
SOYA FASÜLYESİ PROTEİN LİFLERİ BÖLÜM 2: SOYA LİFLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

*Fatma Filiz YILDIRIM **
*Osman Ozan AVİNÇ **
*Arzu YAVAŞ **

Özet: Protein esaslı bitkisel bir lif olan soya fasülyesi protein lifi (SPF) yumuşaklık, parlaklık, pürüzsüzlük, dökümlülük, UV ve bakteri dayanımı gibi birçok özelliğe sahiptir. Bu özellikler sayesinde SPF ve SPF'nin diğer liflerle karışımları örme, dokuma ve dokusuz tekstil yüzeylerinin üretiminde kullanılarak tişörtler, nevresimler, kazaklar ve bebek giysileri üretilebilmektedir. Bu derlemenin birinci bölümünde; SPF'nin genel yapısı, üretim aşamaları ve çevresel etkisi hakkında bilgi verilmiştir. Derleme makalenin ikinci bölümünde ise SPF'nin özellikleri ve kullanım alanları hakkında çeşitli bilgiler verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Soya fasülyesi protein lifi, fiziksel ve kimyasal özellikler, parlaklık, son kullanım alanları

Soybean Protein Fibres Part 2: Soybean Fibres Properties and Application Areas

Abstract: Soybean protein fibres (SPF), which is a protein based botanic fibre, has various beneficial properties such as softness, brightness, smoothness, drape, UV and bacterial resistance. These fibers are used in production of various yarn blends, woven, knit and nonwoven fabrics to manufacture apparel and home textiles such as t-shirts, bedding, sweater and baby dress due to these superior properties. This review, about SPF, is divided into two sections. In the first part; structure and production stages of SPF and its enviromental effects had been described. In the second part of this review, properties and application areas of SPF have been described.

Keywords: Soybean protein fibers, physical and chemical properties, brightness, end-use applications

1. GİRİŞ

SPF, protein esaslı bitkisel bir lifdir, yumuşaklık, parlaklık, pürüzsüzlük, dökümlülük, UV ve bakteri dayanımı gibi çeşitli özelliklere sahiptir. Çalışmanın ilk bölümünde (soya fasülyesi protein lifleri, bölüm 1) belirtildiği gibi SPF, kaşmir ve yün liflerini tamamlayacak veya onlarla rekabet edebilecek bir lif olarak görülmekte (Blackburn, 2005; Caselle, 2003) ayrıca SPF'nin biyo-bozunur bir lif olduğu da belirtilmektedir (Vynias, 2006; Vynias, 2011). Bununla birlikte lifin üretim rotasının çevre kirlenmesine sebep olmadığı da belirtilmektedir (Yi-you, 2004). Lif ayrıca yenilenebilirdir (Swicofil 1, 2012).

* Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Kınıklı, 20070, Denizli
İletişim Yazarı: O.O. Avinç (oavinc@pau.edu.tr)

SPF'nin yapısı, üretimi ve çevresel etkisi hakkında ayrıntılı bilgi makalenin birinci bölümünde yer almaktadır. Bu makalede ise SPF'nin kimyasal ve fiziksel özellikleri, lifin diğer lifler ile karşılaştırılması ve kullanım alanları hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir.

2. SOYA FASÜLYESİ PROTEİN LİFLERİNİN KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

SPF, günümüzde üretilen yenilenebilir botanik bir protein lifidir (Swicofil 1, 2012). Aynı zamanda SPF, iyi dökümlülüğe sahip, doğal kıvrımlı yapıda, parlak, pürüzsüz ve yumuşak bir liftir (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Swicofil 1, 2012; Başer, 1992; Swicofil 2, 2012). Kimyasal özellikleri diğer protein liflerine benzerdir. SPF genellikle diğer liflerle karışım halinde kullanılmaktadır (Başer, 1992). 20. yy'da ve günümüzde üretilen SPF'nin üretim yöntemleri arasındaki farklılıklar sebebiyle üretilen lifler arasında fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından bazı farklılıklar bulunmaktadır. 20. yy'da üretilen SPF ve modern SPF liflerinin sahip oldukları özelliklerin diğer liflerin sahip olduğu özellikler ile karşılaştırılması aşağıdaki tabloda verilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Bazı özellikler bakımından liflerin karşılaştırılması (Blackburn, 2005)

20. yy'ın ortalarındaki lifler	Modern Lifler
Genel olarak diğer rejenere liflerle karşılaştırıldığında, SPF lifinin özellikleri, yer fıstığı ve süt kazein liflerinin arasında kalan değerlere sahiptir. SPF, daha fazla dayanıma sahip rayon veya pamuk gibi liflerle karşılaştırıldığında ise daha fazla sıcaklık ve yumuşaklık sağlamaktadır (Blackburn, 2005).	Yayınlanmış test sonuçları SPF'nin makul yaş geçirgenliğe, ipekten daha iyi nem geçirgenliğine sahip olduğunu ve lifin ısı tutma özelliğinin ipekten daha iyi yünden daha kötü olduğunu göstermektedir (Blackburn, 2005).

Bu özellikler sayısal olarak Tablo 2 ve 3'de daha ayrıntılı bir biçimde gösterilmektedir. SPF'nin sahip olduğu sağlamlık, uzama, özgül ağırlık gibi bazı önemli özelliklerin diğer rejenere protein liflerinin sahip olduğu fiziksel özellikler ile karşılaştırılması Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Bazı rejenere protein liflerinin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Harris, 1954)

Özellikler	Kazein	Yer Fıstığı	Zein	Soya	Kollajen
Mukavemet (cN/tex)	8,0-9,7	6,2-8,0	10,6	7,0	-
Uzama, % (Kuru)	60-70	40-60	25-35	50,0	-
Özgül Ağırlık	1,3	1,31	1,25	-	1,32
Nem Geri Kazanımı, %	14,0	15,0	10,0	11	-
Sıcaklığın Etkisi	Isıtmayla yumuşar	Isıtma ile erimez veya yumuşamaz	Non-termoplastik	-	-

Günümüzde üretilen SPF'nin önemli bazı özelliklerinin rejenere lifler yanında diğer bazı liflerle karşılaştırılması ise Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. Günümüzde üretilen bazı liflerin fiziksel özelliklerinin SPF ile karşılaştırılması (Zupin ve Dimitrovski, 2010; Swicofil 2, 2012)

Özellikler	Yün	İpek	SPF	PES	PA	PLA	Pamuk	Viskon	Bambu
Uzunluk (mm)	50-200	3,5.10 ⁶ -9.10 ⁶	38-76	32-150	-	-	25-45	30-180	38-76
İncelik (dtex)	4-20	1-3,5	0,9-3	1,3-22	-	-	1,2-2,8	1,3-25	1,3-5,6
Kuru mukavemet (cN/dtex)	1,1-1,4	2,4-5,1	3,8-4,0	3-7	3-6,8	3,2-5,5	1,9-3,1	1,5-3,0	2,33
Yaş mukavemet (cN/dtex)	1	1,9-2,5	2,5-3,0	2,4-7	2,5-6,1	-	2,2-3,1	0,7-1,11	1,37
Kuru kopma uzaması(%)	20-40	10-25	18-21	20-50	26-40	20-35	7-10	8-24	23,8
Nem geri kazanımı (%)	14,5	11	8,6	0,4	4,5	0,4-0,6	8,5	12,5-13,5	13,3
Yoğunluk (g/m ³)	1,32	1,34-1,38	1,29-1,31	1,36-1,41	1,15-1,20	1,25-1,27	1,5-1,54	1,46-1,54	0,8-1,32
Başlangıç modülü (kg/mm ²)	-	650-1250	700-1300	-	-	-	850-1200	850-1150	-
Isı dayanımı	(İyi)	Sıcaklık ≤148 °C iken stabil kalmaktadır (İyi)	120 °C'de Sararmakta (Kötü)	-	-	-	150 °C'de uzun süre işlem yapıldıktan sonra kahverengileşme- tedir (Mükemmel)	150 °C'de uzun süre işlemden sonra dayanımı düşmektedir (İyi)	-
UV dayanımı	Kötü	Kötü	İyi	-	-	-	Genel seviyededir	Kötü	-

SPF, pamuk lifleri ile benzer nem emiciliğine ve geçirgenliğe sahiptir. Ayrıca lifin termostabilitesi yün ve ipeğin termostabilitesinden fazladır. SPF'nin ısı dayanım performansı pamuk ve yünden iyidir, bu durum lifi kış kıyafetleri için uygun hale getirmektedir (Orion Filati, 2012). Life ait fiziksel özellikler ayrıntılı bir şekilde aşağıdaki başlıklar altında anlatılmaktadır.

2.1. Renk, Kesit ve Tuşe Özellikleri

SPF'nin ham rengi açık kahve-altın rengi tonlarından açık ten rengine kadar değişen çeşitli tonlarda olabilmektedir (Şekil 1) (Başer, 1992; Hayteks, 2012).



Şekil 1:
Soya protein lifleri (Swicofil 1, 2012)

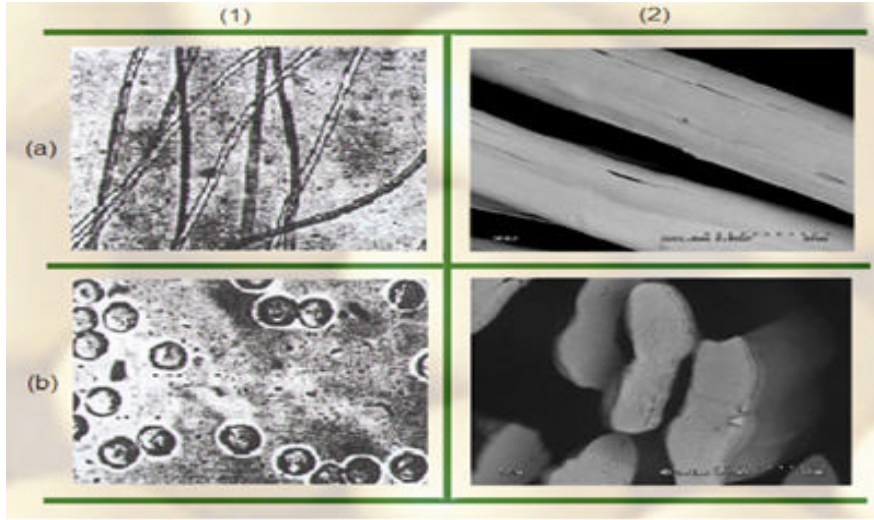
20. yy'da ve günümüzde üretilen SPF'nin sahip olduğu farklı özelliklerin karşılaştırılması Tablo 4'de, Tablo 5'te ve Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 4. Renk özellikleri bakımından liflerin karşılaştırılması (Blackburn, 2005)

20. yy'ın ortalarındaki lifler	Modern Lifler
Tohum proteininden üretilen liflerin kahverengimsi veya sarımsı olduğu belirtilmektedir (Blackburn, 2005; Wormell, 1954). Bununla birlikte üretilen liflerin bir kısmının açık taba renginden beyaza kadar çeşitli renklere sahip olduğu, Ford'un ürettiği liflerin beyaz renkli olduğu belirtilmektedir (Blackburn, 2005)	Günümüzde SPF doğal olarak açık kahve-altın renklidir ve boyamadan önce ağartma işlemi uygulanmaktadır (<i>koyu renk tonlarına boyanacak SPF'li ürünlere genellikle ağartma işlemi uygulanması gerekmemektedir</i>) (Blackburn, 2005; Hayteks1, 2012; Docstoc, 2012). Ayrıca lif ipeğe benzer biçimde yumuşak bir parlaklığa sahiptir (Blackburn, 2005).

Tablo 5. Enine kesit bakımından liflerin karşılaştırılması (Blackburn, 2005)

20. yy'ın ortalarındaki lifler	Modern Lifler
SPF'nin enine kesitlerinin hemen hemen dairesel olduğu belirtilmektedir (Şekil 2) (Blackburn, 2005; Harris, 1954; Fletcher, 1942). SPF'nin kimyasal ve yanma testlerine yüne benzer tepkiler verdiği bildirilmiştir (Fletcher, 1942).	SPF'nin çinli versiyonu oluklu bir yüzeye ve enine kesiti mikro-gözenekli (deniz-ada olarak tanımlanan) düzensiz dambıl şeklinde bir mikroskobik görüntüye sahiptir (Şekil 2). Bu da lifi hava ve nem geçirgen yapmaktadır (Blackburn, 2005; Shimbun, 1999). Amerikan versiyonu ise enine kesitinde yuvarlak olmaya eğilimlidir (Blackburn, 2005).



Şekil 2:

Soya liflerinin kesit görüntüleri

(1) 20. yy'ın ortalarında üretilen liflere ait, (2) modern liflere ait,
(a) boyuna kesit, (b) enine kesit görüntüleri (Blackburn, 2005; Vynias, 2011)

Tablo 6. Tuşe özellikleri bakımından liflerin karşılaştırılması (Blackburn, 2005)

20. yy'ın ortalarındaki lifler	Modern Lifler
Ştapel liflerin, yıkanmış yüne benzer biçimde hafif kabarık tüylü kütleli, iyi esnekliği ile yumuşak dokulu olduğu belirtilmektedir (Blackburn, 2005; Sherman ve Sherman, 1946).	SPF kumaşların, ipeğe benzer biçimde iyi dökümlülük ve yumuşak tutum sergileyerek rahatlık sağladığı belirtilmektedir (Blackburn, 2005; Vynias, 2006, Vynias, 2011; Yi-you, 2004). Kumaşın dokusu hafif ve incedir. Çinli üreticiler lifi kaşmir ile karşılaştırmaktadır (Blackburn, 2005; Yi-you, 2004).

2.2. Elastiki Özellikler

SPF'nin kohezyon kuvveti oldukça küçüktür ve lif çekimi sırasında kaydırmazlık maddesi kullanılması gerekmektedir. SPF'ye ait elastiki geri dönme oranı da %55,4 ölçülmüştür ve bu değer diğer kimyasal liflerin ortak değerinden (diğer kimyasal liflerde elastiki geri dönme oranı %70-80) daha düşüktür. Bu nedenle SPF'nin elastiki geri dönme özelliği kötüdür (Swicofil 1, 2012).

SPF'nin elastikiyeti ile ilgili olarak yapılmış bir çalışmada Yang ve Gao (2011), SPF karışım ipliklerin karışım oranı ve elastikiyeti arasındaki ilişkiyi tanımlayabilmek için farklı tür karışım oranlarına sahip SPF/poliester ve SPF/pamuk karışım ipliklerinin elastikiyetlerini ölçmüştür (Cook, 1984). Karışım ipliklerin karışım oranları ve elastikiyetleri arasındaki ilişki belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca optimum karışım oranı analiz edilmiştir (Yang ve Gao, 2011).

2.3. Nem Çekme Özelliği

SPF'nin, iyi derecede nem çekme ve hava geçirgenliği özelliklerine sahip olduğu belirtilmektedir (Swicofil 1, 2012). SPF'nin nem geri kazanım miktarı ile ilgili olarak literatürde çeşitli değerler bulunmaktadır. Liflerin sahip olduğu nem geri kazanım değerleri literatürde; %8,6 (Blackburn, 2005; Zupin ve Dimitrokvski, 2012), %10-13 (Başer, 1992), %11 (Vynias, 2006;

Vynias, 2011; Cook, 1984), yaş durumdan ve kuru durumdan denge durumuna ulaşıldığında ise sırasıyla %16,1 ve %12,9 (Blackburn, 2005) olarak verilmektedir.

20 yy'ın ortalarında üretilen ve modern SPF'nin sahip olduğu nem çekme özellikleri de farklılık göstermektedir. Tablo 7'de nem çekme özellikleri bakımından liflerin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 7. Nem çekme özellikleri bakımından liflerin karşılaştırılması (Blackburn, 2005)

20. yy'ın ortalarındaki lifler	Modern Lifler
Yüksek nem çekme miktarının ve ıslanma ısısının lifi sıcak ve konforlu kıldığı belirtilmektedir (Blackburn, 2005). Standart şartlar altında (%65 bağıl nem ve 21 °C) SPF, yaş halden denge durumuna ulaştığında %16,1'lik nem geri kazanımı ve kuru halden denge durumuna ulaştığında %12,9'lık nem geri kazanımı değerleri göstermektedir. SPF, yün ve süt protein lifleri gibi yüksek uzama kabiliyetine benzer nem çekme özelliğine (%10-12), ısı yalıtım karakteristiğine ve boyama karakteristiğine sahiptir (Blackburn, 2005).	SPF'nin, giyilebilmesi için lifi rahat ve sağlıklı hale getiren, iyi ısı tutma ve pamuktan daha iyi nem iletimi özellikleridir. Üretici bir firma (Huakangtianyarn Ltd), ürettiği lifin pamuğa benzer biçimde %8,6 nem geri kazanımına sahip olduğunu bildirmektedir (Blackburn, 2005).

Yapılmış bir çalışmada Wang ve Feng (2001), SPF'nin yaş geçirgenlik özelliklerini incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonuçları, SPF'den üretilmiş örgü kumaşın su ve buhar geçirgenliği özelliklerinin iyi olduğunu ve kumaş karakteristiğinin geliştirilebilir olduğunu göstermektedir (Wang ve Feng, 2001).

2.4. Mukavemet Özellikleri

SPF'nin sahip olduğu mukavemet değerleri kuru iken 7 cN/tex (0,8 g/den) (Cook, 1984) ve yaş iken 2,2 cN/tex (0,25 g/den) (Cook, 1984) olarak verilmiştir (Vynias, 2006). SPF'nin mukavemeti kuru durumda 0,8 g/den'den yaş durumda 0,25 g/den'e düşmektedir ve sonuç olarak liflerde yaş iken mukavemetsizlik gözlemlenmektedir (Vynias, 2006; Vynias, 2011). Yani lifler ıslandıklarında dayanımlarını kaybetmektedir (Başer, 1992). Genellikle rejenere protein lifleri zayıflığa meyillidir (Vynias, 2006; Vynias, 2011). Rejenere protein liflerindeki moleküllerin lifteki kristalin alanları oluşturmak için düzenli dizilmediği iddia edilmektedir. Ayrıca moleküllerin, kristalin yapı ile liflerin kopma mukavemet karakteristiklerini elde etmek için bağ oluşturamadıkları ve dizilemedikleri de belirtilmektedir. Bunun yanında SPF, çok miktarda glutamik ve aspartik asit içermektedir. Bu amino asitler suyu çekebilen son derece polar amino asitlerdir (Vynias, 2006; Vynias, 2011). Araştırmacılar su ve protein arasındaki hidrojen bağlarının, moleküller arasındaki hidrojen bağları ile rekabet ettiğini belirtmektedir (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Huang, 1994). SPF'nin düşük yaş kopma mukavemet özelliklerini açıklamak için, SPF'nin sulu ortamda iken moleküller arasındaki hidrojen bağlarının protein ve su arasındaki hidrojen bağları ile yer değiştirdiği ileri sürülmüştür (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Harris, 1954).

20 yy'ın ortalarında üretilen SPF ile modern SPF'nin sahip olduğu mukavemet özellikleri de farklılıklar göstermektedir. Tablo 8'de de mukavemet özellikleri bakımından 20 yy'ın ortalarında üretilen SPF ve modern SPF liflerinin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 8. Mukavemet özellikleri bakımından liflerin karşılaştırılması (Blackburn, 2005)

20. yy'ın ortalarındaki lifler	Modern Lifler
Tüm 20.yy üreticileri SPF'nin sahip olduğu düşük çekme mukavemeti ve yaş mukavemet ile ilgili problemler yaşamıştır. Kuru iken SPF'nin çekme mukavemetinin yünün çekme mukavemetinin yaklaşık %55'ine sahip olduğu, yaşken ise bu değer yünün çekme mukavemetinin yaklaşık %24'üne düştüğü belirtilmektedir. SPF yaş iken, kuru mukavemetinin yaklaşık %35-50'sini kaybetmektedir. Yaş SPF benzer kalitedeki yün liflerinden %76 daha güçsüzdür (Blackburn, 2005). Ford'un ürettiği SPF'nin, yün liflerinin sahip olduğu mukavemet değerinin %80'ine ve yün liflerinden daha fazla yaş ve kuru uzama değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Blackburn, 2005; Boyer, 1940). 1944 yılında bu dayanıksızlığın üstesinden geldiği iddia edilmiştir, fakat bunun fazla iyimser olduğu görülmüştür. Liflerin sahip olduğu bu düşük mukavemet genellikle liflere daha iyi uzama kabiliyeti kazandırmaktadır (Blackburn, 2005).	SPF üreticisi olan bir firma (Huakangtianyarn Ltd), ürettiği lifin 2,5-2,0 cN dtex ⁻¹ mukavemet değerlerindeki pamuk ile benzer yaş mukavemet değerine sahip iken, 3,0 cN dtex ⁻¹ mukavemet değerindeki ipek, pamuk ve yünden daha yüksek kuru mukavemet değerine sahip olduğunu belirtmektedir. Yüksek modüllü oluşu ve kaynar suda düşük çekme özelliği SPF'nin normal ev tipi yıkamalara dayanıklı olduğunu göstermektedir (Blackburn, 2005).

SPF'nin kopma mukavemet özelliklerini geliştirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bir çalışmada lif dayanımının artırılması için lif çekimi çözeltilisine lesitin dahil edilmektedir. Liflerin kırılma dayanımını azaltmak için şeker ve tartarik asitten de yararlanılmaktadır (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Kajita ve Inoue, 1940a). Diğer bir çalışmada lifler azotlu asit ile terbiye edilmişken başka bir çalışmada lifleri %300'e kadar uzatarak gerilimle sertleştirilmiş lifler elde edilebilmektedir (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Huppert, 1943; Huppert, 1944, Croston ve ark., 1945). Zhang ve arkadaşları (1999), SPF'nin germe-çekme ile çekilebilirliklerini geliştirmek için PVA kullanmıştır (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Zhang ve ark., 1999). PVA, yüksek kopma mukavemetine ve modüle sahip bir sentetik polimerdir ve keratin liflerinde takviye olarak kullanılmaktadır (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Sakurada, 1985; Kath ve ark., 2004). Yine başka bir çalışmada Zhang ve arkadaşları (2003), PVA/soya lif karışımlarının işlenmesini incelenmiş ve lif çekim prosesinde PVA eklenmesinin mekanik özellikleri iyileştirdiğini göstermiştir (Vynias, 2006; Vynias, 2011; Zhang ve ark., 2003).

2.5. Isıl Dayanım ve Termal Özellikleri

SPF'nin belirgin bir erime noktası yoktur. Lif mukavemeti 160 °C'de büyük ölçüde azalmakta ve lif rengi solmaktadır (Swicofil 1, 2012). 200 °C'de lif rengi koyu sarı hale gelmektedir. 300 °C'de lif karbonize olmaya başlamakta ve lif rengi kahverengileşmektedir. Bu nedenle SPF'den üretilen kumaşlara uygulanacak boyama ve ısıl işlemlerin 100 °C'yi geçmemesi tercih edilmektedir. Eğer ısıl işlem sıcaklığı 110 °C'yi aşarsa, kumaş tutumu sertleşecektir. Bu durumda, tutum kumaşın 60 °C'de sabun banyosunda yıkanması ile iyileştirilebilmektedir (Swicofil 1, 2012).

Yang ve Yang (2011), SPF'yi ısıl işleme tabii tutmuştur. Dayanım, başlangıç modülü ve sıcaklık, süre analiz edilmiştir. Sonuçlar, 110 °C üzerinde iken sıcaklığın, mekanik özellikler üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu ve süre 20 dakikayı geçtiğinde SPF için proses süresi etkisinin çok önemli olduğunu göstermektedir (Yang ve yang, 2011).

Diğer bir çalışmada Yang ve arkadaşları (2011), SPF/PVA liflerinin termal özelliklerini analiz etmiştir. Sonuçlar yün liflerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. SPF/PVA liflerinin

camlaşma sıcaklığı 81 °C, dekompozisyon sıcaklığı 313 °C olarak ölçülmüştür (Yang ve ark., 2011).

2.6. Bakteri Dayanımı Özellikleri

SPF'nin *Coli bacillus*, *Staphylococcus aureus* and *Candica albicans* gibi bakterilere karşı dirençli olduğu belirtilmektedir (Blackburn, 2005; Swicofil 1, 2012; Scribd, 2012).

2.7. Bozunma Davranışı ve Kimyasal Madde Dayanımı Özellikleri

20 yy'ın ortalarında üretilen SPF ile modern SPF'nin bozunma davranışları da farklılıklar gösterebilmektedir. Tablo 9'da bozunma davranışları bakımından liflerin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 9. Bozunma davranışları bakımından liflerin karşılaştırılması (Blackburn, 2005)

20. yy'ın ortalarındaki lifler	Modern Lifler
SPF alkali maddeler yardımıyla kolayca çözünmektedir ve kondisyonlama etüvünde 104 °C'ye maruz bırakıldığında sararmaktadır (Blackburn, 2005; Sherman ve sherman, 1946). SPF'nin doğal ve kazein liflerinden daha zor, sentetik liflerden daha kolay küflendikleri bildirilmektedir (Blackburn, 2005; Fletcher, 1942). Rejenere protein liflerinin biyolojik saldırıya karşı duyarlılıkları ile ilgili görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar daha çok sayıda protein molekülünün kimyasal ve sertleştirme işlemleri ile değiştirilmesi sonucunda lifin biyolojik saldırıdan daha az zarar görme olasılığı bulunacağını savunmaktadır (Blackburn, 2005; Wormell, 1954). Diğer bazı araştırmacılar ise SPF'nin güveler tarafından saldırıya maruz kalarak zarar görebileceğini ileri sürmektedir (Blackburn, 2005; Dooley, 1943). Anti güve terbiyesi uygulanması ile bu özelliğin geliştirilmesi önerilmektedir (Blackburn, 2005).	SPF, biyo-bozunur bir lif olarak bilinmektedir (Blackburn, 2005). Az miktarda güvenilir sayısal veri mevcut olmasına rağmen lifin terlemeye ve ışığa (UV ışığı dahil) karşı dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Blackburn, 2005; Yi-you, 2004). Bir üretici firma (Huakangtianyarn Ltd) ürettiği lifin iki ay açık havada bırakılması sonucunda çok az solduğunu, %11 oranında dayanım kaybına uğradığını ve mantar oluşumu görülmediğini belirtmektedir. 120 saatlik UV'ye maruz bırakılan lifin %9,8 mukavemet kaybettiği belirtilmektedir (Blackburn, 2005; Huankantianyuan, 2004). Kuru ısıya maruz kalan liflerin sarı ve yapışkan hale geldiği bildirilmektedir (Blackburn, 2005; Anon, 2003). Lifin atık gömme sahalarında biyo-bozunur olduğu belirtilmektedir ve büyük olasılıkla toprakta çözünme prosesi lifin suya maruz kalması ile başlamaktadır (Blackburn, 2005; Swicofil 3, 2012).

SPF'nin anti-UV özellikleri pamuk lifinin özelliğinden iyi, viskon ve ipeğin özelliklerinden çok daha iyidir (Scribd, 2012). Liflerin asit, baz, güve ve mantarlara karşı sahip oldukları dayanım hakkında ayrıntılı bilgi Tablo 10'de verilmektedir.

Tablo 10.SPF'nin asit, baz, güve ve mantara karşı sahip olduğu dayanımın diğer lifler ile karşılaştırılması (Swicofil 2, 2012)

Lif özelliği	Soya lifi	Pamuk	Yün	İpek
Asit dayanımı	Zayıf asitlere karşı dayanımı iyi	Zayıf asitlere karşı dayanımı iyi, sıcak zayıf asitlere karşı dirençli değil (kısmen iyi)	Zayıf asitlere karşı dayanımı iyi	Zayıf asitlere karşı dayanımı iyi
Baz dayanımı	Zayıf bazlara karşı dayanımı iyi (soda), kostik sodaya dayanıklı değil	Kostik sodaya karşı dayanıklı	Zayıf bazlara karşı dayanımı iyi (soda), kostik sodaya dayanıklı değil	Kostik sodaya karşı dayanıklı
Güve/Mantar dayanımı	Güve ve mantara karşı dayanıklı	Güveye karşı dayanıklı, mantara karşı dayanıklı değil	Mantara karşı dayanıklı, güveye karşı dayanıklı değil	Mantara karşı dayanıklı, güveye karşı dayanıklı değil

Tablo 10'da verildiği gibi SPF'nin baz ve asit dayanımları ipek ve yün liflerine benzemektedir (Swicofil 2, 2012; Orion filati, 2012). Liflerin mantar dayanımı da yün ve ipek lifleri ile benzerdir. Liflerin güve dayanımı ise yün, ipek ve pamuk liflerinden daha iyidir (Swicofil 2, 2012).

2.8. Liflerin Sağlığa Etkisi

Normal bir ısıda uzak kızıl ötesi (UKÖ) ışınlarını emme oranı %65'i geçen tekstil yüzeylerine, uzak kızıl ötesi tekstili adı verilmektedir (*UKÖ ışınları ile insan hücreleri aynı frekansta titreşmekte ve böylece ışınlar rahatlıkla hücrelere kabul edilmektedir. UKÖ ışınlarının %80'i doğrudan insan vücudunu ısıtabilmekte ve 4 mm derinliğe kadar ulaşır orada kalabilmektedir. Vücut ısısının artması ile bağışıklık sistemi güçlenmekte ve hastalıklara karşı vücut direnci artmaktadır. Hastalık durumunda bu ışının azaldığı ve iyileşme durumunda arttığı belirtilmektedir. Dr.Peavo (ünlü beslenme uzmanı) vücudun UKÖ ışınları ile ısıtılmasının metabolizmayı uyardığını ve hızlandırdığını tespit etmiştir. İnsan vücudu UKÖ ışınını kendine çekmekte ve etrafa da yaymaktadır.*) (Hayteks 2, 2012; Sağlıklıyaşam, 2012; Deopuno ve ark., 2008). SPF'den üretilen bir kumaş ile örtülen vücudun kızıl ötesi ışın haritası incelendiğinde örtülmeden önceki duruma göre uzak kızıl ötesi ışınlarında %50 artış olduğu görülmüştür (Hayteks 2, 2012). Bu yüzden SPF'nin UKÖ fonksiyonuna sahip olduğu belirtilmektedir (Scribd, 2012; Hayteks, 2012; Doshi-group, 2012). Bu özelliğin, cildin mikro dolaşım sistemini teşvik ettiği (*kılcal damarlardaki kan dolaşımını düzenlemekte*), bağışıklığı güçlendirdiği, deri hücrelerinin ölmesini engellediği, termal etki yarattığı, pozitif enerji verdiği ve tedaviye yardımcı olduğu belirtilmektedir (Scribd, 2012; Hayteks, 2012; Doshi-group, 2012; Hayteks 3, 2012; İtkib, 2012). SPF'den üretilen tekstil yüzeyleri %87'lik uzak kızıl ötesi ışınlarını emme oranı ile oldukça yüksek bir UKÖ ışını emme oranı sergilemektedir (Hayteks 2, 2012; İtkib, 2012). Bu özellik herhangi bir yapay madde ile değil doğal bir lif ile sağlanmıştır (Hayteks 2, 2012). Uluslararası bağımsız yetkili kuruluşların SPF'den üretilen tekstil yüzeylerinin sağlığa yararlı UKÖ ışınlarını emme fonksiyonu olduğunu onayladığı belirtilmektedir (Hayteks 2, 2012).

SPF'nin ayrıca negatif oksijen (*negatif oksijen iyon fonksiyonu*) özelliğine de sahip olduğu ve negatif oksijen iyonları ürettiği belirtilmektedir (Hayteks, 2012; Doshi-group, 2012;

Hayteks 3, 2012; İtkib, 2012). Bu özellik, hava kalitesini dengelemeyi sağlamaktadır (Hayteks 2, 2012; İtkib, 2012). Bu özellik yardımıyla 5000 cm³'ün üstündeki negatif oksianyonun dışarı atıldığı ve derinin hava alması sağlanarak hemen hemen açık alandaki gibi bir ferahlık ve rahatlık elde edilebildiği bildirilmektedir (Hayteks, 2012; Hayteks 3, 2012; İtkib, 2012).

Bunların yanında hayvansal proteinler ile karşılaştırıldığında bitkisel proteinler, yan etkisi olmadan insan vücudu tarafından kolayca absorbe edilebilmektedir (Swicofil 1, 2012). Nutriyolojik açıdan da bu özel bitkisel protein lifinin, diğer liflerin sahip olmadığı sağlık fonksiyonlarına sahip olabileceği bildirilmektedir. Cilt ile temas ettiğinde, soya proteininde bulunan amino asitler cilt proteinlerini aktive etmektedir. Ayrıca SPF'nin tekstil üretimi ve giyimle özellikleri bakımından iyi bir antistatik etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Swicofil 2, 2012).

2.9. Diğer Fiziksel Özellikler

SPF'nin sahip olduğu başlangıç modülü yüksek olduğu için kaynar sudaki çekmesi de düşüktür yani boyut stabilitesi iyidir. Temizlemede tekstil ürünün çekmesinden endişelenmeye gerek olmadığı, ayrıca buruşmazlık performansının iyi olduğu, kolayca ve hızla temizlenip kurutulabilmesinin mümkün olduğu belirtilmektedir (Yi-you, 2004). SPF'nin sahip olduğu düşük sürtünme katsayısı, düşük kıvrım sayısı ve düşük kıvrım stabilitesi nedeniyle, soya kumaşların tüylenmesinin kolay olduğu belirtilmektedir (Scribd, 2012).

2.10. Kimyasal Özellikler

SPF'nin amino asit kompozisyonu yün veya ipek liflerinden büyük ölçüde farklıdır. Soya, yün ve ipek lifleri sadece makroskopik açıdan değil (*soya- globular ve yün/ipek- lifli*) aynı zamanda moleküler açıdan da farklıdır (Vynias, 2006; vynias, 2011). Soya, yün ve ipeğin sahip olduğu amino asit kompozisyonları Tablo 11'de verilmiştir

Tablo 11. Soya, yün ve ipek liflerinin amino asit kompozisyonları (Vynias, 2006; Vynias, 2011)

Amino Asit	Yün	Soya	İpek	Yan Zincirin Yapısı
Glisin	8,2	8,8	44,6	Hidrokarbon
Alanin	5,4	7,5	29,6	
Valin	5,7	6,3	2,2	
İzolösin	3,1	4,8	0,7	
Fenilalanin	2,8	4,4	0,6	
Lösin	7,7	9,8	0,5	
Treonin	6,3	4,3	0,9	Polar
Serin	10,5	6,4	12,1	
Tirozin	3,7	--	5,2	
Aspartik Asit	6,6	12,8	1,3	Asidik
Glutamik Asit	11,9	18,2	1,0	
Lizin	2,8	3,9	0,3	Bazik
Histidin	0,8	5,5	0,1	

Tablo 11 (devamı). Soya, yün ve ipek liflerinin amino asit kompozisyonları (Vynias, 2006; Vynias, 2011)

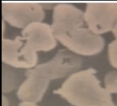

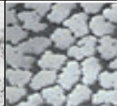
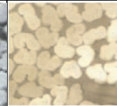
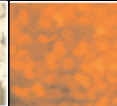
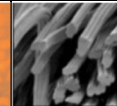
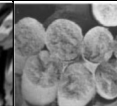
Amino Asit	Yün	Soya	İpek	Yan Zincirin Yapısı
Arjinin	6,9	0,8	0,5	Bazik
Metionin	0,4	0,8	0,1	Sülfür İçeriği
Sistin	10,0	0,1	0,2	
Prolin	7,2	5,6	0,4	Heterosiklik
Triptofan	--	--	0,1	

SPF'nin asidik amino asit (glutamik ve aspartik asit) miktarları yünün asidik amino asit miktarlarından daha yüksektir ve lifin ağır basan amino asidi glutamik asittir (Vynias, 2006; vynias, 2011). Bununla birlikte, disülfid grupları boyunca çapraz bağlantıların azlığını gösteren, sülfür içeren sistin gibi amino asit miktarları da yünden daha azdır (Vynias, 2006). Yün polimeri olan keratin α - yapısında helisel konfigürasyona sahipken, ipek lifi hacimli zincir grupları içermeyip lineer fibroin polimerlerinin katlı β -konfigürasyonunu sergilemektedir (Vynias, 2006; Gohl ve Vilensky, 1983). Bununla birlikte denatüre olmamış soya proteini %5 α -helisel, %35 β -yapı ve %60 rastgele sarım konformasyonu kombinasyonu sergilemektedir. Bu sebeple soya proteininin yünden daha heterojen bir yapıya sahip olduğu söylenebilmektedir (Vynias, 2006; vynias, 2011; Stevens, 1990).

3. SOYA FASÜLYESİ PROTEİN LİFLERİNİN KONFOR ÖZELLİKLERİ


SPF'nin konfor özelliklerinin diğer lifler ile karşılaştırılması hakkında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Cimilli ve arkadaşları (2010), çorap üretiminde kullanılan modal, micro modal, bambu, soya ve kitosan gibi yeni liflerin çorapların konfor özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada ayrıca pamuk ve viskon gibi geleneksel liflerin özellikleri de karşılaştırılmıştır. Liflerin su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, dikey su emilim yüksekliği, kuruma süresi ve termal direnç gibi konfor ile ilişkili özellikleri değerlendirilmiştir (Cimilli ve ark., 2010). Çalışmada kullanılmış liflerden üretilmiş kumaş örneklerine ait parametrelerin karşılaştırılması Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Farklı parametrelere sahip kumaş örnekleri (Cimilli ve ark., 2010)

Özellikler/Lifler	Soya	Pamuk	Viskon	Modal	Micro Modal	Bambu	Kitosan
Lif inceliği (dtex)	1,91	1,5	1,59	1,2	0,82	1,57	0,93
Lif uzunluğu (mm)	41,1	28,1	38,1	40,8	35,3	36,2	37,6
İplik numarası (Ne)	29,2	29,1	30,2	28,9	29	29,4	30,4
Kumaş kalınlığı (mm)	0,74	0,93	0,90	0,75	0,69	0,74	0,81
Gramaj (g/m ²)	167	195	197	182	168	193	179
Gözeneklilik (%)	82,5	86,1	85,4	84	84	83,8	83
Enine Kesit Resmi							

Bu kumaşlara uygulanan testlerin sonuçlarına göre lif değerlerinin yüksekte düşüğe doğru sıralaması da Tablo 13'te yer almaktadır.

Tablo 13. Liflerin seçilmiş konfor özelliklerine göre değerlendirilmesi (Cimilli ve ark., 2010)

Özellik / Sıralama	Termal Direnç R (m ² *K/W)	Hava Geçirgenliği (m ³ /dak/m ²)	Su Buharı Geçirgenliği Oranı (g/m ² 24 h)	Kuruma Süresi	Kuruma Oranı (g/m ² /h)	Islanma Transferi Oranı	Dikey su sütunu emiciliği yüksekliği (5 dk.daki cm)	
	Yüksek	Kitosan	Mikro modal	Kitosan	Bambu	Pamuk	Mikro modal	Pamuk
		Soya	Modal	Bambu	Viskon	Viskon	Kitosan	Kitosan
		Bambu	Soya	Soya	Pamuk	Kitosan	Soya	Soya
		Mikro modal	Bambu	Modal	Soya	Bambu	Modal	Viskon
		Viskon	Viskon	Viskon	Mikro modal	Soya	Bambu	Modal
		Pamuk	Kitosan	Mikro modal	Kitosan	Modal	Viskon	Mikro modal
	Düşük	Modal	Pamuk	Pamuk	Modal	Mikro modal	Pamuk	Bambu

Araştırmacılar, üzerinde çalışılan özellikler bakımından diğer kumaşlara nispeten kitosan, modal ve viskon liflerinden üretilmiş kumaşların daha iyi performans sergilediğini belirtmektedir. Ayrıca çalışılmış liflerin karışımları ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerektiği de belirtilmektedir (Cimilli ve ark., 2010).

Başka bir çalışmada Ciukas ve Abramaviciute (2010), soya, bambu, pamuk/seacell ve bambu/keten gibi yeni lifler kullanılarak üretilmiş çorapların hava geçirgenliği özelliğini incelemiştir. Ayrıca poliamid (PA)'in ve tekstüre PA ipliği ile sarılmış elastanın (Lycra) hava geçirgenlikleri de incelenmiştir. En yüksek hava geçirgenliğine doğal ipliklerden üretilmiş örgü kumaşların, düşük hava geçirgenliğine ise tekstüre PA'lı örgü kumaşların ve en düşük hava geçirgenliğine ise elastan iplikli örgü kumaşların sahip olduğu belirtilmektedir. Örgülerin hava geçirgenliğinin lineer yoğunluğa ve ham materyal kompozisyonuna bağlı olduğu, ayrıca tekstüre PA'nın, elastan iplikler ile kıyaslandığında hava geçirgenliğini arttırdığı belirtilmektedir (Ciukas ve Abramaviciute, 2010). Hava geçirgenliği örneklerin alan yoğunluklarının artması ile düşmektedir. Pamuk/seacell liflerinden üretilmiş örgü kumaşlar, lineer yoğunlukları aynı olan saf pamuk ipliğinden üretilmiş örgü kumaşlar ile karşılaştırıldığında, pamuk/seacell liflerinin hava geçirgenliğini azalttığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde bambu/keten liflerinden üretilmiş örgü kumaşlar da aynı yoğunluktaki saf bambu ipliğinden üretilmiş örgü kumaşlar ile karşılaştırıldığında, bambu/keten liflerinin hava geçirgenliğini azalttığı belirtilmektedir. Çalışmanın sonucunda sıcak havalarda giyilecek çoraplar için, yüksek hava geçirgenliği ile karakterize edilen doğal liflerden üretilmiş örgülerin kullanılmasının, giyen kişide serinlik hissi, soğuk havalarda giyilecek çoraplar için ise, düşük hava geçirgenliği ile karakterize edilen tekstüre PA ve elastan ipliklerden üretilmiş örgülerin kullanılmasının, sıcaklık hissi yaratacağı belirtilmektedir (Ciukas ve Abramaviciute, 2010).

Birçok tekstil materyali insan derisi ile temas halindedir (Lima ve ark., 2008). İnsan eli ile dokunulduğunda ilk his sürtünme olduğu için sürtünme katsayısı önemli bir parametre haline gelmektedir. Bu parametre açısından liflerin SPF ile karşılaştırılması hakkında yapılmış bir

çalışmada Lima ve arkadaşları (2008), kumaşların sürtünme katsayısını farklı bir yöntem kullanarak ölçen yeni bir patentli laboratuvar aletini anlatmıştır. Çalışmada üç farklı iki-yüzlü (çift- taraflı) kumaş kombinasyonuna ait değerler karşılaştırılmıştır. Poliester/pamuk – SPF (PES/CO – SPF), poliester/pamuk – mısır lifi (PES/CO – PLA (polilaktik asit)) ve poliester/pamuk – pamuk (PES/CO – CO) kumaş kombinasyonları test edilmiştir. PES/CO-SPF ve PES/CO-CO lif karışımı kumaşlar, PES/CO-PLA lif karışımı kumaşa kıyasla daha yüksek yüzey sürtünme katsayısı ve yüzey düzgünlüğü sergilemektedir. Sürtünme davranışı PES/CO-SPF ve PES/CO-CO kumaşlar için benzerdir yani SPF ve pamuk lifi benzer yüzey karakteristikleri sergilemektedir. PES/CO-PLA kumaş diğer iki karışım kumaşa göre oldukça farklı ve daha düşük sürtünme katsayısı sunmaktadır. PLA karışım kumaş çalışılan iki karışım kumaşa nispeten daha yüksek bir yüzey pürüzlülüğü göstererek daha kötü bir dokunma performansı sergilemektedir. Yapılan araştırma sonucunda, SPF üzerinde daha fazla araştırma yapmanın yepyüzyıl için "*iyi bir konu*" olabileceği belirtilmektedir (Lima ve ark., 2008).

Lima ve arkadaşlarının (2009) yaptığı bir başka çalışma da PLA ve SPF'den üretilmiş kumaşların karşılaştırılmasının yeni bir yöntemle yapılmasını amaçlamıştır. Saten yapılı dokuma kumaşlar çift- taraflı kumaş konstrüksiyonunun her iki tarafında da kullanılmış ve her bir lifin sürtünme özelliklerine etkisinin test edilmesine olanak sağlanmıştır. Çalışmada pamuk-PLA (CO-PLA), poliester/pamuk – pamuk (PES/CO-CO) ve pamuk-soya (CO-SPF) kumaşlar kullanılmıştır. Pamuğun SPF ile kombine edilmesi sayesinde, test edilen kumaşlar içinde en pürüzsüz yüzeye ulaşıldığı görülmüştür (Lima ve ark., 2009).

Çift taraflı kumaşlar ile ilgili yapılmış başka bir çalışmada Unal ve arkadaşları (2011), çözümlü ipliği olarak %100 pamuk, atkı ipliği olarak bir yüzeyinde doğal lifler (pamuk, SPF) ve diğer yüzeyinde ise %100 polyester ve bu iplikten oluşan karışımlar kullanmış ve altı farklı çift-katlı kumaş üretmiştir. Çalışmada, farklı lifler kullanılarak elde edilmiş çift-yüzlü dokuma kumaşların konfor ile ilişkili özellikleri incelenmiştir. Üretilen kumaşların kalınlıkları arasında çok önemli değişimler gözlenmemektedir. Farklı liflerden üretilen kumaşların hava geçirgenliklerinin farklılık gösterdiği, atkı ipliğinde SPF kullanılmış kumaşların daha geçirgen olduğu belirtilmektedir. Kumaşların buhar geçirgenliklerinin pamuk veya SPF kullanımı ile değişmediği fakat bu özelliklerin poliester liflerinin enine kesitlerinden etkilenebileceği belirtilmektedir (Unal ve ark., 2011).

SPF'nin diğer lifler ile karşılaştırılması üzerine yapılmış bir çalışmada Wu ve arkadaşları (2009), egzersiz sırasında maksimum termal-yaş konfor elde edebilmek için giysilerde kullanılan farklı tipteki kumaşların montajlanması ile ilgili yeni bir metod üzerine çalışmıştır. Isı ve nem hisleri, egzersiz sırasında deneklerin rahatsız olmasına neden olan en önemli faktörler olarak kabul edilmektedir. Çalışmada on farklı tip nem çekici liften (pamuk, yün, lyocell, modal, soya, bambu ve bu liflerin karışımları) üretilmiş on tişörtün termal-yaş konfor değerleri incelenmiştir. Sonuçlar, egzersiz sırasında ağırlıklı olarak nem ve ısı transferini etkileyen lif tiplerine bağlı olarak on tip tişörtün termal-yaş konfor özelliklerinin farklı olduğunu göstermektedir. Egzersiz sırasında insan vücudunun farklı bölümlerinde sıcaklık ve nem dağılımının farklı olması, termal-yaş konfor için farklı gereksimlere yol açmaktadır. Doğal higroskopik lifler olan pamuk ve yün liflerinin, diğer liflerden (*rejenere selüloz lifleri, bambu, soya ve modal egzersiz sırasında daha az nemli ve sıcaktır*) çok daha nemli ve termal olduğu gözlemlenmiştir. Modal lifinin çok yapışkan bulunduğu belirtilmektedir. Bambu lifi de dokunulduğunda önemli ölçüde bir serinlik hissi sağlamaktadır. Lyocell lifi ortalama nem ve yapışkanlık değerleri ile diğer rejenere selüloz liflerden çok daha fazla termal his sağlamaktadır. Karışım kumaşlar orta termal-yaş konfor değerleri sergilemektedir (Wu ve ark., 2009).

Zupin ve Dimitrovski (2010) ise yaptıkları çalışmada, pamuk çözgülü, bambu, SPF, PLA, pamuk atkı ipliği gibi biyo-bozunur iplikli kumaşların kopma özellikleri üzerinde çalışmıştır. Çalışma için dört farklı dokuda 16 kumaş üretilmiştir. Sonuçlar, atkıda kullanılan farklı materyallerin kumaşın mekanik özelliklerini etkilediğini göstermiştir. Atkı yönündeki tüm kumaşların %20'den %45'e kadar uzama sergilediği belirtilmektedir. Farklı dokuma tipleri kumaş

özelliklerini etkilemektedir fakat etkisi daha düşüktür. Ölçülmüş diğer mekanik özellikler ile ilgili araştırma, pamuk ve bambu atkı ipliği kullanılan kumaşların atkı ipliği olarak PLA ve SPF kullanılan kumaşlara göre daha yüksek gerilme rezilyansına sahip olduğunu göstermekte iken atkı ipliği olarak SPF kullanılan kumaşların en çok uzatılabilir ve esnek kumaşlar olduğunu göstermektedir. Ayrıca, pamuk kumaşlar en yumuşak kumaşlar iken atkı ipliği olarak PLA kullanılan kumaşların en katı ve rijit olduğu belirtilmektedir. Genel olarak, atkıda PLA, SPF ve bambu iplikleri kullanılan kumaşların saf pamuk kumaşlara göre daha düşük kopma mukavemetine sahip oldukları fakat daha yüksek kopma uzaması sergiledikleri belirtilmektedir. Kumaşların kopma uzaması veya uzayabilirlikleri giysiler giyilirken rahatlık hissi için önemli özelliklerdir (Zupin ve Dimitrovski, 2010).

4. SOYA FASÜLYESİ PROTEİN LİFLERİNİN KULLANIM ALANLARI

SPF genellikle, iplik, iç giyim ve nevresim olarak pazarlanabilmektedir (Blackburn, 2005; Swicofil 3, 2012). SPF, tişört, süveter ve iç giyimde genellikle bambu ve ipek lifleri ile karışım halinde kullanılmaya devam edilmektedir (Blakburn, 2005). SPF'nin kullanım alanları aşağıda başlıklar altında anlatılmıştır.

4.1. Lif

4.1.1. Soya - Kaşmir Lifi Karışımları

SPF, kaşmir lifleri ile karışım halinde kullanılabilir. Kaşmir/SPF karışım liflerinin, kaşmirin doğal yumuşaklık hissi yanında pürüzsüzlük, kolay bakım, dökümlülük ve iyi maliyet/performans dengesi özelliklerine sahip olabileceği belirtilmektedir (Swicofil 1, 2012; Euroflax, 2012). Karışım lifler kazak, atkı, şal ve ceket üretiminde kullanılabilir (Swicofil 1, 2012). Kaşmir ile SPF'nin oluşturduğu karışımlar kaşmir ürün üretim maliyetlerini düşürmektedir (Scribd, 2012; Euroflax, 2012).

4.1.2. Soya - Yün Lifi Karışımları

SPF ve yün lifleri karışım oluşturabilmektedir. Bu karışım liflerden üretilen kumaşların çekme özelliğinin daha düşük olması sayesinde yıkanmaya uygun olduğu belirtilmektedir. Karışım kumaşlar, yün kazak, interlok örme kazak ve battaniye üretimi için uygundur (Swicofil 1, 2012).

4.1.3. Soya - İpek Lifi Karışımları

SPF ipek lifleri ile karışım oluşturarak da kullanılabilir. Bu karışım liflerden üretilen kumaşların dökümlülüğünün iyi olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte bu karışımların kullanılması yardımıyla, ipeğin sahip olduğu ter ile kolay lekelenme ve cildin ıslaklığından kaynaklanan yapışkanlık hissinden kurtulmanın mümkün olacağı belirtilmektedir (Swicofil 1, 2012; Euroflax, 2012). Karışım lifler ile baskılı ipek, örme iç giyim, pijama, gömlek ve gece elbisesi üretmek mümkündür (Swicofil 1, 2012). Bu karışım lifler yardımıyla daha az maliyet ile daha yüksek kaliteye ulaşılabilmektedir (Scribd, 2012).

4.1.4. Soya -Pamuk Lifi Karışımları

SPF aynı zamanda pamuk lifleri ile de karışım oluşturabilmektedir. Bu karışım liflerden üretilen kumaşların pamuklu kumaşlara göre, daha yumuşak bir tutuma, daha iyi nem çekme miktarına, daha iyi bakteri dayanımına ve giyilme konforuna sahip olduğu belirtilmektedir

(Swicofil 1, 2012; Euroflax, 2012). Karışım lifler erkek ve kadın iç giyim, tişört, bebek giysisi, havlu ve nevresim üretiminde kullanılabilir (Swicofil 1, 2012).

4.1.5. Soya - Elastik Lif Karışımları

SPF, elastik lifler ile de karışımlar yapabilmektedir. Bu karışımlardan üretilen kumaşlarda bulunan elastik lifler; kumaşları daha elastik, yıkaması ve bakımı daha kolay hale getirmektedir (Swicofil 1, 2012).

4.1.6. Soya- Sentetik Lif Karışımları

SPF, poliester ve diğer sentetik lifler ile çeşitli karışımlar oluşturabilmektedir. Bu karışımların konfor özelliklerini ve buruşma dayanımını arttırdığı belirtilmektedir. Bu karışım lifler ile baharlık ve yazlık moda kıyafetler, iç giyim, gömlek ve eşofmanlar üretilebilmektedir (Swicofil 1, 2012).

SPF'nin oluşturduğu karışımlar hakkında yapılmış bir çalışmada Zhang ve arkadaşları (1997), soya-zein karışım lifi hakkında incelemeler yapmıştır. Soya-zein karışım liflerinin mukavemeti, %11 relatif nemdeki SPF'nin mukavemet değerinden çok daha iyidir. Protein lifleri kimyasal işlemler ve uzatma işlemleri ile geliştirilse de liflerin düşük-nem ortamında sahip olduğu sınırlı esneklik ve düşük yaş mukavemetin neden olduğu başlıca olumsuzluklar aşılamamıştır. Lif çekimi, SPF'nin üretimi için zein liflerinden çok daha uygun bir proses olarak nitelendirilmiştir çünkü soya proteini suda ve glikolde çözünebilmektedir. Zein ve soya proteinleri yenilenebilirlikleri ve doğada çözünebilirlikleri sayesinde tekstil lifi olarak kullanım potansiyeline sahiptir. Soya proteini düşük maliyeti sayesinde tekstil lifi olarak kullanımda zein liflerinden çok daha fazla potansiyele sahip bir liftir (Zhang ve ark., 1997).

4.2. İplik

SPF'den üretilen iplikler (Şekil 4), kamgarn şerit ipliği, spor iplik, dantel ipliği, şönil ve yün, keten, pamuk, kaşmir, ipek, poliester, viskon, tensel gibi lifler ile oluşturulmuş karışım ipliklerden oluşmaktadır (Blackburn, 2005; Scribd, 2012). SPF ile diğer liflerin karışımından oluşan iplikler 28/72, 30/70, 45/55, 60/40, 70/30, 85/15'lık karışım oranlarında olabilmektedir (Scribd, 2012).

Yang ve Dou (2011) yaptıkları çalışmada, SPF'nin karışım oranını belirlemek için SPF/poliester karışım ipliğinin karışım oranının ortalama ve standart sapmasını istatistik teori ve yoğunluk gradyan yöntemleri ile hesaplayarak incelemiştir (Yang ve Dou, 2011). SPF, ipek, yün, poliester, pamuk ve diğer birçok lif ile karışım oluşturabilmektedir (Yang ve Dou, 2011).

Yapılmış bir çalışmada Yang ve Yang (2011), SPF/pamuk karışım ipliklerin karışım oranlarının ve mukavemet-uzama arasındaki ilişkiyi analiz edilebilmek için farklı karışım oranlarına sahip SPF/pamuk karışım ipliklerinin mukavemet-uzamalarını ölçmüş ve karşılaştırmıştır (Yang ve yang, 2011).

Diğer bir çalışmada Yang (2011), SPF-PVA/poliester karışım ipliklerin karışım oranlarını ve mukavemet-uzama arasındaki ilişkiyi analiz edebilmek için farklı karışım oranlarına sahip SPF-PVA/poliester karışım ipliklerinin mukavemet-uzama değerlerini ölçmüş ve karşılaştırmıştır. Farklı ipliklerin kopma mukavemeti özellikleri belirlenmiştir (Yang, 2011).

4.3. Örme ve Dokuma Tekstil Yüzeyleri

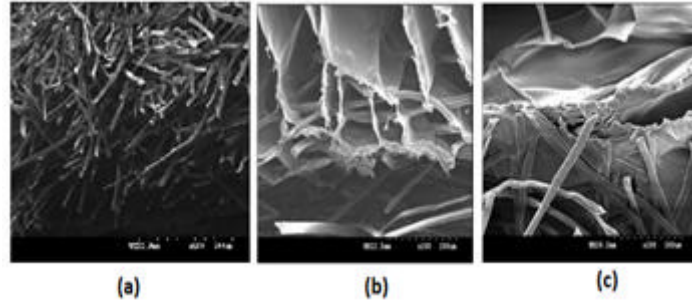
SPF'nin içerdiği soya proteininin life kattığı yumuşak tutum, üstün nem absorblama ve hava geçirgenlik özelliklerinin sayesinde soya fasülyesi lifi iç giyim ve örgü kumaş uygulamalarında öne çıkmaktadır. SPF ile diğer doğal ve kimyasal liflerin karışımlarından üretilen dokuma kumaşlar gömlelerde ve ev tekstilinde kullanılabilir. Bu ürünlerin ekonomik etkileri yüksektir (Scribd, 2012).

Yang ve Li (2011) yaptıkları çalışmada, SPF/poliester karışım kumaşların karışım oranları ile mekanik özelliklerini anlamak için altı karışım kumaş seçmiş ve test etmiştir. Sonuçlar, SPF'nin karışım oranının artması ile karışım kumaşların dayanımı ve eğilme direncinin düştüğünü, dökümlülüğünde tanınmış bir değişiklik olmadığını göstermektedir (Yang ve Li, 2011).

4.4. Dokusuz Tekstil Yüzeyleri

SPF'den üretilen dokusuz tekstil yüzeyleri, SPF'nin diğer kumaş yüzeylerinde sağlamış olduğu güzel görünüme, konfora, iyi fiziksel ve boyanma özelliklerine ayrıca sağlıklı ve fonksiyonel özelliklere de sahip olacaktır (Fiberco, 2012).

Liu ve arkadaşları (2008) yaptıkları çalışmada, yeni tasarım, alt tabakası genipin-çapraz bağlı (*genipin*; *çapraz bağlayıcı*) kitosan film ile kaplanmış, üst tabakası soya protein dokusuz tekstil yüzeyinden oluşan kolaylıkla sıyrılabilen çift katlı kompozit yara bakım ürünü ile ilgili olarak çalışmıştır (Şekil 3) (Liu ve ark., 2008).



Şekil 3:

(a) Soya protein dokusuz tekstil yüzeyi, (b) çapraz bağlantısız ve (c) çapraz bağlantılı kitosan film/soya protein dokusuz tekstil yüzeyi kumaş kompoziti (Liu ve ark., 2008)>

Bu çalışma ile genipin-çapraz bağlı kitosan filmlerin ve iki-tabakalı kompozitlerin laboratuvar ortamındaki (*in vitro*) özellikleri incelenmektedir. Ayrıca, canlılardaki (*in vivo*) deneylerde bir fare örneğinde kompozit ile yaraların tedavi edilmesi incelenmiştir. Elde edilen kompozit malzeme yeterli miktarda nem tutmakta ve böylece yaranın dehidrasyon riskini azaltmaktadır. Son olarak, hayvan deneyleri çift-katlı yara pansuman malzemesinin epitelize olduğunu göstermektedir, yani hasarlı doku mükemmel bir biçimde yenilenme göstermektedir ve böylece kompozitin yenilenmiş dokuya zarar vermeden kolayca sıyrılması sağlanmaktadır (Liu ve ark., 2008).

4.5. Bebek Giysileri

Çevre dostu soya bebek giysileri, bebekler için birçok avantaj sağlamaktadır. Lifin sahip olduğu nefes alabilirliğin, sağladığı sıcaklığın ve konforun bebek giysileri için önemli özellikler olduğu belirtilmektedir (Şekil 4) (Scribd, 2012).



Şekil 4:
SPF'nin kullanım alanları (Swicofil 1, 2012; Scribd, 2012)

4.6. Giysi (Apparel)

SPF ve spandeks liflerden üretilen korselerin yumuşaklık ve rahatlık hissi sağladığı belirtilmektedir. Bu iç çamaşırının sadece insanın duruşunu düzeltmekle kalmadığı aynı zamanda, insan cildine hoş bir his, kolay esneme ve bakım özellikle de “cilt üstünde cilt” duygusu sağlayabileceği belirtilmektedir (Swicofil 1, 2012).

4.7. Nevresim

SPF'den üretilen çarşaf, nevresim ve yastık kılıfları yumuşaklık ve serinlik sağlayabilmektedir (Şekil 4) (Swicofil 1, 2012).

4.8. Tişörtler

SPF, doğal bambu ve ipek lifleri gibi iki doğal lif ile karışım halinde tişört üretiminde kullanılabilir (Şekil 4). Bambu lifi yaz giysileri için oldukça uygundur. SPF'nin kaşmir-benzeri kumaş yüzeyi düzgünlüğü ile bambu liflerinin sağladığı serinliğin; ciltte rahatlık hissi sağladığı belirtilmektedir. SPF'de bulunan isoflovanlar ve amino asitler, ayrıca bambu balı ve pektini gibi tüm elementler cilt bakımı için faydalıdır. Bu lifler aynı zamanda daha önce de değinildiği gibi antibakteriyel ve anti-UV işlevselliğine de sahiptir. Bu tişörtlerde ütümeye gerek duyulmamakta ve ürünler çamaşır makinesinde yıkanabilmektedir (Swicofil 1, 2012).

4.9. Kazak ve Süveterler

SPF kazak ve süveter üretiminde de kullanılabilir (Şekil 4).

4.10. Soya Giysilerin Bakımı

SPF'den üretilmiş kumaşlar kolayca yıkanabilmekte ve kurutulabilmektedir. Kumaşlara soğuk suda el ile veya nazik sıkma yapılmalıdır. Liflere kuru temizleme uygulamak gerekli

değildir (Scribd, 2012). Kumaşlar temizlenirken klorlu ağartıcılardan kaçınılmalıdır. Kumaşlar ısıtılmadan kuru hava veya tamburlu kurutma yapılarak kurutulmalıdır. Bu lifler hızlı kuruyan liflerdir. Kumaşlar, buharsız düşük ayarda veya orta dereceli ısılarda ütülenebilmektedir (Scribd, 2012; Hayteks 2, 2012). Yüksek sıcaklıklar kumaşa zarar verebilmektedir. Diğer birçok kumaş gibi koyu renkli soya kumaşlarda yıkamada boya akabilmektedir. Bu nedenle koyu renkli soya kumaşlar ayrı yıkanmalıdır veya yıkama sırasında ticari olarak satılan haslık yükseltici maddeler kullanılmalıdır (Scribd, 2012).

5. SONUÇ

SPF, sahip olduğu iyi fiziksel ve kimyasal özellikler sayesinde tekstil endüstrisinde önem kazanmaktadır. Lifin sahip olduğu yumuşaklık, pürüzsüzlük, dökümlülük, sürdürülebilir, yenilenebilir ve biyo-bozunur olma gibi özellikler lifi önemli kılmaktadır. Ülkemizde SPF yeni tanınmaya başlanmıştır ve lif hakkında bulunan sınırlı sayıda Türkçe literatür kaynağı tekstil sektörü için yeterli bilgi sunamamaktadır. Bu derleme çalışması ile SPF'nin kimyasal ve fiziksel özellikleri, liflerin diğer lifler ile karşılaştırılması ve liflerin kullanım alanları hakkında bilgi verilerek Türkçe literatür sıkıntısının giderilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Anon. (2003). China develops soyabean fibre, *Textile Magazine*, 30 (2), 4.
2. Blackburn, R.S., (2005). *Biodegradable and Sustainable Fibres*, CRC Press, UK.
3. Başer, İ., (1992). *Elyaf Bilgisi*, Marmara Üni. Yayın No:54, İstanbul.
4. Boyer, R.A., (1940). Soybean protein Fibres: experimental production, *Industrial and Engineering Chemistry*, 32 (12), 1549-1551, summarized in Shurtleff, W. And Aoyagi, A.(1994), "Henry Ford and his Researchers' Work With Soybeans, Soyfoods and Chemurgy- Bibliography and Sourcebook, 1921 to 1993", Lafayette CA, Soyfoods Center, 53.
5. Casselle, T. (2003). Making a meal of fashion: soybean fibre arrive, *Market News Express*, 10 Dec. www.tdctrade.com/mne/germent/clothing115.htm, Erişim Tarihi 16.11.2010.
6. Cimilli, S., Nergis, B.U., Candan, C. and Özdemir, M., (2010). A Comparative Study of Some Comfort-related Properties of Socks of Different Fiber Types, *Textile Research Journal* 2010, 80: 948, DOI: 10.1177/0040517509349782.
7. Čiukas, R. And Abramavičiūtė, J., (2010). Investigation of the Air Permeability of Socks Knitted from Yarns with Peculiar Properties, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, Vol.18, No. 1 (78) pp. 84-88.
8. Cook, J. G., (1984). *Handbook of Textile Fibers*, Watford, England, Merrow Publishing Co
9. Croston, C. B., Evans, C. D. and Smith, A. K., (1945). Zein Fibres...Prereration by Wet Spinning, *Industrial and Engineering Chemistry*, 37 (12):p.1194-1198.
10. Deopuno, B.L, Alogirusamy, R., Joshi, M. and Gupto, B., (2008). "Polyester and Polyamides", CRC Press; 1 edition.
11. <http://www.docstoc.com/docs/28879930/The-Dyeing-and-Finishing-of-Soybean-Protein-Fibre-Product>, Erişim Tarihi: 01.06.2012, Konu; Docstoc.
12. Dooley, W. H., (1943). *Textiles (new revised edition with experiments)*, Boston, Heath&co., 699.
13. <http://www.doshi-group.com/ecora.asp>, Erişim Tarihi: 01.11.2012, Konu; Doshi-group

14. http://euroflax.com/products_imports%20of_textiles.htm, Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Konu; Euroflax.
15. http://www.fiberco.com/information_links/information_soy.htm, Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Konu; Fiberco.
16. Fletcher, H.M., (1942). Synthetic Fibers and Textiles. Agricultural Experiment Station Bulletin 300, *Kansas State College of Agriculture and Applied Science*, 35-36, Kansas
17. Gohl, E.P.G., and Vilenksy, L.D., (1983). *Textile Science*, Longhman Cheshire pty lim, Australia.
18. Harris, M. (1954). *Handbook of textile Fibres*, Harris Research Laboratories, 82, Washington
19. Tahir Haytoğlu - *Hayteks Ekolojik Tekstil San. Ve Tic. Ltd. Şti.*, Ankara TÜRKİYE www.hayteks.biz.tr, Erişim Tarihi: 01.11. 2012, Konu; Hayteks 1.
20. <http://www.hayteks.biz.tr/soyasilk2.php>, Erişim Tarihi: 01.11.2012, Konu; Hayteks 2.
21. <http://www.hayteks.biz.tr/soyasilk.php>, Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Konu; Hayteks 3.
22. Huang, H C, (1994). *PhD Thesis*, Iowa State University.
23. Huankantianyuan High-Tech Co. Ltd (n.d.), (2004), Introduction to SPF, www.soybeanfibre.com, Erişim Tarihi: 01.11. 2012.
24. Huppert, O., (1943). Treatment of artificial protein films and filaments, *Patent US 2,309,113*.
25. Huppert, O., (1944). Modified Soybean Protein Fiber, *U.S. Patent 2,364,035*.
26. http://www.itkib.org.tr/itkib/hedef/old_hedef/200411_kasim/OZHBRSOYA2.htm, Erişim Tarihi: 01.11. 2012, Konu; İtkib.
27. Kajita, T. and Inoue, R. (1940a). Process for manufacturing artificial fiber from protein contained in soybean, *US Patent 2,192,194*.
28. Kath, K., Shimbayama, M., Tanabe, T. and Yamauchi, K., (2004). Preperation and properties of Keratin-Poly(vinyl alcohol) Blend Fiber, *Journal of Applied Polymer Science*, 91 (2): p.756-762.
29. Lima, M., Vasconcelos, R.M., Silva, L.F., Cunha, J., (2008). Analysis of the friction coefficient in fabrics made from non-conventional blends, *TEKSTİL ve KONFEKSİYON*, 1/2009, 15-19.
30. Lima, M., Vasconcelos, R.M., Silva, L.F., Cunha, J., (2009). Fabrics made from non-conventional blends: What can we expect from them related to frictional properties, *Textile Research Journal 2009*, 79: 337, DOI: 10.1177/0040517508097519
31. Liu, B-S., Yao, C-H., Fang, S-S., (2008). Evaluation of a Non-Woven Fabric Coated with a Chitosan Bi-Layer Composite for Wound Dressing, *Macromolecular Bioscience*, 8, 432-440, DOI: 10.1002/mabi.200700211
32. <http://www.orionfilati.it/pdf/presentazione-soia-soyabean.pdf>, Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Orion Filati.
33. <http://www.saglikliyasamplatformu.com/blog/?p=110>, Erişim Tarihi: 01.11. 2012, Sağlıkliyaşam.
34. Sakurada, I., (1985). *Poly(vinyl alcohol) Fibers*, Marcel Dekker, New York
35. <http://www.scribd.com/doc/56709310/Application-of-Contemporary-Fibres-in-Apparel-Soybean>, Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Konu; Scribd.

36. Sherman, J.V. and Sherman, S.L (1946). *The New Fibers*, New York, D van Nostrand Company, 185-186.
37. Shimbun, S.K. (1999). *Physical Characteristics and Processing Method of Chinese Soybean Fiber*, www.Textileinfo.com.
38. <http://www.swicofil.com/soybeanproteinfiber.html>, Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Konu; Swicofil 1.
39. <http://www.swicofil.com/soybeanproteinfiberproperties.html>, Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Konu; Swicofil 2.
40. A.G. Textile Services (n.d.). Soybean Protein fiber, [www.swicofil](http://www.swicofil.com), Erişim Tarihi: 01.01. 2012, Konu; Swicofil 3.
41. Stevens, M.P, (1990). *Polymer Chemistry An Indtroduction*, Oxford University Press, New York.
42. Unal, P. G., Kayseri G. O., and Kanat Z. E., (2011). The effect of various fibers used in different layers of double layered woven fabrics, *Icontex2011: International Congress of Innovative Textiles*, Istanbul, Turkey
43. Vynias, D. (2006). Investigation into the wet processing and surface analysis of soybean fabrics, *PhD Thesis*, University of Manchester, UK
44. Vynias, D., (2011). Soybean Fibre: A Novel Fibre in the Textile Industry, *Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology*, 26: p. 461-494
45. Wang, Q. And Feng, X., (2001). Wet permeability and moisture vapor transmission characteristics of soybean knitted fabrics, *journal of Dong Hua University*, Vol .18, n 3, pp 117-119.
46. Wormell, R.L., (1954). *New Fibers from Proteins*, Butterworths Scientific Publications, 3, London
47. Wu, H. Y., Zhang, W. Y., Li, J., (2009). Study on Improving the Thermal-Wet Comfort of Clothing during Exercise with an Assembly of Fabrics, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, Vol. 17, No. 4 (75) pp. 46-51
48. Yang, Q., (2011). Relationship between the tensile property of the SPF-PVA/polyester blended yarn and the blended ratio of SPF-PVA, *Applied Mechanics and Materials*, Vol .322, pp 279-282, doi: 10.4028/www.scientific.net/ AMR.322.279
49. Yang, Q. and Dou, Y, (2011). The method to determine the blended ratio of soybean protein fiber/polyester blended ring-spun yarn, *Applied Mechanics and Materials*, Vol .321, pp 188-191, doi: 10.4028/www.scientific.net/ AMR.321.188.
50. Yang, Q. and Gao, S., (2011). The elasticity of soybean protein fiber blended yarn, *Applied Mechanics and Materials*, Vol .322, pp 275-278, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.322.275.
51. Yang, Q. and Li, S., (2011). Mechanical property of knitted fabric of SPF/polyester blended yarn, *Applied Mechanics and Materials*, Vol .321, pp 180-183, doi: 10.4028/www.scientific.net/ AMR.321.180
52. Yang, Q., Liu, Y., Tian, L. and Dou, Y, (2011). The thermal properties of soybean protein-PVA fibers, *Applied Mechanics and Materials Vols.*,3011-3015, doi: 10.4028/www.scientific.net/ AMM.44-47.3011.

53. Yang, Q. and Yang, X., (2011). The tensile property of the SPF/cotton blended yarn, *Applied Mechanics and Materials*, Vol .321, pp 192-195, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.321.192.
54. Yang, Q. and Yang, X., (2011). Effects of heating on the tensile property of soybean protein fibers, *Applied Mechanics and Materials*, Vol .194-196, pp 2396-2399, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.194-196.2396.
55. Yi-you, L., (2004). The soybean protein fibre-a healthy and comfortable fibre for the 21 th century, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 12 (2), [46], 9
56. Zhang, M., Reitmeier, C. A., Hammond, E. G., ve Myers, D. J., (1997). Production of Textile Fibers from Zein and a Soy Protein-Zein Blend, *Cereal Chem.* 74(5):594–598.
57. Zhang, Y., Ghasemzadeh, S., Kotliar, A.M., Kumar, S., Presnell, S. and Williams, L.D., (1999). Fibers from soybean protein and Poly(vinyl alcohol), *Journal of applied polymer science*, 71: p. 11-19
58. Zhang, X., Min, B., and Kumar, S., (2003). Solution spinning and characterization of Poly(vinyl alcohol)/soybean Protein Blend Fibers, *Journal of Applied Polymer Science*, 90 (3):p.716
59. Zupin, Z. and Dimitrovski, K., (2010). Mechanical Properties of Fabrics Made from Cotton and Biodegradable Yarns Bamboo, SPF, PLA in Weft, *Woven Fabric Engineering*, Polona Dobnik Dubrovski (Ed.), Sciyo, Croatia, doi: 10.5772/295.

Alınma Tarihi (Received) : 25.04.2013
Düzeltilme Tarihi (Revised) : 23.07.2013, 21.04.2014
Kabul Tarihi (Accepted) : 21.04.2014