



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

PROJE BAŞLIĞI

Katma Değerli ve Özellikli Ürünler İçin Kompozit/Hibrit Yapılı İpliklerin
Tasarımı ve Geliştirilmesi

Proje No: FBA-2017-8446

Proje Türü:

BİREYSEL ARAŞTIRMA PROJESİ

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:

OSMAN BABAARSLAN

Mühendislik Fakültesi / Tekstil Mühendisliği Bölümü

Araştırmacı:

Teks.Y.Müh. Yusuf DAŞAN

Mühendislik Fakültesi / Tekstil Mühendisliği Bölümü

ŞUBAT-2020

ADANA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	3
ABSTRACT	3
1. GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM	4
2. GENEL BİLGİLER	4
3. GEREÇ VE YÖNTEM	5
4. BULGULAR	8
4.1 İplik Testleri	8
4.2 Kumaş Testleri	9
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	13
TEŞEKKÜR	15
KAYNAKLAR	15
EKLER	-

ÖZET:

Tekstil ürünlerinin kullanım alanlarının çeşitlilik kazandığı günümüzde, özellikle iplik üretim yöntemlerindeki gelişmeler kalite, konfor ve fonksiyonel özelliklerde değişim sağlamıştır. Sektörde artan beklentilere cevap verebilen birçok alternatif iplik üretim sistemlerinde farklı hammaddeler kullanılarak elde edilen fonksiyonel iplikler tercih edilir hale gelmiştir. Filament ve şapel yapılar değişik teknolojiler yardımıyla bir araya getirilerek, farklı niteliklere sahip iplikler üretilmektedir. Birçok özelliğe sahip kompozit iplikler, günümüzde özellikle denim sektöründe yoğun talep görmektedir.

Bu projede, farklı tiplerde filamentlerin, elastan ile katlama yöntemi kullanılarak birleştirilmesinin ardından, ring iplik eğirme makinesinde, farklı şapel liflerle kaplanması sonucu kompozit ipliklerin geliştirilmesi ve üretimi amaçlanmıştır. Böylece, kompozit ipliklerde merkezlenme sorununun çözülmesi hedeflenmiştir. Ayrıca buradan elde edilecek çok sayıda farklı özelliklerdeki kompozit iplikler kullanılarak katma değeri yüksek denim kumaşların tasarımı ve üretimi de başarılmıştır.

2014-2016 yılları arasında, “Kamu–Üniversite–Sanayi“ işbirliği kapsamında yürütülmüş ve başarılı bir şekilde sonlandırılmış olan 0350.STZ.2013-2 nolu SAN-TEZ projesi bulgularından yola çıkılarak bu proje tasarlanmıştır. Bu projenin de planlandığı şekilde yürütülmesiyle, yeni işbirliklerinin oluşturulması ve alanında bilime ve literatüre katkı yapması beklenmektedir.

Farklı özelliklerde filament ve şapel liflerin etkilerini karşılaştırmak için üretilen kompozit ipliklere ve geliştirilecek denim kumaşlara, ilgili standartlara uygun kalite kontrol testleri uygulanarak gerekli analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler:

İplik eğirme teknolojisi, özlü kompozit iplik, denim kumaş, kalite kontrol

ABSTRACT:

In today's world, where the usage areas of textile products have gained diversity, developments in yarn production methods have provided a change in quality, comfort and functional properties. In many alternative yarn production systems that can meet the increasing expectations in the sector, functional yarns obtained by using different raw materials have become preferred. Filament and staple structures can be stretched together with the help of different technologies and yarns with different qualities can be produced. Composite yarns with many properties are in high demand today, especially in the denim sector.

In this project, after combining different types of filaments with elastane by folding method, it was aimed to develop and produce composite yarns by coating them with different staple fibers in ring spinning machine. Thus, it is aimed to solve the problem of centering in composite yarns. In addition, the design and production of denim fabrics with high added value have been achieved by using composite yarns with different properties to be obtained from these.

This project was designed based on the findings of the SAN-TEZ project No. 0350.STZ.2013-2, which was carried out within the scope of “Public–University–Industry“ cooperation between 2014-2016 and was successfully completed. By conducting this project as planned, it is expected to create new collaborations and contribute to science and literature in its field.

In order to compare the effects of filament and staple fibers with different properties, quality control tests were applied to the composite yarns and denim fabrics to be developed and necessary analyses and evaluations were made.

Key Words:

Yarn spinning technology, Composite yarn, Denim fabric, Quality control

1. GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM

Son yıllarda tekstil sektöründe özlü kompozit ipliklerin geliştirilmesi, üretimi ve kullanımı önemli bir noktaya ulaşmıştır. Özünde yumuşak veya sert (elastan ya da filament gibi) bir materyalin yer alması ve bunun etrafının da şapel (kesikli) liflerle sarılması sonucu iki farklı yapı ve özellikteki materyalin özelliklerinin birleştirilmesi sonucu tamamen yeni bir yapı ve özelliğe sahip iplikler üretilebilmektedir [1-22]. Bu ipliklerle de çok geniş yelpazede dokuma ve örme tekstil kumaşları geliştirilebilmektedir. Core-spun (özlü) ipliklerin bir ileri boyutu ise kompozit (en az üç bileşenli) ipliklerdir. Kompozit iplikler ile farklı kullanım özellikleri sağlayabilen fonksiyonel kumaşlar üretilebilmektedir. Bu tür ipliklerin özellikle denim kumaşlarda kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır [23-40].

Özlü ve çok bileşenli (kompozit) iplikler, bilindiği üzere iplik eğirme sistemlerinde var olan ya da sonradan ilave edilen özel aparatlar yardımıyla genelde kesikli liflerle eğilerek üretilebilmektedir [27-30]. Bu sistemler içerisinde dünyada ve ülkemizde bilinen ve yaygın olarak kullanılan ring iplik eğirme sistemi diğerlerine göre daha fazla ön plana çıkmaktadır. Ancak bu sistemde üretimden kaynaklı bazı hatalar ortaya çıkmaktadır. Özellikle kompozit ipliklerde, özde kullanılan filamentin, ipliğin tam orta kısmına yerleşmemesi ve eğirme sırasında kabuk lifleri ile kapatılamaması gibi merkezlenme sorunu olarak değerlendirilmektedir. Merkezlenme hatasından dolayı, kompozit ipliğin özünde olması gereken filament ipliğin yüzeyinde görülmektedir. Bu sorun kompozit iplikte mukavemet kaybı, düzensüzlük ve iplik hatalarının oluşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, merkezlenme hatası olan iplikler kumaş üretimi, terbiye, konfeksiyon işlemlerinde önemli derecede kalite kayıplarına ve telafisi olmayan kumaş hatalarına yol açmaktadır.

Proje kapsamında; özellikli kompozit ipliklerin, üretimden kaynaklı hata oranlarını minimize ederek hızlı ve esnek bir şekilde kendini optimize edebilen kompozit iplikler geliştirmek ve katma değeri yüksek, yeni endüstriyel çağa uyum sağlayabilen denim kumaşların tasarımında kullanılacak ipliklerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Projede, farklı filament tiplerini bir araya getirip, daha sonra bu farklı tip filamentler içeren çok bileşenli yapının dış kısmını ring iplik eğirme makinesinde, şapel liflerle kaplayarak farklı çok bileşenli (kompozit) iplikler geliştirilmiş ve bu iplikler ile fonksiyonel denim kumaşlar tasarlanarak prototip üretimleri yapılmıştır.

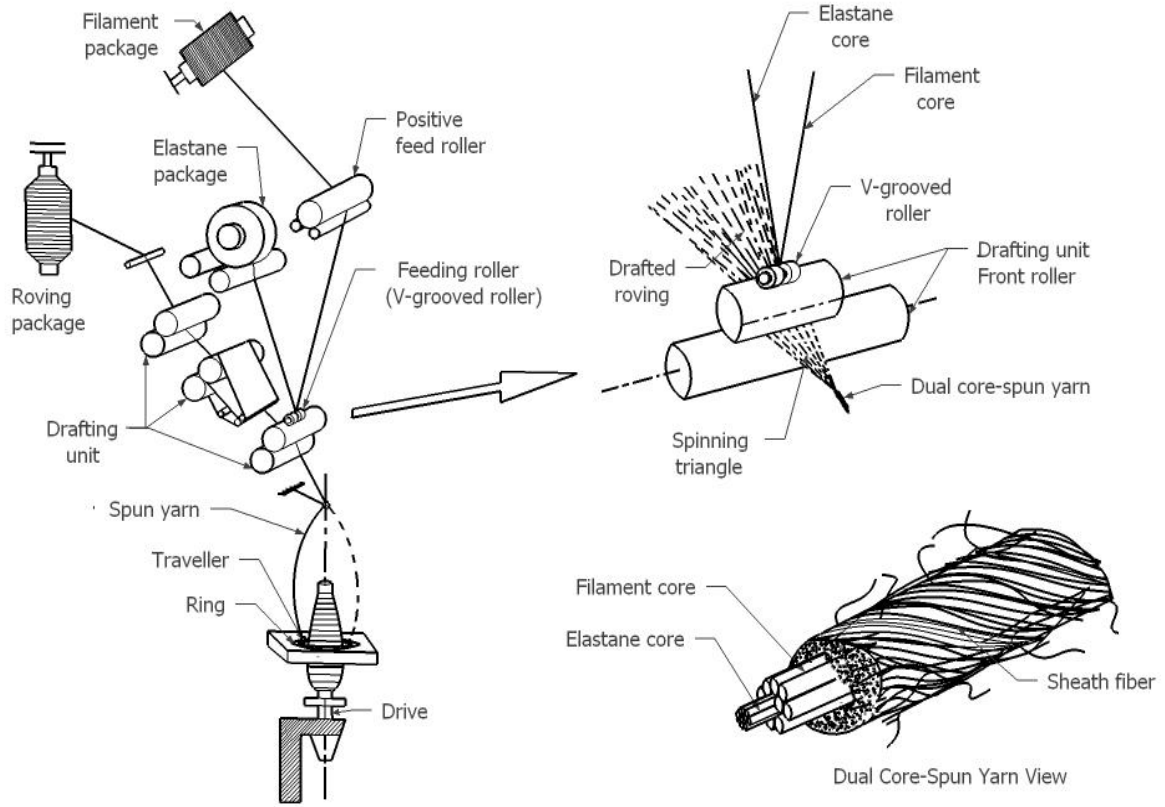
2. GENEL BİLGİLER

Üniversite-Sanayi işbirliği ile yürütülmekte olan projeye 04.10.2017 tarihinde başlanmış, ancak 2018 yılı içerisinde elde olmayan nedenlerle idari ve mali açıdan yaşanan olumsuzluklar nedeniyle çalışma planında 8-10 aylık bir öteleme olmuştur. Bu sebeple proje için ek süre talebinde bulunulmuş ve sağlanan 10 aylık ek süre ile muhtemel proje bitiş tarihi 04.02.2020 olarak belirlenmiştir. Daha sonra proje çıktılarının revize edilmesi ve uygulamaya dönüştürülmesi adına yapılması gerekli çalışmalar nedeniyle de 6 aylık ek bir süre talebinde bulunulmuştur. Sonuçta proje faaliyetleri 04.08.2020 tarihinde başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.

Proje iş planında gecikmeye sebep olan yurtiçi ve yurtdışı malzeme alımları Aralık-2018 içerisinde gerçekleştirildi ve devamında hızlı bir şekilde planlanan çalışmalara devam edilmiştir. Bu süreçte ek süre talep işlemleri ve malzeme alımlarıyla birlikte yapılan tasarımlara göre üretime başlanması ve verilerin toplanması adına oluşan aksamalar

giderilerek proje faaliyetleri planlandığı şekilde sürdürülmüştür. Nisan-2019 ayından itibaren daha önce alımı yapılan malzemeler proje planına uygun değerlendirilerek, Tablo-1 de verilen deney planı oluşturulmuştur.

Deney planında yer alan malzemeler kullanılarak daha önce SAN-TEZ projesi kapsamında modifiye edilip tasarım ve imalatı yapılan konvansiyonel Ring İplik Eğirme sisteminde kompozit/hibrit iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir (Şekil-1). Bu numune iplik üretimleri projenin sanayi ortağı konumundaki ÇALIK DENİM Tekstil AŞ firmasının üretim altyapısı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil-1: Core-spun ve dual core-spun kompozit iplik üretim prensibi
(O. Babaarslan, 0350.STZ.2013-2) [39-41]

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Projede alımı yapıлып kullanılan tekstil malzemelerinin durumu Tablo-1’de görülmektedir. Tabloda ayrıca söz konusu malzemelerin kompozit iplik üretiminde kullanımına yönelik olarak oluşturulan deney planı da yer almaktadır. Söz konusu malzemelerin özlü kompozit ipliğe dönüştürülme sürecinde özellikle ipliklerin dış kısmında özü saracak malzeme olarak seçilen pamuğun harman-hallaç ve hazırlık sürecinde proje ortağı kuruluşun altyapısında mevcut aşağıda Tablo-2’de verilen teknolojik makineler kullanılmıştır.

Tablo-1. Proje kapsamında alımı yapılan malzemelerle oluşturulan deney planı

Dual-Core Hibrit İplik Kompozisyonu		Manto/Kabuk	Açıklama
Çekirdek/Öz			
ELASTAN-44	PBT-55 PBT-78	PAMUK (CO)	Kompozit Hibrit iplik yapısının özünde kullanılacak elastan (44 dtex) ve kabukta kullanılacak Pamuk sabit tutularak, özde kullanılacak ikinci malzemenin (10 farklı yapı ve özellikte filament) değiştirilmesiyle elde edilecek ipliklerin yapı ve özelliklerindeki değişme gözlemlenebilecektir.
	T400-55 T400-83		
	SOLOTEX-56 SOLOTEX-84		
	PES-55/56 ? PES-83		
	PA 6.6-55/56 PA 6.6-83		
ELASTAN-78	PBT-55 PBT-78	PAMUK (CO)	Kompozit Hibrit iplik yapısının özünde kullanılacak elastan (78 dtex) ve kabukta kullanılacak Pamuk sabit tutularak, özde kullanılacak ikinci malzemenin (10 farklı yapı ve özellikte filament) değiştirilmesiyle elde edilecek ipliklerin yapı ve özelliklerindeki değişme gözlemlenebilecektir.
	T400-55 T400-83		
	SOLOTEX-56 SOLOTEX-84		
	PES-55/56 ? PES-83		
	PA 6.6-55/56 PA 6.6-83		
ELASTAN-117	PBT-55 PBT-78	PAMUK (CO)	Kompozit Hibrit iplik yapısının özünde kullanılacak elastan (117 dtex) ve kabukta kullanılacak Pamuk sabit tutularak, özde kullanılacak ikinci malzemenin (10 farklı yapı ve özellikte filament) değiştirilmesiyle elde edilecek ipliklerin yapı ve özelliklerindeki değişme gözlemlenebilecektir.
	T400-55 T400-83		
	SOLOTEX-56 SOLOTEX-84		
	PES-55/56 ? PES-83		
	PA 6.6-55/56 PA 6.6-83		

Tablo-2. Projede kullanılan hazırlık ve eğirme makineleri

Sıra	Harman-Hallaç ve Hazırlık Makineleri	Marka / Model
1	Harman-Hallaç (Blowroom)	Trützschler (2006)
2	Tarak Makinesi (Carding Machin	Trützschler (2006)
3	Cer Makinesi (I. Pasaj) (Drawframe (1))	Rieter RSB 35(2005)
4	Penye Hazırlık (Combing Preparation (Unilap))	Rieter 600 (2003)
5	Penye makinesi (Combing Machine)	Rieter E62 (2003)
6	Cer Makinesi (II. Pasaj) Drawframe (2)	Rieter RSB 40(2005)
7	Fitil Makinesi (Roving Frame)	Zinser 668 (2003) 120 flyers
8	Ring İplik Eğirme Makinesi (Ring Frame)	Zinser 351 (2003) 240 spindles
9	Bobin Makinesi (Winding Machine)	Shlafhorst 338 Autoconer (2005)

Projenin başlangıçtaki iş planına göre Ocak-Nisan 2018 ayları arasında gerçekleşmesi gereken “çok bileşenli kompozit ipliklerin tasarımı, geliştirilmesi ve prototip üretimi (3. İP)” çalışmaları yaşanan aksamalardan dolayı yeni alınan malzemelerle birlikte Ocak-Eylül 2019 ayları arasında gerçekleşebilmiştir. Yapılan prototip üretimlerde hem proje kapsamında alımı yapılan malzemeler hem de kuruluş katkısı ile sağlanan malzemeler kullanılmıştır. Kullanılan malzeme analizleri yapılarak Ne 18/1 ve 16/1 numarada %100 Pamuk (Co), PTT (polytrimethylene terephthalate), SOLOTEX® ve Polyester içerikli kompozit iplik üretimleri

yapılmıştır. Üretimde kullanılan ve kuruluş tarafından sağlanan pamuk elyafına ve projede alımı yapılan ve iplik özünde kullanılan T400[®] (PET/PTT) ve SOLOTEX[®] (PTT) filament malzemelerine ait özellikler Tablo 2 ve 3 de verilmiştir.

Tablo-3. Pamuk elyaf özellikleri

Parameter (USTER HVI 1000)	Value
Micronaire, µg/inch	4.55
Length, mm	28.19
UI, %	80.2
SFI	10.1
Strength, cN/tex	29.05
Elongation, %	5.8
SCI	112

Tablo-4. Özde kullanılan filaments özellikleri

Parameter	PET/PTT filament (T400 [®] , 50 denye, 56 dtex)	PTT filament (SOLOTEX [®] , 50 denye, 56 dtex)
Strength, cN/Tex	35.28	37.79
Elongation, %	14.44	28.85

Söz konusu malzemeler kullanılarak Şekil-1’de prensibi verilen sistemle yapılan üretimde esas alınan üretim parametreleri de Tablo-4’de verilmiştir.

Tablo-5. İplik üretim parametreleri

Parametre	Değer
Fitil Numarası, Ne	0.70
İplik Numarası, Ne	18
Büküm (tur/m), t.p.m	760
İğ Devri (dev/dk),	11.500
Makine Tipi	Marzoli MDS1

Üretimi yapılan kompozit ipliklerin mukavemet ve uzama testleri kuruluş altyapısında mevcut USTER Tensorapid-4 cihazında ve iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları ve tüylülük ölçümleri de yine kuruluş altyapısında mevcut USTER Tester-5 cihazı kullanılarak uluslararası standartlar dahilinde gerçekleştirilmiştir (Tablo-6).

Tablo-6. İplik kalite-kontrol testleri ve göz önünde bulundurulmuş standartlar

Sıra No	Standart Numarası	Standart Adı
1	TS EN ISO 139: 2008	Tekstil-Şartlandırma ve Deney için Standart Ortamlar
2	TS 244 EN ISO 2060: 1999	Tekstil-İplikler-Doğrusal Yoğunluk Tayini-Çile Metodu
3	TS 247 EN ISO 2061 TS EN ISO 2061:2015	Tekstil İpliklerde Büküm Tayini-Doğrudan Sayma Metodu
4	TS EN ISO 2062:2010	Tekstil-Paketlerden Alınan İplikler-Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini
5	ISO 16549:2004	Textiles-Unevenness of Textile Strands-Capacitance Method,
6	TS 12863:2002	Tekstil-İplikler-Tüylülük Tayini Foto-Elektrik Metot
7	ASTM D 3412-13	Standard Test Method for Coefficient of Friction, Yarn to Yarn
8	ASTM D 3108-13	Standard Test Method for Coefficient of Friction, Yarn to Solid Material

Prototip üretimleri tamamlanıp kalite kontrol testleri yapılmış olan iplikler kullanılarak tamamen yeni yapı ve özellikle denim kumaşlar tasarlanarak üretimleri yapılmıştır. Üretilen kumaşların kalite-kontrol testlerinde de aşağıdaki standartlar esas alınmıştır (Tablo-7).

Tablo-7. Kumaş kalite-kontrol testleri ve göz önünde bulundurulmuş standartlar

Sıra No	Standart Numarası	Standart Adı
1	TS EN ISO 139: 2008	Tekstil - Şartlandırma ve Deney için Standart Ortamlar
2	TS 250 EN 1049-2:1996	Tekstil Dokunmuş Kumaşlar-Yapı Analiz Metotları-Kısım 2-Birim Uzunluktaki İplik Sayısının Tayini
3	TS 254:1989	Dokunmuş Kumaşlar-İmal Tarzı-Analiz Metotları-Kumaştaki İpliğin Kısılma Oranının Tayini
4	TS 7128 EN ISO 5084:1998	Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini
5	TS EN 12127: 1999	Tekstil-Kumaşlar-Küçük Numuneler Kullanarak Birim Alan Başına Kütlenin Tayini
6	TS EN ISO 13934-1: 2013	Tekstil-Kumaşların Gerilme Özellikleri-Bölüm 1: En Büyük Kuvvetin ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Şerit Yöntemiyle Tayini
7	TS EN ISO 13937-2: 2002	Tekstil-Kumaşların Yırtılma Özellikleri-Bölüm 2: Pantolon Biçimindeki Deney Numunelerinin Yırtılma Kuvvetinin Tayini (Tek yırtma metodu)
8	TS EN ISO 13937-1: 2002	Tekstil-Kumaşların Yırtılma Özellikleri-Bölüm 1: Balistik Sarkaç Metodu İle Yırtılma Kuvvetinin Tayini
9	TS 391 EN ISO 9237: 1999	Tekstil-Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini
10	ASTM D3107	Stretch Properties of Woven Fabrics
11	TS EN ISO 5077:2012	Tekstil - Yıkama ve kurutmada boyut değişmesinin tayini
12	TS EN ISO 13936-1: 2006	Tekstil-Dokunmuş tekstil mamullerindeki ipliklerin kaymaya karşı mukavemetinin tayini-Dikiş metodu-Bölüm 1
13	TS EN ISO 12947-3: 2001, BS EN ISO 12947-3	Tekstil-Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini-Bölüm 3: Kütle kaybının tayini,
14	TS 1409:1973	Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımını Tayini

4. BULGULAR

4.1 İplik Testleri

Tablo 1’de planlaması verilmiş olan deney planına göre Şekil 1’de eğirme prensibi gösterildiği şekilde üretimleri yapılmış olan kompozit ipliklerin (18 farklı) seçilmiş kalite özellikleri Tablo 8’de özetlenmiştir. İlgili standartlar esas alınarak yapılmış olan kalite-kontrol testlerinin ortalama değerlerine tabloda yer verilmiştir.

Tablo-8. 18 farklı iplik tipine ait iplik test sonuçları ortalaması

İplik Türü	Numara Ne, Bobin	Mukavemet bobin cN/Tex	Uzama bobin %	Düzensüzlük bobin (U%)	Tüylülük bobin (H)
18/1 RK55T400+ 44LYC	18,16	13,39	9,80	11,47	8,85
18/1 RK56 Solotex+ 44 LYC	18,04	13,56	10,85	11,65	7,49
18/1 RK 55PES+ 44LYC	18,06	13,23	8,52	11,51	7,76
18/1 RK55T400+ 78LYC	18,02	12,60	10,47	11,08	7,77
18/1 RK56 Solotex+ 78 LYC	18,10	13,03	11,12	11,76	8,84
18/1 RK 55PES+ 78LYC	18,08	12,23	9,89	11,91	8,84
18/1 RK55T400+ 117LYC	17,96	11,69	11,73	10,40	8,35
18/1 RK56 Solotex+ 117 LYC	17,68	12,07	12,87	11,10	8,14

18/1 RK 55PES+ 117LYC	18,00	12,26	11,48	11,70	7,62
16/1 RK83T400+ 44LYC	16,20	14,31	10,57	11,08	9,53
16/1 RK84 Solotex+ 44 LYC	16,35	14,07	10,25	11,17	9,77
16/1 RK 83PES+ 44LYC	16,22	14,97	8,77	10,75	9,60
16/1 RK83T400+ 78LYC	16,22	13,86	10,92	11,10	8,59
16/1 RK84 Solotex+ 78 LYC	15,80	13,95	11,32	10,68	8,24
16/1 RK 83PES+ 78LYC	16,09	13,46	8,87	10,54	8,49
16/1 RK83T400+ 117LYC	15,71	13,36	12,48	10,52	9,06
16/1 RK84 Solotex+ 117 LYC	15,90	13,19	12,88	10,64	8,34
16/1 RK 83PES+ 117LYC	15,44	12,77	10,30	10,65	8,31

Tablodan da görüleceği üzere, kompozit/hibrit ipliklerin özelliklerinde %100 pamuk ipliğe göre tüm değerlerde bir iyileşme eğilimi görülmektedir. Bu durumun da özlü iplik üretiminde pamukla kaplanan filamentlerden (T400® ve SOLOTEX®) kaynaklanmış olacağı değerlendirilmiştir. Projenin ek süreyle birlikte ötelenmiş olan iş planına göre (5.İP'ye göre) seçilen prototip kumaş tasarımı ve üretimi çalışmaları da tamamlanmıştır.

Bu aşamada geliştirilen numune iplikler atkı yönünde kullanılarak denim kumaş üretimleri gerçekleştirilmiştir. Çözümlü iplikleri indigo boyalı %100 Pamuk Ne14/1 numarada 5387 tel olarak kullanılmıştır. Kumaş yapısı 3/1 Z dimi örgü konstrüksiyonu ile dokunmuştur. Ham kumaş üretimlerinden sonra ilk olarak yakma işlemi uygulanmıştır. Daha sonra denim kumaşlar NaOH 10°Be çözelti ortamında ile yıkanmıştır. Yıkama sonrası numuneler kurutuldu ve çekmezlik prosesi uygulanmıştır. Numune kumaş yapısal özellikleri Tablo-9 verilmiştir.

4.2 Kumaş Testleri

Projede geliştirilen ve denim kumaş üretiminde atkıda kullanılan kompozit core-spun ipliklerin kumaş özelliklerine olan etkisini görmek amacıyla kumaş test ve analizleri yapılmıştır. Mekanik açıdan yırtılma ve kopma mukavemeti testleri yapılmıştır. Mukavemet testlerinden önce kumaşlara AATCC 135 2012 standardına göre üç tekrarlı ev yıkması uygulanmıştır. Kopma ve yırtılma mukavemeti testleri sırasıyla ASTM D503 ve ASTM D1424 standartları esas alınarak yapılmıştır. Kumaşlarda giyim konforu için de kumaşlarda elastikiyet, kalıcı uzama (growth) ve yumuşaklık (stiffness) özelliklerine bakılmıştır. Numunelerin elastikiyet ve growth özellikleri için ASTM D3107 standardı esas alınmıştır. Numunelerin sertlik-yumuşaklık özelliklerinin tayini için de ASTM D4032 standardına göre işlem yapılmıştır. Kumaş testlerinden önce özellikle doğrulama amaçlı %100 Pamuk, tek özlü (Core-spun) ve çift özlü (dual core-spun) ipliklerin yapısal özellikleri değerlendirilerek ortalama değerleri Tablo-9'da verilmiştir.

Tablo 9. Kumaş yapısal özellikleri

Parametre	PET/PTT Core-spun İçeren Kumaş	PTT Core-spun İçeren Kumaş	100% CO Kumaş
Yıkama Öncesi Kumaş Gramajı, gr/m ²	262	261	251
Yıkama Sonrası Kumaş Gramajı, gr/m ²	250	250	232
Çözümlü Sıklığı, tel/cm	36	32	32
Atkı Sıklığı, tel/cm	22	22	22

Referans olarak alınan ipliklerden üretilmiş numune kumaşların yapısal özellikleri belirlendikten sonra projede geliştirilmiş olan 18 farklı iplik tipiyle üretilmiş olan denim kumaşların kalite kontrol testleri ilgili standartlar (Tablo-7) esas alınarak yapılmış ve testlerin ortalama değerleri Tablo-10'da toplu halde verilmiştir.

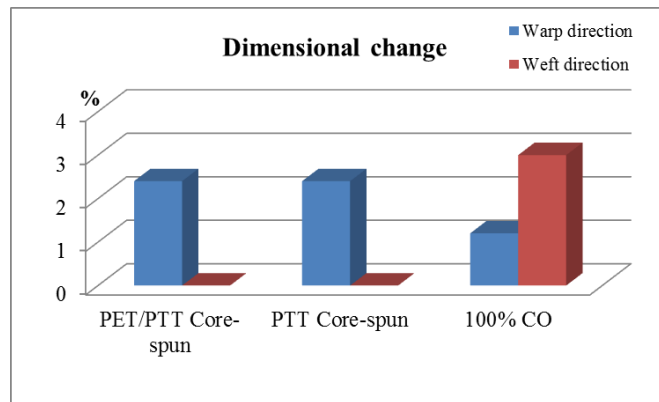
Tablo 10. Çok bileşenli kompozit iplikler kullanılarak üretilen kumaşların kalite özellikleri

	GRAMAJ DRY gr/m ²	GRAMAJ WASHED gr/m ²	STIFFNESS (%)	ELASTICITY (%)	ELASTICITY GROWTH (%) 1,36kg 30"	ELASTICITY GROWTH (%) 1,36kg 2"	TENSILE (kgf) WARP	TENSILE (kgf) WEFT	TEAR (gf) WARP	TEAR (gf) WEFT	SHRINKAGE (%) WARP	SHRINKAGE (%) WEFT
18/1 RK55T400+ 44LYC	257,6	327,0	0,5	40,6	11,8	7,4	75,2	31,4	4984,3	3405,5	-1	-21
18/1 RK56 Solutex+ 44 LYC	257,6	338,8	0,6	40,9	7,7	4,4	79,2	31,8	4919,1	3379,4	-3	-22
18/1 RK 55PES+ 44LYC	262,6	338,8	0,6	39,4	7,4	4,2	80,2	31,6	4945,2	3314,2	-3	-21
18/1 RK55T400+ 78LYC	281,2	372,4	0,8	48,4	8,2	5,0	82,2	30,8	4958,2	3366,4	-4	-25
18/1 RK56 Solutex+ 78 LYC	271,4	376,0	0,7	52,6	8,1	5,4	83,2	32,0	4971,3	3118,5	-4	-26
18/1 RK 55PES+ 78LYC	261,2	362,6	0,6	53,0	8,2	6,2	81,0	30,4	5062,6	3392,5	-4,6	-26,6
18/1 RK55T400+ 117LYC	299,6	401,8	0,9	58,6	7,3	5,1	90,6	31,2	5140,9	3222,8	-4,4	-26
18/1 RK56 Solutex+ 117 LYC	296,8	405,6	0,9	60,2	7,8	5,3	87,4	31,2	5140,9	3327,2	-4	-26
18/1 RK 55PES+ 117LYC	290,8	391,4	0,9	61,0	7,3	5,7	88,8	30,6	5127,8	3562,1	-5	-25
16/1 RK83T400+ 44LYC	278,4	349,8	0,6	39,2	7,6	4,7	80,0	39,0	4879,9	3810,0	-3	-20
16/1 RK84 Solutex+ 44 LYC	274,4	343,2	0,5	36,3	6,8	4,2	80,4	37,0	4932,1	3744,8	-4	-19
16/1 RK 83PES+ 44LYC	280,8	320,2	0,5	30,6	5,9	4,0	71,6	41,0	4801,6	4345,0	-1	-11
16/1 RK83T400+ 78LYC	288,6	366,8	0,7	44,6	5,8	4,5	84,8	38,8	4958,2	3992,7	-7	-20
16/1 RK84 Solutex+ 78 LYC	286,2	366,6	0,8	40,6	6,1	4,2	81,6	38,0	4971,3	3783,9	-9	-18
16/1 RK 83PES+ 78LYC	269,4	349,6	0,6	42,1	7,4	4,2	78,2	41,4	5049,5	4462,4	-6	-20
16/1 RK83T400+ 117LYC	305,8	407,8	0,9	51,4	6,8	4,6	90,0	40,4	4997,3	3914,4	-4	-22
16/1 RK84 Solutex+ 117 LYC	304,2	407,6	1,0	51,0	7,3	5,1	93,0	37,8	5062,6	3692,6	-5	-22,4
16/1 RK 83PES+ 117LYC	304,2	396,4	0,8	53,0	8,1	5,6	86,4	41,6	5088,7	4305,8	-3	-22

Tablodan görüleceği üzere, özellikle kompozit ipliklerin özünde yer alan elastanın lineer yoğunluğu arttıkça (44-78-117) her iki numarada da (18/1 ve 16/1) tüm özelliklerde bir iyileşme eğilimi olduğu görülmektedir.

Boyutsal Stabilite:

Şekil-2'de referans olarak alınan kumaşların üç tekrarlı ev yıkaması sonucu boyutsal değişim sonuçları görülmektedir. Mukavemet testleri öncesinde kumaşlara ev yıkama işlemleri uygulanması tavsiye edilmektedir. Çünkü yıkama prosesleri kopma ve yırtılma mukavemetini azaltıcı etki yapmaktadır. Dolayısı ile denim kumaş üreticileri bu durumdaki test sonuçlarını gerçekçi olması açısından tercih etmektedirler. Sonuçlardan görüleceği üzere numuneler arasında dikkate değer bir farklılık gözükmemektedir.

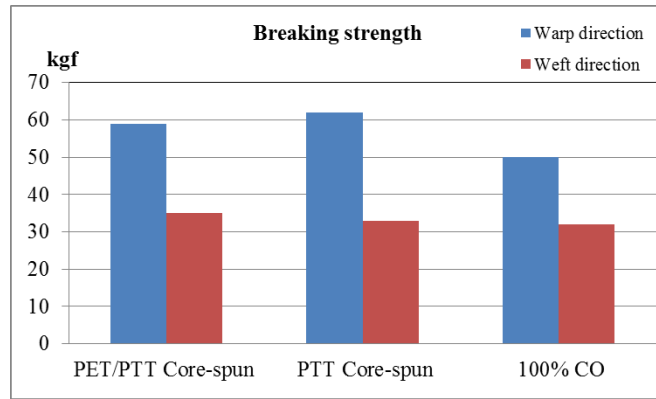


Şekil-2: Denim kumaş numunelerinin yıkama sonrası boyutsal değişimi

Mukavemet Özellikleri:

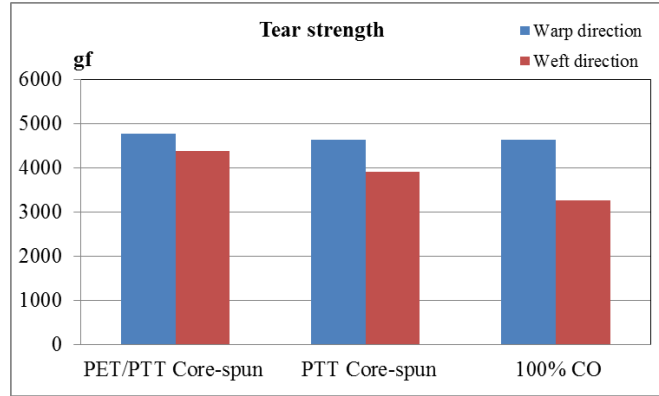
Şekil-3, referans alınan numunelerin atkı ve çözgü yönlerinde kopma mukavemetlerini göstermektedir. Projede geliştirilen iplikler kumaşların atkısında kullanıldığı için sonuçlar değerlendirilirken öncelikle atkı yönleri göz önünde bulundurulmalıdır. Şekilden atkısı ve çözgüsü %100 pamuk iplikten dokunan kumaş harici diğer iki numune sonuçlarının birbirine

yakın değerde oldukları görülmektedir. Kumaşların atkı yönünde her üç numune türünde de benzer sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil-3: Denim kumaş numunelerinin kopma mukavemeti

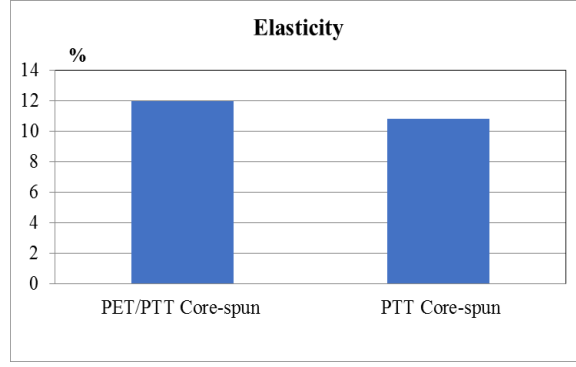
Referans numunelere ait yırtılma mukavemeti testi sonuçları Şekil-4’de verilmiştir. Şekilden çözgü yönünde benzer test sonuçları görülürken, atkı yönünde ise PET/PTT içerikli kompozit ipliklerden dokunan numunelerde daha yüksek yırtılma direnci görülmektedir. Buradan PTT içerikli ve %100 pamuklu numuneye geçişte yırtılma direncinde azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Buradaki değişkenliğin sebebinin iplik canlılığı ile yakından ilgili olduğu düşünülmektedir.



Şekil-4: Denim kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti

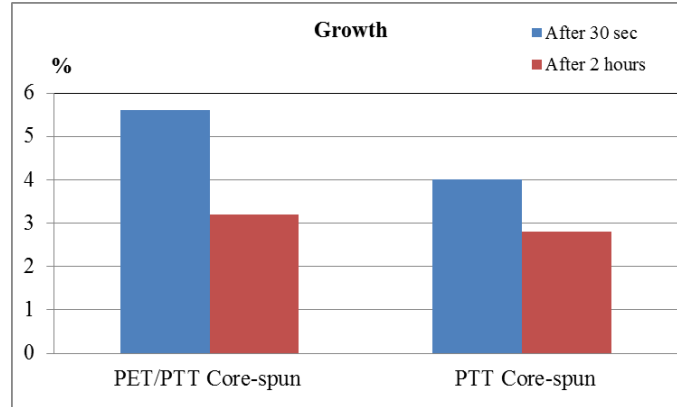
Elastikiyet ve Kalıcı Uzama (Growth):

Referans kumaşların elastikiyet ve kalıcı uzama sonuçları sırası ile Şekil-5 ve 6’da verilmektedir. Bu sonuçlarda %100 pamuklu kumaşın eksik olduğu görülebilir. Bunun sebebi streç olmayan kumaşlar için elastikiyet ve kalıcı uzamadan testlerinin geçerli olmamasıdır. Aynı zamanda elastikiyet ve kalıcı uzama performansını tayin etmek için testler sadece kumaşlara atkı yönünde uygulanmıştır. Elastikiyet açısından verilen sonuçlarda çok ciddi bir fark gözükmesine de, PTT içerikli ipliklerden dokunan kumaşlarda elastikiyetin bir miktar düşük seyrettiği görülmektedir (Şekil-5).



Şekil-5: Denim kumaş numunelerinin elastikiyeti

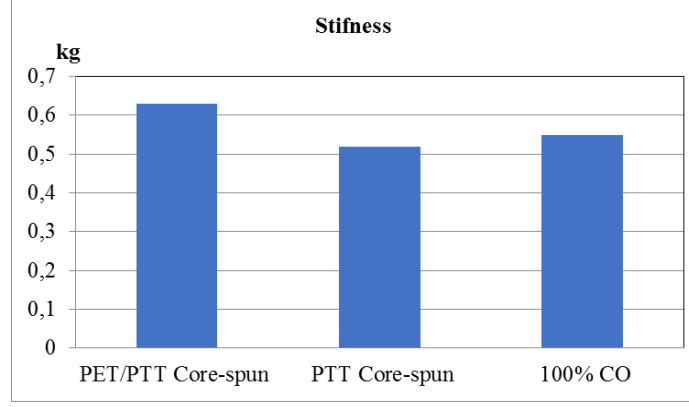
Diğer yandan PET/PTT içerikli iplikten dokunmuş kumaş numunesinde kalıcı uzama değerinin PTT içerikli iplikten dokunan numuneden yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle bu durum 30 saniyelik geri dönüşüm periyodunda daha belirgindir. Fakat 30 saniyelik periyot gerçek durumu yansıtmaması bakımından çok kısa bir süredir. Bununla birlikte 2 saatlik periyodu kapsayan kalıcı uzama değerlerinde numuneler arasındaki farkın kapandığı ama yine de PET/PTT içerikli ipliklerden elde edilen numunenin daha yüksek kalıcı uzama sonuçları verdiği görülmektedir. Kalıcı uzama değerinin düşük olmasının pratik açısından bir avantaj olduğu gerçeği dikkate alındığından, PTT içerikli ipliklerin bu özellik açısından avantajlı sonuçlar verdiği söylenebilmektedir.



Şekil-6: Denim kumaş numunelerinde kalıcı uzama

Sertlik (Stiffness):

Sertlik, hareket konforuna dahil edilebilecek kumaşın duygusal bir özelliğidir. Bu bakımdan giyim konforuna doğrudan etkisi olabilecek bir özelliktir. Projede geliştirilen referans denim kumaş numunelerine ait sertlik sonuçları Şekil-7'de görülmektedir. PET/PTT içerikli ipliklerden dokunan kumaşlarda sertlik diğer numunelere göre daha yüksek çıkmıştır. Ancak bu durum, bu örneğin diğer örneklerle göre daha yüksek çözgü ayar değerinin olası bir sonucu olabilir. Öte yandan, PTT numunesi% 100 pamuk numunesi ile benzer sertlik değerine sahiptir. Buradan PTT içerikli numuneye ait kumaşların daha yumuşak bir his verebileceği sonucu çıkarılabilmektedir.



Şekil-7: Denim kumaş numunelerinin sertlik değerleri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Projede katma değeri yüksek tekstil ürünlerinin geliştirilmesi için yeni kompozit/hibrit iplik tasarımları ve geliştirilmesi tamamen yeni malzemeler kullanılarak yapılmıştır. Müşteri kuruluşun teknolojik altyapısı kullanılarak yapılan tasarımlar yarı-mamul (kompozit iplikler) ve mamule (ştreç denim kumaşlar) dönüştürülmüştür. Proje kapsamında alımı yapılmış olan malzemelerin yeni iplik tasarımlarına dönüştürülebilmesi için yapılmış olan deney tasarımı (Tablo-1) içerisinde öncelik seçilen malzemelerin (CO, SOLOTEX® (PTT) ve T400® (PET/PTT)) kullanılmasıyla proje içerisinde yeni iplik ve denim kumaş tasarım ve geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmaların dönem içerisinde gerçekleşen sonuçları/çıktıları aşağıda özetlenmiştir.

Dönem içerisinde yürütülen çalışmaların bir sonucu olarak, PET/PTT özlü ipliklerin% 100 pamuk ve PTT özlü ipliklerden daha yüksek iplik mukavemetine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, % 100 pamuğun en kötü iplik kütleli düzgünsüzlüğüne sahip olduğu ve PTT öz iplikçiliğinin PET/PTT öz iplikçiliğinden daha iyi kütle düzgünlüğü özelliğine sahip olduğu da gözlenmiştir. Öte yandan, denim kumaş özellikleri göz önüne alındığında, örnek iplik tipleri, tekrarlanan yıkama işleminden sonra hem çözgü hem de atkı yönü büzülmesi için benzer boyutsal değişiklikler sağladığı tespit edilmiştir. PET/PTT numunesi hem çözgü hem de atkı yönü için PTT numunesinden daha yüksek yırtılma mukavemetine sahipken,% 100 pamuk ipliği kumaşı atkı yönünde en düşük yırtılma mukavemetine sahiptir. Numunelerin kopma mukavemeti değerleri birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Hareket konfor özelliklerini göz önünde bulundurarak, PET/PTT numunesi PTT numunesinden daha yüksek esneklik gösterdiği ve bunun da daha iyi bir hareket konforu sağlayacağı tespiti yapılmıştır. Ancak, PET/PTT ve PTT numunelerinin 2 saatlik iyileşme (bekletme) süresinden sonra benzer bir esnekliğe sahip oldukları anlaşılmıştır.

Projenin öneri aşamasında son yıllarda tekstil sektöründe bir hayli önem kazanmış olan çok bileşenli kompozit ipliklerin yeni nesil liflerden faydalanılarak yeniden tasarlanması ve burada geliştirilen iplikler kullanılarak katma değeri yüksek tekstil kumaşlarının geliştirilmesi planlanmıştır. Bu açıdan bakıldığında proje öneri aşamasında ortaya konmuş olan hedeflere yüksek bir oransal düzeyde yaklaşıldığı ve proje kazanımlarının/çıktılarının proje devamında yeni açılımlara kapı araladığını söylemek mümkündür. Projede ulaşılmış olan bilimsel verilerden 1 bildiri ve 1’de hakemli bilimsel yayın türetilmiştir. Ayrıca şu aşamada birden çok bilimsel yayın çalışmasının planlanması da yapılmaktadır. Proje faaliyetleri bir bütün olarak 1 doktora tez çalışmasının kapsamını da oluşturmaktadır. Bu noktada araştırmacı pozisyonundaki doktora öğrencisinin tez yazım çalışmaları devam etmektedir.

Projenin son döneminde proje planında öngörüldüğü gibi, projede alımı yapılan yeni nesil malzemeler kullanılarak daha önce başarılı bir şekilde tamamlanmış olan 0350.STZ.2013-2 nolu SAN-TEZ projesi kapsamında geliştirilen kompozit iplik üretim sistemi kullanılarak yeni hibrit ipliklerin tasarımı ve bu iplikler kullanılarak katma değeri yüksek kumaşların geliştirilmesine yönelik çalışmalar tamamlanmıştır. Sonuç olarak, SAN-TEZ projesi sonrası tasarlanarak uygulamaya alınmış ve ÇÜ BAP birimince desteklenmiş bu projeden elde edilen proje çıktılarının hem bilime hem de sanayiye katkı yapacak şekilde değerlendirilmesi yönündeki gayretlerimiz devam etmektedir.

Proje Kapsamında Türetilen Yayınlar:

1. **Babaarslan, O.**, Kaynak, H.K., Doğan, F.B and Karaduman, S., (2019), Performance of Denim Fabrics Produced by Using Core-Spun Yarns Containing Nische Elastomeric Filaments, *2nd International Congress of Innovative Textiles, ICONTEX2019*, 17-18 April 2019, Corlu-Tekirdag / Türkiye.
2. Daşan, Y. and **Babaarslan, O.**, (2020), Stretch and Physical Properties of Weft Stretch Denim Fabrics Containing Elastane and Filament Yarn, *Journal of Textile Science & Fashion Technology (JTSFT)*, 4(4) 2020. JTSFT.MS.ID.000592. DOI: [10.33552/JTSFT.2020.04.000592](https://doi.org/10.33552/JTSFT.2020.04.000592).

Not: Proje sonrası elde edilmiş olan bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında yeni yayın ve sanayiye/uygulamaya katkı yapacak yeni proje üretme çalışmaları da devam etmektedir.

Proje Bütçe Özeti:

Proje öneri aşamasında kabul edilen 39.977,19 TL tutarındaki toplam bütçenin harcama durumu aşağıda sunulan tabloda özetlenmiştir. Görüleceği üzere, Mal, Malzeme, Hizmet kalemindeki 35.177,19 TL tutarındaki bütçenin tamamı proje faaliyetleri kapsamında planlandığı şekilde kullanılmıştır. Proje başlangıcında öngörülmüş olan Seyahat Kongre Katılım amaçlı düşünülmüş olan 4.400 TL tutarındaki meblağ projenin son dönemine denk gelmiş olan **küresel salgın (COVID-19, pandemi)** nedeniyle planlanan kongre katılımları yapılamadığından, harcama gerçekleşmemiştir. Dolayısı ile, 4.800 TL tutarındaki uluslararası kongre amaçlı kullanılması öngörülen Seyahat harcaması belirtilen nedenden dolayı yapılamamıştır. ***Bu durum bir mücbir sebep kapsamında değerlendirileceğinden, söz konusu seyahat harcamasının önümüzdeki normal süreçte kullanılmak üzere proje yürütücüsüne hak tanınması uygun olacaktır. Bu hususta BAP biriminin değerlendirme yapması beklenmektedir.***

Tablo: Bütçe özeti

		TOPLAM	HARCAMA	AVANS	SIPARIS	KALAN
Bütçe Özeti :	Seyahat	4.800,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺		4.800,00 ₺
	Mal,Malzeme,Hizmet	35.177,19 ₺	35.177,19 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺
	Seyahat Araştırma Amaçlı	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺		0,00 ₺
	Seyahat Kongre Katılım	4.800,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺		4.800,00 ₺

TEŞEKKÜR

Bu proje, Çukurova Üniversitesi bünyesinde tesis edilen Üniversite-Sanayi işbirliği kapsamında projelendirilerek BAP Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2017-8446 proje kodu ile desteklenmiştir. Bu kapsamda sağlamış oldukları olanaklar ve desteklerinden dolayı hem üniversitemize hem de BAP Koordinasyon Birimine ayrı ayrı teşekkür eder, saygılarımızı sunmayı bir borç biliriz. Ayrıca uzun zamandan (2010 yılından) beri Çukurova Üniversitesi ile işbirliği halinde olan ÇALIK DENİM Tekstil San. ve Tic. AŞ. firmasına birçok açıdan projeye olan katkılarından dolayı da teşekkür ederiz.

PROJEDE FAYDALANILAN KAYNAKLAR

1. Klein, W., A Practical Guide to Ring Spinning, *the Textile Institute*, 1987.
2. Lawrence, C.A., Fundamentals of Spun Yarn technology, 2003, CRC Press LLC, US.
3. Lord, P.R., Handbook of Yarn Production: Technology, Science and Economics, 2003, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC, England.
4. Balasubramanian N. and Bhatnagar V.K., The effect of spinning conditions on the tensile properties of core-spun yarns, *J Textile Inst.*, 1970; 61: 534–554.
5. Sei SU, Eiichi K, Masahiro K, et al. Method and apparatus for spreading or dividing yarn, tow or the like, Patent 3,657,871, USA, 1972.
6. Smith PN., Apparatus to produce yarn, Patent US3739566, 1973.
7. Torii S and Mizuno K., Method of producing composite spinning yarn, Patent 53,086,846, Japan, 1978.
8. Xie Y, Oxenham W and Grosberg P., A study of the strength of wrapped yarns Part I: The theoretical model, *J Textile Inst.*, 1986; 77: 295–304.
9. Sawhney APS, Harper RJ, Robert KQ, et al., Comparison of cotton/polyester core and staple blend yarns and fabrics, *Textile Res J.*, 1989; 59: 12–16.
10. Mitsutani K., Method of spinning composite yarn, Patent 2,234,941, Japan, 1990.
11. Sawhney APS., Some novel ring-spun yarn structures, *Int. Textile Bull.*, 1990; 36: 68–75.
12. Sawhney APS. et al., Comparison of filament-core spun yarns produced by new and conventional methods, *Textile Res J.*, 1992; 62: 67–73.
13. Roncato G, Fedorowsky R, Boissonnat P, et al. Method and apparatus for producing a composite yarn. Patent 0,505,275, Europe, 1992.
14. Dickinson P and Parker A., Method and apparatus for forming composite yarn, Patent 4362008, USA, 1993.
15. Wu WY and Lee JY., Effect of spread width on properties of composite yarn, *J Chin Inst Eng.*, 1995; 18: 633–638.
16. Chou SS. and Jou GT., Filament/staple composite yarn spinning, *Textile Asia*, 1995; 26: 51–55.
17. Wu WY. and Lee JY., Twist in the spinning of a composite yarn, *Textile Res J.*, 1995; 65: 522–526.
18. Wu WY. and Lee JY., Effects of spread width on the structure, properties and production of a composite yarn, *Textil Res J.*, 1995; 65: 225–229.
19. Wu WY and Lee J-Y., Twist in the spinning of a composite yarn, *Textile Res J.*, 1995; 65: 522–526.

20. Wu WY. and Lee JY., Effect of oil on spread width of composite yam, *Textile Res J.*, 1995; 65: 343–347.
21. Sawhney APS. and Ruppenicker GF., Special purpose fabrics made with core-spun yarns, *Indian J Fiber Textile Res* 1997; 22: 246–254.
22. Su CI, Wu WY and Lee JY., Blend uniformity of a filament and staple composite yarn and its effect on dyeing, *Textile Res J.*, 1998; 68: 528–532.
23. Su C-I., Effect of filament spread behavior on the structure of composite yarns, *Textile Res J.*, 2000; 70: 397–401.
24. Gharahaghaji AA, et al., Cluster-spun yarn — a new concept in composite yarn spinning, *Textile Res J* , 2010; 80: 19–24.
25. Yu WD, Du ZQ, Deng CL, Yu HH. Composite filament spreader for respreading and clustering split bundles of two-shafting spread filament, method and applications, CN102704131A, 2012.
26. Yu WD, Du ZQ, Deng CL, WANG D, Yu HH. Nonequal convergent point double tow-screen composite yarn, spinning method and application, CN102828308A, 2012.
27. Babaarslan, O. and Tüzün, Z., “Core-Spun Properties”, *Textile Asia*, December 2000, Vol: XXXI, No. 12, 29-31.
28. Babaarslan, O., “Method of Producing a Polyester/Viscose Core-Spun Yarn Containing Spandex Using a Modified Ring Spinning Frame”, *Textile Research Journal (TRJ)*, 2001, 71(4), 367-371.
29. Babaarslan, O. & Çelik, N., “Core Feeding Design & Effects on Core Covering”, *Textile Asia*, 2001, 32(4), 35-40.
30. Babaarslan, O. and Çelik, N., “Polyester/Viscose Core Spun Yarn Properties and Core Positioning”, *Melliand International (MI)*, May 2002, Vol. VIII, pp.105-107.
31. Babaarslan, O., Balcı, H., Güler, O., “Effect of Elastane on the Properties of PES/VIS Blend Woven Fabrics”, *The Journal of Textile and Apparel*, April-June 2007, Vol.17 No.2, 110-114.
32. Vuruskan, D., Babaarslan, O. and İlhan, İ., “Effect of Production Parameters on Strength and Elongation of the Selected Yarns Containing Elastane”, *The Journal of Textile and Apparel*, January-March 2011, Vol.21, No.1, 22-29.
33. Sarioğlu, E. and Babaarslan, O., A Study on Physical Properties of Microfilament Composite Yarns, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2016, Vol. 11, Issue 3, 90-98.
34. Telli A., Daşan Y., Babaarslan O. and Karaduman S. (2017), Usage of Core and Dual-Core Yarns Containing Tungsten for Electromagnetic Shielding. *Adv Res Text Eng.* 2017; 2(1): 1013.
35. Sarioğlu, E. and Babaarslan, O. (2017), A comparative strength analysis of denim fabrics made from core-spun yarns containing textured microfilaments, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2017, 12:1, 22-32.
36. Sarioğlu, E., Babaarslan, O. and Avcı, M.E. (2018), Effect of Filament Fineness on Composite Yarn Residual Torque, *AUTEX Research Journal*, Vol. 18, No 1, March 2018, 7-12, DOI: 10.1515/aut-2016-0036, ISSN: 1470-9589.

37. Bedez Ute, T., (2019), Analysis of mechanical and dimensional properties of the denim fabrics produced with double-core and core-spun weft yarns with different weft densities, *The Journal of The Textile Institute*, 110:2, 179-185, DOI: 10.1080/00405000.2018.1470451
38. Türksoy, H.G., Kılıç, G., Üstüntağ, S. & Yılmaz, D., (2019), A comparative study on properties of dual-core yarns, *The Journal of The Textile Institute*, 110:7, 980-988, DOI: 10.1080/00405000.2018.1534541
39. Sarioğlu, E. and Babaarslan, O. (2019), Porosity and air permeability relationship of denim fabrics produced using core-spun yarns with different filament fineness's for filling, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2019, Volume 14: 1-8, DOI: 10.1177/1558925019837810.
40. Babaarslan, O., Sarioğlu, E. and Avcı, M.E. (2019), A comparative study on performance characteristics of multicomponent core-spun yarns containing cotton/PET/elastane, *Journal of The Textile Institute*,, DOI: 10.1080/00405000.2019.1662876.
41. Babaarslan, O., Sarioğlu, E., Çelik, H.İ. and Avcı, M.E. (2019). Denim Fabrics Woven with Dual Core-Spun Yarns, InTech Open, Edited by Mukesh Kumar Singh, pp: 19-39, Published: February 2019, "*Engineered Fabrics*", ISBN: 978-1-78985-008-6, DOI: 10.5772/intechopen.74276.

EKLER