

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAMBU LİFİ VE İPLİK ÖZELLİKLERİNİN DİĞER
LİF VE İPLİKLERİN PERFORMANS ÖZELLİKLERİ
İLE KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Nazan OKUR**

Anabilim Dalı : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

Programı : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım sırasında değerli yardımlarını benden esirgemeyen ve her konuda destek olan danışmanım ve İstanbul Teknik Üniversitesi Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Bülent ÖZİPEK başta olmak üzere, okulun her türlü imkânını sunan ve beni yönlendiren Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden değerli hocam Doç Dr. Fatma GÖKTEPE'ye, uygulama sırasında ihtiyacım olan materyalleri sağlayan HİS Tekstil San. ve Tic. Ltd Şti'ye ve CEYTAŞ Madencilik Tekstil Sanayii ve Ticaret A.Ş'ye, iplik üretimini gerçekleştirmemi ve işletmede her türlü olanağı sağlayan Adım Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. Genel Müdür'ü H.Hüsnü IŞIK'a ve tüm Adım Tekstil çalışanlarına saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, yardımlarından dolayı öncelikle Arş. Gör. Funda CENGİZ ve Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm araştırma görevlilerine, manevi desteği için R.Mert ERDUMLU'ya, her zaman yanımda olan arkadaşlarıma ve bu günlere gelmemde her türlü desteği sağlayan aileme teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2006

Nazan OKUR

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	3
2.1. Tekstilde Kullanılan Lifler	3
2.2. Doğal Hammaddelerden Elde Edilen Alternatif Lifler	6
2.3. Bambu	11
2.3.1. Bambu Lifinin Üretimi ve Genel Özellikleri	11
2.3.2. Bambu Lifinin Kullanım Alanları	15
2.3.3. Bambu Lifi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	16
2.3.3.1. Bambu lifinin tayini	21
2.3.3.2. Bambu lifine ait fiziksel parametreler	23
2.3.3.3. Antibakteriyellik testi	24
2.3.3.4. Bambu ipliği ile ilgili teknik veriler	25
2.3.3.5. Bambu kumaşların dokunması	27
2.3.3.6. Bambu kumaşlarda ön terbiye işlemleri	28
2.3.3.7. %100 bambu iplik ve kumaşların boyanması	29
2.3.3.8. Bambu/pamuk karışım ipliklerin ve kumaşların boyanması	29
3. MATERYAL VE METOT	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Elyaf	30
3.1.2. Fitiller	31
3.1.3. İplikler	32
3.1.4. İplik Üretim Makinaları	32
3.2. Testler	33
3.2.1. İplik Numara Tayini	33
3.2.2. Büküm Tayini	34
3.2.3. Düzgünsüzlük ve Tüylülük Ölçümü	34
3.2.4. Mukavemet	34

3.3. Değerlendirme	34
4. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME	35
4.1. Bambu Lifinin Enine Kesit Görünüşünün Mikroskop Altında İncelenmesi	35
4.2. Bambu Lifi ile Diğer Liflerin Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması	36
4.3. İplik Numarası ve Bükümü Ölçüm Sonuçları	38
4.4. Mukavemet ve Uzama Test Sonuçları ve Değerlendirmesi	40
4.5. Düzgünsüzlük Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirmesi	46
4.6. Tüylülük Testi Sonuçları ve Değerlendirmesi	52
4.7. Bambu Lifinin Maliyet Açısından Değerlendirilmesi	54
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	56
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	62

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1:	Dünya toplam elyaf üretimi ve kişi başına tüketim miktarı.....	7
Tablo 2.2:	Bambu lifinin analizi ile elde edilen fiziksel özellikler.....	18
Tablo 2.3:	İncelik ve uzunluklarına göre bambu lifinin çeşitleri.....	23
Tablo 2.4:	Bambu lifine ait fiziksel parametreler.....	24
Tablo 2.5:	Antibakteriyellik testi (1).....	24
Tablo 2.6:	Antibakteriyellik testi (2).....	25
Tablo 2.7:	Bambu örme ipliklerine ait teknik veriler.....	26
Tablo 2.8:	Bambu dokuma ipliklerine ait teknik veriler.....	26
Tablo 2.9:	%100 bambu ring iplik özellikleri.....	26
Tablo 2.10:	%100 bambu kompakt iplik özellikleri.....	27
Tablo 3.1:	Elyaf özellikleri.....	30
Tablo 3.2:	Fitil özellikleri.....	31
Tablo 3.3:	Eğirme parametreleri.....	33
Tablo 3.4:	İplik testleri.....	33
Tablo 4.1:	Çeşitli liflere ait başlıca fiziksel parametreler.....	36
Tablo 4.2:	Üretilen ipliklerin numara değerleri.....	38
Tablo 4.3:	%100 viskon ring iplik, bobinler arası numara varyasyonu (CV _{cb}) Uster istatistikleri.....	39
Tablo 4.4:	Üretilen ipliklerin büküm değerleri.....	40
Tablo 4.5:	Üretilen ipliklerin mukavemet ve uzama değerleri.....	42
Tablo 4.6:	%100 viskon ring iplik mukavemet değerleri – Uster istatistikleri / %95 kalite seviyesi.....	43
Tablo 4.7:	Üretilen ipliklerin düzgünlük sonuçları.....	46
Tablo 4.8:	%100 viskon ring iplik düzgünlük değerleri – Uster İstatistikleri / %95 kalite seviyesi.....	47
Tablo 4.9:	Üretilen ipliklerin tüylülük değerleri.....	52
Tablo 4.10:	%100 viskon ring iplik tüylülük değerleri – Uster İstatistikleri / %95 kalite seviyesi.....	52
Tablo 4.11:	İzmir ticaret borsası pamuk fiyatları.....	54

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1:	Dünyada kişi başına tüketilen toplam elyaf miktarının yıllara göre dağılımı.....	8
Şekil 2.2:	Bambu bitkisinin dünyada yaygın olarak yetiştiği bölgeler.....	11
Şekil 2.3:	Tekstilde kullanılan bambu lifi.....	12
Şekil 2.4:	İnce bambu lifi.....	12
Şekil 2.5:	Kalın bambu lifi.....	13
Şekil 2.6:	Bambu lifinin enine kesitindeki mikro boşluk ve çukurlar.....	14
Şekil 2.7:	X-ışını difraksiyon grafiği.....	17
Şekil 2.8:	Doğal bambu lifinin enine kesiti.....	18
Şekil 3.1:	Fitil düzgünlük ölçümlerinin gösterimi.....	32
Şekil 4.1:	Bambu lifinin enine kesit görüntüsü (x1280).....	35
Şekil 4.2:	Bambu lifinin enine kesit görüntüsü (x320).....	35
Şekil 4.3:	Viskon lifinin kesit görüntüleri.....	35
Şekil 4.4:	Liflerin kuru ve yaş mukavemet değerleri.....	36
Şekil 4.5:	Liflerin uzama (%) değerleri.....	37
Şekil 4.6:	Liflerin nem absorpsiyonu değerleri.....	37
Şekil 4.7:	Numara değişim katsayılarının gösterimi.....	38
Şekil 4.8:	Üretilen bambu iplik kopmalarının numuneler arası numara varyasyonlarının (CV_{cb}) Uster dünya istatistiklerindeki yeri.....	39
Şekil 4.9:	Büküm değerlerinin değişim katsayılarının gösterimi.....	40
Şekil 4.10:	Üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN/tex) sonuçları.....	44
Şekil 4.11:	Üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (%CV) sonuçları.....	44
Şekil 4.12:	Üretilen ipliklerin kopma uzama (%) değerleri.....	45
Şekil 4.13:	Üretilen ipliklerin kopma uzama (%CV) değerleri.....	45
Şekil 4.14:	Üretilen ipliklerin kopma işi (cNcm) değerleri.....	46
Şekil 4.15:	Üretilen ipliklerin %U değerleri.....	47
Şekil 4.16:	Üretilen ipliklerin %CV _m değerleri.....	48
Şekil 4.17:	Üretilen bambu ipliklerinin %CV _m değerlerinin Uster dünya istatistiklerindeki yeri.....	48
Şekil 4.18:	Üretilen ipliklerin ince yer miktarlarının iplik numarasına göre değişimi.....	49
Şekil 4.19:	Üretilen bambu ipliklerinin ince yer miktarlarının Uster dünya istatistiklerindeki yeri.....	49
Şekil 4.20:	Üretilen ipliklerin kalın yer miktarlarının iplik numarasına göre değişimi.....	50
Şekil 4.21:	Üretilen bambu ipliklerinin kalın yer miktarlarının Uster dünya istatistiklerindeki yeri.....	50
Şekil 4.22:	Üretilen ipliklerin neps miktarlarının iplik numarasına göre değişimi..	51
Şekil 4.23:	Üretilen bambu ipliklerinin neps miktarlarının Uster dünya istatistiklerindeki yeri.....	51
Şekil 4.24:	Üretilen ipliklerin tüylülük (H) değerleri.....	52

Şekil 4.25: Üretilen bambu ipliklerinin tüylülük (H) değerlerinin Uster dünya istatistiklerindeki yeri.....	53
Şekil 4.26: Üretilen ipliklerin tüylülük (sH) değerleri.....	53
Şekil 4.27: Üretilen bambu ipliklerinin tüylülük (sH) değerlerinin Uster dünya istatistiklerindeki yeri.....	53

BAMBU LİFİ VE İPLİK ÖZELLİKLERİNİN DİĞER LİF VE İPLİKLERİN PERFORMANS ÖZELLİKLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ

ÖZET

Bambu, gelişim ve üretim itibarıyla Asya kökenli olan rejenere selülozik bir lifdir. Tekstilde kullanımı oldukça yeni olan bambu lifi ile ilgili yapılan literatür araştırmasında, bu konuda yayınlanmış bilimsel makalelerin daha çok polimer ve malzeme bilimi uygulamaları alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut literatür genellikle bambu lifi üreticisi firmaların tanıtım bilgileri niteliğinde olup bambu lifinin avantajları vurgulanmaktadır. Bu çalışmada ise, işletme şartlarında ring iplik eğirme sisteminde üretilen farklı numaralardaki %100 bambu ipliklerin fiziksel parametrelerinin incelenmesi; böylece bambu lifinin güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesiyle, hammadde ve iplik maliyetlerinin de göz önünde bulundurulması koşuluyla, alternatif oluşturabileceği lif tiplerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada, fitil olarak tedarik edilen bambu lifinden, ring iplik eğirme sisteminde Ne20/1, Ne24/1, Ne30/1, Ne36/1, Ne40/1, Ne50/1 olmak üzere altı farklı numarada %100 bambu iplikleri üretilmiştir. Daha sonra üretilen bu ipliklerin numara, büküm, düzgünsüzlük, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve tüylülük ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Uster istatistiklerine göre %100 ring viskon iplik parametreleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonunda, üretilen ipliklerinin özelliklerinin %100 viskon ring iplik özellikleri ile benzerlik gösterdiği; hatta ipliğin düzgünsüzlük ve kopma uzama değerlerinin daha iyi seviyede olduğu belirlenmiştir. Ancak; Ne 50/1 ipliğe ait verilerin istenen kalite seviyelerinde olmadığı gözlenmiştir.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BAMBOO FIBER AND YARN PROPERTIES WITH PERFORMANCE PROPERTIES OF OTHER FIBERS AND YARNS

SUMMARY

Bamboo is a kind of regenerated cellulosic fiber that is originated in Asia in terms of development and production. In literature survey on bamboo fiber, which has been recently begun to use in textile applications, it is seen that scientific researches published on this topic is focused mostly on polymer and materials science applications. Existing information about bamboo fiber consists mostly of commercial papers of bamboo fiber producers expressing only the advantages of this new cellulosic fiber. The aim of this study is the determination of physical properties of 100% bamboo yarns in different counts that were produced in ring spinning system under the conditions of a spinning mill and in this way, determination of fiber types that bamboo is expected to be a supplement, by stating the strength and weakness of bamboo fiber and considering the raw material and yarn costs.

In this study, Ne20/1, Ne24/1, Ne30/1, Ne36/1, Ne40/1, Ne50/1 100% bamboo yarns were produced from bamboo roving in ring spinning frame. Then, counts, twist values, irregularity, breaking tenacity, breaking elongation and hairiness of these yarns were tested. The results were compared with %100 ring viscose yarn parameters in Uster statistics comparatively.

At the end of the study, it was observed that parameters of bamboo yarns are similar to that of %100 viscose ring spun yarns; besides, irregularity and yarn elongation values are better. However, it was observed that the values of Ne 50/1 yarn do not comply with the desired quality levels.

1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı

Türkiye ve dünya pazarında çok büyük paya sahip olan tekstil sektöründe rekabetin hızla artması, yaşam standardının gün geçtikçe yükselmesiyle birlikte tüketicinin her geçen gün farklı ihtiyaçlarının oluşması ve tüketici bilincinin artması, sektörü yeni hammadde ve üretim yöntemleri bulmaya yöneltmiştir.

Bu amaçla yapılan araştırmalar, öncelikle tekstil ürünlerine istenilen özellikleri kazandırmak için sentetik lifler üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak; tekstil ürünlerinde kullanılan sentetik lifler günümüzde dünya tekstil endüstrisinin en önemli hammaddelerinden olmasının yanında birtakım dezavantajlara sahiptir. Tüketiciler yalnız giyinme ihtiyacını karşılamak değil, aynı zamanda konforlu ve sağlıklı giysiler talep etmektedirler. Ayrıca; 21. yüzyılda dünya, mevcut kaynakların önemli ölçüde tükenmesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle tüm dünyada doğal kaynakları ve ekolojik anlamda çevreyi koruma bilinci artmıştır. Tekstil endüstrisinde de kaynakları verimli bir şekilde kullanma ve çevre koruma bilinci çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma stratejileri sektörün gelişimine yön vermektedir.

Dolayısıyla bugün dünyadaki genel eğilim, tekstil ürünlerinde doğal liflerin kullanılması yönünde gelişme göstermektedir. Günümüzde bambu, kenevir, organik pamuk, soya lifi gibi alternatif liflere yönelmenin en önemli nedenleri arasında bu liflerin doğal kaynaklardan elde ediliyor olmaları, kısmen ya da tamamen yenilenebilir olmaları ve üretimlerinde kimyasal katkı maddelerinin kullanılmaması, dolayısıyla da ekolojik dengenin korunmasına katkı sağlamaları yer almaktadır.

Yeni hammadde ve ürünlere olan ihtiyacın hızla arttığı tekstil sektöründeki en son gelişmelerden biri de uzun süredir yapı malzemesi, mobilya, dekorasyon, aksesuar ürünlerinde ve yüksek performanslı kompozit malzemelerde kullanılan bambu bitkisinin çeşitli tekstil ürünlerinde kullanılmaya başlamasıdır. Bambu lifi doğal antibakteriyel özelliği, biyolojik olarak ayrışabilme, yüksek oranda nem tutma

kapasitesi, yumuşaklık ve parlaklık, UV ışınlarını kırma gibi özellikleri sayesinde tekstilde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, elde edilen veriler ışığında bambu lifi ve iplik parametrelerinin incelenerek tekstil ürünlerindeki davranış ve performansını değerlendirmek, tekstilde kullanımı oldukça yeni olan bambu lifinin ve iplik özelliklerinin diğer liflerle karşılaştırmalı olarak incelenmesiyle, hammadde maliyetleri de dikkate alınarak bambunun gelecekte tekstil sektöründeki yeri hakkında öngörüde bulunmak ve ulaşılabilen mevcut bilgilerin oldukça kısıtlı olması nedeniyle çalışmanın konu ile ilgili olarak literatürdeki boşluğu bir ölçüde gidermesini sağlamaktır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Tekstilde Kullanılan Lifler

Günümüzde üretilen çeşitli lifler, oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir. Giyim ve ev tekstil ürünleri gibi bilinen geleneksel kullanımlarına ek olarak, endüstriyel bant, filtreler, otomobil lastiği, havacılık, yapı malzemeleri, tıbbi malzemeler ve hatta vücuda yerleştirilebilir aktif tıbbi cihazlar üretiminde de lifler kullanılmaktadır. Ayrıca, lifler, hafiflik ve yüksek performans özellikleriyle metallere alternatif oluşturan, ileri teknoloji ürünü kompozit malzemelerinin temelini oluşturmaktadır.

Temelde lifler;

1. Doğal lifler
2. Kimyasal lifler

olmak üzere 2 ana grupta sınıflandırılır.

Doğal lifler tamamen doğadan elde edilen grubu oluşturur ve kaynağına göre üç ana gruba ayrılırlar:

- Bitkisel lifler
- Hayvansal lifler
- Mineral lifler

Bitkisel lifler ise selüloz esaslı tohum lifleri (pamuk, kapok), sak/gövde lifleri (keten, kenevir, jüt ve kenaf), yaprak lifleri (abaka, sisal, palmiye, ananas) ve meyve liflerini (hindistancevizi lifi) kapsar.

Hayvansal lifler protein esaslı olup, koyun postundan (yün) elde edilen lifleri, alpaka, deve, kaşmir, moher, lama gibi hayvanların tüylerinden elde edilen lifleri ve salgı liflerini (ipek) kapsar.

Mineral lifler asbest, mineral yünü ve bazalt gibi maden esaslı lifleri kapsar.

Kimyasal lifler ise doğada bulunmayan lifleri temsil eder. Bununla birlikte hammaddesi doğal kaynaklardan elde edilebilir. Endüstriyel olarak üretilen tekstil lifleri temelde üç grup altında toplanır[1]:

- Doğal polimerlerden elde edilen kimyasal lifler
- Sentetik polimerlerden elde edilen kimyasal lifler
- Anorganik maddelerden elde edilen kimyasal lifler

Doğal polimerler bitkisel ya da hayvansal esaslı olabilirler. Doğal polimerlerden elde edilen kimyasal lifler; ağaç, kauçuk gibi doğada var olan maddelerden üretilirler. Hammaddesi genellikle selüloz polimeridir (odun hamuru). Polimer eriğinin veya çözeltisinin extrüderden geçirilerek filament ve liflere dönüşmesiyle elde edilirler[2].

Sentetik polimerlerden elde edilen kimyasal lifler ise kimyasal zincirler oluşturmak üzere monomerlerden sentez yoluyla elde edilmiş petrokimyasal türevlerdir.

Anorganik maddelerden elde edilen başlıca kimyasal lifler ise cam, metal ve karbon lifleri olarak sıralanabilir.

Tekstil liflerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri bu liflerden üretilen ipliğin, dokunan kumaşın veya örgü yüzeyinin özelliklerini belirleyen en önemli faktörlerin başında gelir.

Bir tekstil lifinin ticari değerinin olabilmesi için bazı temel özelliklere sahip olması ve bu özelliklerin belirli seviyede olması gerekmektedir. Bu özellikler şöyle sıralanabilir[3]:

- Ekonomiklik
- Bulunabilirlik
- Eğrilebilirlik, sağlamlık, dayanıklılık, uzunluk, incelik, kesit şekli, düzgünlük gibi fiziksel özelliklerinde uyum
- Esneklik, yumuşaklık
- Nem çekme, boyarmaddeye karşı davranış
- Moleküler yapı (lif oluşturabilmek için makromoleküllerin uzun eksenleri boyunca birbirine paralel dizilebilmeleri, bunun için de düz zincir şeklinde olmaları ve birbirlerini çekmeleri gerekmektedir.)

Bu kısımda, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde bazı özellikleri bambu lifi ile karşılaştırılmalı olarak incelenecek olan pamuk lifi ve yaygın bir şekilde kullanılmakta olan rejenere selülozik liflerin temel özelliklerinden kısaca bahsetmenin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Pamuk, doğal selülozik bir lif olup, genel formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olan polisakkarittir. Pamuk tüm bitkisel lifler arasında en yüksek oranda selüloz içeren lif olup, odunsu madde içermemektedir. Pamuğun sınıflandırması temizliğine, rengine, lif uzunluğuna, inceliğine, mukavemetine ve olgunluk derecesine göre yapılmaktadır[1].

Pamuklu tekstil ürünlerinin avantajları şu şekilde sıralanabilmektedir[2]:

- Yaş halde iken mukavemeti, kuru mukavemete göre yaklaşık %20-30 oranında artış gösterir.
- Alerjik etkisi yoktur.
- Merserize edilebilme özelliği vardır; böylece parlaklığı, mukavemeti ve stabilitesi artar.

Pamuk lifi çoğunlukla giysi ve ev tekstil ürünlerinde kullanılır. Pamuğun sadece %10'luk bir teknik tekstil uygulaması mevcuttur[1].

Pamuk lifi, tekstil mamullerinin üretiminde tek başına kullanılabileceği gibi diğer liflerle karışım halde de kullanılabilmektedir.

Viskon, rayon olarak da adlandırılan selülozik yapılı, kâğıt hamurundan elde edilen bir lif olup, kullanım alanlarının ve renk yelpazesinin genişliğiyle, ev döşemeciliği ve hazır giyimde önem kazanmıştır. Ultra ince viskon, hazır giyim ürünlerine ipeksi bir görünüm ve tuşe verir. Viskondan elde edilen tekstil ürünleri rengi iyi tutmakta ve kuru temizleme yapılmadan yıkanabilmektedirler[4].

Selüloz, ağaç ve pamuk liflerinden kimyasal işlemlerle elde edilen viskon, pamuğa nazaran daha parlaktır, ipek görünümündedir. Tek başına üretim yapılabildiği gibi pamuk ve polyesterle harmanlanabilir. Islak mukavemeti çok düşük olduğundan tek kullanıldığında özel viskon tercih edilir. Yüksek sıcaklıkta ayrışır. Zayıftır ve sıkıştırılınca kolay kırışır. Aşınma dayanımı zayıftır. Güveye karşı dayanıklı, böceklerle karşı hassastır. Kimyevilere karşı hassastır ve çabuk yanar. Güneş ışığına karşı dayanıklıdır[4].

Emici özelliği ve canlı renklere boyanabilmesi dolayısıyla moda kumaşlar için aranan liftir. Yıkaması çok kolaydır. Çok geç kurur, kolay ütü olur. Yıkandığında fark edilir derecede çekme yapabilir. Statik ve tüylenme problemi olmaz. Kullanım alanları ise bluz, elbise, ceket, spor gömlek, spor kıyafet, kravat, takım elbise, iş elbiseleri, bayan iç çamaşırı, astar, pantolon, bayan şapkası gibi hazır giyim ürünleri, perde, battaniye, yatak çarşafı, masa örtüsü ve döşemelikler gibi ev tekstil ürünleri, endüstriyel/tıbbi tekstil ürünleri, nonwoven, oto lastikleri ve ayrıca hijyenik pedler olarak sıralanabilir. Ateşe dayanıklı rayon/yün karışımları ticari olarak uçak koltuklarında kullanılmaktadır[4].

Modal, %100 selüloz esaslı bir lif olup, ipeksi görünüm, dayanıklılık, giyimde konfor sağlaması, yüksek nem alıp verme özelliği ve bakım kolaylığı gibi nedenlerle, son yıllarında kullanımı giderek artmaktadır. Avusturyalı Lenzing firması tarafından geliştirilen ve selülozik esaslı bir lif olan modal, terlemeyi önlediği için genelde tene yakın giysilerde, özellikle de denim ile ev tekstilinde kullanılır. Modal, pamuğa kıyasla %50 daha fazla nem tutma oranına sahiptir. Böylece teri iyi tutar, konfor sağlar. Modal lif, düzgün yüzeye sahip olması nedeniyle yıkama sırasındaki kireç yığılmalarını da sebebiyet vermez. Modal ipliğin bir başka özelliği de pamuklu karışımlarda, kumaşın çok yıkamadan sonra sertleşmesini ve sararmasını önlemesidir[4].

Modal, yumuşak, canlı, dayanıklı, bakım ve yıkanabilme kolaylığı, yüksek nem alma ve bırakma özelliklerine sahip bir rejenere lif olduğundan hazır giyim sektöründe tercih edilen ürünler arasında ilk sıralardadır. Termoplastik özellikte olmaması ve rejenere selülozik esaslı olması nedeniyle terbiye işlemleri sırasındaki davranışı pamuk lifine benzerdir. Doğal bir beyazlığa sahip olması nedeniyle ağartma işlemi gerektirmemektedir. Gömlek, pantolon, etek, bluz, iç çamaşırı gibi hazır giyim ürünlerinde kullanılmaktadır[4].

2.2. Doğal Hammaddelerden Elde Edilen Alternatif Lifler

Pamuk ve selülozik liflerin hammaddesi olan bitkiler uzun yıllardır tercih edilen doğal malzemeler olmuşlardır. Şimdilerde ise bambu, soya fasulyesi, ısırgan otu gibi doğal hammaddelerden elde edilen lifler yenilikçi kumaşların üretiminde ticari olarak kullanılmaya başlanmıştır. Gerek estetik özellikleri gerekse kendilerine özgü bazı karakteristiklerinden dolayı alternatif, doğal, yenilenebilir özellikteki lifler

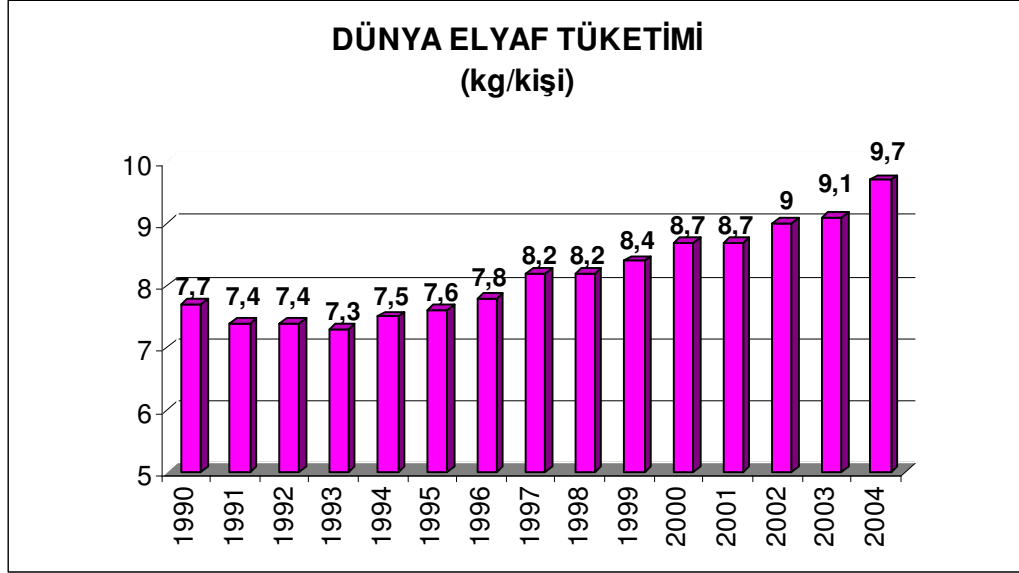
üzerindeki çalışmalar gün geçtikçe artmakta ve bu liflerin tekstil endüstrisinde kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Tablo 2.1’de kişi başına kg bazında dünya elyaf tüketiminin yıllara göre dağılımı görülmektedir[5]. Dünyada her yıl kişi başına tüketilen elyaf miktarı artmaktadır. Artan bu ihtiyacı karşılarken; konfor, estetik ve kullanım yönünden yüksek performanslı yeni ve farklı ürünler sunabilmek ve ekolojik faktörleri göz önünde bulundurmak önem kazanmaktadır.

Tablo 2.1: Dünya toplam elyaf üretimi ve kişi başına tüketim miktarı

Yıl	Doğal*	Yapay	Toplam	Nüfus (milyar)	Tüketim kg/kişi
	('000 ton)				
2004	24.100	37.979	62.079	6,41	9,7
2003	22.612	35.203	57.815	6,34	9,1
2002	22.747	33.477	56.224	6,23	9,0
2001	22.009	31.595	53.604	6,15	8,7
2000	21.505	31.147	52.652	6,08	8,7
1999	21.266	29.400	50.666	6,00	8,4
1998	19.990	28.296	48.286	5,92	8,2
1997	20.189	27.523	47.712	5,85	8,2
1996	20.237	24.680	44.917	5,77	7,8
1995	19.600	23.594	43.194	5,69	7,6
1994	19.461	22.613	42.074	5,61	7,5
1993	19.631	20.765	40.396	5,53	7,3
1992	19.673	20.481	40.154	5,45	7,4
1991	19.740	19.738	39.478	5,37	7,4
1990	21.460	19.380	40.840	5,28	7,7

* Kapok, rami, keten, kenevir, jüt, sisal ve hindistan cevizi lifi dâhil edilmemiştir.



Şekil 2.1: Dünyada kişi başına tüketilen toplam elyaf miktarının yıllara göre dağılımı

Biyoteknoloji alanındaki yenilikler, tekstil üretim yöntemlerinde ve yeni hammadde ve dolayısıyla kumaşların geliştirilmesi alanında düşük maliyetli ve etkin biyoteknolojik çözümler ve buluşlar sunmaktadır. Bu yeni kumaşların üretilmesi için lif ve iplik üreticileri çeşitli biyolojik bazlı ürünlerle çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmaların sektörde yarattığı avantajlar şu şekilde sıralanabilir[6]:

- Söz konusu ürünlerin doğal ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi
- Sentetik liflerden daha fazla çevre dostu olması
- Üretimlerinin her geçen gün tükenmekte olan petrol kaynaklarına daha az bağımlı olması

Tekstil ürünlerinde kullanımının yanı sıra, polimer bilimi ve biyoteknoloji alanındaki gelişmeler neticesinde lif takviyeli kompozit malzemelerin de endüstrinin birçok dalında uygulama imkânı bulması dolayısıyla, doğal hammaddelerden elde edilen liflere yönelik araştırmalar yoğunluk kazanmıştır.

Tekstil sanayinde yeni jenerasyon bitkisel kaynaklı liflerin kullanımına yönelik gelişmelerin, tüketicilerin konforlu, doğal ve çevreye zarar vermeyen ürünlere yönelik eğilimlerini ve taleplerini önemli ölçüde karşılayacağı düşünülmektedir.

Pamuk ve ketene benzer özellikler gösteren ve çeşitli endüstriyel uygulamalar için elverişli olan doğal selülozik lifler ilk olarak mısır bitkisinin yapraklarından elde edilmiştir.

Doğal hammaddelerden elde edilen söz konusu yenilikçi liflerin bazılarının belli başlı özelliklerini şu şekilde özetlemek mümkündür:

Lyocell,(Tencel®)* çok yönlü kullanım alanları olan rejenere selüloz liflerinin gelişmiş bir türüdür. Bu lifler değişik özelliklerinden dolayı giysi, ev tekstilleri, teknik tekstiller gibi geniş bir alanda rahatlıkla kullanılmakta olup diğer tekstil liflerine nazaran %100'e varan geri dönüş oranlarına sahiptir. Bu nedenle de ekolojik bir alternatif oluşturmaktadır[7].

Lyocell liflerinden üretilen ürünler yıkamaya karşı dayanıklı olup ipeğimsi bir yumuşaklığa sahiptirler. Bu nedenle geniş bir kullanım alanına hitap etmektedirler. Aşağıda lyocell liflerinden üretilmiş ürünlere çeşitli kullanım alanlarına yönelik bazı örnekler verilmiştir. Bunlardan bazıları[7];

- Elbise, manto, kazak, çorap, spor giyim ürünleri, erkek veya bayan iç giyim ürünleri,
- Yatak takımlarında yastık, örtü, perde, paketlenme malzemesi, hijyenik ürünler,
- Güneş şemsiyesi, yağmur şemsiyesi, çadır bezi,
- Halı, halı tabanı, yataklarda dolgu maddesi, temizlik bezleri
- Teknik kullanım alanlarında; otomobil sanayi, elektrik ve kahve filtresi, transport bantları, filtreler için iğneli keçe, sanayi için temizlik kâğıtları, kâğıt hamuru

olarak özetlenebilir.

Soyafasülyesi Fonksiyonel Lifi oldukça ileri, gelişmiş bir tekstil lifidir. Soyafasülyesi topağının biyoenerji teknolojisi ile yağlanmasıyla elde edilir. İlk önce, küresel proteinler soyafasülyesi topağından damıtılır ve arıtılır. İkinci olarak, yardımcı etmenler ve biyolojik enzimler altındaki işlemlerden sonra küresel proteinlerin büyüklüklerinde yapısal değişiklikler oluşur ve daha sonra protein eğirme sıvısı yüksek polimerler eklenerek şekerlenir ve üçüncü olarak da bu sıvı pişirildikten sonra 0.9~3.0dtex lif ıslak eğirme olarak üretilmiş olur ve asitlenerek sağlamlaştırılır. Son olarak ise, sarmal bukleler haline getirilerek ısıtılır ve daha sonra kısa hammadde olarak kesilir[8].

* Hollanda'da bulunan Acordis AG firmasının tescilli markası.

Soyafasülyesi fonksiyonel lifinin başlıca özellikleri şu şekilde sıralanmaktadır[9]:

- Hızlı yaş sızdırma ve nem geçirme özelliği sayesinde kuru, rahat, ferah ve sıcak tutmaktadır.
- Yumuşak, düz, akıcı, pürüzsüz bir his vermektedir.
- Hafif, parlak ve yumuşaktır.
- Bakteri tutma ve engelleme fonksiyonu ile her türlü hastalık faktörünü etkili bir şekilde önleyen bir yapıya sahiptir.
- Ultraviyole ışınlarından koruma özelliği vardır. Zararlı ultraviyole ışınlarını emme yüzdesi % 99.7'e kadar çıkabilmektedir. % 87'ye kadar ulaşan uzak kızıl ötesi ışınlarını yayma özelliği, deri hücrelerinin ölmesini engeller, kılcal damarlardaki kan dolaşımını düzenler ve termal etki yaratır.
- Elektronik cihazlar tarafından yayılan belirli boylardaki elektromanyetik dalgaları %77'ye varan oranlarda engellediği belirtilmektedir.

Isırgan Otu Lifi, I. ve II. dünya savaşı dönemlerinde pamuğa alternatif olarak kullanılmış olan ısırgan otu lifi, 1990'dan sonra ısırgan otu lifinin tekstilde kullanımı tekrar gündeme gelmiştir. Lif elde edilme yöntemleri keten ve kenevir liflerine benzerlik göstermektedir. Isırgan otu lifi keten, kenevir ve pamuk gibi doğal liflere alternatifi ya da tamamlayıcısı gibi görülmektedir[10].

Isırgan otu lifleri, bitkinin gövdesinin içinde, gövde boyunca uzanmaktadır. Gövde içerisinde lifler pektin adı verilen madde ile birbirlerine yapışmış durumdadırlar. Lifin gövdeden ayrılması için pektinin erimesi gerekmektedir. Isırgan otundan lif eldesi oldukça zor ve zaman alan bir prosestir. Ancak bilim adamları bu süreci hızlandırmak ve kolaylaştırmak için farklı enzimler geliştirmekte ve proses koşulları üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Günümüzde İtalya'da bazı moda evlerinde ısırgan otu lifinden yapılmış giyim ürünlerine rastlamak mümkündür[11].

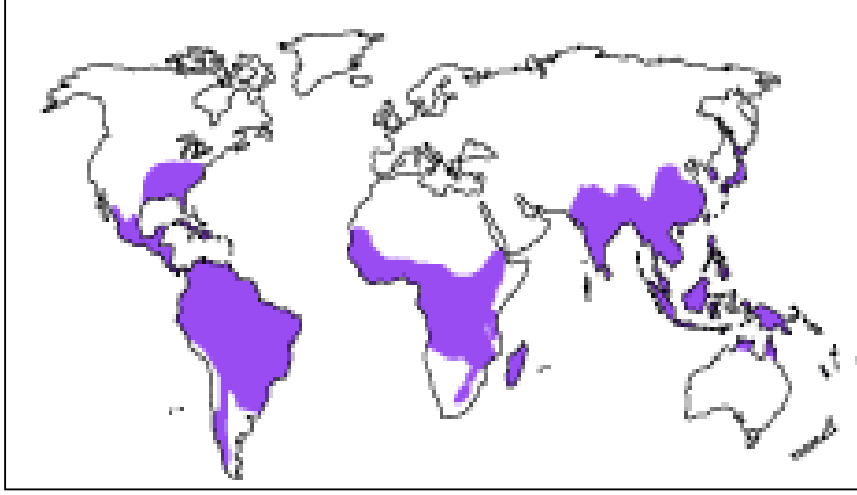
Isırgan otu lifinin uzunluğu 0,75 - 2,5 inç aralığında olup Mısır pamuğu ile yaklaşık değerlerdedir. Ağartma ve boyama işlemleri pamukta olduğu gibi gerçekleşmektedir[12].

2.3. Bambu

2.3.1. Bambu Lifinin Üretimi ve Genel Özellikleri

Bambu, tropikal iklim bölgelerinde yetişen, 3 – 4 yıl gibi kısa sürede olgunluğa erişen ve kağıt, mobilya, yapı, gıda, kimya endüstrisi gibi pek çok alanda kullanılan bir bitkidir.

Tekstilde kullanılan bambu lifi, gelişim ve üretim itibarıyla Asya kökenli olup, Moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla pubescens*) olarak adlandırılan bambu cinsinden elde edilmektedir. Şekil 2.2’de bambu bitkisinin yaygın olarak yetiştiği bölgeler görülmektedir[13].



Şekil 2.2: Bambu bitkisinin dünyada yaygın olarak yetiştiği bölgeler

Bambu lifi ilk olarak 2002’de Çin’in Hebei şehrinde bulunan Hebei Jigao Chemical Fiber Co. Ltd. adlı kimyasal lif üreticisi firma tarafından rejenere selülozik elyaf olarak geliştirilmiştir.[14] Tekstil endüstrisinde kullanılan bambu lifi, Çin patentli bir lif olup, şu an üretimi yalnız Çin’de gerçekleştirilmektedir. Yıllık üretim miktarı yaklaşık 40.000 ton civarındadır.

Bambu hamuru, hidroliz-alkalizasyon ve çok fazlı ağartma işlemleri sonucu bambu bitkisinin gövdesinin ve yapraklarının inceltilmesi ve arıtılması ile oluşan bir üründür. Sonraki aşamada bambu hamuru, lif üretim prosesleri ile bambu lifi haline getirilmektedir. Bambu lifinin üretim prosesinin viskon lifine büyük ölçüde benzerlik gösterdiği belirtilmektedir[15].

Yapılan birçok araştırma sonucu bambu lifinin dayanımının ve stabilitesinin oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Bambu lifinin incelik ve beyazlık dereceleri viskona büyük ölçüde benzerlik göstermektedir[12].

Bambu lifinin fiziksel özelliklerin pamuktan bir miktar daha iyi olduğu ve bambu lifinin enine kesitinin boşlukla bir yapıda olması nedeniyle nemi oldukça hızlı bir şekilde emip buharlaştırdığı belirtilmektedir. Viskon ile karşılaştırıldığında amorf bölge oranının daha yüksek olduğu ve dolayısıyla daha fazla nem absorbladığı ifade edilmektedir[14].



Şekil 2.3: Tekstilde kullanılan bambu lifi



Şekil 2.4: İnce bambu lifi

Şekil 2.4’te görülen ince bambu, lifi jüt, sisal, kenevir gibi liflerin kullanıldığı tekstil ürünlerinde kullanılabilir.



Şekil 2.5: Kalın bambu lifi

Şekil 2.5’te görülen kalın bambu lifi, organik liflerin yerine kullanılabilir ve yapı malzemesi olarak, otomobiller ve çevre koruma gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

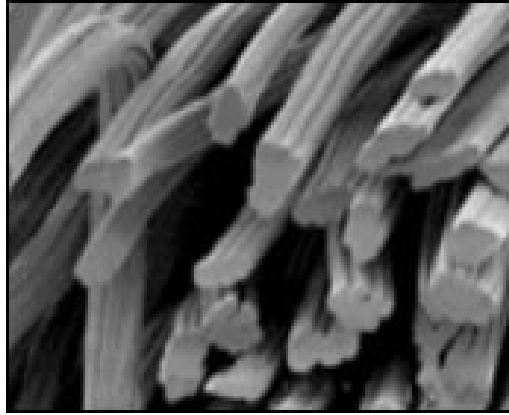
Bambu lifine ait önemli özellikleri kısaca şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Doğal anti-bakteriyel ve hipoalerjik olması: Bambu lifi, yapısındaki "Bambu kun" isimli madde nedeniyle doğal antibakteriyel özellik taşımaktadır[17]. Karışım ipliklerde bambu lifinin yer alması son ürünün anti-bakteriyel özelliğini olumlu yönde etkilemektedir. Karışımlarda bambu lifinin miktarı arttıkça daha iyi anti-bakteriyel özellik elde edilir. Genel olarak, tatminkâr seviyede anti-bakteriyel özellik elde etmek için karışım ipliklerde %70 oranında bambu lifinin yer alması önerilmektedir[18].

Antimikrobiyal tekstil ürünleri; antimikrobiyal maddenin lif çekimi esnasında eklenerek lif polimer yapısı içerisine hapsedilmesi veya bitim işlemleriyle tekstil mamulüne aktarılması ile elde edilmektedir. Lif çekim teknolojisinde antimikrobiyal madde, polimer ya da lif çekim çözeltisi içine düsedden geçirilmeden önce ilave edilmektedir. Katkı maddesinin özellikleri lif çekim koşulları (partikül çapı, ısı ve kimyasal dayanımı, polimerle herhangi bir etkileşimlerinin olmaması) ile uyumlu olmalıdır. Lif dışına yerleşen antimikrobiyal maddelerin uzaklaşmasının ardından iç kısımda bulunan antimikrobiyal maddeler migrasyonla lif yüzeyine çıkmaktadır. Bitim işlemleri ile antimikrobiyal etki sağlanması için uygulanan en yaygın yöntemler püskürtme, emdirme ve kaplamadır. Ancak bitim işlemleri ile sağlanan bu özelliklerin yıkama dayanımları düşük olduğundan kalıcılıkları sınırlıdır. Hâlbuki antimikrobiyal maddelerin lif çekimi adımıyla eklenmesiyle üretilen mamuller kullanıma uzun süre dayanıklı olmakta, hatta bazılarında antimikrobiyal özellik

mamul ömrü boyunca korunmaktadır. Bu şekilde üretilen liflere antimikrobiyal lifler adı verilmektedir.[19] Bambu lifi doğal antibakteriyel olma özelliği nedeniyle antimikrobik özellik kazandıran kimyasal maddeler kullanılmadığından deride alerjik oluşumlara yol açmamaktadır

- Çevre dostu olması ve biyolojik olarak ayrışabilme özelliği: Bambu lifinin üretim aşamalarında çevre kirliliğine sebep olacak prosesler yer almamaktadır. Elyaf üretiminde kullanılan çözücülerin tamamına yakını geri dönüşebilir özelliktedir. Doğal selülozik lif olmasından dolayı mikroorganizmalar ve güneş ışığı tarafından toprakta tamamıyla ayrışır[20].
- Vücutta oluşan teri emmesi ve serinlik hissi vermesi: Bambu lifinin enine kesitinde Şekil 2.6'da görüldüğü gibi çok miktarda mikro boşluk ve çukurların yer almasından dolayı (paralel olmayan mikro-yapıdan dolayı) yüksek seviyede nem tutma özelliğine ve hava geçirgenliğine sahiptir[20].



Şekil 2.6: Bambu lifinin enine kesitindeki mikro boşluk ve çukurlar

- Yumuşaklık: Kaşmir ve ipek tuşesine oldukça yakın seviyede yumuşaklığa sahiptir[20].
- Parlaklık: Bambu lifi doğal bir parlaklığa sahiptir ve bu nedenle mercerizasyon işlemi gerektirmemektedir[17].
- UV Işığını Kırma: Bambu lifi UV ışınlarını kırarak bu ışınların insan vücuduna zarar vermesini önlemektedir.
- Düşük kopma dayanımı (mukavemet): (Yaş mukavemeti kuru mukavemetinin %60'ı kadardır) Yapılan birçok araştırmada bambu lifinin tekstil uygulamaları açısından mukavemetinin yeterli seviyede olduğu belirtilse de China Bambro

Textile firması teknik kılavuzunda bambu lifinin mukavemeti düşük olduğundan dolayı bambu lifinden Ne8 - Ne60 aralığındaki numaralarda iplik üretilmesi önermektedir. 50s-60s aralığındaki numaralarda %100 bambu ipliği üretildiğinde katlama yapılması gerektiği belirtilmektedir[18].

2.3.2. Bambu Lifinin Kullanım Alanları

Bambu lifi hazır giyim ve ev tekstili ürünlerinin yanında jeotekstil ürünlerinde, endüstriyel kayış ve filtrelerde, kord bezi üretiminde, otomobillerde, inşaat yapılarında, tıbbi tekstil ürünlerinde ve havacılık sektöründe kullanılmaktadır. Bambu lifi ayrıca hafiflik ve yüksek performans açısından metallere alternatif olan bugünün yüksek teknoloji ürünü kompozit malzemelerin temelini oluşturmaktadır. Bambu lifi ayrıca sıvı filtrasyonu, toprak stabilizasyonu ve erozyonu önleme amacıyla kullanılan jeotekstil ürünlerinden hava ve suyu temizleyen filtrasyon malzemelerine, sulardan ve sulak arazilerden petrolün ayrılması için tasarlanan özel emici materyallere kadar çevre korumasını sağlayan pek çok üründe kullanılmaktadır [21].

- Erkek ve bayan iç ve dış giyim ürünleri: Bambu lifi, vücutta oluşan teri anında emmesi, serinlik hissi vermesi, parlaklığı, yumuşaklığı ve dökümlülüğü gibi özelliklerinden dolayı erkek ve bayan dış giyim ürünlerinde kullanılabilmektedir. Bunların yanında doğal anti-bakteriyel özelliği iç giyim ürünleri ve çoraplarda kullanılmaktadır. UV ışınlarını kırma özelliği de özellikle yazlık giysiler için uygundur[20].
- Hijyenik ürünler ve tıbbi tekstil ürünleri: Bambu lifi doğal anti-bakteriyel özelliğinden dolayı bandaj, maske, hastane giysileri, gıda ambalajları gibi pek çok hijyenik ürün ve tıbbi tekstil ürünleri için kullanılmaya elverişli olarak görülmektedir. Doğal anti-bakteriyel özelliğinden dolayı bambu lifinden elde edilecek hijyenik ürünlerde kimyasal antimikrobik madde ilavesi gerektirmediği için ciltte alerjik oluşumlara yol açmamaktadır[20].

Özellikle bambu lifinden yapılan nonwoven ürünler viskon lifinden üretilen nonwoven ürünlere büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Ayrıca bambu lifinin doğal antibakteriyel özelliği sayesinde hijyenik bez, koruyucu tampon ve bez, ağız maskesi ve gıda ambalajı gibi hijyenik ve tıbbi ürünler alanında geniş bir uygulama alanı bulacağı beklenmektedir.

- Ev tekstili: Nem absorpsiyonun yüksek olması, yumuşaklık ve anti-bakteriyel özelliği bambu lifinin havlular için uygun bir elyaf olmasını sağlamaktadır. Yatak çarşafı, nevresim, battaniye gibi çeşitli ev tekstili ürünlerinde kullanılan bambu lifi UV ışınlarını kırması özelliği ile perdeler için de elverişlidir[20].

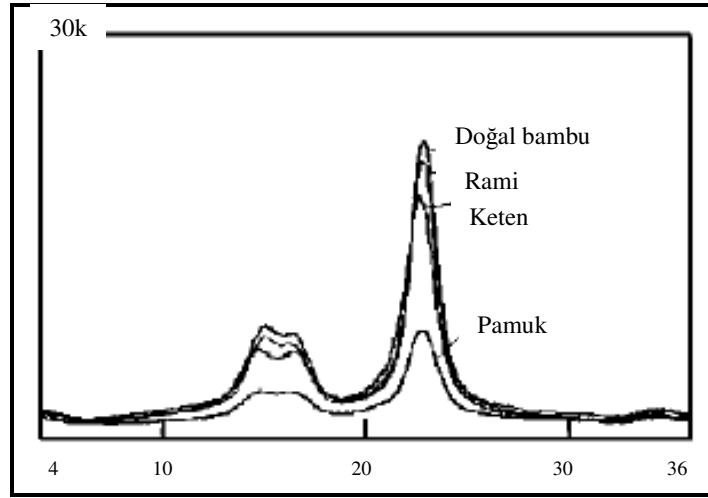
2.3.3. Bambu Lifi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Bambu lifi ile ilgili yapılan araştırmada elde edilen bilgilerin büyük kısmı Çin’de bambu lifi üretimi ve bambu lifinden elde edilen tekstil ürünlerinin üretimi, geliştirmesi ve pazarlaması konusunda önde gelen firmaların internette sunmuş olduğu kaynaklardan elde edilmiştir. Bambu lifine ait fiziksel parametreler, bambu ipliğine ait teknik veriler ve bambu iplik üretim prosesi, bambu kumaşların dokunması, ön terbiyesi ve boyanması ile ilgili bilgiler ve öneriler söz konusu firmaların yapmış olduğu araştırma ve uygulamalar çerçevesinde yer almaktadır.

Araştırma kapsamında, bambunun endüstrideki kullanımını arttırmak amacıyla yapılan deneysel çalışmaların daha çok polimer ve malzeme bilimi uygulamaları alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Kompozit malzemelerin avantajlarının anlaşılmasıyla kompozit kullanımı artmış, yeni tür kompozit arayışları başlamıştır ve tekstil malzemesi niteliğindeki lifli bir takviye yapısı ile güçlendirilmiş, matris adı verilen bir fazdan oluşan tekstil takviyeli kompozit malzemeler de endüstrinin birçok dalında uygulama imkânı bulmuştur. Bambu elyafı, dâhil olduğu kompozitlere birçok bakımdan avantajlar sağlamakta, kaçınılmaz olan çevre koruma eğilimine de uyum göstermekte ve katkı sağlamaktadır. Bu nedenle esasen tekstilde daha çok teknik tekstiller alanında yararlanılabilecek olan bu çalışmalardan burada giyim ve ev tekstili ürünlerinin üretimi ve ürün performansı konularında fayda sağlayabilecek olan çalışmalara ve elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

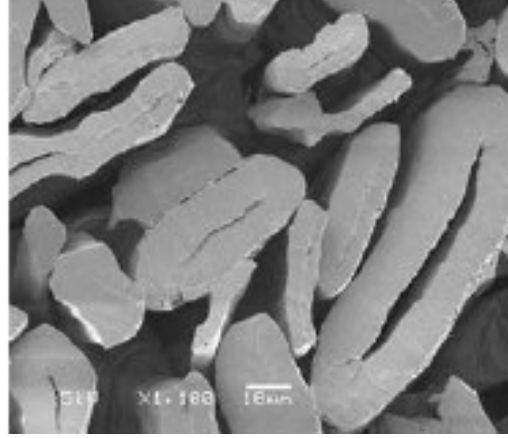
Wang, Y., ve Gao, X., “Study on Structure of the Nature Bamboo Fiber” adlı çalışmalarında bambu lifi hakkında detaylı bilgi elde etmek amacıyla bambu lifinin mikroyapısını incelemişlerdir. Doğal bambu ve rejenere bambu lifi olmak üzere iki tip lif bulunmaktadır. Doğal bambu lifinin rejenere bambu lifine göre daha avantajlı olduğu düşünülerek bu çalışmada doğal bambu lifi incelenmiştir. Çalışmada doğal bambu lifi, rami, keten ve pamuk lifleri kullanılmıştır. Yapılan deneylerin neticesinde söz konusu liflerin kristalin yapısı, kimyasal yapısı, morfolojisi, termal özellikleri incelenmiştir[22].

Şekil 2.7’de 4 farklı lifin X-ışını difraksiyon grafiğinde pik değerleri görülmektedir. Tüm liflerde difraksiyon pikinin oluştuğu açılar aynıdır. Sonuç olarak doğal bambu lifinin kristalin yapısının selülozik yapıdan kaynaklandığı, doğal bambu lifinin üretimi esnasındaki proseslerin liflerin kristalin yapısını değiştirmedığı görülmektedir. Şekilde ayrıca bambu lifine ait x-ray grafiğindeki pik değerlerinin yoğunluğunun rami, keten ve pamuk lifinin yoğunluklarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle bambu lifinin kristalinitesinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir.



Şekil 2.7: X-ışını difraksiyon grafiği

Bambu lifinin enine kesitinin elektron mikroskobu ile elde edilen görüntüsü Şekil 2.8’de görülmektedir. Bambu lifinin enine kesiti elips şeklinde olup ortası boşluklu bir yapıdadır. Bambu lifinin bu yapısından, su absorpsiyonu ve nem iletkenliğinin yüksek olduğu sonucu çıkarılmaktadır. Ayrıca, deney sonuçları, bambu lifinin uzunluğu boyunca düzensiz bir şekilde dağılmış olan yatay çizgiler ve node (boğumlar) bulunduğu göstermektedir. Bambu lifinin inceliği ramiye yakın olup, keten ve pamuğa göre daha yüksektir. Bambu lifinin uzunluğu kontrol edilebilmektedir ve yün, keten ve pamuk tipi liflerin uzunluklarında kesilebilmektedir.



Şekil 2.8: Doğal bambu lifinin enine kesiti

Liu ve arkadaşları “The Dyeing Behaviours of Bamboo Fiber with Reactive Dyes and The Product Development” adlı çalışmalarında bambu lifinin üretim prosesi, mikroyapısı ve lif özelliklerini ve bambu lifinin boyama davranışlarını incelemiş, lifin performans özelliklerine göre %100 bambu örme kumaş ve bambu lifini PET ile kaplayarak örme kumaş elde etmişlerdir. Buna göre bambu lifinin analizi ile elde ettikleri fiziksel özellikler Tablo 2.2’de görülmektedir[14]:

Tablo 2.2: Bambu lifinin analizi ile elde edilen fiziksel özellikler

İncelik	0.111 – 0.556 tex
Uzunluk	31-76 mm
Kuru mukavemet	≥ 1.90 cN/tex
Yaş mukavemet	≥ 1.0 cN/tex
Uzama	$\geq \%16.0$

Yapılan incelemeler neticesinde bambu lifinin boşluklu yapısından dolayı ve yüzeyinde çok sayıda kılcık yapıların bulunması dolayısıyla nem absorpsiyonunun yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, bambu lifinin yumuşaklık, doğal antibakteriyel özelliği, hava geçirgenliği, UV ışınları önleme gibi birçok olumlu özelliklerinin yanında mukavemetinin, özellikle yaş mukavemetinin oldukça düşük olduğu ve bu durumun boya ve terbiye işlemlerinde kısıtlayıcı bir faktör olduğu belirtilmektedir.

Shen ve arkadaşları “Surface properties of bamboo fiber and a comparison with cotton linter fibers” adlı makalede bambu lifi ve pamuk linterinin tuşeleri arasındaki farkı anlayabilmek için bambu lifinin serbest yüzey enerjisi, Lifshitz-van der Waals

gücü, Lewis asit ve baz bileşenleri gibi yüzey özelliklerini incelemişlerdir. Yüzey özellikleri incelenmeden önce her iki lif için de polimerizasyon dereceleri 500 ± 20 aralığında ve selüloz içeriği de %90 oranında olacak şekilde belirlenmiştir. Çalışmalar neticesinde elde edilen ilk sonuç her iki lifin de aynı serbest yüzey enerjisine sahip olmalarıdır. Her iki lif de eşit polimerizasyon derecesi ve selüloz yüzdelere sahip olmalarına rağmen yüzey serbest enerjilerinin eşit olması ilginçtir; çünkü söz konusu liflerin doğaları tamamıyla farklıdır. Bu iki lif arasında gözlenen en önemli fark bambu lifinin pamuk linterine göre daha fazla oranda (yaklaşık iki katı kadar) Lewis asit bileşeni bulundurmasıdır. Lewis asit bileşeninde suyun fazla miktarda bulunduğu bilindiğinden ve pek çok kişinin özellikle yaz mevsiminde suyla temas ettiklerinde ferahlık hissetmelerinden dolayı, bambu lifinin cilde temas ettiğinde su ile aynı fonksiyona sahip olabileceği belirtilmektedir. Belli ki, bu bulgu dokunma duyumuzla uygunluk göstermektedir. Çalışmada ayrıca bambu lifinin oryantasyon derecesinin pamuk linterine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu da bambu lifinin tekstil özelliklerinin pamuk linterine göre daha kötü olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmada pamuk linterinin bambu lifine göre daha yumuşak olduğunu diğer liflerle kolaylıkla karıştırılabildiğini (harmanlandığını) tespit edilmiştir[23].

K. Murali Mohan Rao ve K. Mohana Rao, “Extraction and tensile properties of natural fibers: Vakka, date and bamboo” adlı çalışmalarında hafif ve ekonomik kompozitlerin yapımında takviye malzemesi olarak kullanılan yeni doğal lifleri tanıtmayı amaçlamışlardır. Çalışmada söz konusu liflerin çıkarılma prosedürleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda bilinen doğal lifler arasında incelendiğinde (jüt, hindistancevizi lifi, muz...) bambu lifinin düşük yoğunlukta ve yüksek mukavemette olduğu görülmektedir. Bambu lifinin spesifik mukavemeti ve spesifik ağırlığı cam lifine göre oldukça düşüktür. Ancak bambu lifinin daha ucuz olması bu lifin takviye malzemesi olarak kullanımını sağlamaktadır. Mekanik yolla elde edilen bambu lifinin kimyasal yolla elde edilen bambu lifine göre daha iyi kalitede olduğu belirtilmektedir. Bambu elyafı elle (manuel) ve kimyasal olmak üzere iki farklı metotla elde edilmektedir. Mekanik yolla elde edilen elyafta lif uzunluğu boyunca lif kırılmalarının daha az olduğu görülmüştür. Mekanik yolla elde edilen bambu elyafının kalitesi büyük ölçüde elyaf yüzeyinin sıyrılması işlemine bağlıdır. Kimyasal metodun maliyetinin yüksek olmasıyla birlikte, liften bir miktar

ligninin ayrılması ile lifin mukavemetinin azalmasının yanında lif uzunluğu boyunca çok sayıda kopmalar olur. Mekanik yöntemle elde edilen liflerin mukavemet, lif uzunluğu ve lifin elde edilme maliyeti açısından kimyasal yolla elde edilen liflere göre daha üstün olduğu gözlenmiştir. Bambu lifi hafif, yenilenebilir ve biyolojik olarak bozunabilme özelliklerinden dolayı kompozit malzemelerde takviye malzemesi olarak kullanılabilir. Kimyasal yolla elde edilen bambu lifinin mukavemeti ve modülü mekanik yolla elde edilen bambu lifine göre daha düşüktür ancak yüzde gerilimi daha yüksektir. Bambu lifi muz ve sisal liflerine göre daha serttir fakat daha zayıftır. Yeni kullanılmaya başlanan liflerin yoğunlukları, yaygın olarak kullanılan doğal ve sentetik liflere göre daha düşüktür. Bu nedenle bambu lifi gibi söz konusu çalışma kapsamında incelenen liflerin hafif malzemelerin tasarımı için kompozitlerde doğal takviye malzemeleri arasında yer aldıkları söylenebilir[24].

Amada ve arkadaşları “Fiber Texture And Mechanical Graded Structure Of Bamboo” adlı çalışmalarında bambunun fonksiyonel olarak derecelenmiş ve hiyerarşik bir yapısının olduğu belirtilmektedirler. Bambunun çapı, kalınlığı ve uzunluğu makroskobik olarak derecelenmiş yapıda iken, lif dağılımı bambuya önemli özellikler kazandıran mikroskobik olarak derecelenmiş bir yapı göstermektedir. Takviye lifleri bambunun gövdesi boyunca uzanmışken, gövdenin boşluklu bölümleri arasındaki bağlantı noktalarındaki liflerin, gövdeye ilave destek sağlayan izotropik özellikteki bu bağlantı noktalarını oluşturmak için karmaşık bir yapıda oldukları saptanmıştır[25].

Okubo ve arkadaşları “Development of bamboo-based polymer composites and their mechanical properties” adlı makalelerinde ekolojik amaçlı kompozitlerin (eko-kompozitler) bambu lifleri ve onların temel mekanik özellikleri kullanılarak geliştirilmesini anlatmaktadırlar. Yapılan çalışmada bambu ağaçlarından bambu liflerini çıkarmak için buhar patlaması (steam explosion) tekniği kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda bambu lifinin mukavemetinin cam lifine eşit olduğu görülmüştür. Buhar patlaması tekniği ile elde edilen liflerin kullanıldığı polipropilen bazlı kompozitlerde, mekanik yolla elde edilen liflerin kullanıldığı kompozitlerle karşılaştırıldığında empregnasyonun daha iyi olduğu ve boşluk miktarının azalmasından dolayı mukavemet ve modülün sırasıyla %15 ve %30 oranında arttığı gözlenmiştir. Buhar patlaması tekniğinin termoplastik malzemeleri güçlendirmek amacıyla bambu lifi elde etmek için etkili bir metot olduğu belirtilmiştir[26].

Olesen P.O. ve Plackett D.V., “Perspectives on the Performance of Natural Plant Fibres” adlı makalelerinde başlıca bitkisel liflerin mikroskobik özellikleri, kimyasal bileşimleri ve fiziksel özellikleri hakkında önemli karakteristiklerini incelemişlerdir. Söz konusu makalede bitkisel liflerin gelecekte özellikle nonwoven tekstil ürünlerinde (filtreler, yalıtım malzemeleri, jeotekstiller) ve kompozit malzemelerde kullanımının yaygınlaşacağı vurgulanmaktadır[27].

2.3.3.1. Bambu lifinin tayini

CTITI (China Textile Industry Testing Institute) ve China Bambro Textile Co. Ltd. firmasının birlikte yapmış oldukları çalışmalar sonucunda bambu lifinin viskon lifinden ayırt edilebilmesine yönelik bir test yöntemi geliştirilmiştir. Bambu lifinin tayinine yönelik test, lifin enine kesitinde viskon lifi ile karşılaştırıldığında daha fazla mikro boşlukların bulunması temeline dayanmaktadır. Bambu lifinin sahip olduğu bu mikroyapı, bambu lifinden elde edilen ürünlere nefes alabilirlik ve serinlik hissi özelliklerini kazandırmaktadır. Ayrıca, söz konusu mikroyapı bambu lifinin sülfürik asit içerisinde viskona göre daha fazla çözünürlüğe sahip olması ile sonuçlanmaktadır.

Bambu lifinin tayini için geliştirilen metot, sülfürik asitte çözünürlüklerine göre bambu lifinin viskon lifinden ayırt edilmesi esasına dayanmaktadır. Testin aşamaları şu şekilde belirtilmektedir[28]:

1. Numunenin hazırlanması: Bambu lifleri ve viskon lifleri elle tarandıktan sonra, lifler kesilir ve orta kısımda yer alan lifler alınır. Orta kısımdaki liflerin 10mm’lik bölgesinde hiçbir yabancı maddenin bulunmamasına dikkat edilmelidir.

2. Kullanılan araç ve gereçler:

- Hassas terazi (0,1 mg’a duyarlı)
- Eritme kabı ya da filtre
- 100 ml’lik beher
- Ucu yuvarlak cam çubuk
- Tartma şişesi
- Termometre: 50 °C
- Pipet: 50ml
- Ölçme silindiri: 50ml, 25ml

- Elektrotermal kurutucu
- Çelik tarak: 10diş/CL
- Kesme makinası: 0.01mm/10mm hassaslıkta
- Kıskaç
- SH2-D(III) vakum pompası

3. Kimyasallar:

% 55,5 standart sülfirik asit çözeltisi

% 0.1 Heliantin B

% 1 amonyak

4. Deneyin yapılışı:

Numuneler karıştırılır ve mevcut su miktarı belirlenir. Numune tartma şişesine koyulur ve 105 – 110 °C sıcaklıkta 2 saat süreyle etüvde bekletilir, daha sonra şişe atmosfer sıcaklığına gelene kadar soğutulmak üzere kurutucuya koyulur ve tekrar tartılır.

20°C'deki %50-55'lik sülfirik asit pipetle alınır ve 100ml'lik behere koyulur ve 0,5gr numune (tamamen kurutulmuş numune) çözeltiye daldırılır. 30 dk sonunda numune filtre aracılığıyla süzülür. Çözünmeyen lifler sırasıyla 50ml %55'lik sülfirik asit ve 50 ml su ile yıkanır ve daha sonra ağırlığı numunenin yaklaşık 50 katı ağırlığında %1'lik amonyak ile nötralize edilir. Daha sonra numune tekrar su ile durulanır ve 105–110 °C sıcaklıktaki etüvde sabit bir ağırlığa gelinceye kadar kurutulur.

5. Sonuçların hesaplanması:

Su miktarı:

Numunedeki su miktarı (2.1) no'lu formüle göre hesaplanmaktadır.

$$W = \frac{G1 - G2}{G1} \times 100 \quad (2.1)$$

W: Su miktarı (%)

G1: İlk numunenin ağırlığı (gr)

G2: Kurutulmuş numunenin ağırlığı (gr)

Çözünürlük:

Çözünürlük miktarı (2.2) no'lu formüle göre hesaplanmaktadır.

$$R = \frac{G(1-W) - (G3-G4)}{G(1-W)} \times 100 \quad (2.2)$$

R: Çözünürlük (%)

G3: Deney sonrasında eritme kabı ve kurumuş çözünmemiş liflerin ağırlığı (gr)

G4: Deney öncesinde eritme kabının ağırlığı (gr)

W: Lifteki su miktarı (%)

Viskon lifinin çözünürlüğü: %19.07

Bambu lifinin çözünürlüğü: %32.16

2.3.3.2. Bambu lifine ait fiziksel parametreler

İncelik ve uzunluklarına göre bambu lifinin çeşitleri Tablo 2.3'te yer almaktadır[15].

Bambu lifi ayrıca filament olarak da üretilmektedir.

Tablo 2.3: İncelik ve uzunluklarına göre bambu lifinin çeşitleri

Bambu Lifi	
İncelik (dtex)	Uzunluk (mm)
1.33 / 1.56 / 1.67	38
2.00	45
2.22	51
2.78	51
3.33	64
	76
5.56	38

Piyasadaki mevcut bambu liflerinin uzunluk ve incelik değerlerinden de görüldüğü üzere bambu lifi hem kısa lif iplik eğirme sistemlerinde hem de gerek strayhgarn gerekse kamgarn olmak üzere uzun lif iplik eğirme sistemlerinde kullanılabilmektedir.

China Bambro Textile Co. Ltd. firmasının yapmış olduğu çalışmalar kapsamında bambu lifine ait 20 °C sıcaklık ve %65 izafi nem'in bulunduğu test koşullarında elde edilen fiziksel parametreler Tablo 2.4'te yer almaktadır[15]:

Tablo 2.4: Bambu lifine ait fiziksel parametreler

Test koşulları: Sıcaklık: 20 °C İzafi nem: %65±3	
Kuru Mukavemet (cN/tex)	23.3
Kuru mukavemet (%CV)	13.42
Yaş Mukavemet (cN/tex)	13.7
Kuru kopma uzaması (%)	23.80
Lineer yoğunluk sapması (%)	-1.8
Uzunluk sapması (%)	-1,8
Beyazlık (%)	69.6
Yağ içeriği (%)	0.17
Nem absorbsiyonu (%)	13.03

2.3.3.3. Antibakteriyellik testi

CTITI (China Textile Industry Testing Institute) tarafından bambu lifinin antibakteriyellik özelliği incelemek amacıyla yapılan testin detayları Tablo 2.5'te yer almaktadır. Yapılan test sonucunda bambu lifinin üzerindeki bakteri miktarının zaman içinde azaldığı, pamukta ise bakteri miktarının arttığı gözlemlenmiştir[16].

Tablo 2.5: Antibakteriyellik testi (1)

Numune	Bambu lifinden elde edilmiş tekstil ürünü	Adet	1
Tipi	Döşemelik kumaş		
Test metodu	1. Çin Tekstil Endüstrisi/Standard: FZ/T 01021-92: Tekstil ürünleri antibakteriyellik özelliği test metodu		
	2. Test bakterisi		
Test Sonuçları			
Test kumaşı	0 saat: Aşılanan bakteri miktarı	24 saat sonraki bakteri miktarı	Antibakteriyellik oranı
Bambu kumaş	8,6 x 10 ⁴	0,6 x 10 ²	>%99.8%
Pamuk kumaş	2,0 x10 ²	1.1 x 10 ⁸	

Shangai Tenbro Bamboo Textile Co. Ltd. firmasının yapmış olduğu antibakteriyellik testine ait veriler ise Tablo 2.6'da yer almaktadır. Yapılan test sonucunda bambu kumaşın antibakteriyel özellikte olduğu tespit edilmiştir[29].

Tablo 2.6: Antibakteriyellik testi (2)

Test numunesi:	%100 bambu kumaş		
Test tanımı:	Tekstil ürünlerinin antibakteriyel özelliğinin tayini		
Test metodu:	MRSA Staphylococcus IID 1677		
Test sonuçları:	JIS L 1902 Miktar testi		
Aşılanan bakteri sayısı [A]		2.3×10^4	Log A = 4,4
Bakteri aşılandıktan sonra kontrol numunesindeki bakteri sayısı [B]		$1,4 \times 10^7$	Log B = 7,1
Test numunesinde 50 yıkamadan sonra gözlenen sonuç	Bakteri aşılandıktan sonra test numunesindeki bakteri sayısı [C]	Log C	Log B- log C
	1.0 x 1.0	1.3	3.1
	Kumaşın antibakteriyel özellikte olduğu görülmüştür.		

2.3.3.4. Bambu ipliği ile ilgili teknik veriler

Daha önce de belirtildiği gibi bambu lifi hem kısa lif iplik eğirme sistemlerinde hem de gerek strayhgarn gerekse kamgarn olmak üzere uzun lif iplik eğirme sistemlerinde %100 bambu olarak ya da çeşitli karışımlarda kullanılabilir. Kısa lif eğirme sisteminde de ring, rotor ve özlü iplikler (core yarn) üretilmektedir.

Bambu iplik üretimi, viskon iplik üretimine büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Üretimde yalnızca birtakım küçük düzenlemeler yapılması gerekmektedir. China Bambro Textile Co. Ltd. firmasının yapmış olduğu çalışmalar neticesinde bambu iplik üretimine yönelik olarak sunduğu öneriler şöyledir[18]:

1. Çekim ve fitil aşamalarında bambu lifi uçuntu oluşturma eğiliminde olduğu için iplikhanede yüksek oranda nem (%65–70) ve düşük sıcaklık (25°C) olması önerilmektedir. Eğer bambu lifi çok kuruyorsa, nemini artırmak için buharla ön işleme tabi tutulması tavsiye edilmektedir.
2. Bambu lifleri arasındaki kohezyon düşük olduğu için büküm katsayısının yüksek olması gerekmektedir. Tarak tülbindinin gerilimi ve fitil geriliminin düşük olması önerilmektedir.
3. Eğirme sırasında tüylülüğü kontrol edebilmek için iyi kalitede çelik bilezik ve kopça kullanılması gerekmektedir.

Tablo 2.7 ve Tablo 2.8’de China Bambro Textile Co. Ltd. firmasının örme ve dokuma iplikleri için yapmış olduğu çalışmalara ait teknik veriler yer almaktadır[18]:

Tablo 2.7: Bambu örme ipliklerine ait teknik veriler

Örme İpliği	İplik No	Büküm Katsayısı	Mukavemet (CN)	Düzensizlik (CV%)	1000 m’deki kalın yer	1000 m’deki ince yer
%100 bambu	32s	340	220	13,24	20	4
	40s	350	170	14,78	68	25
%70 Bambu/ %30 pamuk	32s	340	185	13,12	18	5
	40s	350	150	13,60	47	12

Tablo 2.8: Bambu dokuma ipliklerine ait teknik veriler

Dokuma İpliği	İplik No	Büküm Katsayısı	Mukavemet (CN)	Düzensizlik (%CV)	1000 m’deki kalın yer	1000 m’deki ince yer
%100 bambu	32s	360	240	13,16	20	3
	40s	380	160	14,63	50	19
%70 Bambu/ %30 pamuk	32s	360	181	13,06	17	5
	40s	390	181	13,55	30	11

Yine, Bambro Textile Co. Ltd. firmasının çalışmaları kapsamında, çeşitli numaralarda %100 bambu ring ve kompakt ipliklerin fiziksel parametreleri Tablo 2.9 ve Tablo 2.10’da yer almaktadır:

Tablo 2.9: %100 bambu ring iplik özellikleri

İplik no	Ne 16/1	Ne 21/1	Ne 32/1	Ne 40/1
Hammadde/harman	%100Bambu	%100Bambu	%100Bambu	%100Bambu
İncelik – uzunluk	1.56dtex 38mm	1.56dtex 38mm	1.56dtex 38mm	1.56dtex 38mm
İplik no (%CV)	2	1,46	1,31	1,9
R.k.m	15,26	13,4	13,5	11,3
Uzama	12,26	13,7	14	12,9
Uzama (CV)	11,11	11,6	11,7	13
Tüylülük	2,48	4,8	4,13	3,98
U (%)	9,32	8,95	10,13	10,72
İnce yer (-%50)	0	0	2	10
Kalın yer (+%50)	2	6	18	22
Neps (+%200)	3	9	40	42

Tablo 2.10: %100 bambu kompakt iplik özellikleri

İplik no	Ne 16/1	Ne 20/1	Ne 30/1
Hammadde/ harman	%100 Bambu	%100 Bambu	%100 Bambu
İncelik - uzunluk	1.56dtex	1.56dtex	1.56dtex
	38mm	38mm	38mm
İplik no (%CV)	1,6	1,6	1,6
Tüylülük	4,5	4	3,7
Büküm (T/M)	535	600	755
R.K.M	14,5	14,5	13,5
R.K.M (CV)	7,5	8	9
Uzama	14	14	12,5
Uzama (CV)	7,5	8	9.0
U (%)	10	10,5	11,5
İnce yer (-%50)	0	2	3
Kalın yer (+%50)	5	8	15
Neps (+%200)	10	18	22

2.3.3.5. Bambu kumaşların dokunması

Bambu ipliklerin nem çekme hızı ve uzaması yüksek olduğu için haşılama ve sarım esnasında gerilimin düzgün ve düşük olması gerekmektedir. İnce ipliklerde, haşıllamada uzamanın kontrol edilmesi ve hem sarım hem de haşıllama işlemlerinde gerilimin düşük olması önerilmektedir. Bu durumda dokumada artan uzamanın neden olduğu kopmalar engellenebilir[18].

Bambu lifi hidrofiliktir, bu nedenle haşılda ana madde olarak denatüre edilmiş nişasta seçilmelidir. Tüylülüğü azaltmak için polivinil alkol yerine haşıl çözeltisi içerisinde akrilik asit kullanılması önerilmektedir. Akrilik asit ipliğin daha yumuşak olmasını ve ipliğin kolaylıkla ayrılmasını sağlar. Ancak akrilik asit gereğinden fazla kullanıldığında ipliğin nem absorblamasına neden olur[18].

Bambu lifi neme karşı hassastır. Nem oranının orta seviyede olması gerekmektedir. Bu oran çok düşük olduğunda bambu lifleri kırılır. Bununla birlikte nem oranı yüksek olduğunda bambu liflerinin mukavemeti büyük ölçüde düşer. Uygun olan nem oranı %8–9’dur[18].

Dokuma sırasında izafi nemin %65–75 oranında olması önerilmektedir. Ancak ipliğin nem oranı yüksek olduğunda daha düşük izafi nemde çalışılabilir[18].

2.3.3.6. Bambu kumaşlarda ön terbiye işlemleri

Bambu, rejenere selülozik bir lif olduğundan hem asitlere hem de alkalilere karşı hassastır. Bambu lifinden oluşan kumaşların yaş mukavemeti düşük olduğundan, boyama ve ön terbiye esnasında düşük ya da negatif gerilim olması gerekmektedir. Bambu lifinin boyanmasında reaktif boyarmaddelerin kullanılması önerilmektedir. Reaktif boyarmaddeler bambu lifinin molekülleri ile düşük alkali ortamda reaksiyona girebilir[18].

Gaze: Life zarar vermemek için hafif miktarda gazeleme yapılmalıdır.

Haşıl sökme: Haşıl sökme oranı %80'in üzerinde olmalıdır.

Kaynatma: %100 bambu lifinden oluşan iplik ve kumaşlarda, kaynatma aşaması atlanabilir, çünkü saf bambu lifi az miktarda döküntü ve pigment içerir. Eğer kaynatma yapılacaksa kullanılan kalsine soda (susuz soda)'nın hacmi 10g/lt'yi geçmemelidir. Kalsine soda (susuz soda)'nın ve oksidol'un fazla olması bambu lifine zarar verebilir.

Ağartma: Bambu lifinin doğal rengi sarıya yakındır. Bambu lifinin beyazlık derecesi pamuktan daha düşüktür. Bambu/pamuk karışım ipliklerinden dokunmuş kumaşlarda kaynatma ve ağartma gerekli seviyede olmazsa giysinin beyazlık derecesi düzgün olmaz.

Merserizasyon: Bambu lifinin doğal bir parlaklığı olduğundan dolayı merserize işlemi gerektirmez. Ancak boyarmadde absorpsiyonunu artırmak için merserizasyon yapılabilir. Ayrıca merserizasyon işlemi düzgün bir yüzey ve parlaklık oluşmasını sağladığı için boyalı kumaşların daha canlı görünmesini sağlar. Bambu lifinin asit ve alkali dayanımının düşük olduğu dikkate alınmalıdır.

Boyama: Bambu lifinin yaş mukavemeti düşüktür. Suda fazla miktarda şişer. Bambu lifinden oluşan tekstil mamulleri jigger ya da halat boyama makinalarında boyanabilir. Boyamada kalsine soda hacminin 25g/lt'yi, sıcaklığın da 100 °C'yi geçmemesi gerekmektedir. Kurutmada sıcaklık ve gerilim düşük olmalıdır.

2.3.3.7. %100 bambu iplik ve kumaşların boyanması

Kimyasal yapı bakımından bambu ve pamuk liflerinin her ikisi de selülozik olduğu için aynı boyama mekanizmaları bu iki lif için de geçerlidir. Bu nedenle pamuk için uygun olan tüm boyarmaddeler bambu lifi için de kullanılabilir.[18] Yapılan çalışmalar sonucunda bambu kumaşların pamuk, modal ve viskon liflerinden daha az miktarda boyarmaddeye ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Bu da bambu lifinde boyarmadde absorpsiyonunun daha iyi olduğunu göstermektedir. Bambu lifinin, boyarmaddeyi daha hızlı şekilde absorbladığı ve renkleri daha iyi gösterdiği belirtilmektedir[16].

2.3.3.8. Bambu/pamuk karışım ipliklerin ve kumaşların boyanması

Pamuk ile karşılaştırıldığında bambu lifi çok boşluklu tekstüre liftir ve boyama derecesi ve boya alma hızı pamuğa göre daha düşüktür. Bambu/pamuk karışımı tekstil mamullerinin boyandığında yanardönerlik ya da iki renk oluşumu gözlenebilir. Bu nedenle hem bambu ve hem de pamuk lifi için benzer boyama dinamikleri eğrisi ve benzer absorpsiyon değerlerine sahip boyarmaddelerin seçilmesi gerekmektedir. Bambu çevre dostu bir lif olduğu için, verimliliği artırmak, boyama güçlüklerini ve yıkamayı azaltmak, boyama derecesini, renk haslıklarını ve özellikle de güneş ışığı haslığını geliştirmek için yüksek haslığa sahip ve çevre dostu reaktif boyarmaddeler kullanılmalıdır[18].

3. MATERYAL VE METOT

Bu tezin uygulama aşaması çeşitli numara ve karışımlarda rotor ve ring melanj iplik üretimi yapan bir işletmede yürütülmüştür. İplik testleri de yine söz konusu firmanın laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tüm testler $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ bağıl nem şartları altında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

3.1.1. Elyaf

Bu çalışmada bambu iplik üretimi yapan bir işletmeden Ne 0,80 numara $\%100$ bambu fitil tedarik edilmiştir. Fitil üretiminde kullanılan elyaf üzerinde yapılan testler sonucu elde edilen değerler Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1: Elyaf özellikleri

Lif Doğrusal Yoğunluğu (denye)	1,3
Kuru Mukavemet (cN/tex)	24,18
Kopma Uzama (%)	26,9
Nem absorpsiyonu (%)	12,5

Lif doğrusal yoğunluğu gravimetrik metot yoluyla TS 2874 EN ISO 1973’e göre tayin edilmiştir[30]. Lif uzunluğu, elyafın tedarik edildiği firma tarafından 38 mm olarak belirtilmiştir.

Tek lif kopma mukavemeti ve kopma uzama değerleri TS EN ISO 5079:2003’e göre tayin edilmiştir[31]. SDL M 250 marka mukavemet cihazında gerçekleştirilen testte cihaz hızı 20mm/dak, çene mesafesi de 10mm’dir.

Lifin nem absorpsiyonu değeri etüv yöntemi ile ölçülmüş olup, buna göre test numunesi sabit ağırlığa gelene kadar $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 2 saat süreyle bekletilmiş ve numunenin yaş ve kuru ağırlığına göre nem absorpsiyonu değeri hesaplanmıştır.

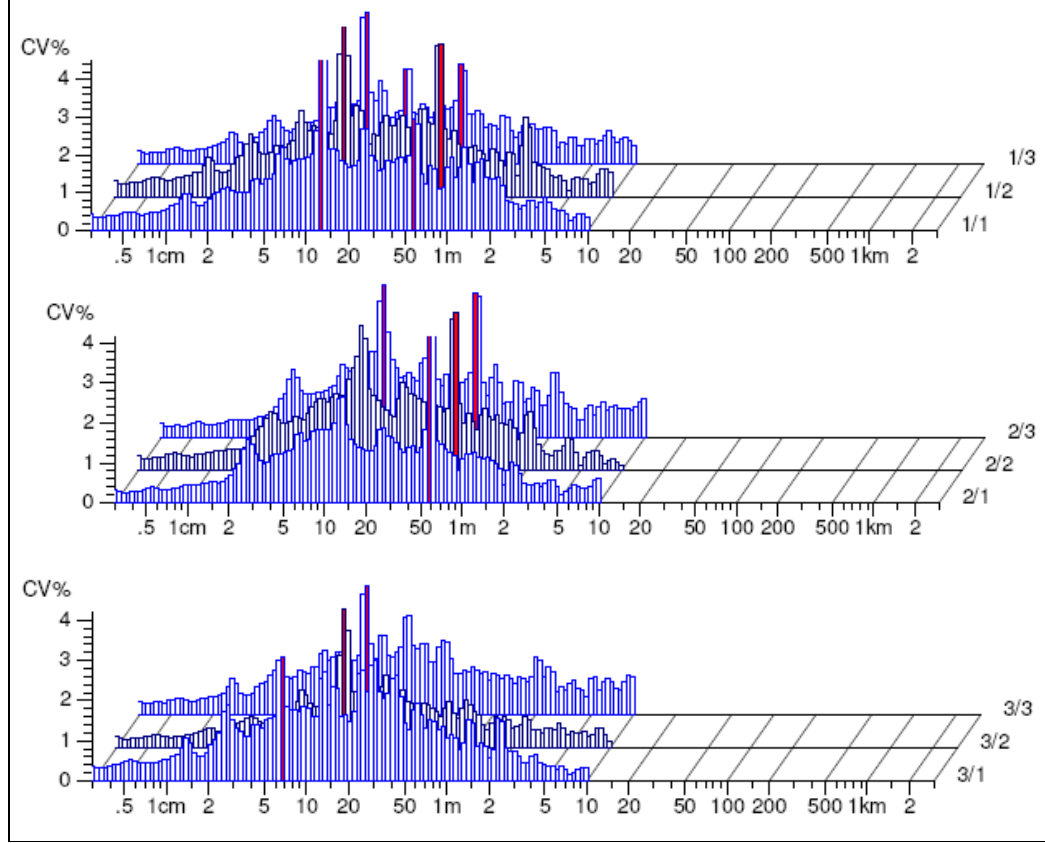
3.1.2. Fitiller

Tedarik edilen 9 bobin fitilden 3'ü üzerinde yapılan ölçümlerin sonucu Tablo 3.2.'de verilmektedir. Söz konusu fitillere ait düzgünsüzlük ölçümlerinin spektogram grafikleri de Şekil 3.1'de görülmektedir. Uster Tester 4 düzgünsüzlük cihazında ölçümler yapılırken elyaf tipi olarak 1.7 dtex – 38 mm viskon lifi esas alınmıştır. Viskon ve bambu liflerinin fiziksel özelliklerinin birbirine oldukça yakın olması ve ölçüm standartlarında bambu lifinin yer almaması nedeniyle fitil ve iplik testlerinde viskon lifi baz alınmıştır.

Tablo 3.2: Fitil özellikleri

Fitil no	Ölçüm no	%U	CV _m	CV _m (1m)	CV _m (3m)
1	1	8,32	10,75	3,51	2,14
	2	6,92	8,76	2,92	1,53
	3	9,38	11,4	7,04	7,04
2	1	8,75	10,99	6,11	5,17
	2	7,87	9,95	3,54	2,93
	3	8,31	10,58	4,98	4,31
3	1	6,00	7,47	2,45	2,16
	2	11,36	13,44	10,56	10,29
	3	8,56	10,62	6,93	6,53
ORTALAMA		8,39	10,44	5,34	4,68
S. SAPMA		1,50	1,67	2,60	2,89

Uster istatistiklerine[32] göre 0,80 Ne %100 pamuk karde fitilin %5 kalite seviyesindeki CV_m(kütle değişimi katsayısı) değeri 4,97, %95 seviyesindeki CV_m değeri 7,73'tür. Bu değerler 0,80 Ne %100 pamuk penye fitil için ise sırasıyla 3,37 ve 5,66'dır. Dolayısıyla bambu iplik üretiminde kullanılan fitillerin CV_m değerleri incelendiğinde, %100 pamuk fitiline ait söz konusu değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durumun iplik düzgünsüzlük değerleri incelenirken dikkate alınması gerekmektedir.



Şekil 3.1: Fitol düzgünsüzlük ölçümlerinin gösterimi

3.1.3. İplikler

Çalışmada, Ne 0,80 numara %100 bambu fitilinden çeşitli numaralarda bambu iplikleri üretilmiştir. Üretilen iplik numaraları aşağıda yer almaktadır:

- Ne 20/1
- Ne 24/1
- Ne 30/1
- Ne 36/1
- Ne 40/1
- Ne 50/1

3.1.4. İplik Üretim Makinaları

İplikler ring iplik eğirme sistemine göre üretilmiştir. İpliklere ait eğirme parametreleri Tablo 3.3'te belirtilmektedir:

Tablo 3.3: Eğirme parametreleri

Makina Modeli	Ne	T/m	Çekim	Kopça	Bilezik Çapı	Masura Yüksekliği	Rpm
Platt 800	20/1	625,23	25,12	2/0	45mm	220mm	8910
Platt 800	24/1	671,13	31,06	2/0	45mm	220mm	8910
Platt 800	30/1	785,36	37,50	4/0	45mm	220mm	8910
Platt 800	36/1	872,62	44,91	4/0	45mm	220mm	8910
Platt 800	40/1	911,41	50,09	5/0	45mm	220mm	8910
Rieter G10	50/1	1080	37,50	7/0	42mm	220mm	13600

3.2. Testler

Tüm testler, numuneler laboratuvar şartlarında en az 24 saat süreyle kondisyonlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Testler her iplik numarası için 9 kops üzerinde yürütülmüştür.

İplik testleri ile ilgili detaylar Tablo 3.4’te özetlenmektedir:

Tablo 3.4: İplik testleri

Test	Test cihazı	Numune adedi	Her bir numunede yapılan test sayısı
Numara	Zweigle L232 İplik Numara Çıkırığı	9	5
Büküm	ETT elektronik büküm cihazı	9	10
Düzgünsüzlük	Uster Tester 4	9	3
Mukavemet	Premier Tensomaxx 7000	9	5
Tüylülük	Uster Tester 4	9	3

3.2.1. İplik Numara Tayini

Zweigle L232 marka iplik çıkırığı kullanılarak iplikler, her bir kopstan 120 yarda’lık 5’er çile sarılarak hassas terazide tartılmış ve bulunan ağırlık ve uzunluklar kullanılarak iplik numarası Ne olarak hesaplanmıştır.

3.2.2. Büküm Tayini

Üretilen ipliklerin bükümü ETT marka büküm cihazında ölçülmüştür. Her bir kopstan 10 adet olacak şekilde 25 cm'lik test mesafesinde ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Düzgünsüzlük ve Tüylülük Ölçümü

İpliklerin düzgünsüzlük ve tüylülük testleri Uster Tester 4 cihazında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler her kopstan 400m iplik uzunluğunda 1 dakika süreyle 3 kez tekrarlanarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre her bir iplik numarası için toplam 27 adet ölçüm yapılmıştır. İnce ve kalın yerler ile neps miktarı sonuçları 1000m için verilmiştir.

3.2.4. Mukavemet

İpliklerin mukavemet testleri Premier Tensomaxx 7000 cihazında yapılmıştır. İpliklerin mukavemetlerinin tayini için her kopstan 5'er adet olmak üzere her bir iplik numarası için toplam 45 adet mukavemet testi yapılmıştır.

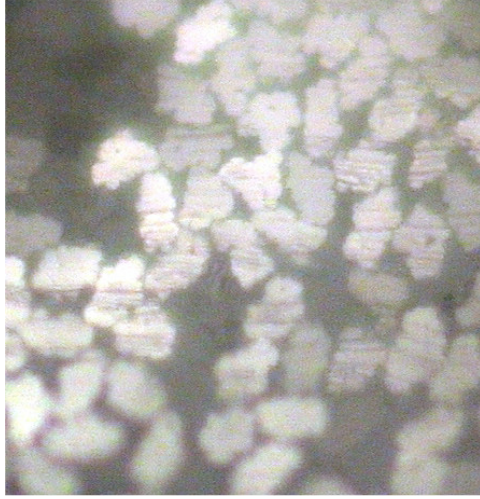
3.3. Değerlendirme

Test sonuçlarının ortalamaları ve %CV değerleri her iplik tipi için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Üretilen bambu ipliklerinin testlerinden elde edilen sonuçlar, Uster istatistiklerine[32] göre %100 ring viskon iplik parametreleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

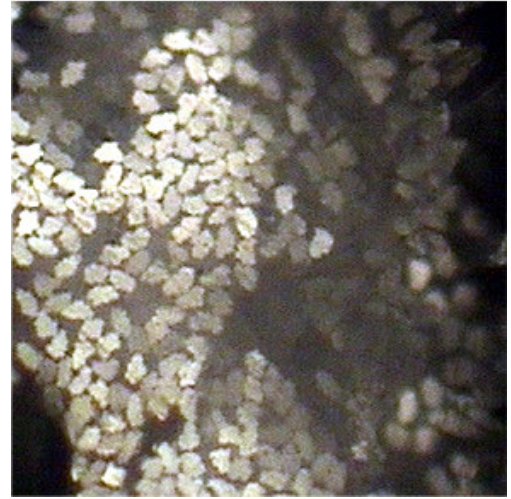
4. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

4.1. Bambu Lifinin Enine Kesit Görünüşünün Mikroskop Altında İncelenmesi

Bambu lifinin enine kesit görüntüsünü mikroskopta incelemek amacıyla plaka metodu kullanılarak numune hazırlanmıştır. Polarizan mikroskop kullanılarak elde edilen görüntüler Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de yer almaktadır:

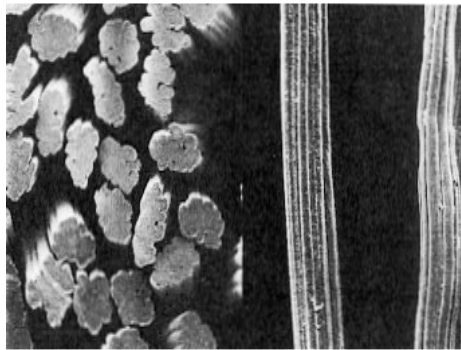


Şekil 4.1: Bambu lifinin enine kesit görüntüsü (x1280)



Şekil 4.2: Bambu lifinin enine kesit görüntüsü (x320)

Yukarıdaki şekillerden görüldüğü üzere bambu lifinin enine kesiti dairesel yapıda olmayıp, daha çok viskon lifinin enine kesit görüntüsüne benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.3: Viskon lifinin kesit görüntüleri

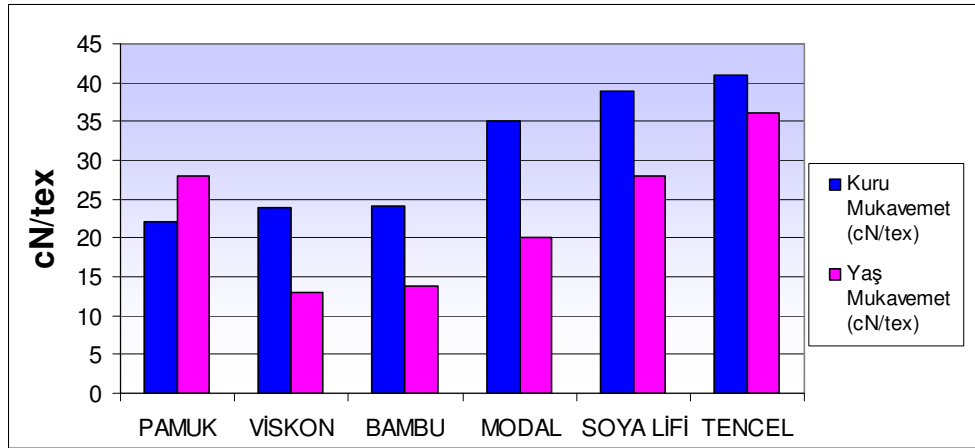
4.2. Bambu Lifi ile Diğer Liflerin Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Bambu lifine ait fiziksel değerler ile tencel, viskon, modal ve pamuk gibi selülozik esaslı lifler ile protein esaslı soya lifine ait başlıca fiziksel parametreler Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Çeşitli liflere ait başlıca fiziksel parametreler

	BAMBU ¹	TENCEL ²	VİSKON ²	MODAL ²	PAMUK ²	SOYA LİFİ ³
İncelik (dtex)	1,3	1,7	1,7	1,7		
Kuru Mukavemet(cN/tex)	24,18	40-42	22-26	34-36	20-24	38-40
Uzama (%)	26,9	14-16	20-25	13-15	7-9	18-21
Yaş Mukavemet (cN/tex)	13,7*	34-38	10-15	19-21	26-30	25-30
Nem absorpsiyonu	12,5	11,50	13,00	12,50	8,00	8,60

Tablo 4.1’de fiziksel parametreleri verilen liflerin Şekil 4.4’te kuru ve yaş mukavemetlerinin, Şekil 4.5’te uzama değerlerinin ve Şekil 4.6’da nem absorpsiyonu değerlerinin birbirleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği grafikler görülmektedir.



Şekil 4.4: Liflerin kuru ve yaş mukavemet değerleri

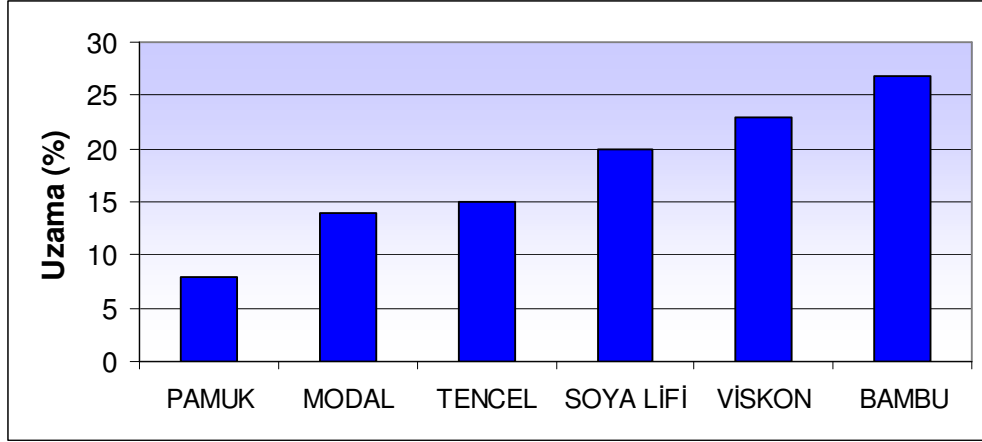
¹ İplik üretiminde kullanılan bambu lifine ait fiziksel parametreler

* China, Bambrotex Co. Ltd, www.bambrotex.com

² “Advances in Fibre Science, The Textile Institute, Syf. 28

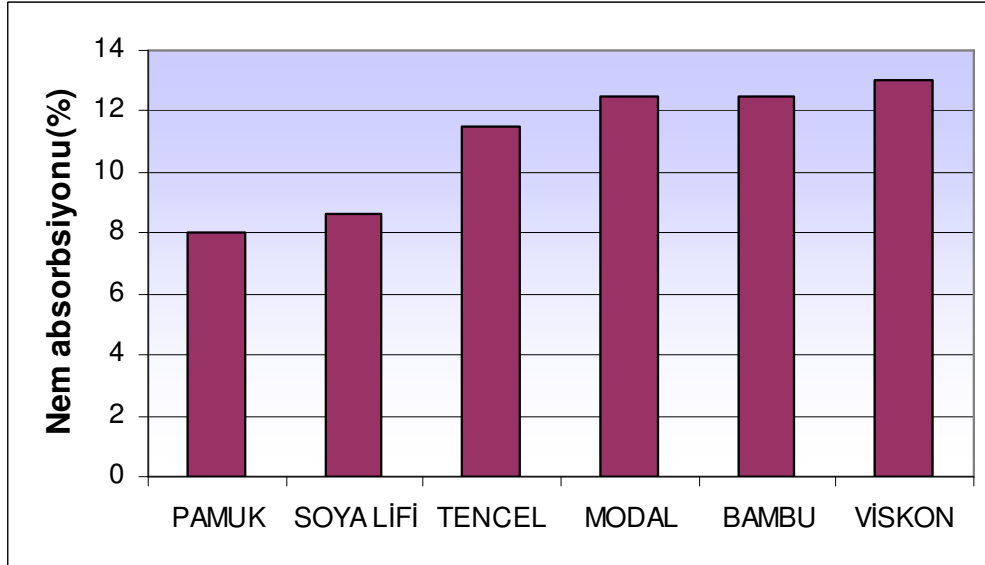
³ Swicofil AG Textile Services, www.swicofil.com

Bilindiği gibi pamuğun mukavemeti yaş haldeyken artış gösterirken, diğer liflerin yaş mukavemetleri, kuru mukavemetlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Bambu lifinin kuru mukavemeti, pamuk ve viskonun mukavemet değerleri ile yaklaşık olarak aynı seviyede iken, modal, soya lifi ve tencele göre oldukça düşüktür.



Şekil 4.5: Liflerin uzama (%) değerleri

Şekil 4.5'te yer alan liflerin uzama değerleri incelendiğinde bambu lifinin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Lifin uzama değeri, ipliğin uzama miktarını da büyük ölçüde etkilediğinden, bambu lifinin yüksek uzama oranı, bambu ipliğinin de uzama oranının yüksek olmasına neden olacaktır.



Şekil 4.6: Liflerin nem absorpsiyonu değerleri

Nem absorpsiyonu değerleri incelendiğinde bambu lifinin yüksek miktarda nem çekme özelliğine sahip olduğu görülmektedir. Bambu lifi, yüksek seviyede nem tutma özelliği sayesinde kullanım açısından konfor sağladığı için özellikle spor giyim ürünlerinde tercih edilmektedir. Ancak, bambu lifinin nem absorpsiyonunun yüksek olmasının yanında yaş mukavemetinin düşük olması, bambu kumaşlardan üretilen giysilerde yüksek oranda çekme görülmesine neden olabilir.

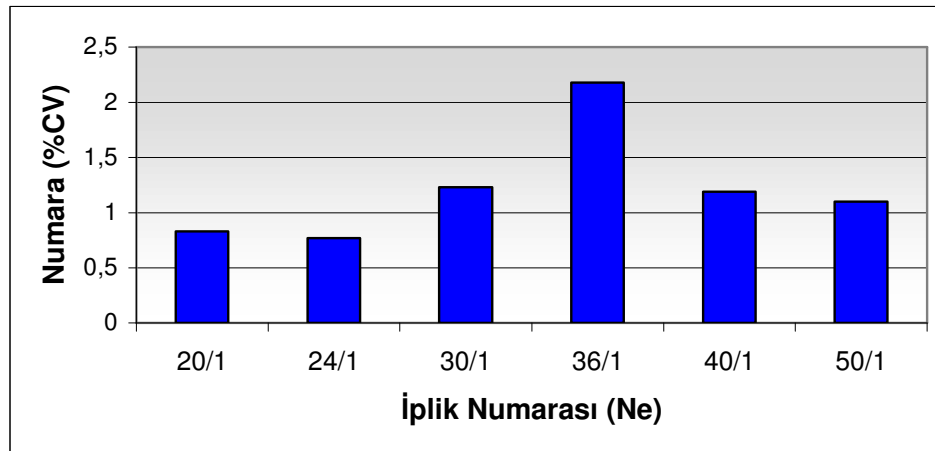
4.3. İplik Numarası ve Bükümü Ölçüm Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin numara tayininden elde edilen sonuçlar Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Üretilen ipliklerin numara değerleri

Teorik İplik Numarası (Ne)	Ölçülen İplik Numarası (Ne)	İplik Numarası (S. Sapma)	İplik Numarası (%CV)	Numuneler arası numara varyasyonu (%CV _{cb})
20/1	18,78	0,16	0,83	0,74
24/1	23,39	0,18	0,77	0,66
30/1	29,67	0,37	1,23	0,99
36/1	33,97	0,74	2,18	1,36
40/1	38,29	0,46	1,19	1,11
50/1	54,44	0,60	1,10	0,99

İplik numaralarına ait varyasyon katsayılarının (%CV) 0,83 – 2,18 değerleri arasında değiştiği görülmektedir.



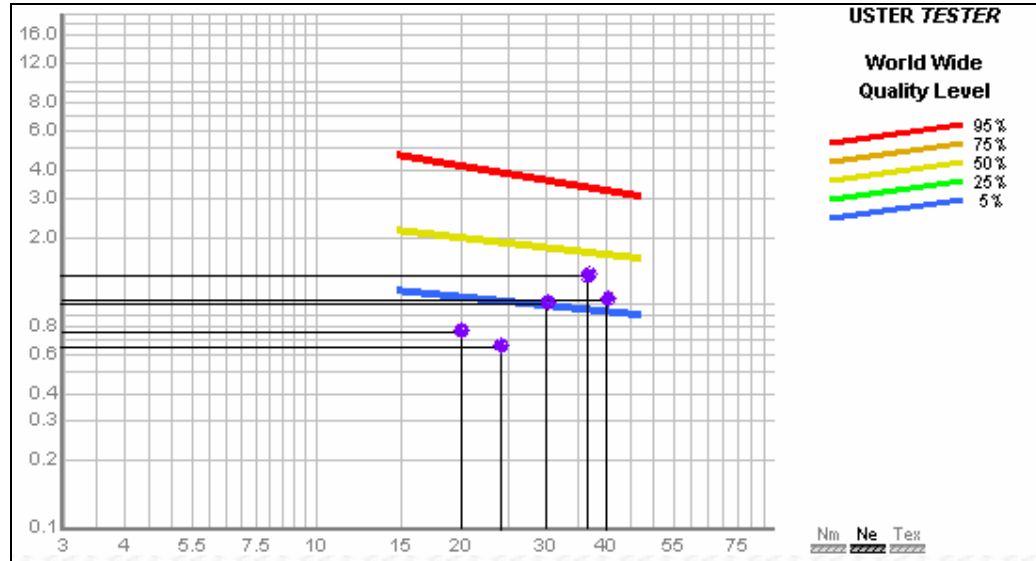
Şekil 4.7: Numara değişim katsayılarının gösterimi

En yüksek numara değişimi katsayısı Ne 36/1 iplikte görülmektedir. Ne 24/1 ipliğin değişim katsayısı ise en düşüktür.

Tablo 4.3: %100 viskon ring iplik, bobinler arası numara varyasyonu (CV_{cb}) Uster istatistikleri

İplik Numarası (Ne)	Uster (%5) CV_{cb}	Uster (%95) CV_{cb}
20/1	1,10	4,19
24/1	1,06	3,96
30/1	1,00	3,59
36/1	0,96	3,39
40/1	0,94	3,26
50/1	-	-

Tablo 4.3'te Uster İstatistiklerine[32] göre %100 viskon ipliğin numuneler arası numara varyasyonu değerlerinin değişimi görülmektedir. Üretilen bambu iplikleri bu değerler ile karşılaştırıldığında Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 30/1 ipliklerin %5'lik, Ne 36/1 ipliğin %50'lik ve Ne 40/1 ipliğin %25'lik dilime düştüğü tespit edilmiştir.

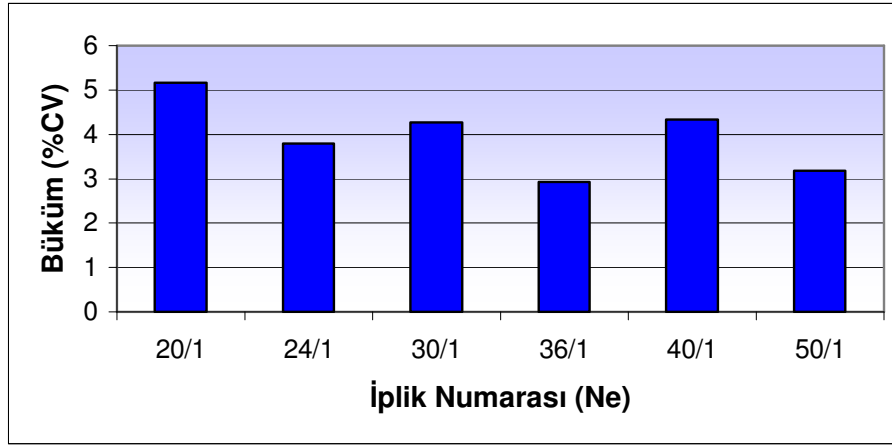


Şekil 4.8: Üretilen bambu iplik kopslarının numuneler arası numara varyasyonlarının (CV_{cb}) Uster dünya istatistiklerindeki yeri

Tablo 4.4: Üretilen ipliklerin büküm değerleri

Teorik İplik Numarası (Ne)	Teorik Büküm Değeri (T/M)	Ölçülen Büküm Değeri (T/M)	Büküm Katsayısı (a_e)	Büküm (S. Sapma)	Büküm (%CV)
20/1	625	590,09	3,4	30,49	5,16
24/1	675	669,13	3,5	25,33	3,79
30/1	780	805,87	3,7	34,24	4,27
36/1	875	881,16	3,7	25,80	2,93
40/1	911	945,53	3,8	40,90	4,34
50/1	1080	1064,56	3,8	22,45	3,18

Tablo 4.4 incelendiğinde ölçülen büküm değerlerinin teorik büküm değerlerinden büyük ölçüde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Büküm değişim katsayıları incelendiğinde 2,93 – 5,16 değerleri arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.9: Büküm değerlerinin değişim katsayılarının gösterimi

En yüksek büküm değişimi katsayısı Ne 20/1 iplikte görülmektedir. Ne 36/1 ipliğin değişim katsayısı ise en düşüktür.

4.4. Mukavemet ve Uzama Test Sonuçları ve Değerlendirmesi

Tablo 4.5.'te bambu ipliklerinin kopma zamanı (sn), kopma kuvveti (gf), kopma mukavemeti (Rkm), mukavemet değerinin %CV'si, kopma uzaması (%), kopma uzama %CV'si ve kopma işi (Kgfm) değerleri gösterilmiştir. Mukavemet testleri yapılırken, elyaf tipi viskon olarak kabul edilmiş ve testler buna göre gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.6’da Uster İstatistikleri [32]’e göre %95 kalite seviyesinde %100 viskon ring iplik mukavemet değerleri gösterilmiştir.

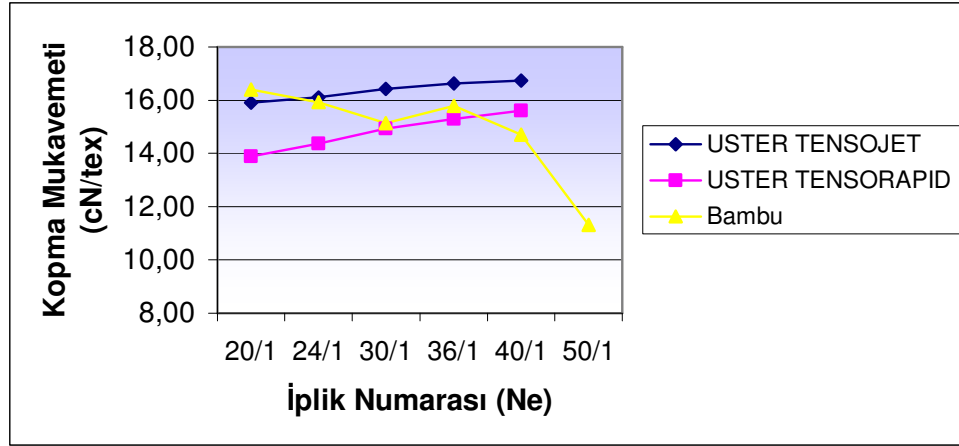
Üretilen bambu ipliklerinin mukavemet değerleri incelendiğinde, maksimum ve minimum mukavemet değerleri sırası ile Ne 20/1 ve Ne 50/1 ipliklerde elde edildiği görülmektedir. Tablo 4.5’te görüldüğü gibi iplik inceldikçe mukavemeti azalmaktadır. Kopma uzama değerleri incelendiğinde, yine en yüksek kopma uzama değeri Ne 20/1, en düşük kopma uzama değeri Ne 50/1 ipliklerde elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile; iplik inceldikçe mukavemet ve uzama değerleri düşmektedir.

Tablo 4.5: Üretilen ipliklerin mukavemet ve uzama değerleri

Teorik İplik Numarası (Ne)	Kopma Zamanı (sn)	Kopma Kuvveti (gf)	Kopma Mukavemeti (Rkm)	Kopma Mukavemeti (% CV)	Kopma Uzama (%)	Kopma Uzama (% CV)	Kopma İşi (Kgfm)
20/1	1,00	493,31	16,72	5,52	16,81	5,68	2552,40
24/1	0,96	399,45	16,24	8,23	16,24	8,14	2008,10
30/1	0,89	303,69	15,43	7,41	15,29	6,73	1465,92
36/1	0,90	264,13	16,10	9,41	15,57	8,42	1273,27
40/1	0,81	221,68	14,99	11,03	14,34	11,26	1002,24
50/1	0,64	136,36	11,55	14,15	11,30	18,20	523,56

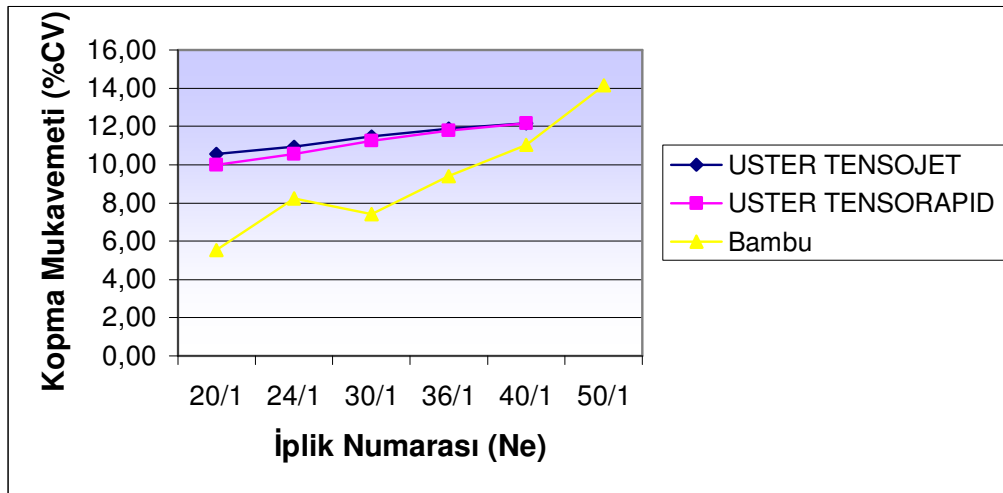
Tablo 4.6 : %100 viskon ring iplik mukavemet değerleri - Uster istatistikleri / %95 kalite seviyesi

	KOPMA MUKAVEMETİ (cN/tex)		KOPMA MUKAVEMETİ (%CV)		KOPMA UZAMA (%)		KOPMA UZAMA (%CV)		KOPMA İŞİ (cNcm)	
	USTER TENSOJET	USTER TENSORAPİD	USTER TENSOJET	USTER TENSORAPİD	USTER TENSOJET	USTER TENSORAPİD	USTER TENSOJET	USTER TENSORAPİD	USTER TENSOJET	USTER TENSORAPİD
Ne20/1	15,90	13,90	10,55	10,00	13,51	12,01	9,00	9,29	1967,40	1552,71
Ne24/1	16,10	14,36	10,93	10,55	12,33	11,10	10,11	10,43	1572,18	1240,79
Ne30/1	16,42	14,92	11,46	11,26	10,95	9,99	11,60	11,97	1180,47	931,65
Ne36/1	16,63	15,30	11,87	11,80	9,93	9,24	12,90	13,31	967,13	753,82
Ne40/1	16,73	15,60	12,15	12,15	9,42	8,82	13,74	14,18	843,27	657,28
Ne50/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



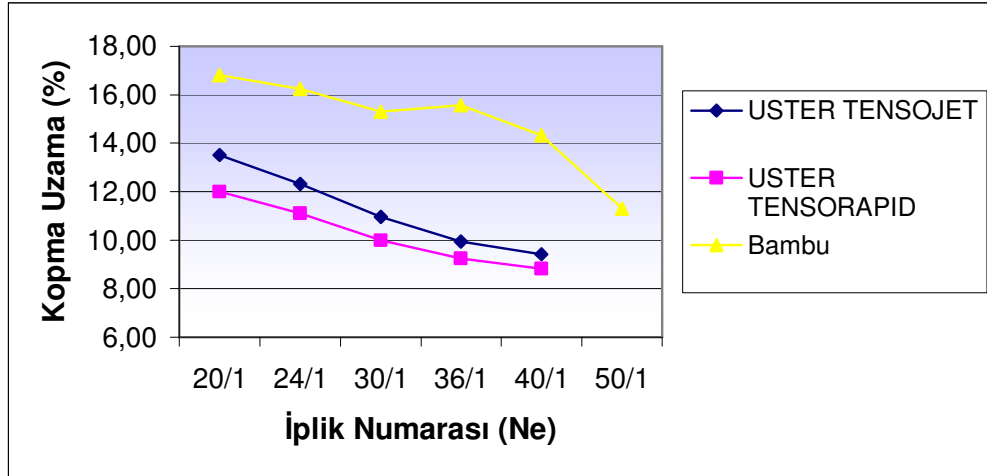
Şekil 4.10: Üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN/tex) sonuçları

Uster istatistiklerine göre iplik inceldikçe mukavemet değeri artış gösterirken, üretilen bambu ipliklerinde aksine, genel olarak (Ne 36/1 dışında) iplik inceldikçe mukavemetinin azaldığı görülmektedir. Literatür çalışması kısmında, endüstriyel çalışmalar kapsamında yer alan bambu ipliğine ait teknik veriler de elde edilen sonuçları doğrular niteliktedir. Gerek ring gerekse kompakt %100 bambu ipliklerine ait mukavemet değerlerinin iplik inceldikçe azaldığı görülmektedir. Bu durumun iplik inceldikçe, kesitteki lif sayısının azalması dolayısıyla ortaya çıktığı söylenebilir.



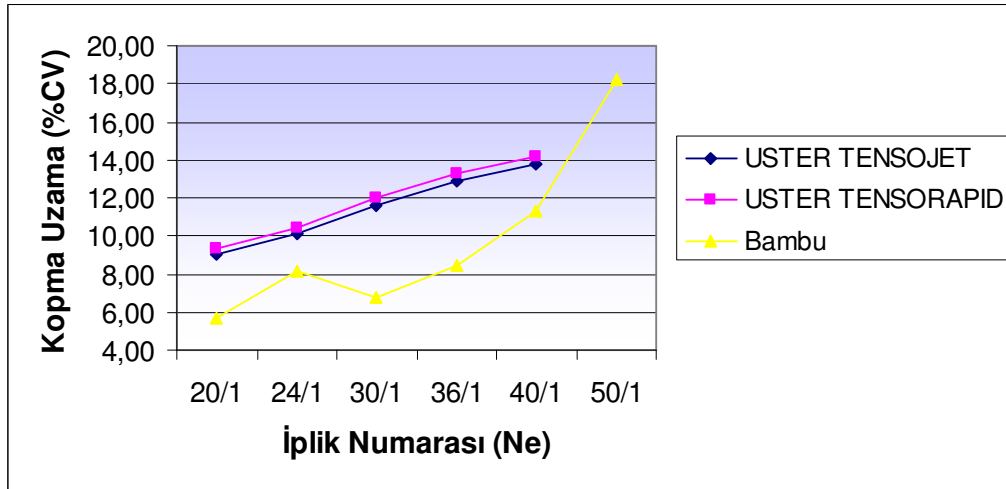
Şekil 4.11: Üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (%CV) sonuçları

Şekil 4.11'de görüldüğü gibi, bambu ipliklerinin kopma mukavemeti (%CV) değerleri Ne 20/1 iplikte en düşük değeri, Ne 50/1 iplikte ise en yüksek değeri vermektedir. Bambu ipliklerin kopma mukavemetlerinin varyasyon katsayılarının Ne 20/1 ve Ne 30/1 iplikler için %5'lik, Ne 24/1 iplik için %25'lik, Ne 36/1 iplik için %50'lik, Ne 40/1 iplik için %40'lık dilime düştüğü tespit edilmiştir.



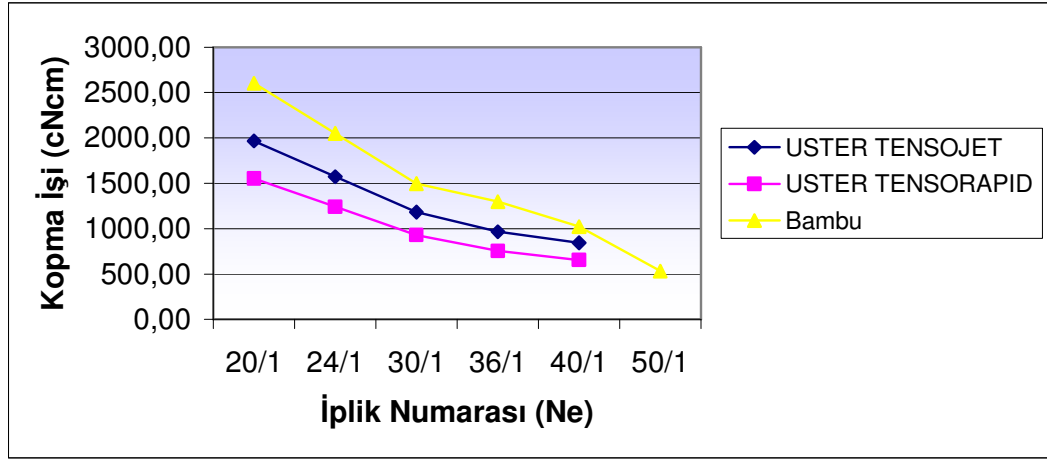
Şekil 4.12: Üretilen ipliklerin kopma uzama (%) değerleri

Şekil 4.12’de bambu ve viskon ipliklerine ait kopma uzama (%) değerleri görülmektedir. Bambu ipliklerin kopma uzama değerleri Uster istatistikleri[32] %100 viskon ipliklerin kopma uzama değerleri ile karşılaştırıldığında tüm iplik numaraları için %5’lik dilimde olduğu tespit edilmiştir. Lifin uzama değerinin, ipliğin uzama miktarını da büyük ölçüde etkilediği bilindiğinden, bambu ipliklerin uzama oranlarının yüksek olması, bambu lifinin uzama değerinin yüksek olması durumu ile açıklanabilir.



Şekil 4.13: Üretilen ipliklerin kopma uzama (%CV) değerleri

Kopma uzama değerlerinin varyasyon katsayıları incelendiğinde her iki iplik tipinde de iplik inceldikçe bu değer arttığı gözlenmektedir. Değerlendirme kapsamındaki tüm iplik numaralarında kopma uzama varyasyon katsayısı bambu ipliklerde, viskon ipliklere göre daha düşüktür.



Şekil 4.14: Üretilen ipliklerin kopma işi (cNcm) değerleri

Kopma işi değerleri incelendiğinde bambu ipliğine ait değerlerin viskondan daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki iplik tipi için de kopma işi, iplik inceldikçe azalmaktadır.

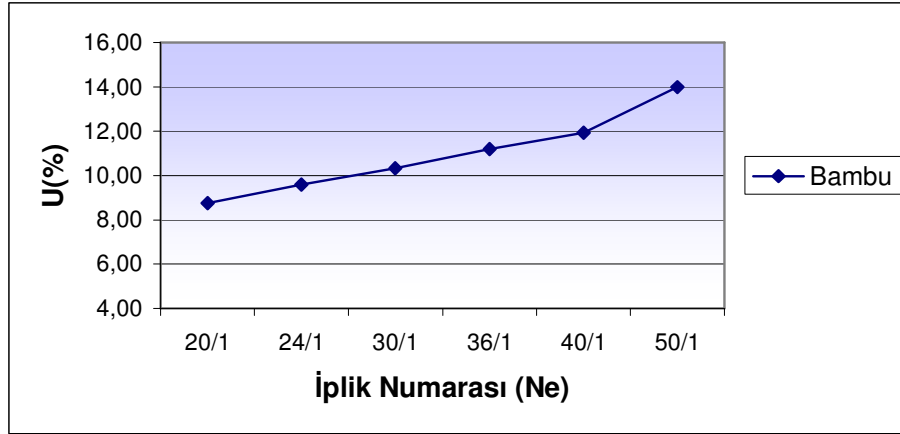
4.5. Düzgünsüzlük Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirmesi

Tablo 4.7’de üretilen bambu ipliklerinin düzgünsüzlük ölçümlerinin sonuçları verilmiştir. Düzgünsüzlük testleri yapılırken, elyaf tipi 1,7 dtex – 38 mm viskon lifi olarak kabul edilmiş ve testler buna göre gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.7: Üretilen ipliklerin düzgünsüzlük sonuçları

İplik No	%U	%CV _m	İnce yer - %50 /km	Kalın yer + %50 /km	Neps + %200 /km
20/1	8,75	11,08	0,0	24,19	36,02
24/1	9,58	12,17	1,7	39,07	51,57
30/1	10,31	13,07	1,7	40,00	67,87
36/1	11,19	14,21	9,4	69,17	90,46
40/1	11,93	15,15	24,5	107,96	110,19
50/1	13,99	17,80	152,0	269,54	352,69

Farklı numaralardaki ipliklerin düzgünsüzlük değerleri (%U) Şekil 4.15’te görülmektedir. Buna göre, ipliğin birim uzunluğundaki ağırlığında meydana gelen değişiklikler olan düzgünsüzlük değeri, iplik numarası yükseldikçe (iplik inceldikçe) artmaktadır.



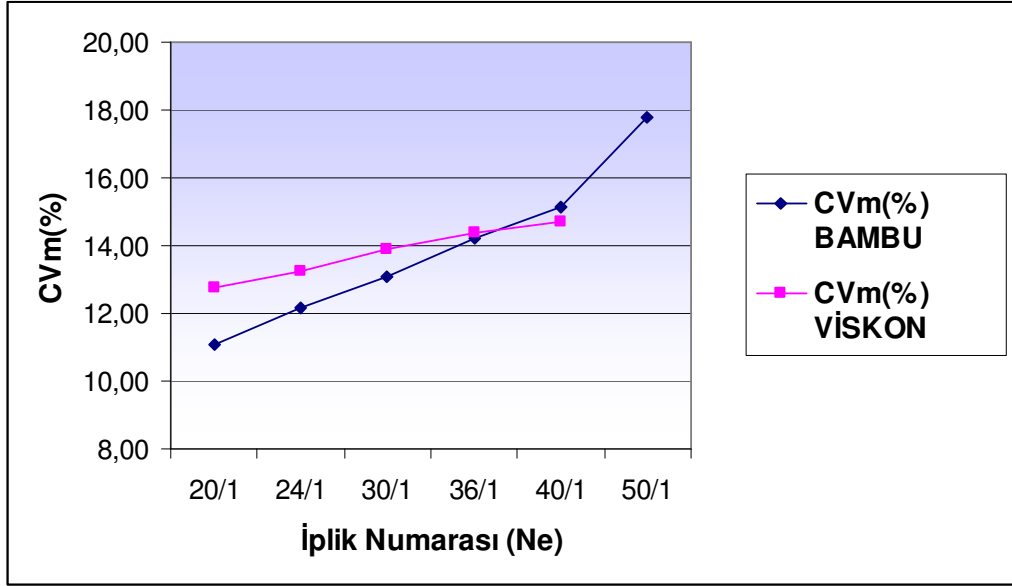
Şekil 4.15: Üretilen ipliklerin %U değerleri

Tablo 4.8’de Uster istatistiklerine[32] göre %95 kalite seviyesinde %100 viskon ring iplik düzgünsüzlük değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4.8: %100 viskon ring iplik düzgünsüzlük değerleri
Uster İstatistikleri/ %95 kalite seviyesi

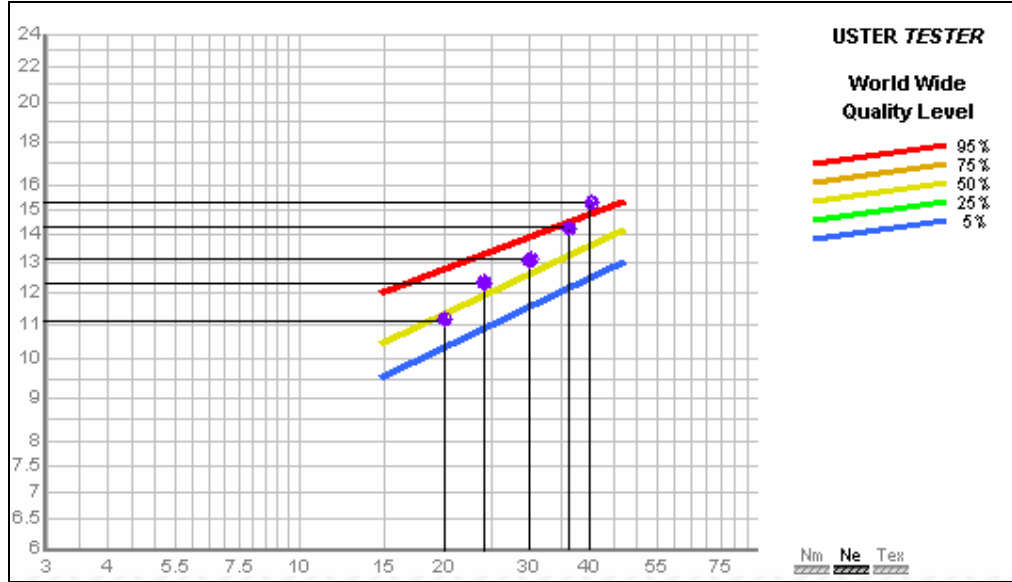
	CV _m %	İnce yer - %50/km	Kalın yer + %50 /km	Neps + %200/km
Ne20/1	12,75	9,33	19,94	40,10
Ne24/1	13,22	13,43	27,85	56,01
Ne30/1	13,90	21,84	45,28	93,88
Ne36/1	14,40	31,45	63,25	135,17
Ne40/1	14,70	38,90	80,65	167,21
Ne50/1	-	-	-	-

İplik numarasına göre kütle değişimi (%CV_m) Şekil 4.16’te; kalın yer miktarlarının iplik numarasına göre değişimi Şekil 4.18’da; ince miktarlarının iplik numarasına göre değişimi Şekil 4.20’de ve neps miktarlarının iplik numarasına göre değişimi Şekil 4.22’de Uster istatistiklerine[32] göre %100 viskon ring iplik düzgünsüzlük değerleri ile karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

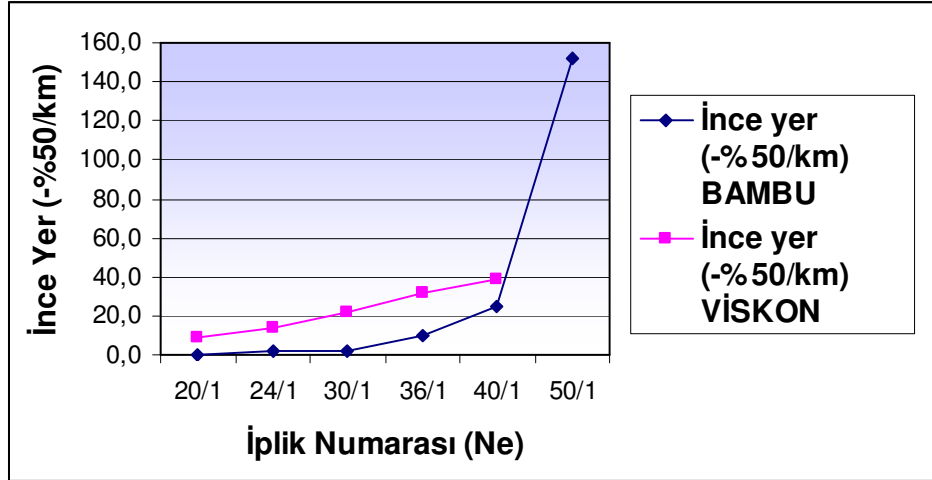


Şekil 4.16: Üretilen ipliklerin %CV_m değerleri

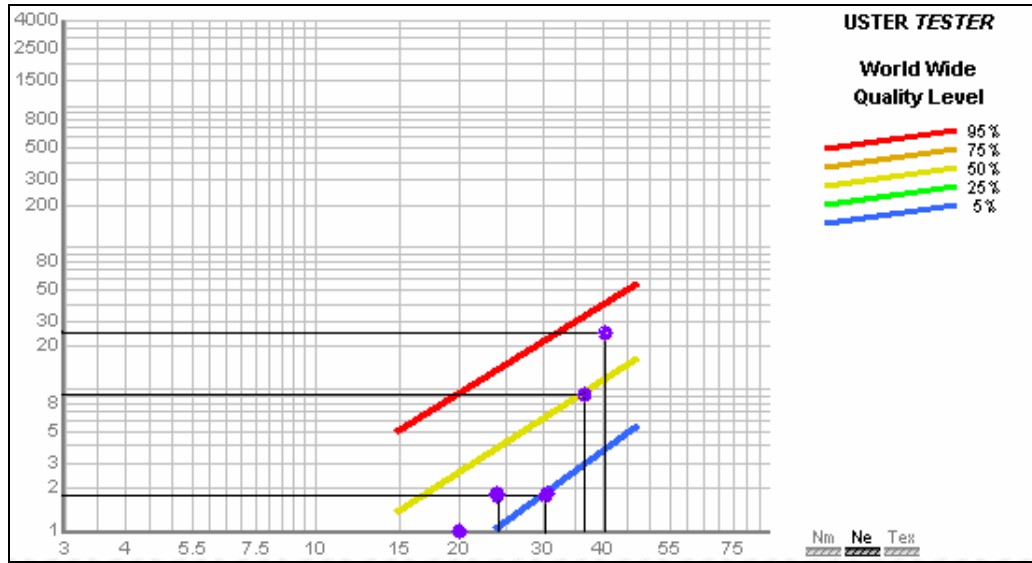
Bambu ipliklerinin %CV_m değerleri incelendiğinde, Ne 20/1 ipliğin minimum ve Ne 50/1 ipliğin maksimum değerler verdiği görülmektedir. Uster istatistikleri[32] % 100 viskon iplik %CV değerleri ile karşılaştırıldığında Ne 20/1 için %50'lik, Ne 24/1 ve Ne 30/1 için %75'lik, Ne 36/1 için %95'lik dilime düştüğü tespit edilmiştir.



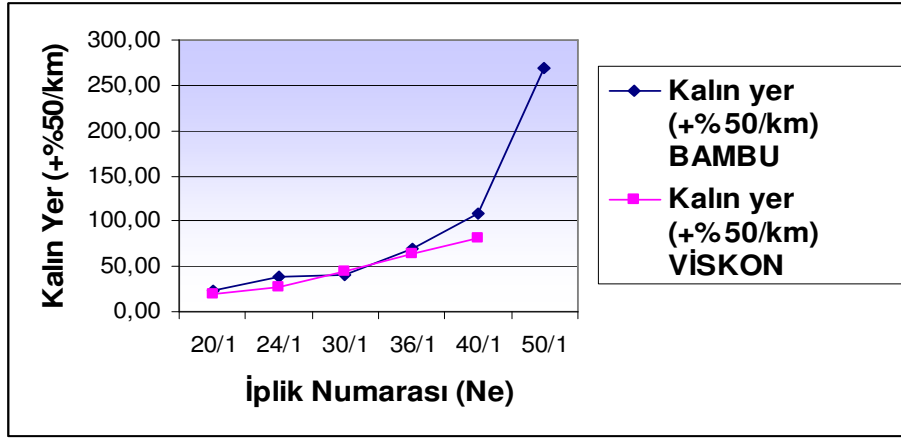
Şekil 4.17: Üretilen bambu ipliklerinin %CV_m değerlerinin Uster dünya istatistiklerindeki yeri



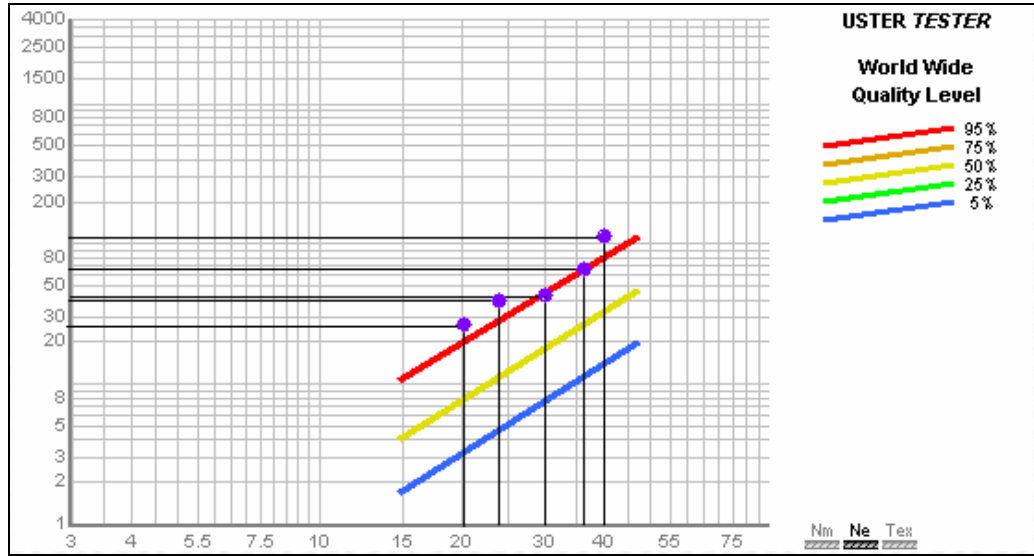
Şekil 4.18: Üretilen ipliklerin ince yer miktarlarının iplik numarasına göre değişimi



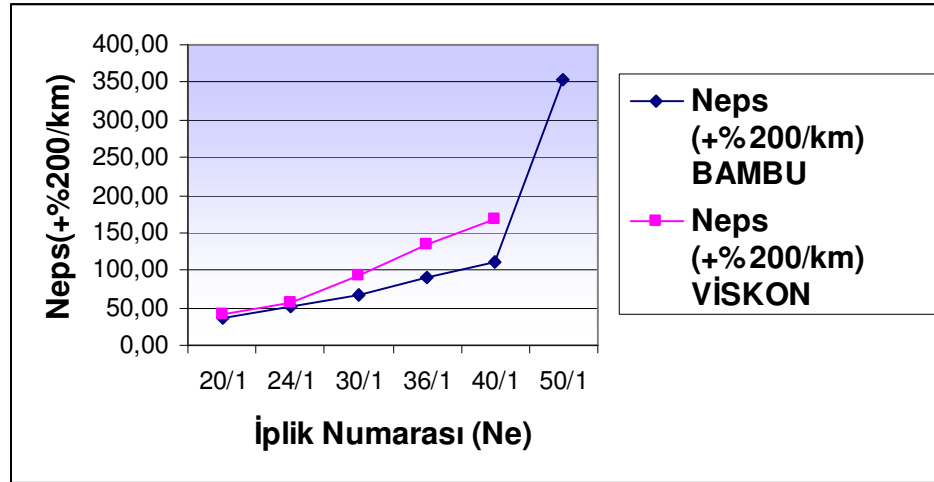
Şekil 4.19: Üretilen bambu ipliklerinin ince yer miktarlarının Uster dünya istatistiklerindeki yeri



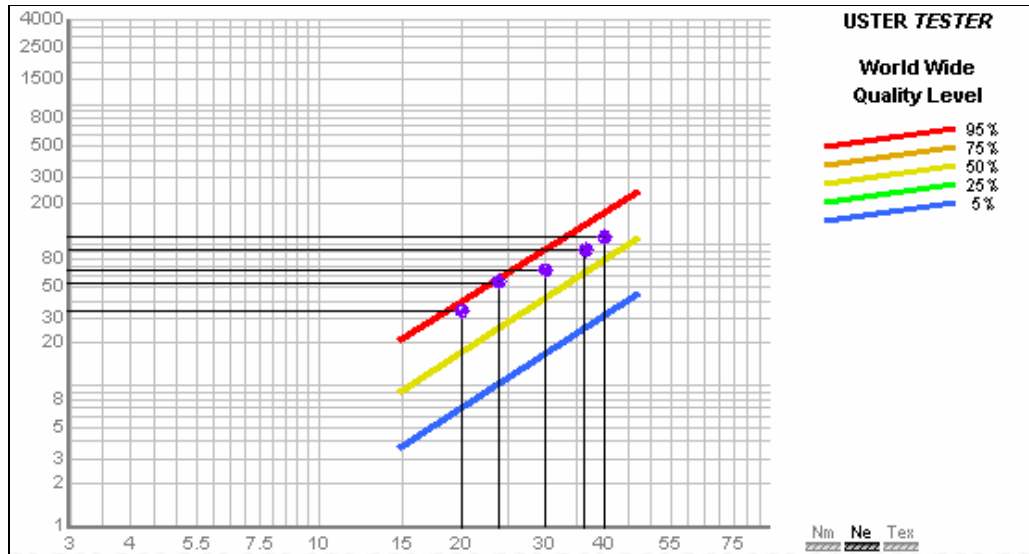
Şekil 4.20: Üretilen ipliklerin kalın yer miktarlarının iplik numarasına göre değişimi



Şekil 4.21: Üretilen bambu ipliklerinin kalın yer miktarlarının Uster dünya istatistiklerindeki yeri



Şekil 4.22: Üretilen ipliklerin neps miktarlarının iplik numarasına göre değişimi



Şekil 4.23: Üretilen bambu ipliklerinin neps miktarlarının Uster dünya istatistiklerindeki yeri

Üretilen bambu ipliklerine ait 1000m'lik uzunlukta ince yer, kalın yer ve neps miktarları incelendiğinde sonuçların uyum içinde olduğu ve her üç değer için de en düşük değer Ne 20/1 ipliğe, en yüksek değer ise Ne 50/1 ipliğe ait olduğu görülmektedir. Ancak; Ne 50/1 iplikte söz konusu değerlerin büyük miktarda artış gösterdiği görülmektedir. Ne 50/1 iplikte düzensizlik değerlerinin yüksek çıkmasının sebeplerinden birinin tedarik edilen fitil numarasının Ne 50/1 iplik numarası için uygun olmaması olduğu düşünülmektedir. Ne 0,80 numara fitilden Ne 50/1 iplik üretmek için uygulanan çekimin yüksek olması ipliğin düzensizlik değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir.

4.6. Tüylülük Testi Sonuçları ve Değerlendirmesi

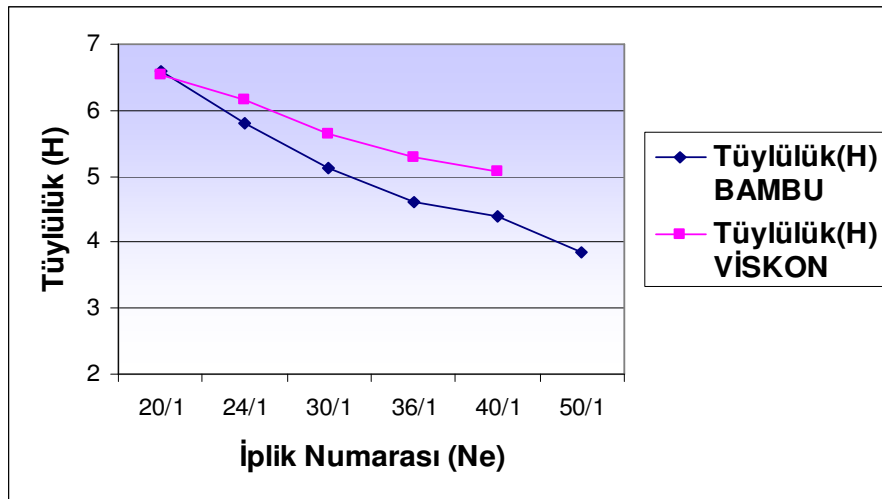
Tablo 4.9’de üretilen bambu ipliklerinin tüylülük değerleri, Tablo 4.10’da da Uster istatistiklerine[32] göre %95 kalite seviyesinde %100 viskon ring iplik tüylülük değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4.9: Üretilen ipliklerin tüylülük değerleri

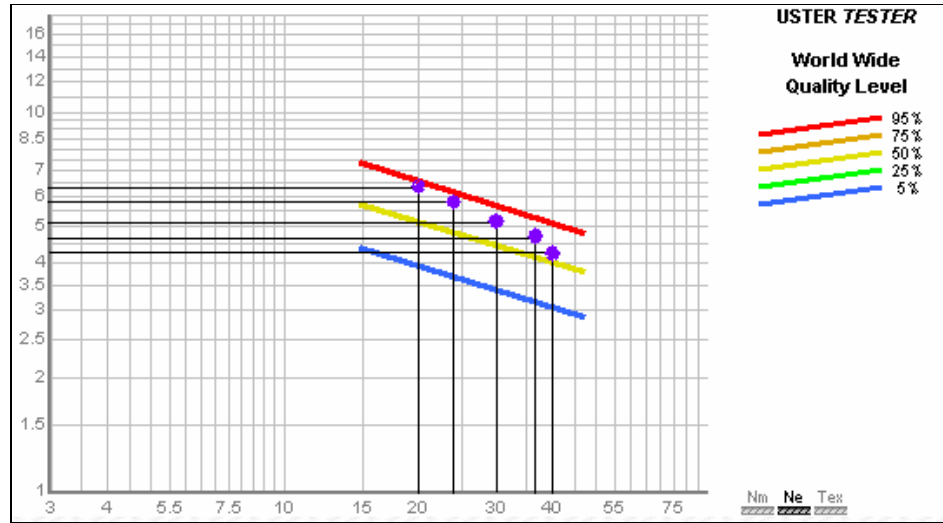
Teorik İplik Numarası (Ne)	Ölçülen İplik Numarası (Ne)	Tüylülük (H)	Standart Sapma (sH)
20/1	18,78	6,59	1,45
24/1	23,39	5,81	1,37
30/1	29,67	5,13	1,28
36/1	33,97	4,61	1,23
40/1	38,29	4,38	1,21
50/1	54,44	3,85	1,20

Tablo 4.10: %100 viskon ring iplik tüylülük değerleri
Uster İstatistikleri / %95 kalite seviyesi

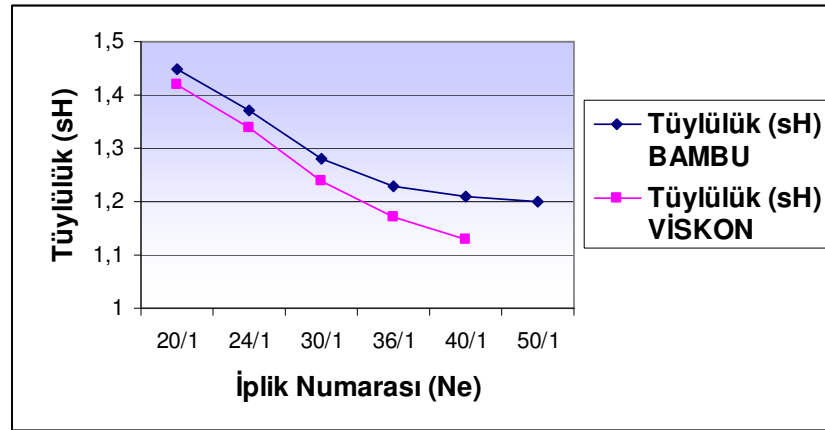
	H	sH
Ne20/1	6,55	1,42
Ne24/1	6,15	1,34
Ne30/1	5,65	1,24
Ne36/1	5,30	1,17
Ne40/1	5,08	1,13
Ne50/1	-	-



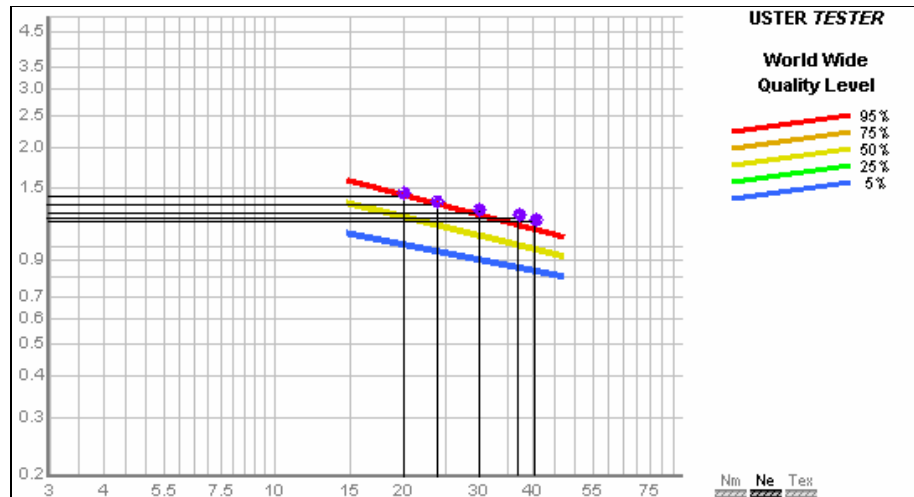
Şekil 4.24: Üretilen ipliklerin tüylülük (H) değerleri



Şekil 4.25: Üretilen bambu ipliklerinin tüylülük (H) değerlerinin Uster dünya istatistiklerindeki yeri



Şekil 4.26: Üretilen ipliklerin tüylülük (sH) değerleri



Şekil 4.27: Üretilen bambu ipliklerinin tüylülük (sH) değerlerinin Uster dünya istatistiklerindeki yeri

Şekil 4.24 ve Şekil 4.26’da sırasıyla bambu ve viskon ipliklerin tüylülük değerleri (H) ve tüylülük değerinin standart sapması (sH) görülmektedir. Hem bambu hem de viskon ipliklerde her iki değer de iplik incelidikçe azalma eğilimindedir. Bununla birlikte; tüylülük değeri (H) bambu ipliklerinde viskon ipliklerin tüylülük değerinden daha düşükken, tüylülük değerinin standart sapması bambu ipliklerde daha yüksek çıkmıştır. Burada, bambu ipliklerin kops halinde iken tüylülük ölçümü yapıldığı dikkate alınmalıdır. Çünkü yapılmış olan çeşitli çalışmalar sonucunda bobinleme işleminin iplik tüylülüğü değerlerinin artmasına neden olduğu ortaya koyulmuştur. Dolayısıyla tüylülük değerleri bobin halindeki bambu ipliklerinde daha yüksek olacaktır.

4.7. Bambu Lifinin Maliyet Açısından Değerlendirilmesi

1,5 denye - 38 mm bambu elyafının Çin çıkış fiyatı yaklaşık 2,43 USD/kg olup, dolu konteyner bazında navlun ve gümrük masrafları ile Türkiye’ye 2,75 – 2,80 USD/kg’ a mal olduğu belirtilmektedir[33].

Buna göre, 1,5 denye - 38 mm viskon lifinin Çin’deki fiyatının yaklaşık 1,57 USD/kg olduğu dikkate alındığında arada yaklaşık 1 USD/kg bir fark bulunduğu gözlenmektedir[34].

Tablo 4.11’de İzmir Ticaret Borsası’nın 2006 yılının ilk dört ayına ait pamuk fiyatları görülmektedir. Pamuk fiyatları ile karşılaştırıldığında bambu elyafının fiyatının yaklaşık 1,30 – 1,50 USD/kg daha yüksek olduğu görülmektedir[35].

Tablo 4.11: İzmir ticaret borsası pamuk fiyatları

TARİH	Liverpool A İndeks (USD/kg.)	ABD Memphis (USD/kg)	Ege std.1 (USD/kg.)	Liverpool B İndeks (USD/kg)	TCMB döviz satış USD	Muamele hacmi (ton)
Ocak 06	1,30	1,26	1,40	1,26	1,3343	29.012
Şubat 06	1,34	1,28	1,45	1,28	1,3265	11.372
Mart 06	1,29	1,26	1,40	1,25	1,3351	21.394
Nisan 06	1,26	1,22	1,40	1,22	1,3373	11.481

Çin’de bambu iplik üretimi yapan firmaların FOB (Gemi bordasında teslim) iplik %100 bambu iplik fiyatları 3000 – 4000 USD/ton arasında değişmektedir.

Bambu iplik üretmek üzere bambu lifi alan firmaların, lifi aynı fiyattan aldığı düşünülürse, ipliğin üretim maliyeti her firmanın kendi iplik maliyetlerine göre değişim gösterecektir. Ayrıca ipliğin rotor ya da ring olmasına göre de iplik maliyeti değişecektir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Rejenere selülozik bir lif olan bambu lifinin doğal antibakteriyel özelliği, yüksek miktarda nem absorpsiyonu, hava geçirgenliği gibi özelliklerinin yanında, üretim proseslerinin çevreye zarar vermemesi ve biyolojik olarak tamamen parçalanabilmesi gibi özellikler, bambu lifini diğer selülozik liflere alternatif oluşturma konumuna getirmektedir.

Tekstilde kullanılan bambu lifi Çin'in patentli bir elyafı olup, şu an sadece Çin'de üretilmektedir. Türkiye'de üretilen bambu ipliği ve bambu ipliğinden üretilen tekstil ürünleri hem iç piyasada kullanılmakta hem de ihraç edilmektedir. Türkiye'de bambu ipliği ağırlıklı olarak örme mamullerde kullanılmaktadır. Bambu ipliğinden dokuma kumaş üretimi yeni yeni başlamış olup ev tekstili ürünlerinde henüz kullanılmaya başlanmadığı belirtilmemektedir. Şu ana kadar bambu lifi Türkiye'de yaklaşık 15 tesis tarafından 1000 ton civarında kullanılmıştır ve kullanılmaya devam etmektedir.

Bambu ipliğinin performans özelliklerini belirlemek üzere yürütülen tez kapsamında yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen veriler ışığında şu sonuçlara varılmıştır:

Üretilen bambu ipliklerinin mukavemet değerleri incelendiğinde genel olarak iplik incelidikçe mukavemetinin azaldığı görülmektedir. Literatür çalışması kısmında, endüstriyel çalışmalar kapsamında yer alan bambu ipliğine ait teknik veriler de elde edilen sonuçları doğrular niteliktedir. İplik mukavemeti Ne 20/1 iplikte 16,72 Rkm ile yüksek değeri, Ne 50/1 iplikte 11,55 Rkm ile en düşük değeri vermiştir. İplik mukavemeti, iplik kalitesinin değerlendirmesinde önemli bir kriterdir. Dokuma ve örme işlemlerinde karşılaşılan iplik kopuşlarının miktarı büyük ölçüde iplik mukavemetine bağlıdır. Bununla birlikte, kopma mukavemetinin varyasyon katsayısı (%CV) da iplik kopuşlarını etkileyen önemli bir faktördür. Mukavemet değerlerindeki varyasyon katsayısının yüksek olması, daha sonraki aşamalarda yüksek miktarda iplik kopuşlarına neden olur. Üretilen ipliklerin büküm katsayıları 3,4 – 3,8 α_c arasında değişmektedir. Bu değerler örme iplikler için uygundur ve elde edilen mukavemet değerlerinin de Ne 50/1 iplik haricinde örme işlemi için yeterli

olduğu düşünülmektedir. Ancak; özellikle ince numaralarda daha düşük büküm katsayıları ile çalışıldığında iplik mukavemetinde düşüş olacağı ve bu durumun örme kumaş üretiminde problem oluşturacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla Ne 40/1, Ne 50/1 gibi ince ipliklerde bambu lifinin yine selülozik esaslı pamuk ve lyocell gibi liflerle karışım halinde kullanılması uygun olacaktır.

Bambu ipliklerin kopma uzama değerleri (%), Uster istatistikleri[32] %100 viskon ipliklerin kopma uzama değerleri ile karşılaştırıldığında tüm iplik numaraları için %5'lik dilimde olduğu tespit edilmiştir. Uzama oranının yüksek olması bambu ipliğinden üretilen giyim ürünlerinin daha konforlu ve şekil stabilitelerinin daha yüksek olmasını sağlayacaktır. İpliğin uzama değeri örme kumaşlarda, özellikle patlama mukavemeti açısından önemli bir parametredir. Bu durumda, uzama değeri yüksek olan bambu ipliklerin örme tekstil ürünlerinde kullanımı avantajlı olabilir. Öte yandan, bambu lifinin uzama miktarının yanında nem absorpsiyonunun da yüksek olması boyama ve bitim işlemlerinde dikkat edilmesi gereken bir konudur. Ayrıca bu durum bambu kumaşların yıkama sonrası çekme miktarlarının yüksek olmasına neden olabilir.

Çalışma kapsamında üretilen bambu ipliklerinin düzgünsüzlük değerleri incelendiğinde %U ve %CV_m değerlerinin beklenen değerlerden yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Bunun iplik üretiminde kullanılan fitillere ait %U ve % CV_m değerlerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 1000 m için ince yer, kalın yer ve neps miktarları incelendiğinde Ne 50/1 dışında, oldukça düşük seviyelerde seyrettiği görülmektedir.

İplik tüylülüğü, bazı özel durumlar hariç olmak üzere genel anlamda istenmeyen bir özelliktir. İplik tüylülüğünün kabul edilen kalite sınırının üzerinde olması, iplik üretimi sırasında uçuntu oluşmasına, dokuma kumaş üretiminde bir araya gelen lif uçlarının düğümlenmeleri sonucu kopuklara ve üretilen kumaşların boncuklanma özelliklerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca iplik tüylülüğünün fazla olması, bu ipliklerden elde edilen dokuma ve örme kumaşlarda terbiye, boyama ve bitim işlemleri sonrasında çeşitli görünüm bozukluklarına yol açmaktadır. Bambu ipliğinin tüylülük değerinin yüksek olması yukarıda bahsedilen durumlarda bambu ipliğinin dezavantajlı olması sonucunu doğuracaktır.

Yapılan tüm testlerde Ne 50/1 iplikte elde edilen sonuçların diğer ipliklere ait sonuçlarla uyum içinde olmadığı; örneğin ince yer, kalın yer ve neps miktarları dikkate alındığında bu değerlerin Ne 50/1 iplikte bir anda büyük oranda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Üretilen 50/1 ipliğin istenilen kalite seviyelerini karşılamadığı görülmektedir. Bu durumda; bambu lifinin kesit şekli, yüzey özellikleri, inceliği ve mukavemeti dolayısıyla, Ne 40/1'den daha ince %100 bambu ipliklerde yeterli mukavemet ve düzgünsüzlük değerlerini sağlamayacağı, bu nedenle; kuvvet-uzama karakteristikleri göz önünde bulundurularak çeşitli liflerle karışım halinde kullanılması uygun olacaktır. Bununla birlikte; iplik üretiminde kullanılan fitilin Ne 0,80 olması, diğer bir ifade ile Ne 50/1 numara için uygun olmaması da, Ne 50/1 bambu ipliğin değerlerinin olumsuz çıkmasının bir nedeni olabilir. İplik üretiminin tüm aşamalarında ve eğirme parametreleri üzerinde çeşitli denemeler yapılarak Ne 50/1 iplikte optimum değerlere ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Bambu lifi, maliyet açısından incelendiğinde; 1,5 denye - 38 mm bambu elyafının Çin çıkış fiyatı yaklaşık 2,43 USD/kg olup, Türkiye'ye 2,75 – 2,80 USD/kg' a mal olduğu belirtilmektedir. Aynı incelik ve uzunluktaki viskon lifi ile karşılaştırıldığında yaklaşık 1USD/kg daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yine İzmir Ticaret Borsası'nın yılın ilk dört ayına ait pamuk fiyatları incelendiğinde; bambu lifinin fiyatının yaklaşık 1,30 – 1,50 USD/kg daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bambu elyaf üretimi şu anda yıllık 40.000 ton civarında olup, dünya çapında bambu lifine olan talep arttıkça, elyaf üretim miktarının da artmasıyla birlikte elyaf fiyatının düşeceği tahmin edilmektedir. Bu durumun pamuk elyafını etkilemeyeceği; ancak viskon elyaf üretimini büyük ölçüde etkileyeceği düşünülmektedir.

Bambu lifi ve iplik özellikleri viskon lifi ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Ancak; bambu lifinin doğal antibakteriyel özelliği ve liflerin mikro yapısından dolayı yüksek miktarda hava geçirgenliği sağlaması ve özellikle örme kumaştan mamul giyim ürünlerinde nefes alabilme özelliği kazandırması; bambu lifini viskondan ayıran en önemli özelliklerdir. Söz konusu özelliklerinden dolayı, özellikle dünyanın önde gelen spor giyim markaları bambu lifi ile ilgilenmektedir.

Bambu lifi üretici firmalar tarafından, bambu lifinin üretim proseslerinde çevreye zararlı herhangi bir kimyasal maddenin kullanılmadığı ya da üretim esnasında açığa

ıkmadığı belirtilmektedir. Öte yandan viskon lifinin üretim sürecinde oluşan bir takım maddelerin (r; karbon disülfid) evreye zararlı olduğu bilinmektedir. Maliyet açısından bambu lifinin fiyatının viskonun fiyatından büyük oranda yüksek olmasına rağmen; bambu lifinin yukarıda bahsedilen önemli özelliklerinden dolayı, kısa bir süre içerisinde önemli bir paya sahip olacağı düşünülmektedir.

Bundan sonraki aşama, bambu lifinin pamuk, viskon ve lyocell gibi lifler ile çeşitli oranlarda karışım halinde kullanılarak elde edilen ipliklerin performans özelliklerini inceleyerek araştırmanın genişletilmesi olmalıdır. Ayrıca; bambu lifinin rotor iplik eğrime sistemi ve diğer eğirme sistemleri kullanılarak iplik üretimi ve üretilen ipliklerin performans ve maliyet açısından incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bir diğer araştırma konusu da bambu ipliğinden elde edilen dokuma ve örme kumaşların performans özelliklerinin ve elde edilen kumaşların boyanma özelliklerinin incelenmesi olabilir. Söz konusu incelemeler bambu ipliğinden elde edilen ürünlerin kullanım performansı ve retilbilirliği açısından belirleyici olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Wulfhorst, B., / Demir A., Torun A.H.** (tercüme), 2003. Tekstil Üretim Yöntemleri, İstanbul.
- [2] **Özçağatay, U., Yaşar, Ş.F., Kayar, M.,** 1999. Tekstilde Kimyasal Testler, TÜBİTAK-MAM Tekstil Enstitüsü SAGEM Müdürlüğü, Bursa.
- [3] **Özcan, Y., Ulusoy, E.,** 1978. Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği, İstanbul.
- [4] **Turhan, Ö., Karaaslan, U.,** Yapay Lifler ve Özellikleri, Kimya Teknolojileri, Sayı:49, Ocak 2005,
www.bilesim.com.tr/tr/yayincilik/kimyateknolojileri
- [5] **Fiber Year 2004**, Saurer Publication.
- [6] www.legsource.com/Consumers/ingeo-fiber-06-05.html - 10k
- [7] **Canoğlu, S., Yükseloğlu, S. M.,** Lyocell Lifleri,
www.bilesim.com.tr/tr/yayincilik/kimyateknolojileri
- [8] **Tekstil ve Hammaddeleri.** www.haytek.biz.tr/Tekstil.htm
- [9] www.itkib.org.tr/hedefcurrent/200411_kasim/OZHBRISOYA2.htm
- [10] www.ienica.net/crops/nettle.htm
- [11] www.noisenet.ws/articles/index.php
- [12] www.botanical.com/botanical/mgmh/n/nettle03.htm
- [13] www.eeob.iastate.edu/research/bamboo/maps.html
- [14] **Liu, G., Zhang, H., Hu, X.,** 2004. The Dyeing Behaviours of Bamboo Fiber with Reactive Dyes and the Product Development, Proceedings of the Textile Institute 83rd World Conference, May 23-27, 696-699, Shanghai, China.
- [15] www.bambrotex.com
- [16] www.swicofil.com/products/015bamboo.html
- [17] www.bilkont.com.tr/tekstil/tr_urun_bambu.asp
- [18] **Bamboo Fiber Technical Guidance**, www.bambrotex.com
- [19] **Antimikrobiyal Lifler**, www.tubitaktam.ege.edu.tr
- [20] www.swicofil.com/bamboo.pdf
- [21] www.olddtop.com/fiber/bamboouses.htm

- [22] **Wang, Y., ve Gao, X.**, 2004. Study on Structure of the Nature Bamboo Fiber, Proceedings of the Textile Institute 83rd World Conference, May 23-27, 135-137, Shangai, China.
- [23] **Shen, O., Liu, D.S., Gaoc, Y., Chenc, Y.**, 2004. Surface Properties of Bamboo Fiber and a Comparison with Cotton Linter Fibers, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 35(3-4):193-195.
- [24] **Rao, K. M. M., Rao, K. M.**, 2005. Extraction and Tensile Properties of Natural Fibers: Vakka, Date and Bamboo, Composite Structures, www.sciencedirect.com
- [25] **Amada, S., Ichikawa, Y., Munekata, T., Nagase, Y., Shimizu, H.**, 1997. Fiber Texture and Mechanical Graded Structure of Bamboo, Composites Part B, 28B (1-2): 13-20.
- [26] **Okubo, K., Fujii, T., Yamamoto, Y.**, 2004. Development of Bamboo-Based Polymer Composites and Their Mechanical Properties, Composites Part A-Applied Science and Manufacturing, 35 (3): 377-383.
- [27] **Olesen, P.O., Plackett, D.V.**, Perspectives on the Performance of Natural Plant Fibres, www.ienica.net/fibresseminar/olesen.pdf
- [28] **Bamboo Fiber Identification Rule**, www.swicofil.com/bambrotexbambooidentification.pdf
- [29] <http://www.tenbro.com>
- [30] **TS 2874 EN ISO**, 1973. Tekstil Lifleri-Doğrusal Yoğunluk Tayini-Gravimetrik Metot ve Vibroskop Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [31] **TS EN ISO 5079**, 2003. Tekstil Lifleri-Tek Tek Liflerin Kopma Noktasındaki Kopma Kuvveti ve Uzama Oranın Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [32] **Uster Statistics**, 2001. www.cogetex.com
- [33] **Davashgil, C.**, 2006. Segana İthalat İhracat Ltd. Şti., kişisel görüşme.
- [34] **Pricewatch Report**, www.yarnsandfibers.com
- [35] **İzmir Ticaret Borsası**, Pamuk Bülteni. www.itb.org

ÖZGEÇMİŞ

25.01.1980 tarihinde Isparta’da doğan Nazan OKUR, orta öğretimini Isparta Anadolu Lisesi, Isparta Süleyman Demirel Fen Lisesi ve Isparta Lisesi’nde tamamladıktan sonra 1998-2003 yılları arasında İ.T.Ü. Makina Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimi gördü. 2003 yılında aynı bölümde yüksek lisans çalışmalarına başladı ve 2003-2004 yılları arasında Hey Tekstil A.Ş. planlama bölümünde çalıştı. Mart 2006’da İ.T.Ü. Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak göreve başlayan Okur, halen bu görevini sürdürmektedir.