), DE: Deniz ekotoksitesitesi, AE: Akarsu ekotoksitesitesi, KE: Karasal ekotoksitesite, İSE: İnsan sağlığına etkileri, KEİ: Kümülatif enerji ihtiyacı

Tüm etki kategorileri incelendiğinde en önemli çevresel etki yükünün, elektrik tüketiminden ileri geldiği görülmüştür. Telef kullanımı ile orijinal ürün arasındaki fark, orijinal üründe çalışmanın daha kolay olmasından kaynaklanmaktadır ve beklenen bir sonuçtur. Burada asıl önemli olan, telef kullanımı ile orijinal pamuk kullanımında lif üretimi aşamasından ortaya çıkan 2,87 kg CO₂eq yükünün (literatür verisi) ortadan kalkmasıdır. Bir diğer ifade ile orijinal pamuk kullanımında gerçek çevresel yük 4,54 kg CO₂eq iken, %100 penye telefi kullanımında bu değer 1,74 kg CO₂eq olarak kalmıştır. Diğer bir ifade ile %100 penye telefi kullanımı ile küresel ısınma potansiyeli 2,6 kat azalmaktadır. Tüm çevresel etkiler, ayrıntılı olarak eklerde verilmiştir.

4.6.1 %100 Orijinal pamuk Ne 20/1 OE-Rotor iplik için çevresel etki analizi

%100 orijinal pamuk harmanından üretilen iplikler teleflerden üretilen ipliklerin çevresel etki analizi değerlendirmelerinde referans numune olarak analiz edilmiştir. Bu etki sonuçlarına göre diğer ipliklerin belirlenen başlıklar altında karbon ayakizi enerji geri kazanımı gibi önemli yaşam döngü değerlendirmesi analizlerine referans olacaktır.

4.6.1.1 Küresel ısınma potansiyeli

1 kg orijinal pamuk ürününün üretilmesinde çevreye 1,67 kg CO₂ eşdeğeri sera gazı salınmaktadır. Bu değere en büyük etki, %97,9'lük oran ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,16 ile karton koni tüketimi izlemektedir. Naylon ambalaj kullanımından kaynaklı olarak da %0,533 oranında katkı oluşmaktadır. Küresel Isınma Potansiyeline diğer proseslerin katkısı Şekil A.1'deki gibidir.

4.6.1.2 Ozon tabakası incelmesi

Bu çevresel etkide 1 kg orijinal pamuk ürününün üretilmesinde en büyük etki %93,8 oranında elektrik kullanımından kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi; %4,41'lik oranda karton koni ile %1,15'lik oranda da kağıt etiket tüketimi izlemektedir. Proseslerin ozon tabakası incelmesine etkisi Şekil A.2'deki gibidir.

4.6.1.3 Asidifikasyon

Orijinal pamuk ürününün üretilmesi esnasında en fazla etki %98 oranında elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,25 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Proseslerin asidifikasyon etkisine katkısı Şekil A.3'ten incelenebilir.

4.6.1.4 Ötrofikasyon

Orijinal pamuk ürününün üretiminde en büyük etki %92,7 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %7,06 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ötrofikasyon etkisinin proseslere göre ağacı ŞekilA.4'teki gibidir

4.6.1.5 Fotokimyasal oksidasyon

Orijinal pamuk ürünü üretimi esnasında oluşan fotokimyasal oksidasyon etkisinden büyük etki %97,5 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,58 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Çevresel etkinin ağacı Şekil A5'teki gibidir.

4.6.1.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan

Bu etki kategorisinde orijinal pamuk ürünü için en büyük etki %84,9 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %11,5 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün doğal kaynakların tükenmesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.6'daki gibidir.

4.6.1.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil

Bu etki kategorisinde orijinal pamuk ürünü için en büyük etki %97,5 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,08 oranı ile karton konive %0,95 oranı ile naylon ambalaj tüketimi izlemektedir. Ürünün doğal kaynakların tükenmesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.7'deki gibidir.

4.6.1.8 Deniz Ekotoksitesisi

Bu etki kategorisinde orijinal pamuk ürünü için en büyük etki %99 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Ürünün deniz ekotoksitesisi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.8'deki gibidir.

4.6.1.9 Akarsu Ekotoksitesisi

Bu etki kategorisinde orijinal pamuk ürünü için en büyük etki %99,3 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Ürünün akarsu ekotoksitesisi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.9'daki gibidir

4.6.1.10 Karasal ekotoksitesite

Bu etki kategorisinde orijinal pamuk ürünü için en büyük etki %98,7 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Ürünün karasal ekotoksitesite üzerine etkisinin ağacı Şekil A.10'daki gibidir.

4.6.1.11 İnsan Sağlığına Etkiler

Bu etki kategorisinde orijinal pamuk ürünü için en büyük etki %98,6 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,969 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün insan sağlığıüzerine etkisinin ağacı Şekil A.11'deki gibidir.

4.6.1.12 Kümülatif Enerji İhtiyacı

Orijinal pamuk ürünü üretimi için gerekli kümülatif enerji toplam 22 MJ'dür. Bu enerjinin %97'lik gibi büyük bir oranı elektrik kullanımından, %1,24'lük bir oranı naylon ambalaj tüketiminden ve %1,23'lük bir oranı ise karton koni tüketiminden kaynaklanmaktadır. Proseslerin etkisi Şekil A.12'de yer almaktadır.

4.6.2 %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor iplik için çevresel etki analizi

%100 penye telefinden üretilen iplikler %100 geri dönüştürülmüş ve %100 biyobozunur bir ürün olarak referans iplikler ile kıyaslanarak çevresel etki analizi yapılmıştır.

4.6.2.1 Küresel ısınma potansiyeli

1 kg %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürününün üretilmesinde çevreye 1,74 kg CO₂ eşdeğeri sera gazı salınmaktadır. Bu değere en büyük etki, %98'lik oran ile

elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,11 ile karton koni tüketimi izlemektedir. %0,511 oranında naylon ambalaj ile %0,261 oranında kağıt etiket kullanımından kaynaklı olarak da katkı oluşmaktadır. Küresel Isınma Potansiyeline diğer proseslerin katkısı Şekil A.13'teki gibidir.

4.6.2.2 Ozon tabakası incelmesi

Bu çevresel etkide 1 kg 100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürününün üretilmesinde en büyük etki %94 oranında elektrik kullanımından kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi; %4,23'lük oranda karton koni tüketimi izlemektedir. Proseslerin ozon tabakası incelmeye etkisi Şekil A.14'teki gibidir.

4.6.2.3 Asidifikasyon

100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürününün üretilmesi esnasında en fazla etki %98,1 oranında elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,19 oranında karton koni tüketimi ile %0,351 oranında naylon ambalaj tüketimi izlemektedir. Proseslerin asidifikasyon etkisine katkısı Şekil A.15'ten incelenebilir.

4.6.2.4 Ötrofikasyon

100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürününün üretiminde en büyük etki %93 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %6,78 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ötrofikasyon etkisinin proseslere göre ağacı Şekil A.16'daki gibidir.

4.6.2.5 Fotokimyasal oksidasyon

100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü üretimi esnasında oluşan fotokimyasal oksidasyon etkisinde en büyük etki %97,6 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,51 oranında karton koni tüketimi ile %0,433 oranında naylon ambalaj tüketimi izlemektedir. Çevresel etkinin ağacı Şekil A.17'deki gibidir.

4.6.2.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan

Bu etki kategorisinde 100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %85,4 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %11,1 oranında karton

koni tüketimi izlemektedir. Ürünün doğal kaynakların tükenmesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.18'deki gibidir.

4.6.2.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil

Bu etki kategorisinde 100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %97,6 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,04 oranı ile karton koni ve %0,91 oranı ile naylon ambalaj tüketimi izlemektedir. Ürünün doğal kaynakların tükenmesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.19'deki gibidir.

4.6.2.8 Deniz ekotoksitesitesi

Bu etki kategorisinde %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %99 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,632 oranında karton koni ile %0,236 oranında kağıt etiket tüketimleri izlemektedir. Ürünün deniz ekotoksitesitesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.20'deki gibidir.

4.6.2.9 Akarsu ekotoksitesitesi

Bu etki kategorisinde %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %99,3 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,47 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün akarsu ekotoksitesitesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.21'deki gibidir.

4.6.2.10 Karasal ekotoksitesite

Bu etki kategorisinde %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %98,7 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,912 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün karasal ekotoksitesite üzerine etkisinin ağacı Şekil A.22'deki gibidir.

4.6.2.11 İnsan sağlığına etkiler

Bu etki kategorisinde %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %98,7 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,928 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün insan sağlığı üzerine etkisinin ağacı Şekil A.23'teki gibidir.

4.6.2.12 Kümülatif enerji ihtiyacı

%100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü üretimi için gerekli kümülatif enerji toplam 23 MJ'dür. Bu enerjinin %97,1'lik gibi büyük bir oranı elektrik kullanımından, %1,19'luk bir oranı naylon ambalaj tüketiminden ve %1,18'lik bir oranı ise karton koni tüketiminden kaynaklanmaktadır. Proseslerin etkisi Şekil A.24'te yer almaktadır.

4.6.3 %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor iplik için çevresel etki analizi

%75 penye telefi ve %25 PES'ten üretilen iplikler %75 geri dönüştürülmüş ve biyobozunur bir ürün olarak referans iplikler ile kıyaslanarak çevresel etki analizi gerçekleştirilmiştir.

4.6.3.1 Küresel ısınma potansiyeli

1 kg %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürününün üretilmesi için çevreye 1,68 kg CO₂ eşdeğeri sera gazı salınmaktadır. Bu değere en büyük etki %97,9'luk oran ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,15 ile karton koni tüketimi izlemektedir. Diğer proseslerin katkısı Şekil A.25'teki gibidir.

4.6.3.2 Ozon tabakası incelmesi

Bu çevresel etkide %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için %93,8 oranındaki en büyük etkiyi elektrik kullanımı oluşturmaktadır. Bu etkiyi %4,39 ile karton tüketimi izlemektedir. Proseslerin ozon tabakası incelmesine etkisi Şekil A.26'dan daha detaylı incelenebilir.

4.6.3.3 Asidifikasyon

%75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürününün üretilmesi esnasında en fazla etki %98,1 oranında elektriktüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,24 oranında karton koni tüketimi ile %0,364 oranında naylon ambalaj ve %0,283 oranında kağıt etiket tüketimi izlemektedir. Proseslerin asidifikasyon etkisine katkısı Şekil A.27'den daha detaylı incelenebilir.

4.6.3.4 Ötrofikasyon

%75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürününün prosesinde en büyük etki %92,7 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. İkinci büyük etki ise, %7,03

oranıyla karton koni tüketiminden kaynaklanmaktadır. Ötrofikasyon etkisinin proseslere göre ağacı Şekil A.28'deki gibidir.

4.6.3.5 Fotokimyasal oksidasyon

%75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü üretimi esnasında oluşan fotokimyasal oksidasyon etkisi %97,5 oranında elektrik tüketiminden, %1,57 oranında karton koni tüketiminden, %0,45 oranında naylon ambalaj tüketiminden ve %0.348 oranında kağıt etiket tüketiminden kaynaklanmaktadır. Çevresel etkinin ağacı Şekil A.29'daki gibidir.

4.6.3.6 Doğal kaynakların tükenmesi fosil olmayan

Bu etki kategorisinde %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %84,9 ile elektrik kullanımından kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %11,5 oranı ile karton koni tüketimi takip etmektedir. Ürünün doğal kaynakların tükenmesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.30'daki gibidir.

4.6.3.7 Doğal kaynakların tükenmesi fosil

Bu etki kategorisinde %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %97,5 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %1,08 oranı ile karton koni tüketimi ve %0,946 ile naylon ambalaj tüketimi takip etmektedir. Ürünün doğal kaynakların tükenmesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.31'deki gibidir.

4.6.3.8 Deniz ekotoksitesitesi

Bu etki kategorisinde %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %99 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,657 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün deniz ekotoksitesitesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.32'de verilmiştir.

4.6.3.9 Akarsu ekotoksitesitesi

Bu etki kategorisinde %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %99,3 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,489 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün akarsu ekotoksitesitesi üzerine etkisinin ağacı Şekil A.33'teki gibidir.

4.6.3.10 Karasal ekotoksosite

Bu etki kategorisinde %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %98,7 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,948 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün karasal ekotoksosite üzerine etkisinin ağacı Şekil A.34'teki gibidir.

4.6.3.11 İnsan sağlığına etkiler

Bu etki kategorisinde %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü için en büyük etki %98,6 ile elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu etkiyi %0,965 oranında karton koni tüketimi izlemektedir. Ürünün insan sağlığı üzerine etkisinin ağacı Şekil A.35'teki gibidir.

4.6.3.12 Kümülatif enerji ihtiyacı

%75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü üretimi için gerekli kümülatif enerji toplam 22.1 MJ'dür. Bu enerjinin %97'si elektrik için harcanırken, %1,23'ü karton koni tüketimi ve naylon ambalaj tüketimi için harcanmaktadır. Doğalgaz ve kömür kullanılarak buhar üretilmektedir. Proseslerin etkisi Şekil A.36'da verilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Harman karışımı esnasında %5 oranında pnömofil telefi kullanımının, ring iplik kalite parametrelerine önemli bir ölçüde etki etmediği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla %5 oranında pnömofil telefinin ring iplik üretiminde kullanılabilir olduğu görülmektedir.

%100 telef ve karışimli OE-Rotor ipliklerde pnömofil telefi kullanılan ipliklerin özellikleri, diğer harmanlara kıyasla belirgin şekilde iyileşmiştir. PES ve rPET kullanılan ürünlerde rPET'in orjinal PES'e göre daha yüksek tüylülük ve daha düşük mukavemete sahip olduğu gözlenmiştir. Ancak rPET kullanımının da tolere edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı ve yüksek mukavemet gerektirmeyen %100 recycle ürünlerde tercih edilebileceği görülmüştür. İyi bir ön hazırlık işleminden geçirilmiş pnömofil telefinin, bir PES taşıyıcıya ihtiyaç duymadan daha iyi değerler sağladığı belirlenmiştir.

Teleflerden üretilen ipliklerden elde edilen kumaşların fiziksel özelliklerine bakıldığında; daha kısa liflerden oluşan ve bu nedenle boncuklanma direnci konusunda yetersiz olan penye telefi gibi teleflerden elde edilen ipliklerin, daha iyi özelliklere sahip iplikler ile dokuma kumaş üretiminde kombine edilerek istenilen kalite değerlerine sahip kumaş üretiminin mümkün olabileceği gözlenmiştir.

Teleflerden üretilen ipliklerden üretilmiş kumaşların haslık ve boyutsal değişim özellikleri incelendiğinde ise; telef içerikli tüm kumaşların ter, yıkama ve su haslığı özellikleri açısından sınır değerlerin üzerinde iyi haslık değerleri sağladığı, optimal değerlerin altında yıkama sonrası çekme davranışı gösterdiği görülmüştür.

%25 PLA ve PES elyafı ve %75 penye telefi içeren karışımlardan üretilen OE-Rotor ipliklerde ise, iplik düzgünsüzlüğü ve tüylülüğü açısından PLA, iplik mukavemeti açısından PES elyafının daha iyi değerler verdiği belirlenmiştir.

Karışımında PLA ve PES elyafının %50 oranında kullanılması durumunda, tüm iplik özellikleri açısından PES içeren karışımların daha iyi değerler verdiği gözlenmiştir.

OE-Rotor iplik üretim prosesleri boyunca gerçekleştirilen çevresel etki analizleri incelendiğinde ise; küresel ısınma potansiyeli açısından orijinal pamuğun 1,67 kg CO_{2eq}, %75/25 Penye Telefi+PES harmanının 1,68 kg CO_{2eq} ve %100 penye telefinin 1,74 kg CO_{2eq} değerine sahip olduğu görülmüştür. Her üçünde de en önemli çevresel etki, üretimden kaynaklanan elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Orijinal pamuk kullanımında gerçek çevresel yük 4,54 kg CO_{2eq} iken, %100 penye telefi kullanımında bu değer 1,74 kg CO_{2eq} olarak kalmıştır. Diğer bir deyişle, %100 penye telefi kullanımı ile küresel ısınma potansiyeli 2,6 kat azalmaktadır.

Firmaların; üretim prosesleri boyunca oluşan telefleri uzun ve kısa telefleri ayrı olarak depolamasının yanında, temiz ortamlarda depolayarak başka teleflerle karışmasının engellenmesi hususuna özellikle dikkat etmeleri gerekmektedir. Telefleri satın alan firmalara, üretici firmalar tarafından telef karışım içerikleri ve bilgileri doğru ve eksiksiz verilmesi gerekmektedir. Teleften geridönüşüm ürün üretecek olan firmaların da %100 biyobozunur ürün üretimi gibi hedeflerini gerçekleştirebilmek adına mümkün olduğunca farklı hammaddelerden oluşan telefleri, farklı bölgelerde muhafaza etmeye özen göstermeleri gerekmektedir. Biyobozunur ve çevreci ürün üretimi için, taşıyıcı elyaf olarak mümkün olduğunca PES gibi yapay elyaflardan kaçınılması doğal esaslı elyaflar kullanılmasına özen gösterilmelidir. Geridönüşüm ürün üretecek olan firmaların önemli teknik veri alt yapılarını oluşturarak, teleflerden elde edilen ürünlerin üretim prosesleri boyunca lot takibi ile üretim verimliliği, telef kayıp miktarları konusunda envanter oluşturması gerekmektedir. GOTS (Global Organic Textile Standarts), Nordic Swan, Organic content, EU Ecolabel, EU Flower vb. recycle ve ekolojik sertifikalar konusunda bilgi sahibi olarak, kurumsallaşması gerekmektedir. Sektörün %80'i kurumsallaşmamış ve yeterli teknik donanıma sahip değildir. Tüm bunların sonucu olarak, elde edilen ürünler özellikle üst segmente yönelik üretim yapan uluslararası firmaların standartlarını karşılayamamaktadır. Elde edilen veriler teleflerden mevcut durum çalışmalarına kıyasla daha yüksek oranda katkı sağlanılabileceğini teyit etmekle beraber daha kaliteli ürün elde edilebileceğini de göstermektedir. Bununla birlikte hammadde maliyetlerinin düşmesine ve katma değeri yüksek ürün üretimine de olanak sağlamaktadır. Günümüzde bilindiği gibi geri dönüştürülmüş elyaf kullanımı daha öncede belirtildiği gibi farklı ekolojik etiketlerde teşvik edilmekte/zorunlu tutulmaktadır. Bu durum da geri dönüşüm sektörüne önemli avantajlar sunmaktadır.

Geri dönüşüm sektörünün bu avantajlardan faydalanması, yeni pazarlara ulaşabilmesi, ihracat odaklı çalışabilmesi için;

- Sektörün kurumsallaşması
- Mühendis, teknik personel sayısının artırılması
- Ar-Ge çalışmalarına yönelinmesi
- Sektördeki eğilimlerin ve teknolojik yeniliklerin takip edilmesi
- Katma değeri yüksek ve kaliteli ürün üretilmesi
- Ürün çeşitliliğinin artırılması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

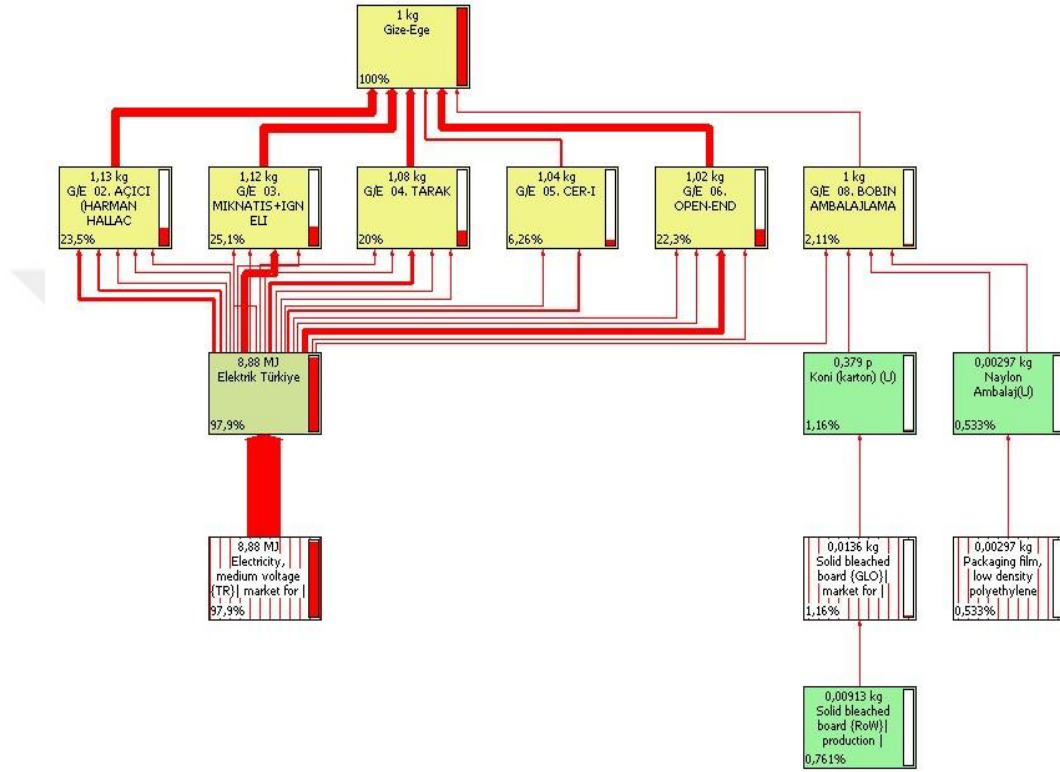
- [1] **Altun, Ş.** (2012). Tekstil Üretim Ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel ve Ekonomik Etkileri, Uşak: Uşak Ticaret ve Sanayi Odası.
- [2] **Meyabadi, T.F., Dadashian, F.** (2012). Optimization Of Enzymatic Hydrolysis Of Waste Cotton Fibers For Nanoparticles Production Using Response Surface Methodology, *Fibers Polymers*, 13(3), 313–321.
- [3] **WWF (World Wild Fun) ve Global Footprint Network** (2012). Türkiye'nin ekolojik ayak izi raporu. Türkiye.
- [4] **T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı** (2015). Türkiye Sanayi Strateji Belgesi 2015-2018 Erişim: 01.10.2018
- [5] **Saurer** (2016). The Fiber Year 2015/2016, Oerlikon Cooperation AG.
- [6] **TextileExchange** (2012). Erişim : 01.10.2018
[http://farmhub.textileexchange.org/upload/library/Farm%20and%20fiber%20report/Farm%20%20Fiber%20Report%202010-11-Release%20\(small\).pdf](http://farmhub.textileexchange.org/upload/library/Farm%20and%20fiber%20report/Farm%20%20Fiber%20Report%202010-11-Release%20(small).pdf)
- [7] **Telli, A., Babaarslan, O.** (2017). The effect Of Recycled Fibers On The Washing Performance Of Denim Fabrics, *The Journal of The Textile Institute*, 108(5), 812-820, doi: 10.1080/00405000.2016.1192236.
- [8] **Halimi, M.T., Hassen, M.B., Azzouz, B., Sakli, F.** (2007). Effect of Cotton Waste and Spining Parameters on Rotor Yarn Quality, *The Journal of The Textile Institute*, 98(5)437-442, doi: 10.1080/00405000701547649.
- [9] **Bouchraiet, R., Azzouz, B., Ben Hassen, M.** (2016). Modeling Cotton/ Natural Bast Fibers Blends: Graphic And Statistical Analyses Of Cotton-Flax Blended Yarns Produced On Ring And Rotor Spinning Machines, *International Journal of Applied Research on Textile*, 4(1), 62-75.
- [10] **WWF (World Wild Fun)** (1999). The Impact of Cotton on Fresh Water Resources and Ecosystems, A Preliminary Synthesis, 48, İsviçre.
- [11] **BioRegional development group ve WWF Cymru** (2005). Ecological Footprint and Water Analysis of Cotton, Hemp and Polyester, Stockholm Environment Institute, 1-45.
- [12] **Leifeld, F.** (1996). Régrcupération De Déchets De Coton: Un Procédé De Filature Lucratif, *ITB Filature et Tissage/Maille 3/1996*.
- [13] **Bruggeman, J.P.** (1998). Traitements Mécaniques Des Déchets Et Des Cotons Charges, *L'industrie textile*, 1128, 1049-1051.
- [14] **Paul, S.,** (1994). Environnement Et Gestion Des D'Échets, *L'industrie Textile*, 1254, 52–570.

- [15] **Hanafy, I.**(1997). Fabric From Cotton Waste, *The indian textile journal*, April, 16-18.
- [16] **Bernd, G.** (2003). Installation De Recyclage Des D'Echets Textiles, *Int.Text. Bull.*,6, 32–34.
- [17] **Klein, W.** (2014). Kısa Lif İplikçilik Teknolojisi, Rieter El Kitabı, Cilt 1.
- [18] **Wanassi, B., Azzouza, B., Hassen, B.H.** (2016). Value-Added Waste Cotton Yarn: Optimization Of Recycling Processand Spinning Of Reclaimed Fibers, *Textile Industrial Crops and Products*, 87, 27–32.
- [19] **Ege Tekstil Ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği** (2016). 2015/2016 Dönemi Çalışma Raporu, Nisan, 1-25.
- [20] **T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü** (2015). 2014 Yılı Pamuk Raporu, Şubat,1-44.
- [21] **OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)-FAO (Food and Agriculture Organization of The United Nations** (2015). Agricultural Outlook 2015-2024, Commodity Snapshots: Cotton, 1-48.
- [22] **Türkiye İş Bankası , Çevik B.** (2015). İktisadi Araştırmalar Bölümü, Tekstil Sektör, 1-36.
- [23] **TSKB (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası), Dinçel, G.** (2014). TSKB Ekonomik Araştırmalar Bölümü, Tekstil-İplik, Temmuz.
- [24] **İTKİB Genel Sekreterliği, Hazırgiyim AR&GE Şubesi,** (2015). 2015 YILLIK Hazırgiyim ve Konfeksiyon Sektörü İhracat Performans Değerlendirmesi, 1-68.
- [25] **Ersoy, Y., Zıraplı, M.**(2014). Geri Dönüşüm İplikçiliğın Önemi ve İplik Üretim Yöntemleri, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2, 425–432.
- [26] **Yılmaz, D.** (2011). Yüksek Hızlı Hava Akımı İle Katlı İplik Üretim Prosesinin Geliştirilmesi Ve Sayısal Modellenmesi (Doktora tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [27] **Bange, M.P., Constable, G.A., Gordon, S.G., Long, R.L., Naylor, G.R.S., Van Der Sluijs, M.H.J.** (2009). Fibrepak From Seeds To Good Shirts: A Guide To Improving Australian Cotton Fibre Quality, *The Cotton Catchment Communities CRC*, Australia.
- [28] **Richard, H. A.** (1996). Recycling Textile and Plastic Waste, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 1-178.
- [29] **Altun, Ş.** (2016). Tekstil Üretim Ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel Ve Ekonomik Etkileri, Uşak Ticaret Ve Sanayi Odası Raporu.
- [30] **Eser, B., Çelik, P., Çay, A., Akgümüş, D.** (2016). Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, *Tekstil ve Mühendis*, 23(101), 43-60.
- [31] **PAGÇEV.** Erişim tarihi: 03.03.2018, <http://www.pagecev.org/geri-donusum>.
- [32] **South London Waste Partnership.** Erişim tarihi: 03.03.2018, <http://www.slwp.org.uk/what-we-do/recycling-composting/why-it-is-important-to-recycle-and-compost/>.

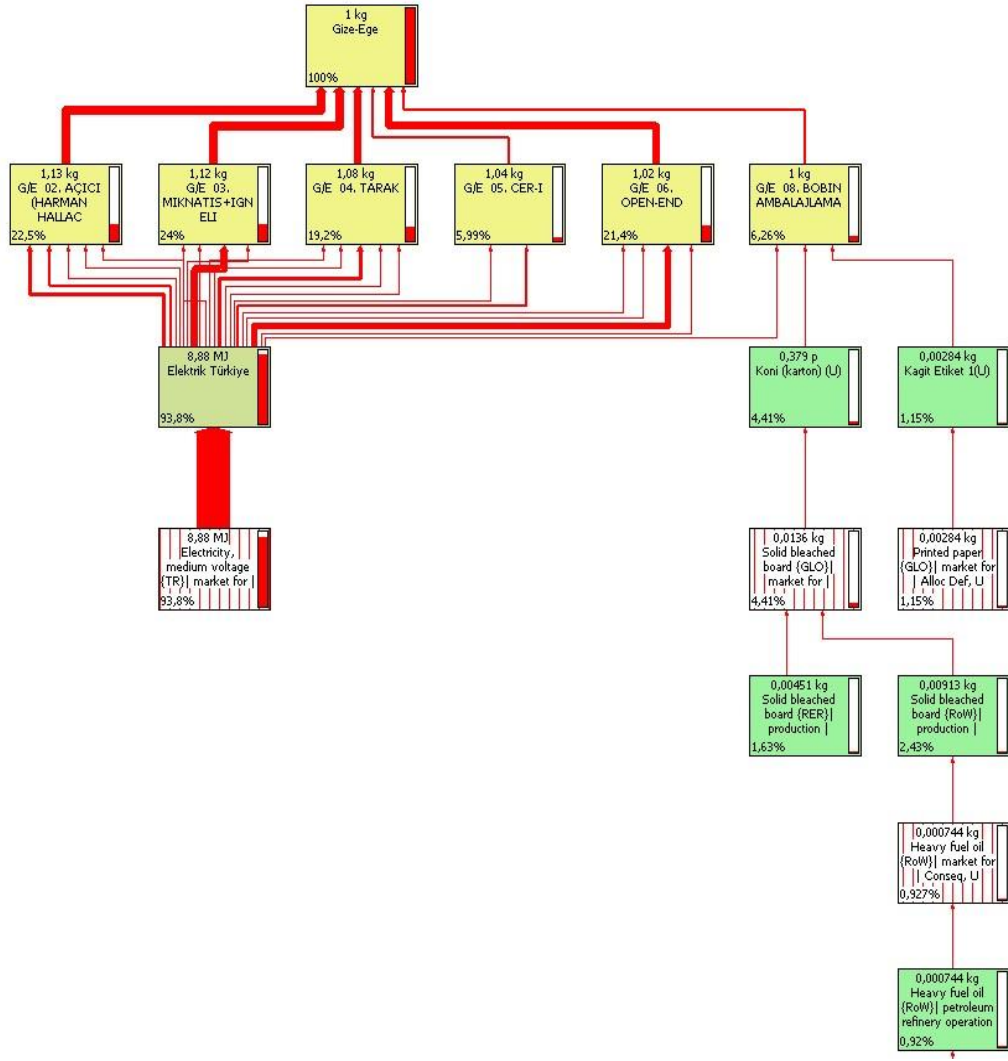
- [33] Wang, Y. (2010). Waste Biomass Valor, *1*, 135-143, doi:10.1007/s12649-009-9005-y.
- [34] Merati, A.A., Okamura, M. (2004). Producing Medium Count Yarns From Recycled Fibers With Friction Spinning, *Textile Research Journal*, *74*(7), 640-645, doi: 10.1177/004051750407400715.
- [35] Wulfhorst, B. (1984). The Technological And Economic Aspects Of The Recycling Of Wastes In Modern Cotton Mills, *Foreign edition with English supplement*, *8*, 741-743.
- [36] Duru, P., Babaarslan, O. (2003). Determining and Optimum Roller Speed for Spinning Polyester/Waste Blend Rotor Yarns, *Textile Research Journal*, *73*(10), 907-911.
- [37] Halimi, M.T., Hassen, M.B., Sakli, F. (2008). Cotton Waste Recycling: Quantitative And Qualitative Assessment, Resources, *Conservation and Recycling*, *52*, 785–791, doi: 10.1016/j.resconrec.2007.11.009.
- [38] Halimi, M.T., Hassen, M.B., Azzouz, B., Sakli, F. (2009). Influence of Spinning Parameters and Recovered Fibers from Cotton Waste on the Uniformity and Hairiness of Rotor Spun Yarn, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, *4*(3), 36-44.
- [39] Hasani, H., Tabatabaei, S., Semnani, D. (2010). Determining the Optimum Spinning Conditions to Produce the Rotor Yarns from Cotton Wastes, *Industria Textilă*, *61*(6), 259-264.
- [40] Pınarlık, G., Şenol, M. (2012). İkincil Kullanım Tekstil Liflerinden Yapılan Open-End Rotor İpliklerinin Özellikleri, I. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi, Uşak, 169-174.
- [41] Celep, G., Yüksekaya, M. (2012). Geri Dönüşüm Liflerden ve Orijinal Liflerden Üretilen Battaniyelerin Isıl Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, I. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi, Uşak, 157-162.
- [42] Alan, G., Koçlu, A., Yüksekaya, M. (2012). Geri Dönüşüm Hammaddeden Üretilmiş Olan Battaniyelerin Kopma Mukavemeti Performansının İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma, I. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi, Uşak, 276-297.
- [43] Yelkovan, S. (2015). Pamuk Ve Geri Dönüşüm Pamuk Liflerinden Eğrilen İpliklerin Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [44] Khan, K., Rahman, H. (2015a). Study of Effect of Rotor Speed, Combing-Roll Speed and Type of Recycled Waste on Rotor Yarn Quality Using Response Surface Methodology, *Journal of Polymer and Textile Engineering*, *2*(1), 47-55.
- [45] Khan, K., Hossain, M., Sarker, R. (2015b). Statistical Analyses and Predicting the Properties of Cotton/Waste Blended Open-End Rotor Yarn Using Taguchi OA Design, *International Journal of Textile Science*, *4*(2), 27-35.
- [46] Abhgary, J.M., Johari, S.M., Hassanzadeh, S. (2016). Effects of OE Spinning Parameters On Cotton Rotor-Spun Yarn Hairiness, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, *41*, 129-137.

- [47] **Borman, T., Sun, D.** (2016). Recycled jean: Property Comparison To Standard Jean, *Journal of Fashion Technology and Textile Engineering*, 4(2), doi: 10.4172/2329-9568.1000136.
- [48] **Gün, A.D., Alan, G., Macit, A.S.** (2016). Thermal Properties Of Socks Made From Reclaimed Fibre, *The Journal of The Textile Institute*, 107(9), 1112-1121, doi: 10.1080/00405000.2015.1086197.
- [49] **Haule, L.V., Carr, C.M., Rigout, M.** (2016). Preparation And Physical Properties Of Regenerated Cellulose Fibres From Cotton Waste Garments, *Journal of Cleaner Production*, 112(5), 4445-4451, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.08.086.
- [50] **Repon, M.R., Al Mamun, R., Reza, S., Das, M.K. Islam, T.** (2016). Effect of Spinning Parameters on Thick, Thin Places and Neps of Rotor Spun Yarn. *Journal of Textile Science and Technology*, 2(3), 47-55, doi: 10.4236/jtst.2016.23007.
- [51] **Jeihanipour, A., Taherzadeh, M.** (2009). Ethanol Production From Cotton-Based Waste Textiles, *Bioresource Technology*, 100, 1007–1010.
- [52] **Jeihanipour, A., Karimi, K., Niklasson, C., Taherzadeh, M.** (2010). A Novel Process For Ethanol Or Biogas Production From Cellulose In Blended-Fibers Waste Textiles, *Waste Management*, 30(12), 2504–2509.
- [53] **Kuo, C.H., Lin, P.J., Lee, C.K.** (2010). Enzymatic Saccharification Of Dissolution Pretreated Waste Cellulosic Fabrics For Bacterial Cellulose Production By *Gluconacetobacter Xylinus*, *Journal of Chemical Technolgy and Biotechnolgy*, 85, 1346–1352.
- [54] **Usarat, R., Duangduen, A., Duangdao, A.** (2012). Cellulose Esters From Waste Cotton Fabric Via Conventional And Microwave Heating, *Carbohydrate Polymers*, 87, 84–94.

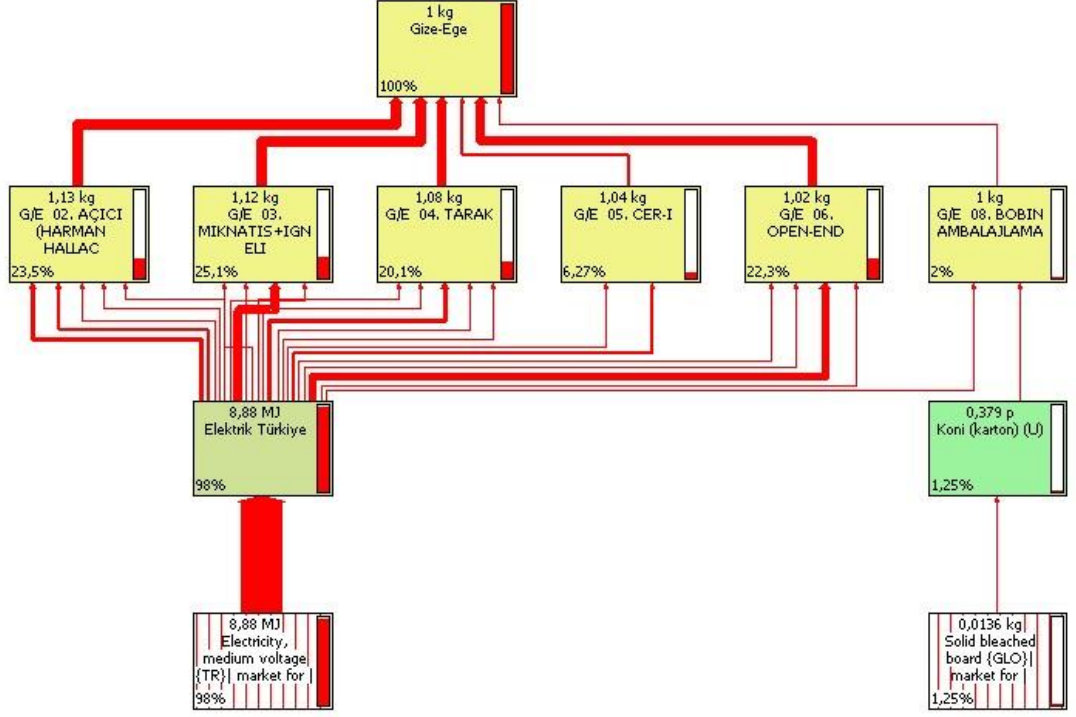
EKLER



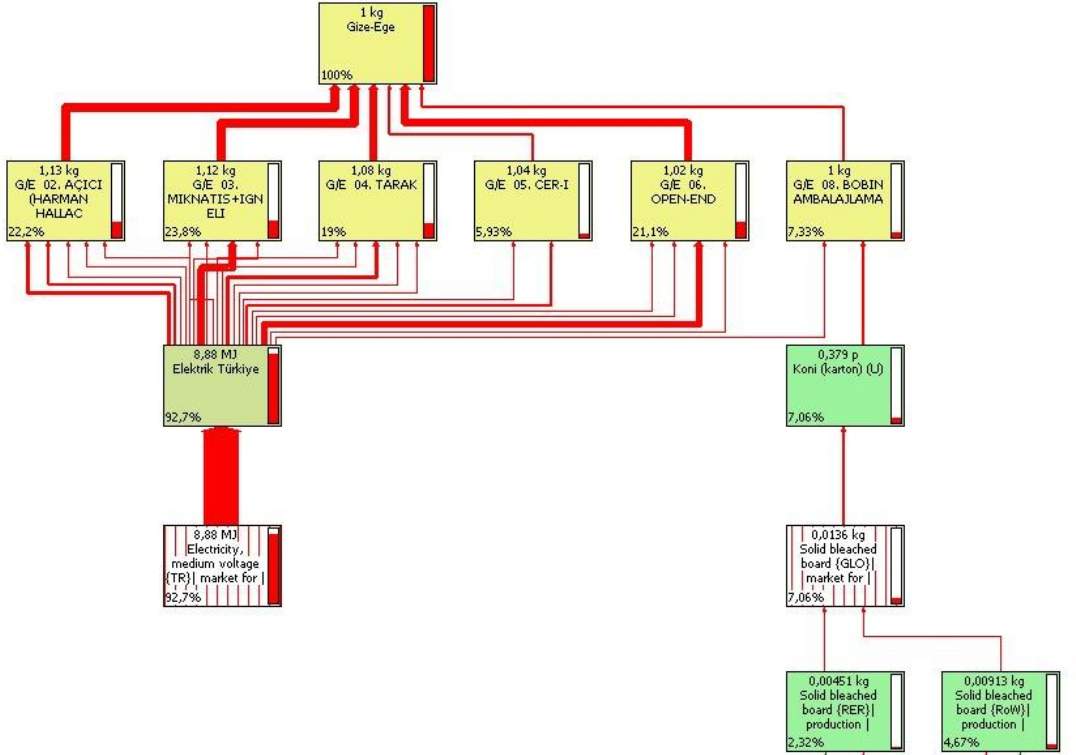
Şekil A.1 : Orijinal pamuk ürünün küresel ısınma potansiyeli



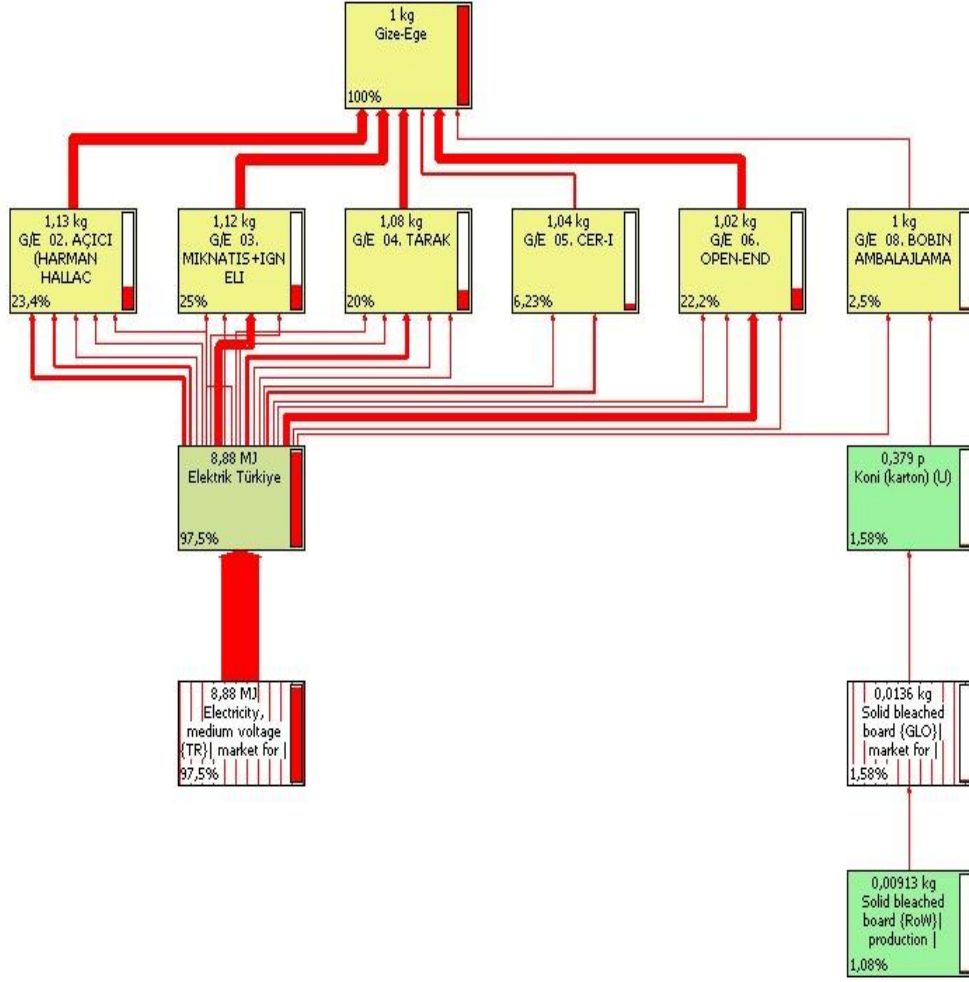
Şekil A.2 : Orijinal pamuk ürününün ozon tabakası incelmesi ağacı



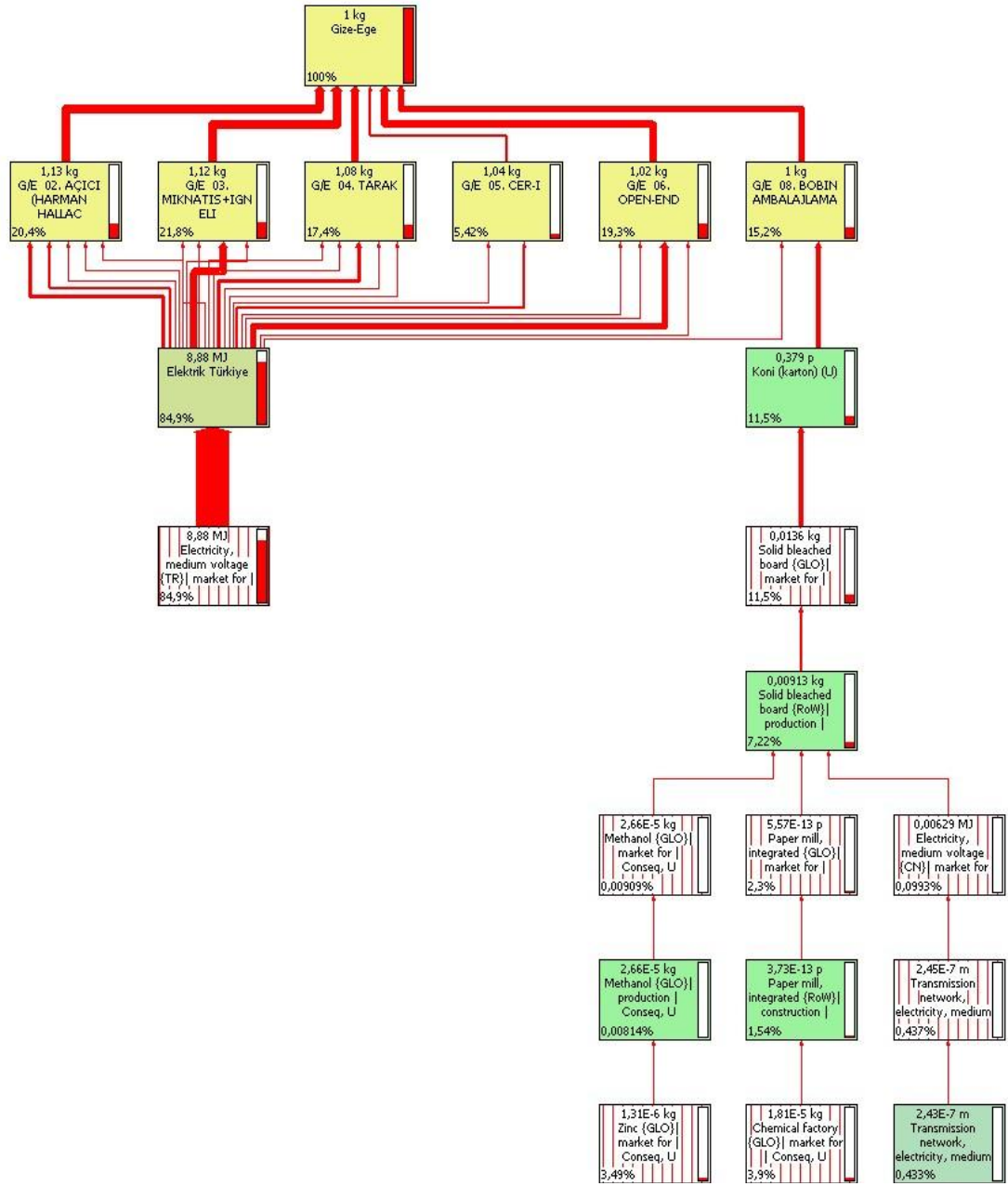
Şekil A.3 : Orijinal pamuk ürünü asidifikasyon ağacı



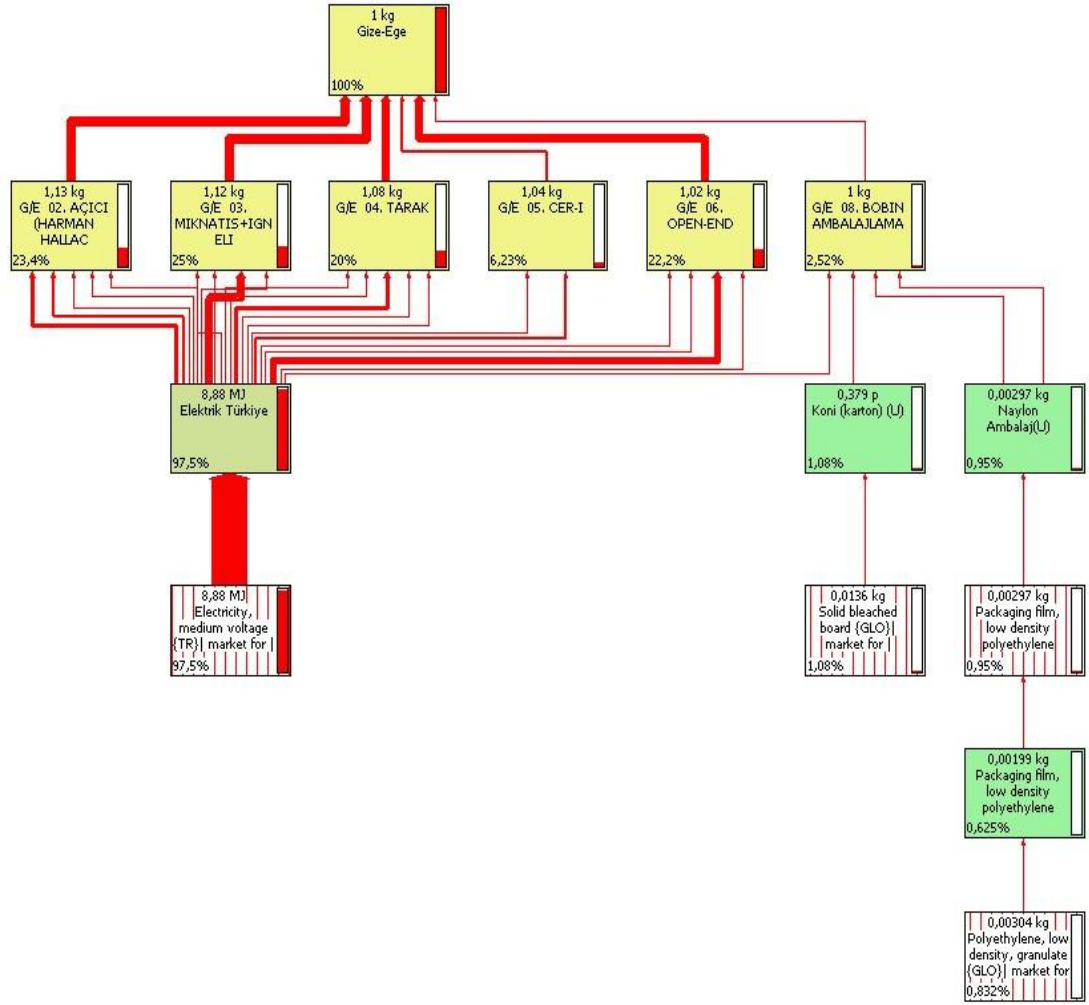
Şekil A.4 : Orijinal pamuk ürünü ötrofikasyon ağacı



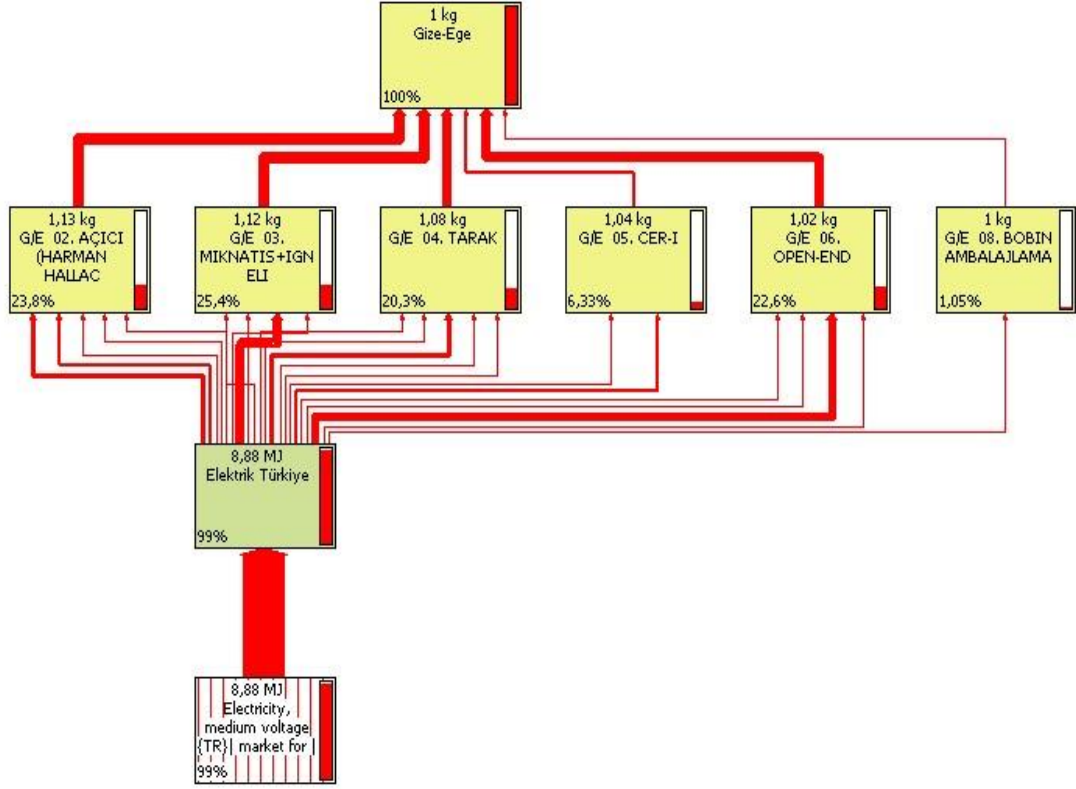
Şekil A.5 : Orijinal pamuk ürünü fotokimyasal oksidasyon ağacı



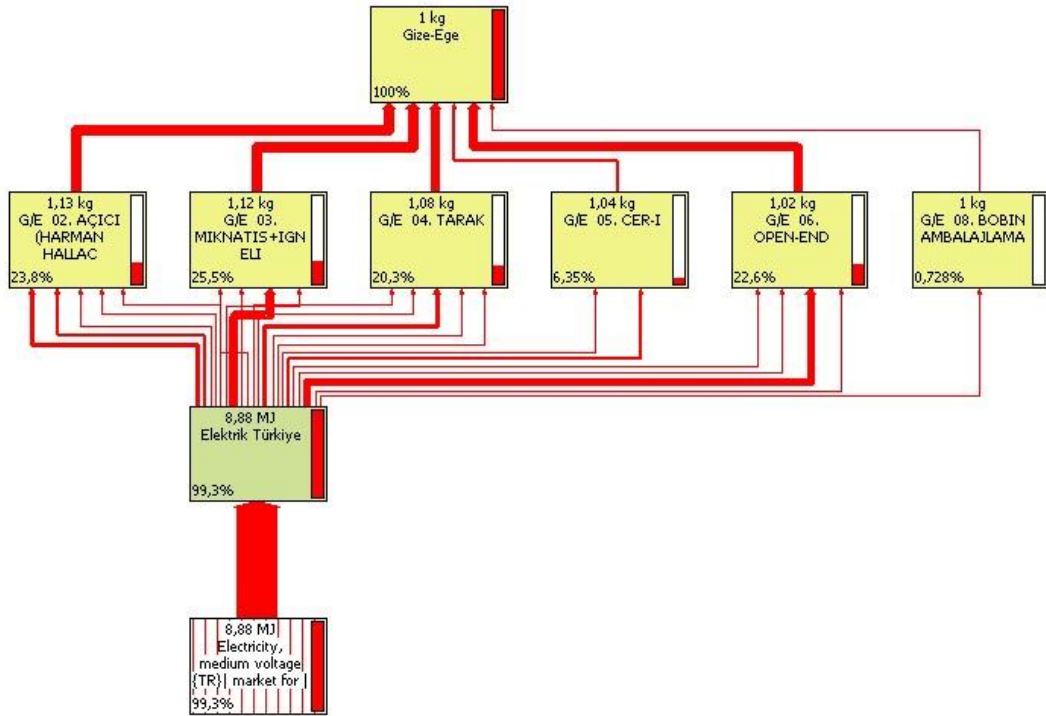
Şekil A.6 : Orijinal pamuk ürünü doğal kaynakların tükenmesi (fosil olmayan) ağacı



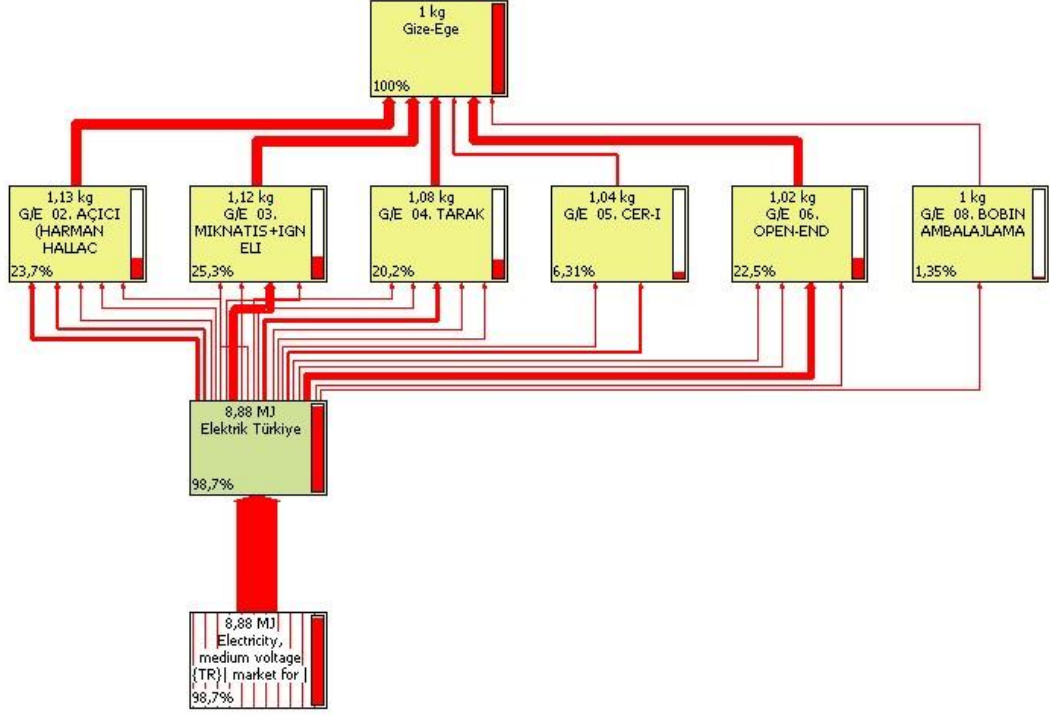
Şekil A.7 : Orijinal pamuk ürünü doğal kaynakların tüketmesi (fosil) ağacı



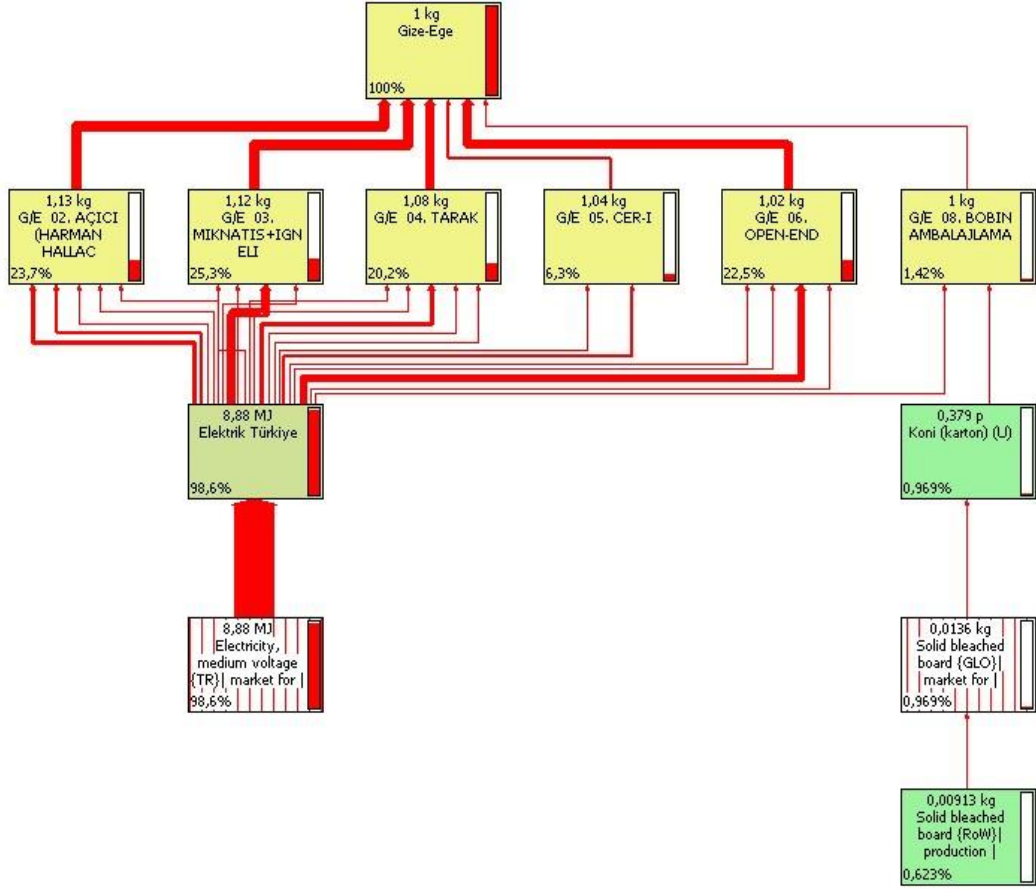
Şekil A.8 : Orijinal pamuk ürünü deniz ekotoksitesitesi ağacı



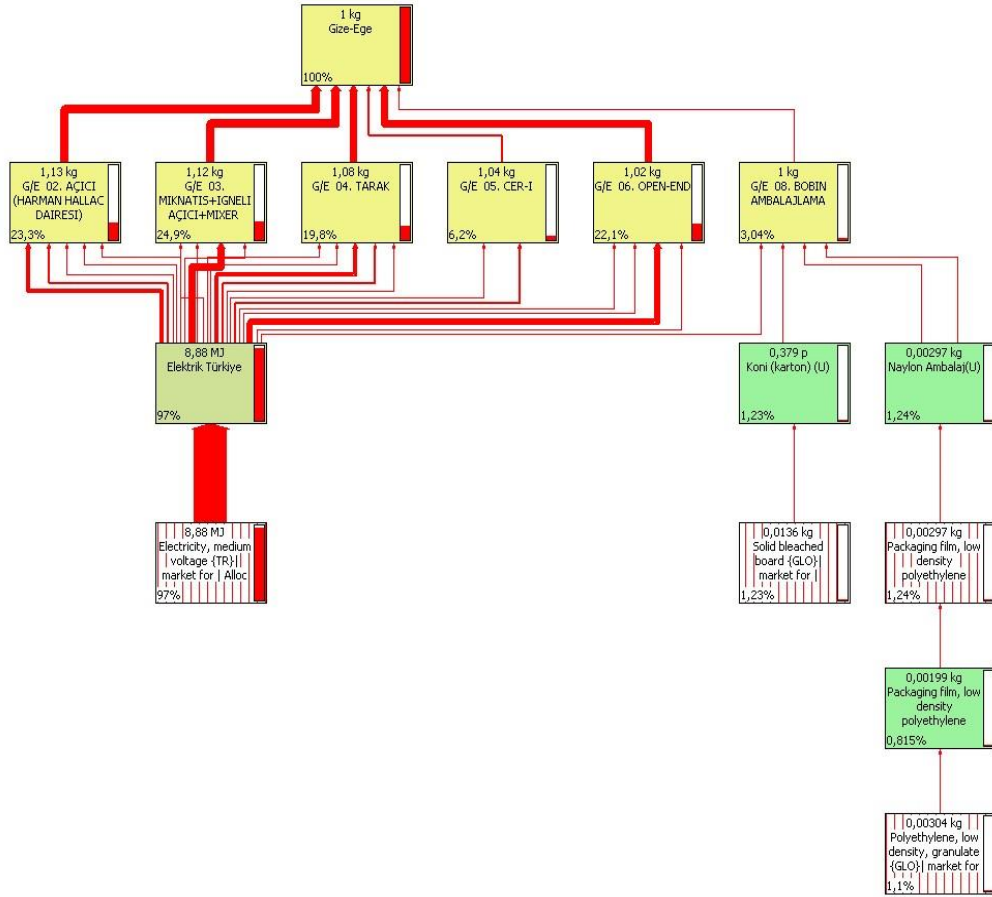
Şekil A.9 : Orijinal pamuk ürünü akarsu ekotoksitesitesi ağacı



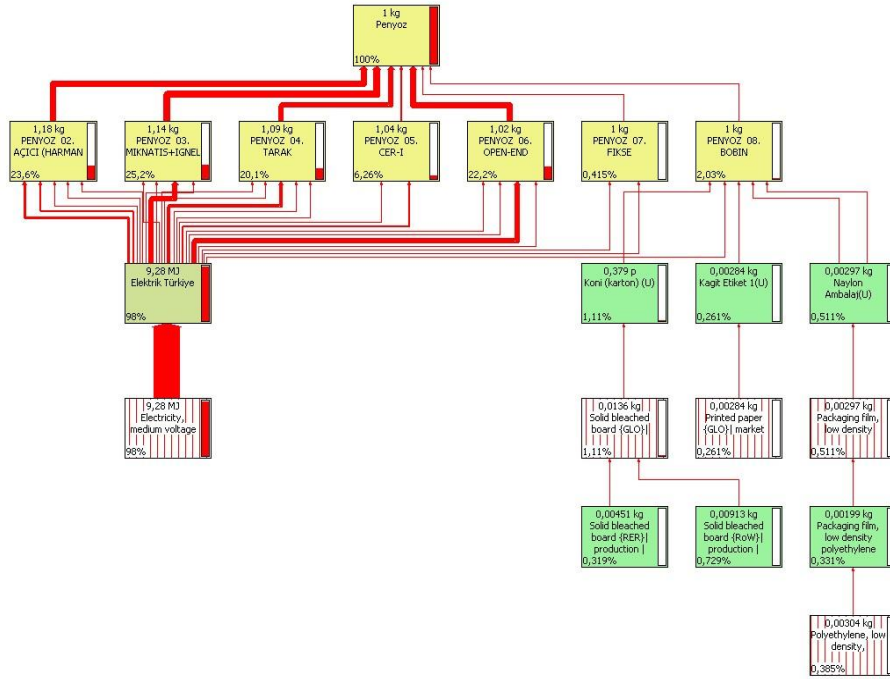
Şekil A.10 : Orijinal pamuk ürünü karasal ekotoksisitesi ağacı



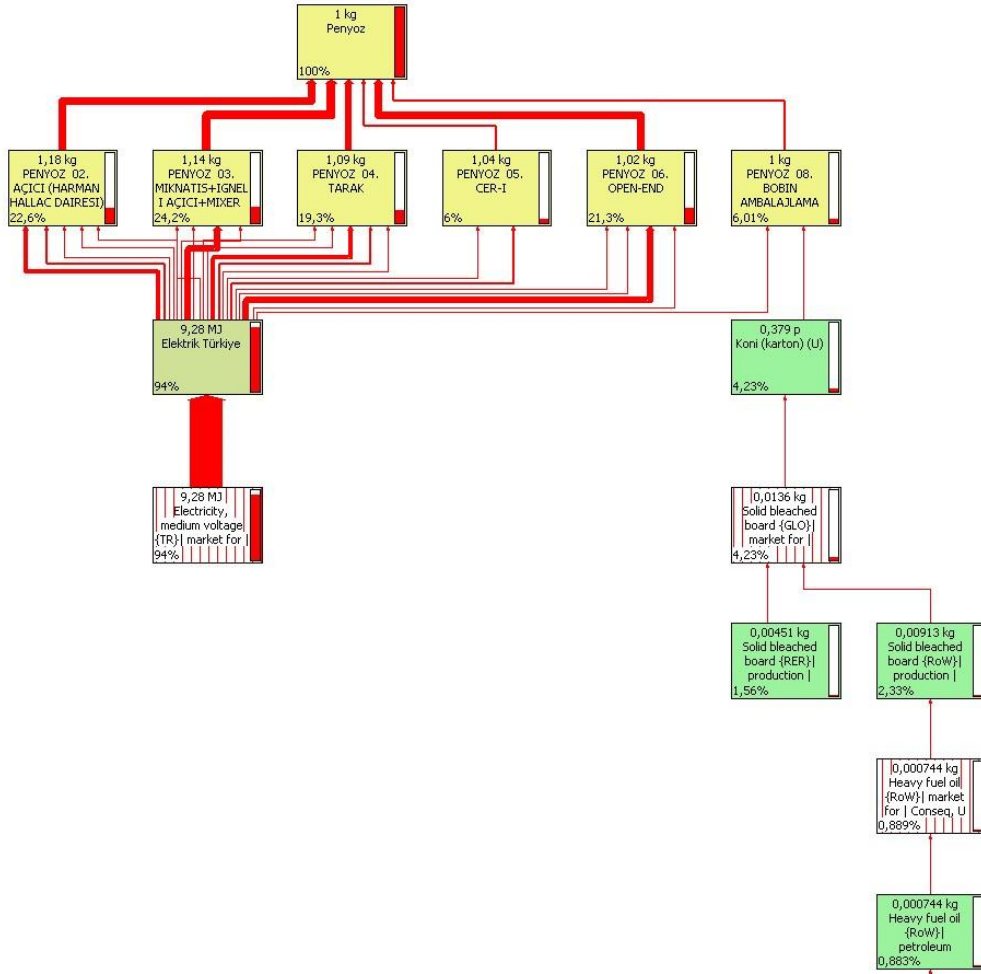
Şekil A.11 : Orijinal pamuk ürünü insan sağlığına etkiler ağacı



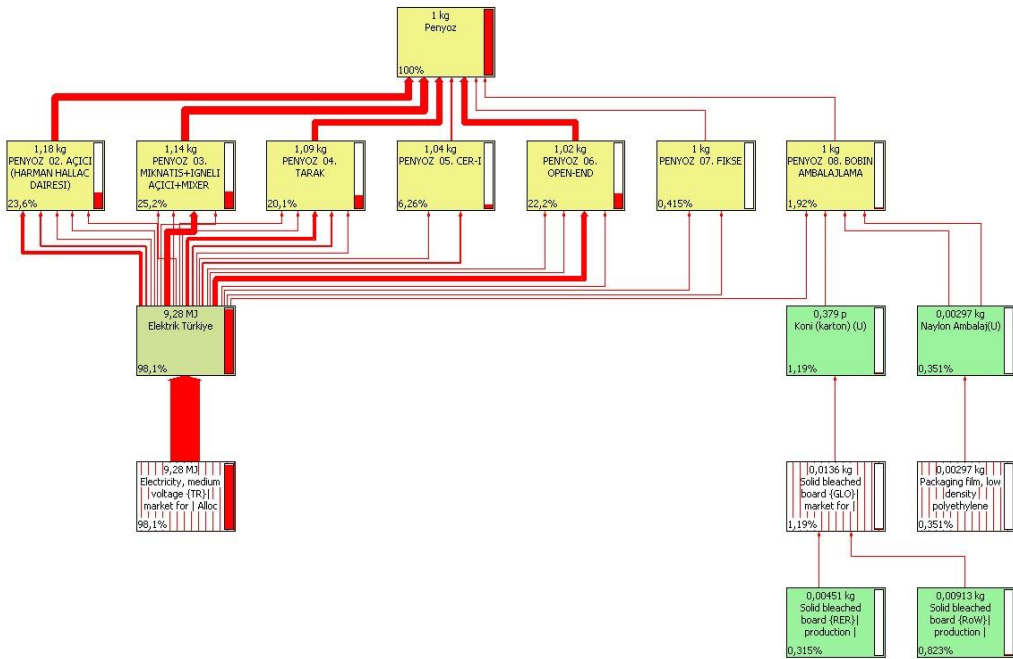
Şekil A.12 : Orijinal pamuk ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı



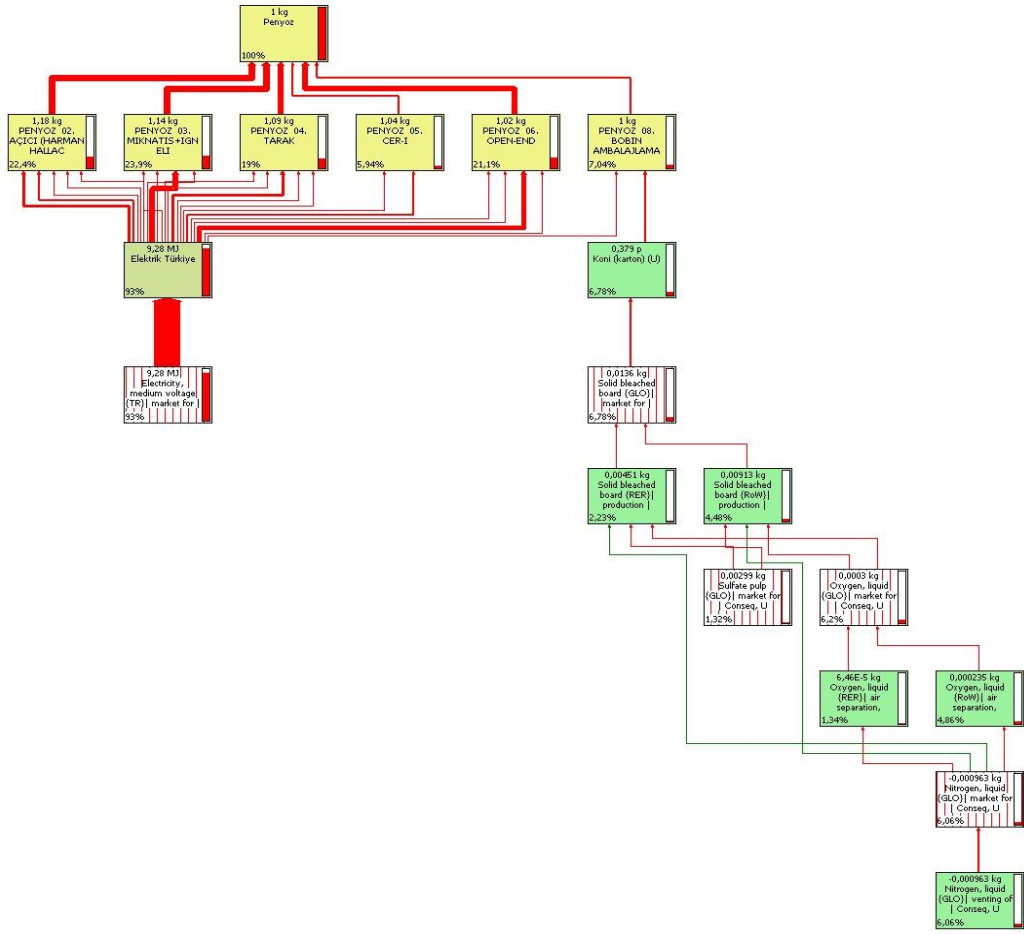
Şekil A 13 : % 100 penye telefı Ne 16/1 OE-Rotor ürünü küresel ısınma potansiyeli ağacı



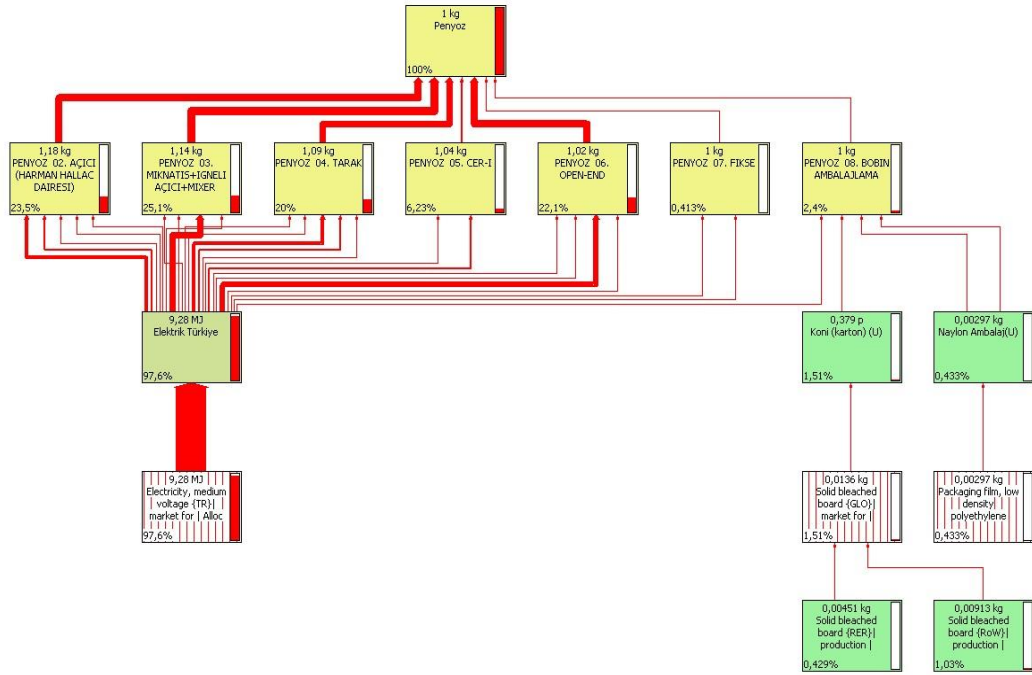
Şekil A.14 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ozon tabakası incelmesi ağacı



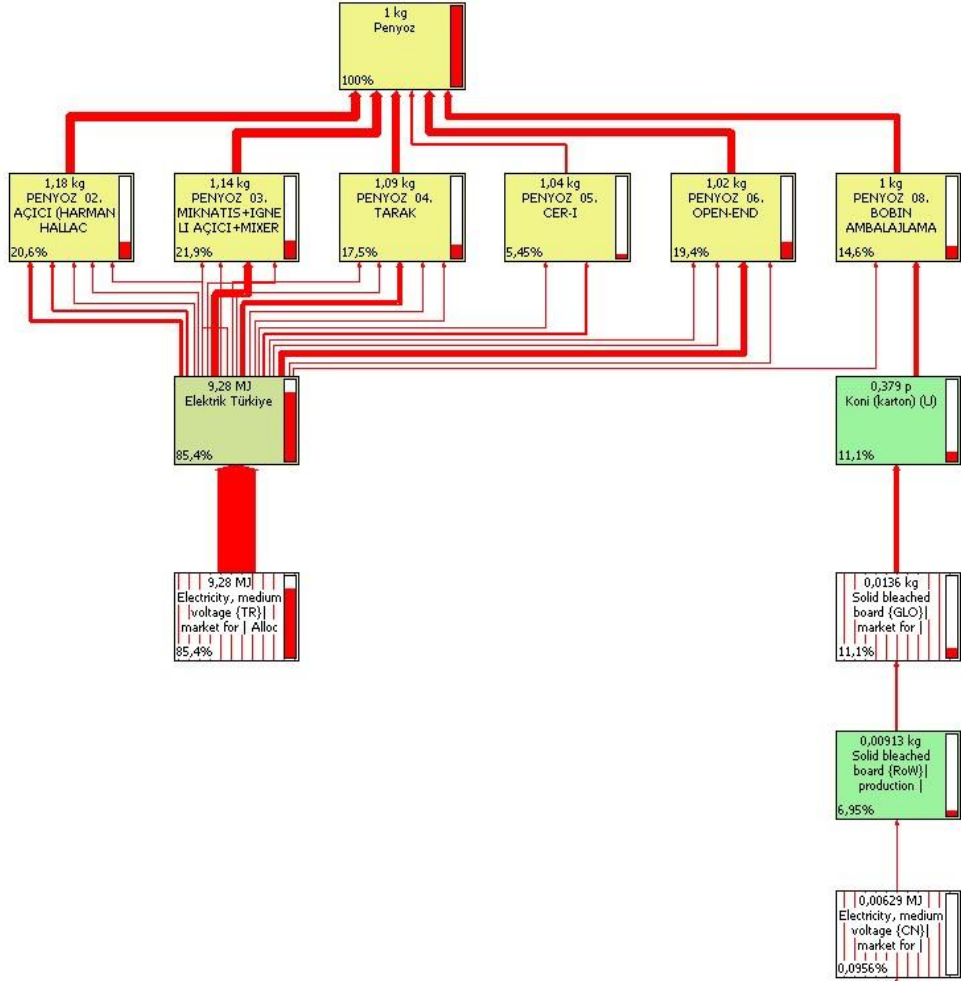
Şekil A.15 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü asidifikasyon ağacı



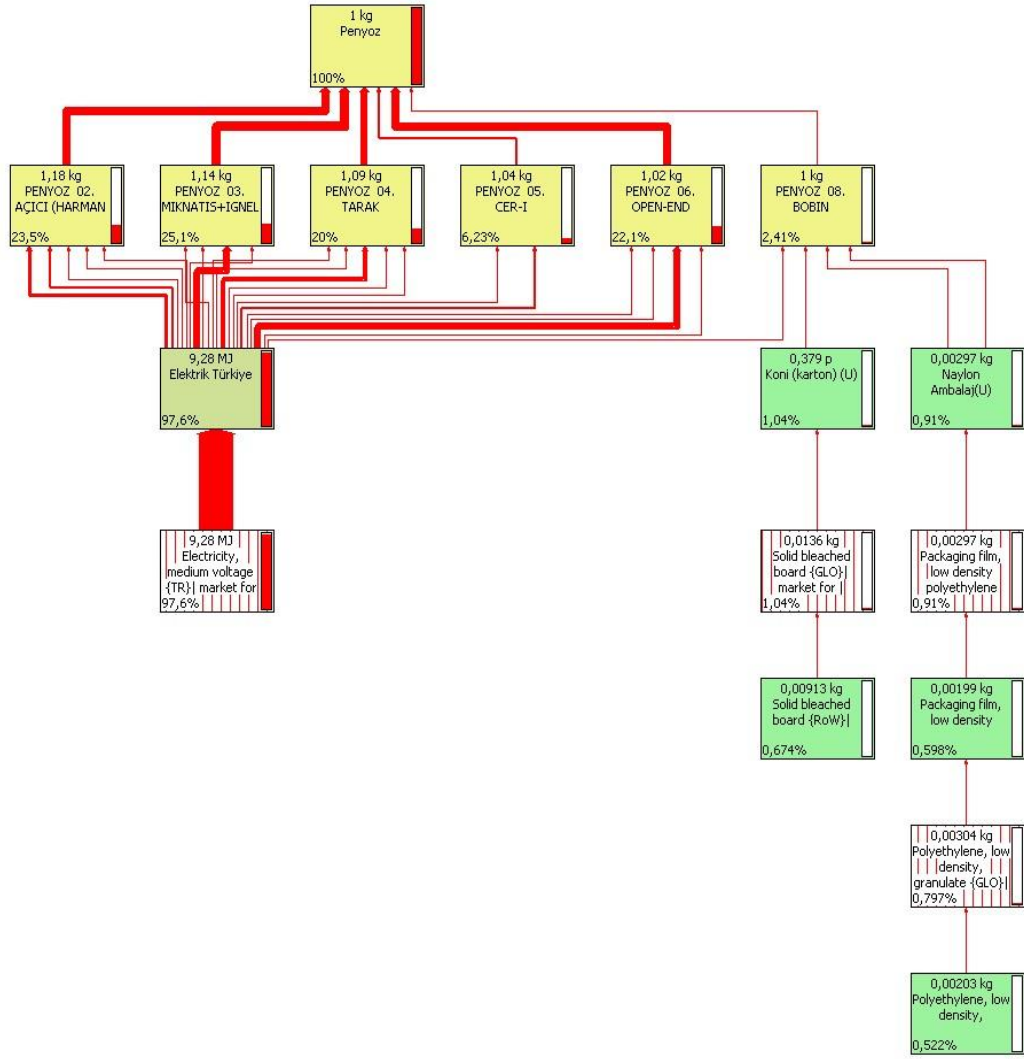
Şekil A.16 : %100 penye telefı Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ötrofikasyon ağacı



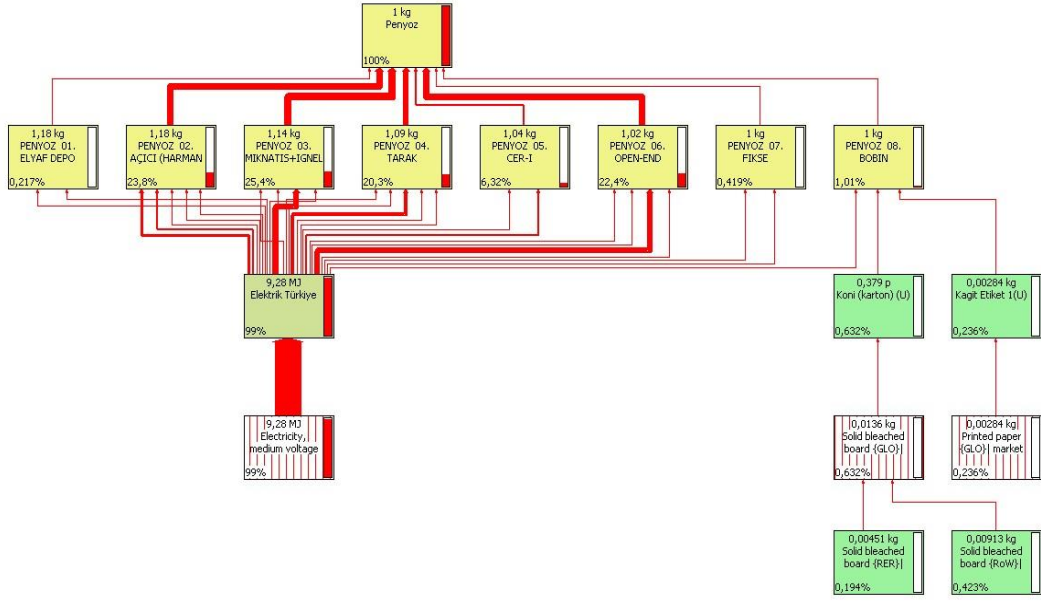
Şekil A.17 : %100 penye telefı Ne 16/1 OE-Rotor ürünü fotokimyasal oksidasyon ağacı



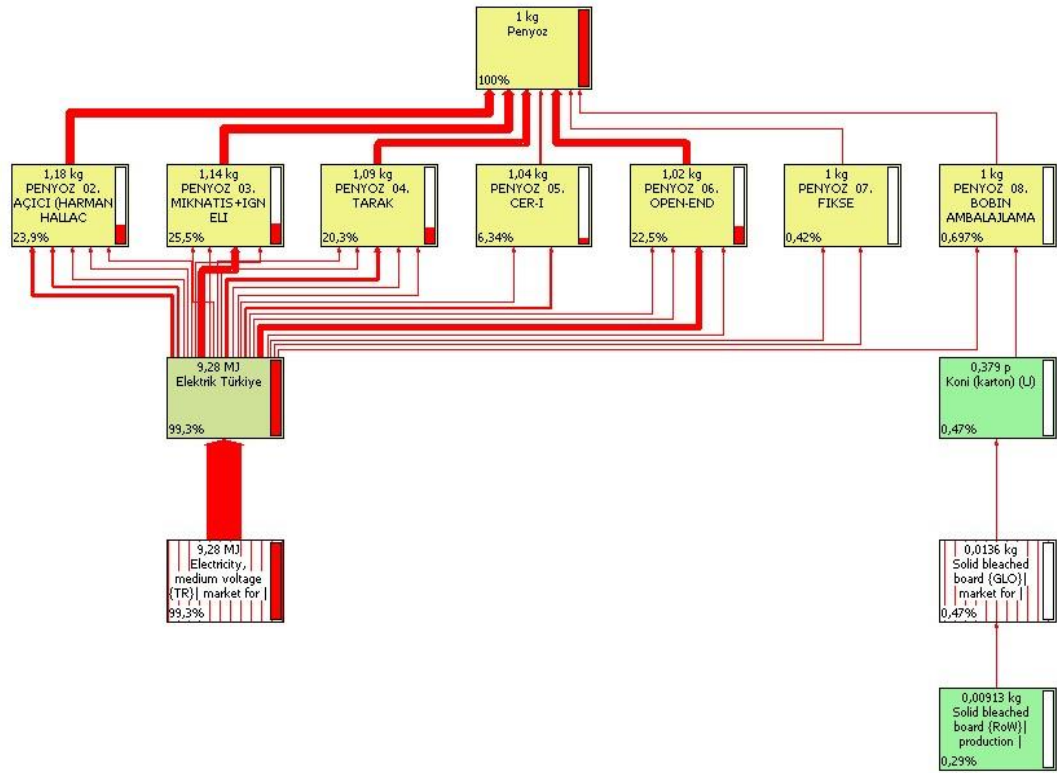
Şekil A.18 : %100 penye telefı Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tüketmesi (fossil olmayan) ağacı



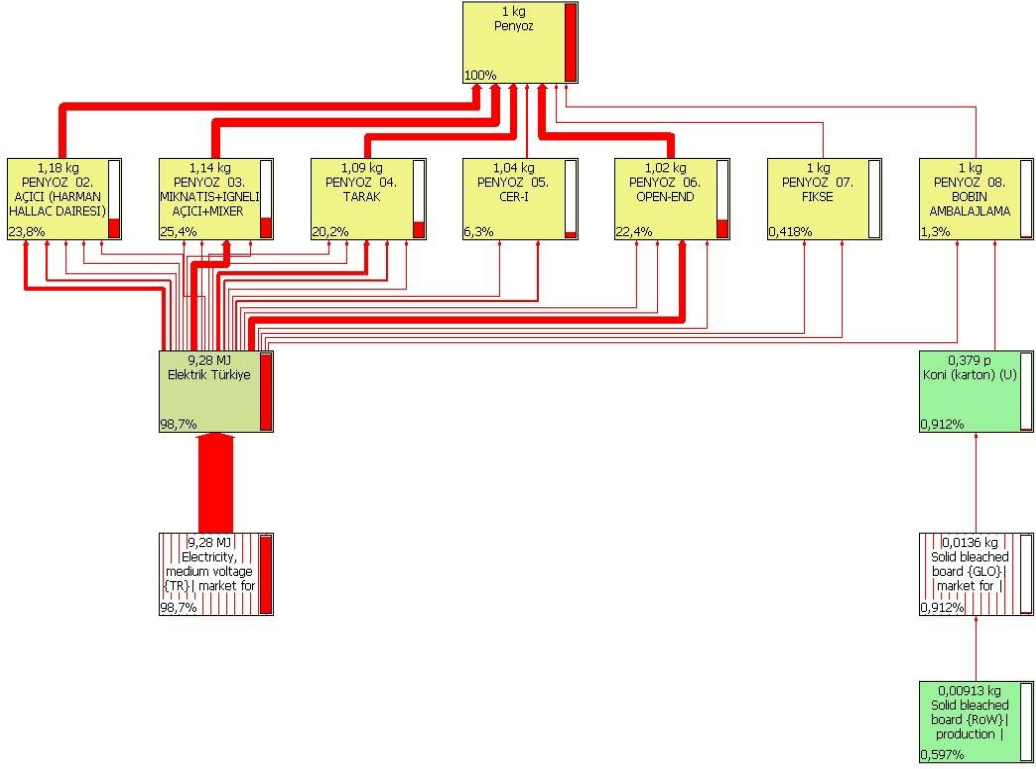
Şekil A.19 : %100 penye telefı Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tüketmesi (fossil) ağacı



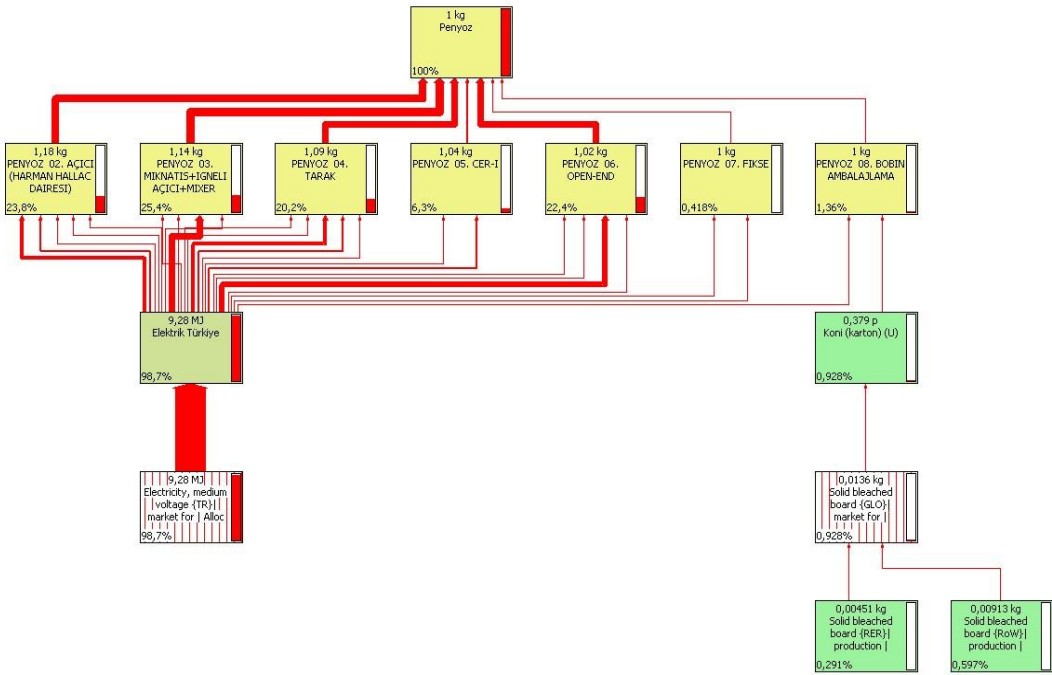
Şekil A.20 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü deniz ekotoksitesitesi ağacı



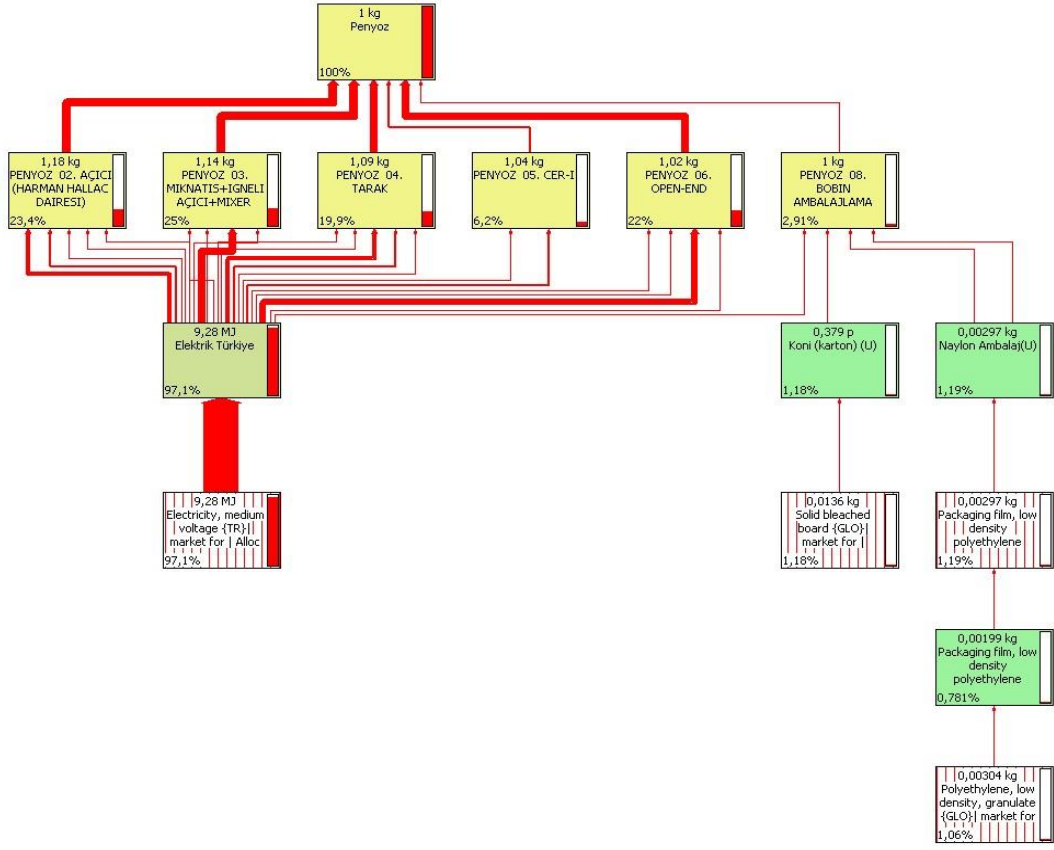
Şekil A.21 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü akarsu ekotoksitesitesi ağacı



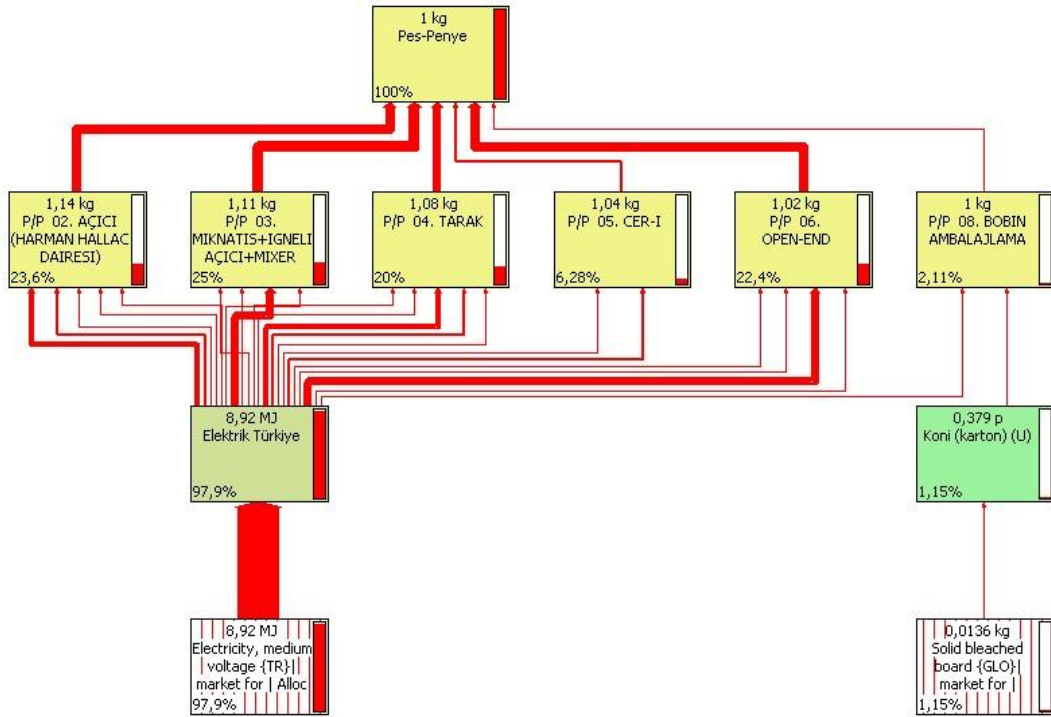
Şekil A.22 : % 100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü karasal ekotoksosite ağacı



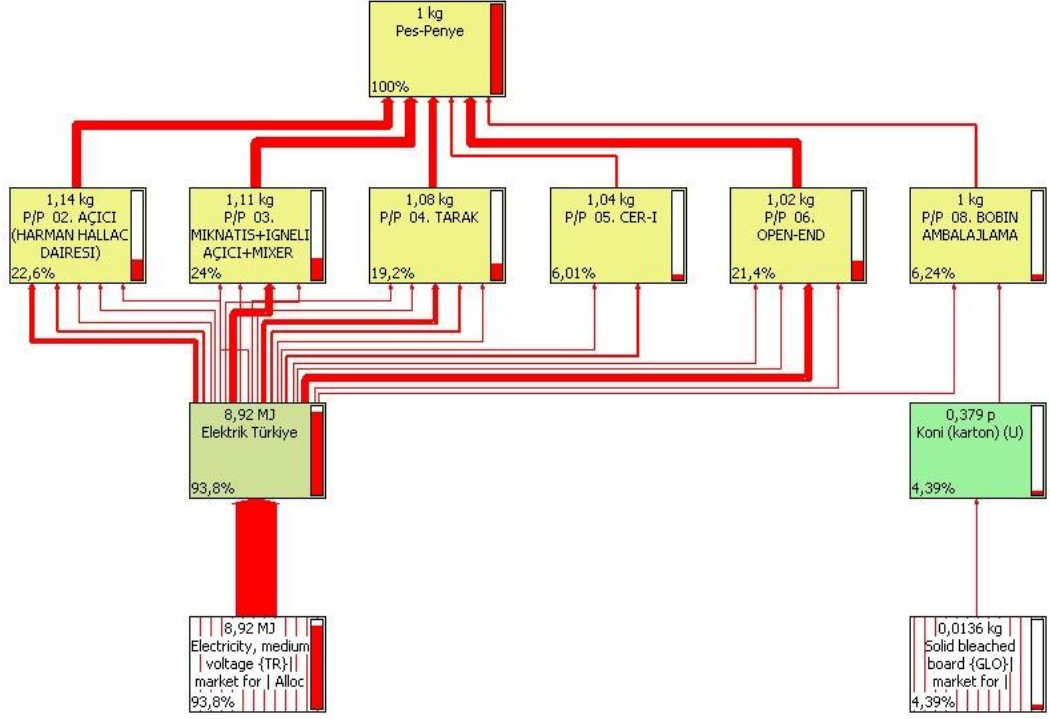
Şekil A.23 : % 100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü insan sağlığına etkileri ağacı



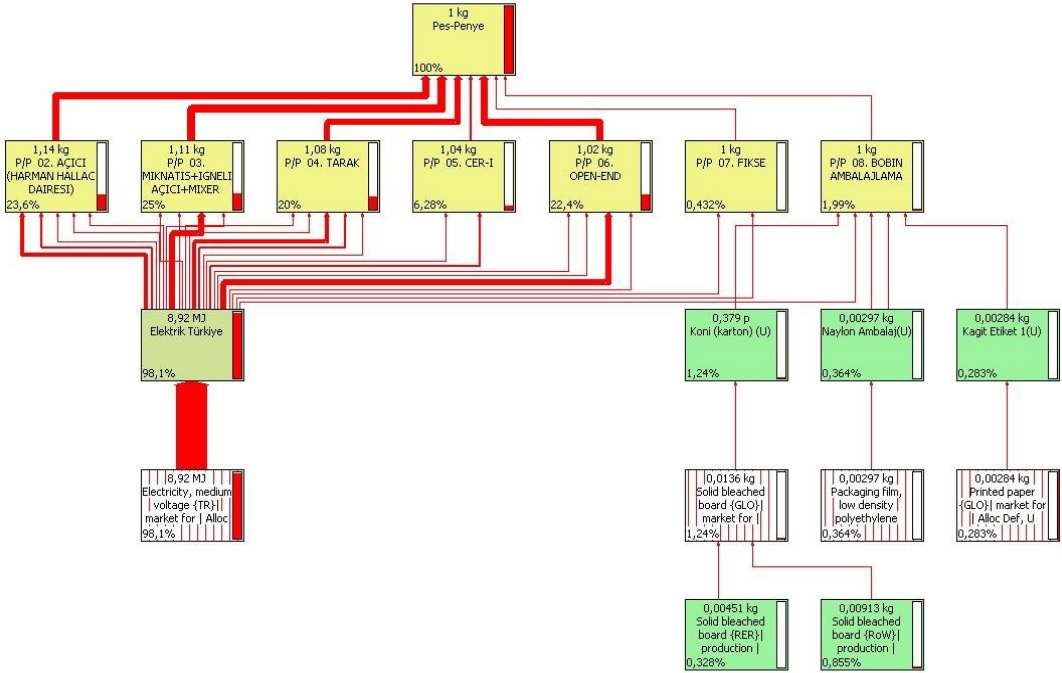
Şekil A.24 : %100 penye telefi Ne 16/1 OE-Rotor ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı



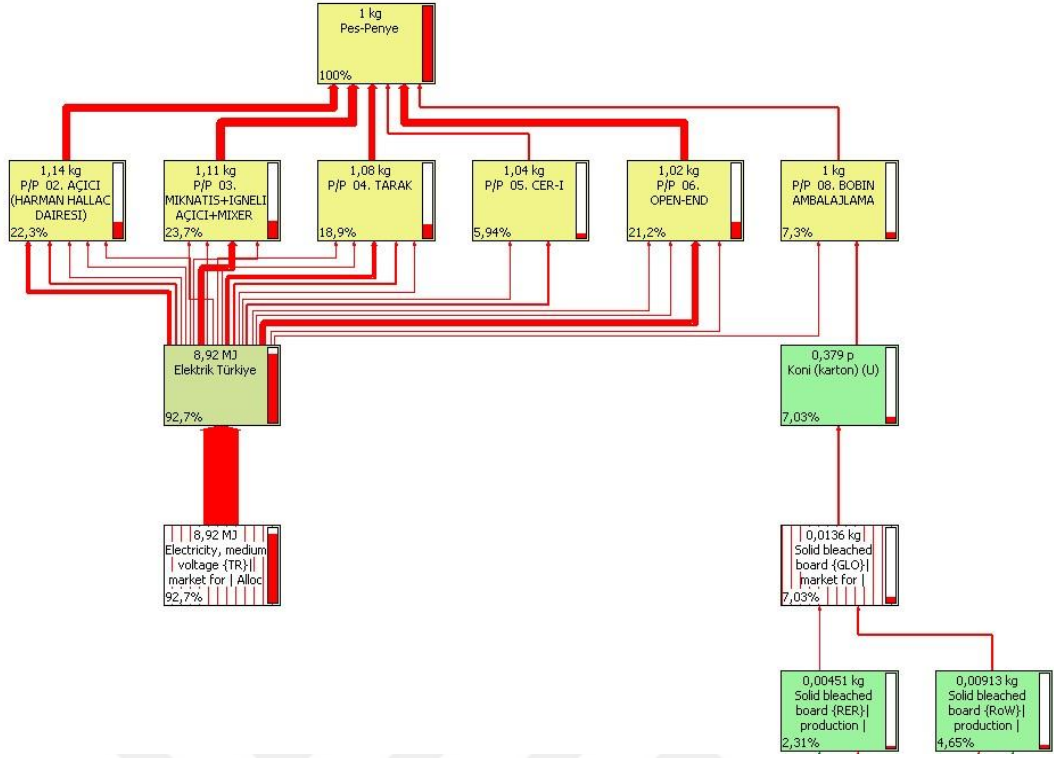
Şekil A.25 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü küresel ısınma potansiyeli ağacı



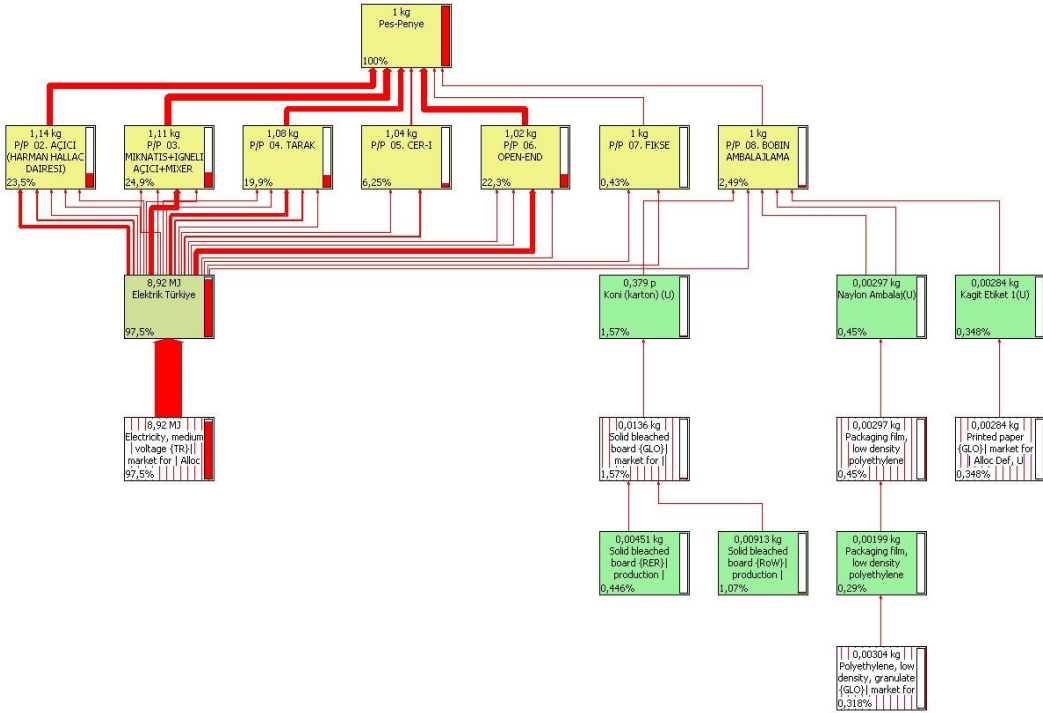
Şekil A.26 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ozon tabakası incelmesi ağacı



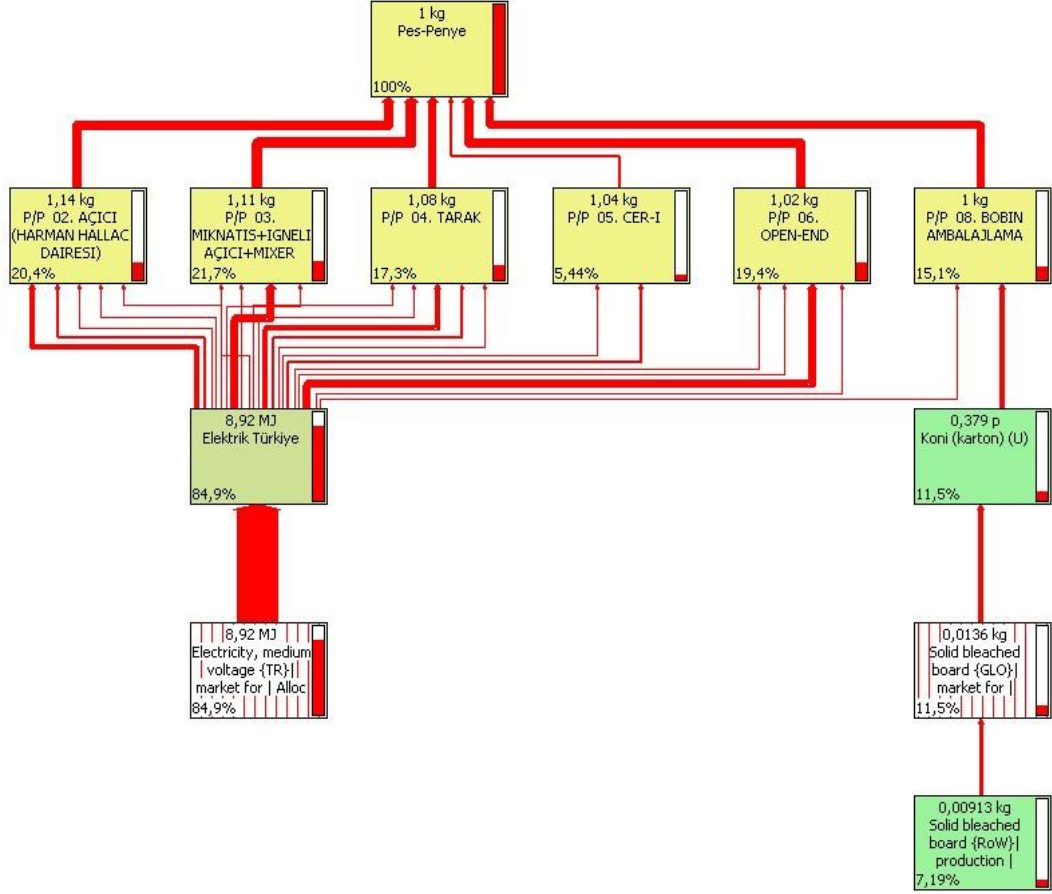
Şekil A 27 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü asidifikasyon ağacı



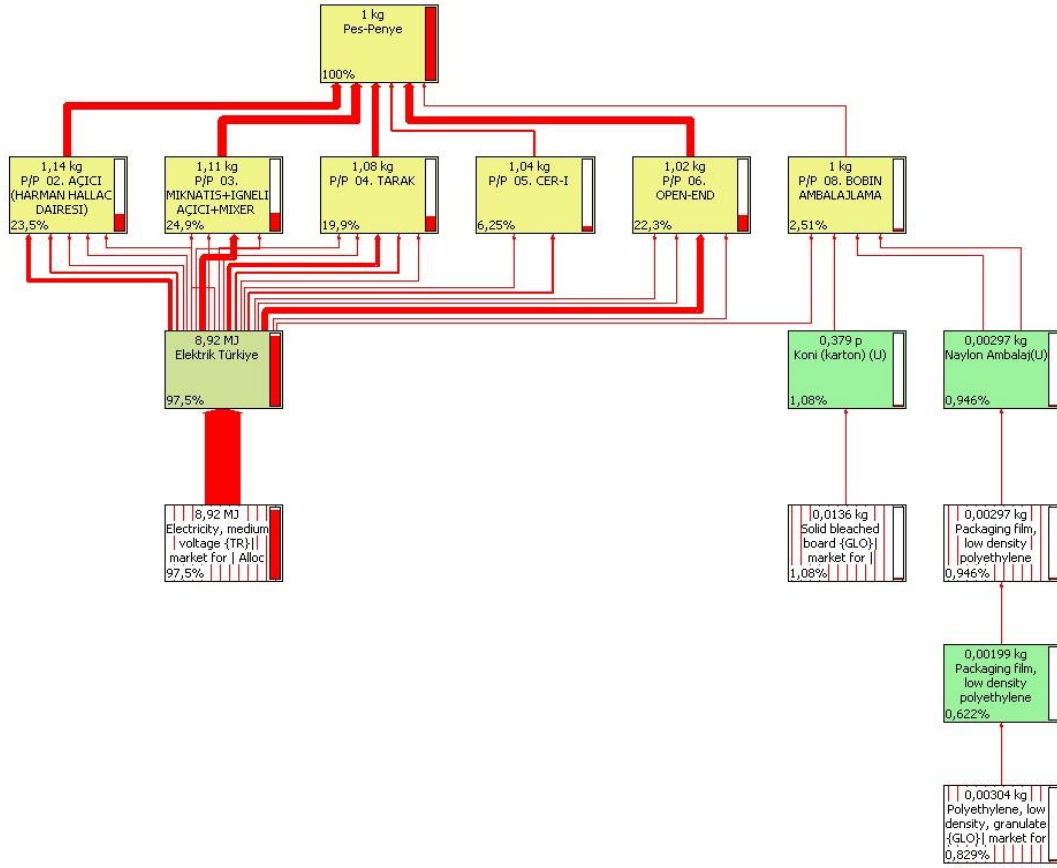
Şekil A.28 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü ötrofikasyon ağacı



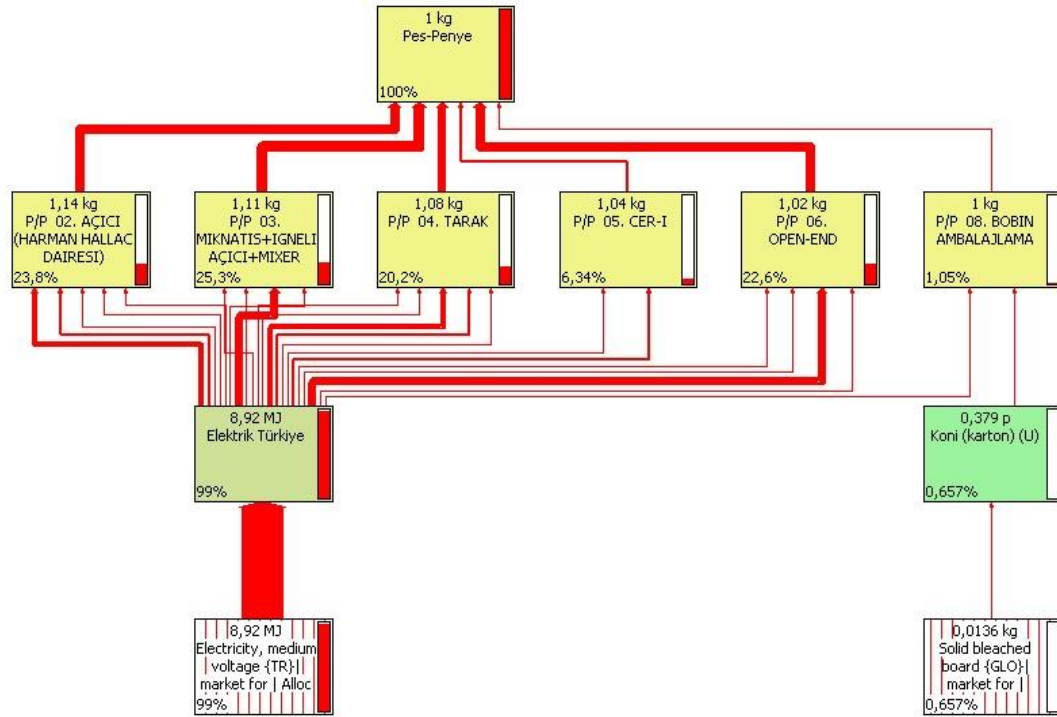
Şekil A.29 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü fotokimyasal oksidasyon ağacı



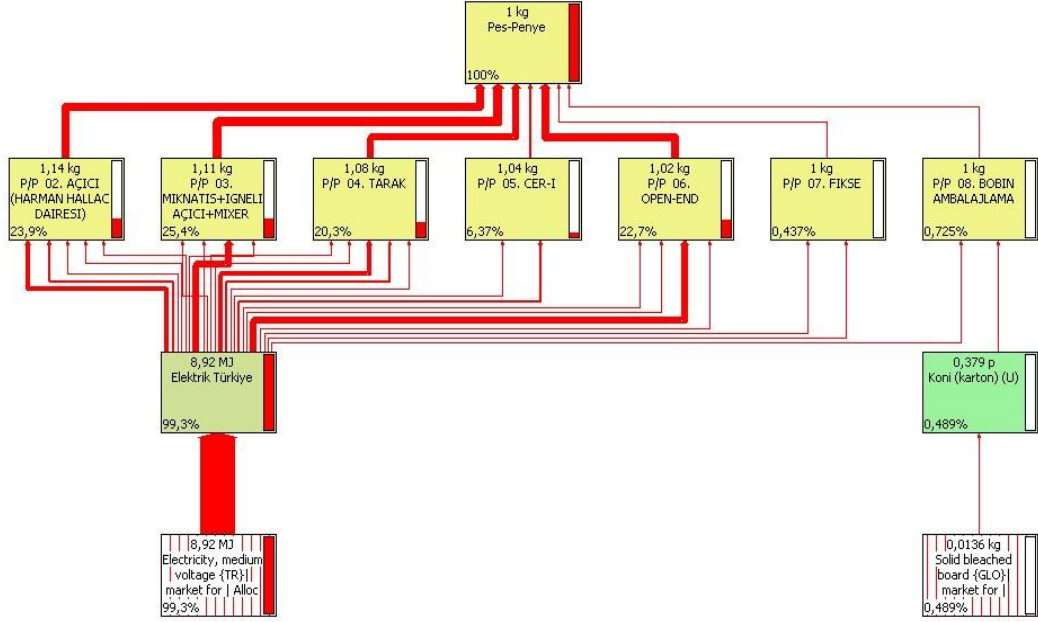
Şekil A.30 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tükenmesi (fossil olmayan) ağacı



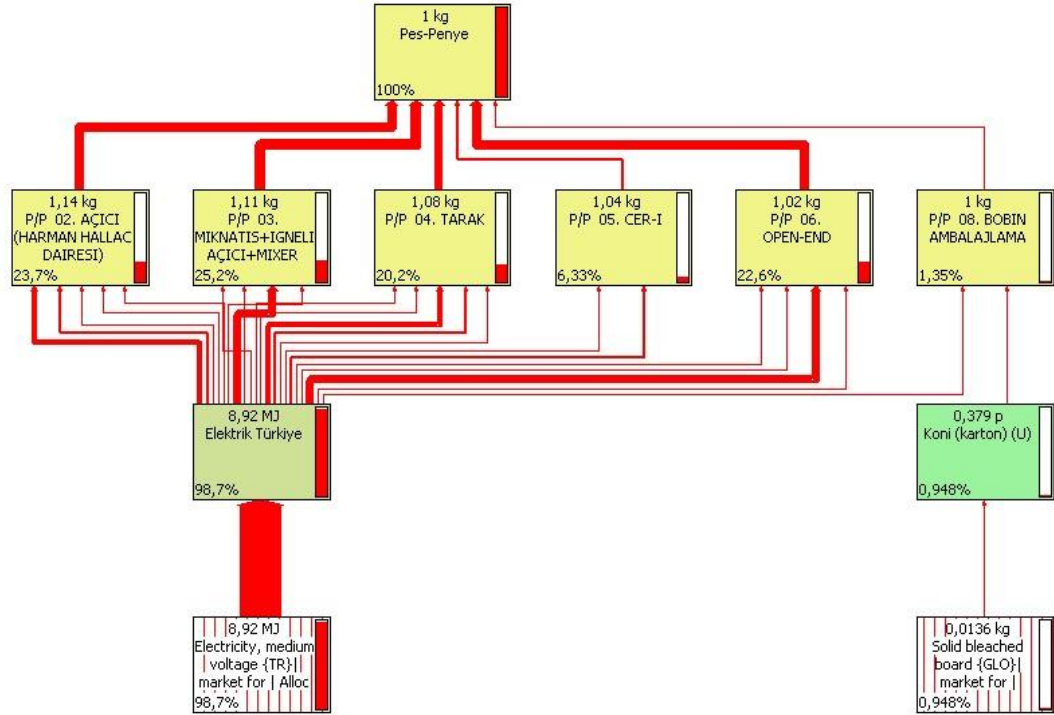
Şekil A.31 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü doğal kaynakların tüketmesi (fossil) ağacı



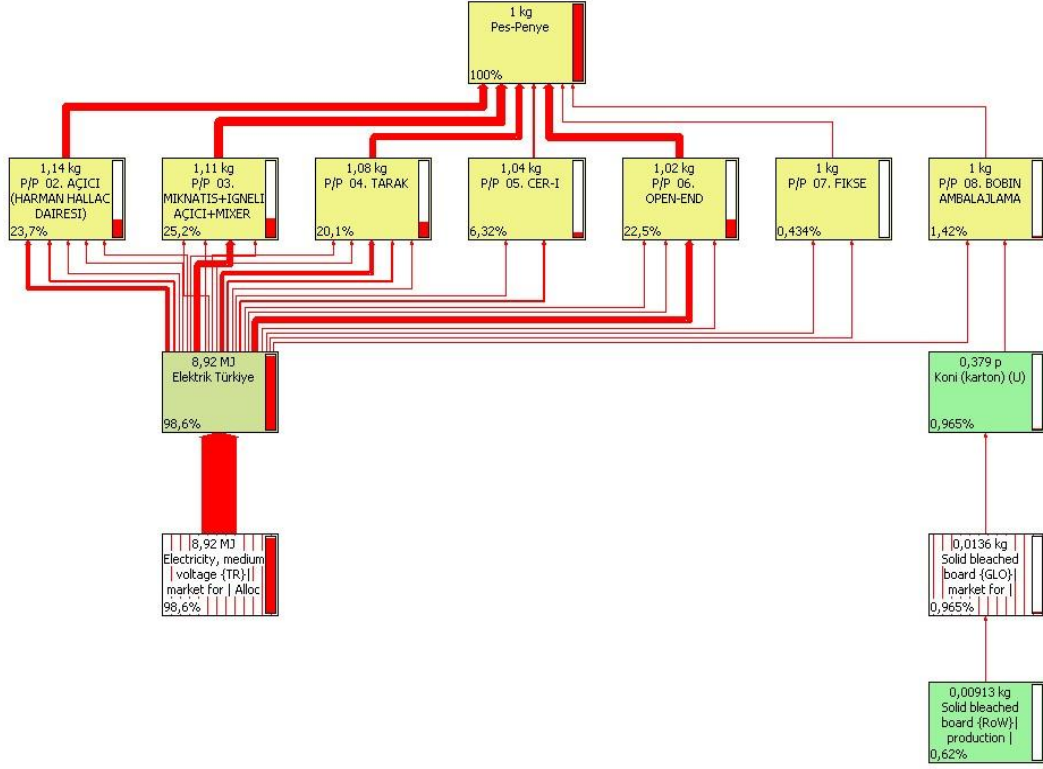
Şekil A.32 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü deniz ekotoksitesisi ağacı



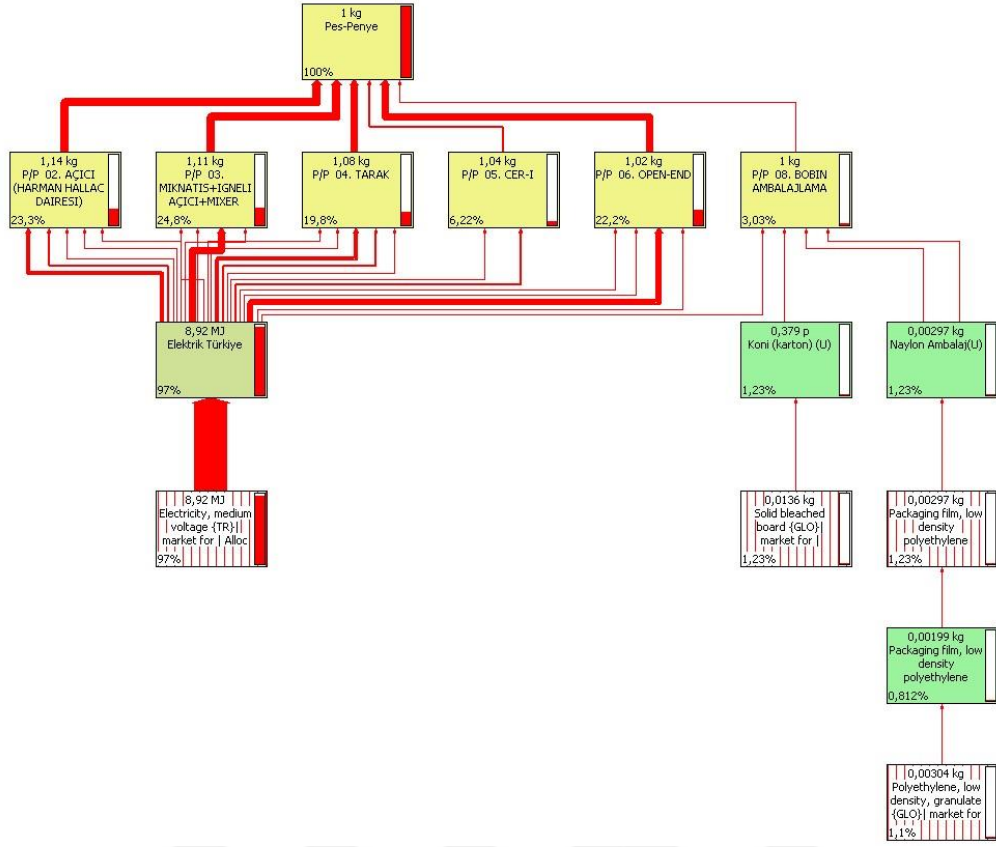
Şekil A.33 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü akarsu ekotoksitesı ağacı



Şekil A.34 : %75 penye telefı %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü karasal ekotoksitesı ağacı

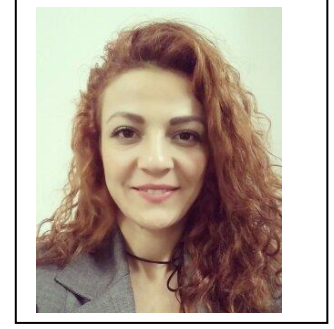


Şekil A.35 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı



Şekil A.36 : %75 penye telefi %25 PES Ne 16/1 OE-Rotor ürünü kümülatif enerji ihtiyacı ağacı

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Özge YURTASLAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 20/07/1989 ISPARTA
E-posta : ozge.yrtsln@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** :2014, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Yünteks San. Tic. Ltd. Şti/ Üretim ve Planlama Mühendisi

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Altun Ş, Yılmaz D, Yurtaslan Ö, Tekstilde pamuk üretim atıklarının geri kazanımı-genel değerlendirme, Derleme makale, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, düzeltmeler gönderildi, sonuç bekleniyor.
- Altun, Ş., Yılmaz, D., Yurtaslan, Ö., 2017. Bir Tekstil İşletmesinde Üretilen Tekstil Teleflerinin Çevreci Bir Yaklaşımla Geri Kazanımı, Endüstriyel Simbiyoz Konferansı Ve Proje Pazarı, Şubat, Bursa.

DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Yurtaslan, Ö., Yılmaz, D., 2016. A Study For The Modification Of A Yarn Twisting Machine With An Air Nozzle, Tekstil ve Konfeksiyon, 26(1), 64-75.
- Yurtaslan Ö. Yılmaz D., 2017, İplik Kalite Parametrelerinin İyileştirilmesine Yönelik Bir Aparatın Geliştirilmesi, 16. Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu, 4-6 Mayıs, Bursa.
- Yılmaz D., Usal M.R., Gülsevinçler E., Yurtaslan Ö., 2016, Çeşitli Tekstil Proseslerine Entegre Edilebilecek İnovatif Bir Aparatın Geliştirilmesi, UTİB Türkiye Tekstil Ve Konfeksiyon Sektöründe VIII. Uluslararası Ar-Ge Proje Pazarı, 12-13 Mayıs Bursa.