



**TEKSTİL VE MÜHENDİS**  
**(Journal of Textiles and Engineer)**

<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>



**Eş Zamanlı Uygulanan Katlama ve Büküm İşleminin Katlı İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi**

**Effect of the Simultaneous Folding and Twisting Processes on the Yarn Properties**

Recep YILMAZ, Osman BABAARSLAN, Abdulkadir MÖREL  
Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, ADANA

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 27 Haziran 2012 (27 June 2012)

**Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):**

Recep YILMAZ, Osman BABAARSLAN, Abdulkadir MÖREL (2012): Eş Zamanlı Uygulanan Katlama ve Büküm İşleminin Katlı İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi, Tekstil ve Mühendis, 19: 86, 25-33.

**For online version of the article:** <http://dx.doi.org/10.7216/130075992012198604>

*Arştırma Makalesi / Research Article*

# EŞ ZAMANLI UYGULANAN KATLAMA VE BÜKÜM İŞLEMİNİN KATLI İPLİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

**Recep YILMAZ\***  
**Osman BABAARSLAN**  
**Abdulkadir MÖREL**

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, ADANA

*Gönderilme Tarihi / Received: 06.02.2012*  
*Kabul Tarihi / Accepted: 24.05.2012*

**ÖZET:** Tekstil sektörünün temel materyali olan iplik, eğirme sistemlerinde genellikle tek kat olarak üretilmektedir. Bu tek kat ipliklerin bazı teknik sınırlamalar sebebi ile gösterebilecekleri fiziksel özellikler sınırlı olabilmektedir. Bununla birlikte gün geçtikçe iplik yapılarından beklenen fiziksel özelliklerde artmaktadır. Bu nedenle tek kat olarak üretilen ipliklerin fiziksel ihtiyaçları tam olarak karşılayamadığı durumlar oluşabilmektedir. Günümüzde bu sorunu gidermek amacıyla katlama ve büküm prosesleri iplik yapılarının fiziksel özelliklerini geliştirmek adına sıkça kullanılan işlemler haline gelmiştir. Bu çalışmada, farklı harmanlarda ve aynı üretim parametreleri ile üretilmiş olan tek kat ring ipliklerinin direkt büküm işlemi sonrasında özelliklerinde meydana gelen değişiklikler deneysel olarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda büküm işlemi, düzgünlük (%U), düzgünlük katsayısı (%CV) ve tüylülük (S3) değerlerinde tüm numune grupları üzerinde iyileştirme gösterirken, iplik hataları, kopma mukavemeti ve kopma uzaması (%) değerlerinde tüm harman grupları için iyileştirme sağlayamadığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ring iplik, bükümlü iplik, büküm prosesi, direkt büküm.

## EFFECT OF THE SIMULTANEOUS FOLDING AND TWISTING PROCESSES ON THE YARN PROPERTIES

**ABSTRACT:** Yarns, the base material of the textile sector, are generally produced as single plied on the spinning systems. Those single ply yarns shall have limited physical properties due to some technical limitations. However, the expectations of physical properties from the yarn structures are increasing from day to day. For this reason those yarns, produced as single ply, can not fulfill the physical requirements in some situations. Nowadays, to solve this problem, folding and twisting processes are frequently being used to improve the physical properties of yarn structures. In this study, the properties of single ply ring spun yarns, which have the same production parameters but are of different fibre blends, are investigated after to the direct twisting process and the changes in the properties are examined. As a result of the study, unevenness (U%), coefficient of variation(CV%) and the hairiness (S3) values are seen to improve for all sample groups but the yarn imperfections, tensile strength and breaking elongation (%) values do not provide any improvement for any of the fibre blends.

**Keywords:** Ring yarn, twisted yarn, twist process, direct twist.

*\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: [receptex@gmail.com](mailto:receptex@gmail.com)*  
*DOI: 10.7216/130075992012198604, [www.tekstilvemuhendis.org.tr](http://www.tekstilvemuhendis.org.tr)*

## 1. GİRİŞ

Günümüzde tek kat ipliklere kullanıcı talepleri doğrultusunda katma değer kazandırmak, fiziksel özelliklerini geliştirmek ve bazen de fantezi efekt elde etmek amacı ile katlama ve büküm işlemleri uygulanmaktadır. Katlama ve büküm işlemi ile iplik yapısının mukavemet ve aşınma direnci gibi özelliklerinde artış; düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer ve neps hataları ile tüylülük değerlerinde de düşüş gözlenmesi bilinen gerçeklerdir. [1]

Büküm işlemi için piyasada yaygın olarak ikiye-bir-büküm (Two-For-One, TFO) tekniği kullanılmaktadır. Bu sistemle büküm işlemi için öncelikle bükümlü ipliğin taşıyacağı iplik katı adedince tek kat iplik katlama makinesinde bükümsüz olarak bir bobine sarılmaktadır. Bu işlem sonrası elde edilen katlı iplik bobini, TFO büküm makinesine yerleştirilir ve büküm işlemi bir turda iki büküm şeklinde bobinden bobine aktarım sırasında gerçekleşir. TFO tekniğinde katlama işlemini elemine etmek için bobin tasına tek kat iplikleri taşıyan iki bobini üst üste yerleştirilerek doğrudan büküm işlemi yapılabilir de bu teknik konvansiyonel şapel ipliklerin üretiminde oluşan fiziki zorlamalar sebebi ile yaygın kullanım alanı bulamamıştır.

İplik yapısını oluşturan lif cinsi dolayısıyla lif özellikleri, eğirme tekniği, eğirme parametreleri, büküm tekniği, büküm parametreleri ve ortam koşulları iplik yapısının nihai özelliklerini etkileyen değişkenlerdir. Bu çalışmada farklı lif cinslerinden oluşturulmuş iplik yapıları inceleme altına alınarak büküm işleminin geniş yelpazede etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

Literatürde büküm işleminin iplik özellikleri üzerine etkisi üzerine yapılmış çalışmaların geneli TFO tekniği üzerine gerçekleşmesi sebebi ile katlama işleminin etkilerinin de büküm işlemi içerisine dahil edilmesiyle incelemeler yapılmıştır. Dolayısıyla tek kattan bükümlü hale geçiş sırasında doğrudan büküm işleminin etkileri görülememektedir. Bu çalışmada, farklı harman karışım oranlarında pamuk (Co), polyester (PES), akrilik (PAC) ve viskon (CV) liflerinden aynı üretim parametreleri ile eğrilmiş olan ring iplikleri ile bu ipliklerin aynı üretim parametreleri ile direkt büküm işlemine tabi tutulmasıyla çift katlı iplik yapıları elde edilmiştir. Bu ipliklerde tek kat ve çift kat olarak düzgünsüzlük, iplik hataları, mukavemet, kopma uzaması (%) ve tüylülük değerleri için gerekli testler gerçekleştirilip, büküm işleminin farklı karışım oranlarında iplik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

## 2. MATERYAL ve METOD

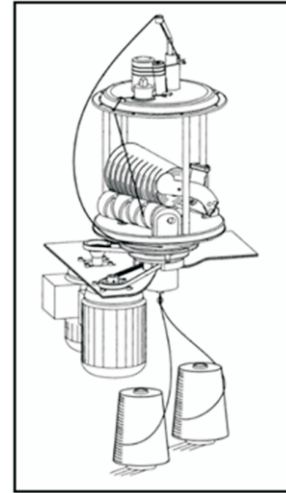
Bu çalışmada 4 çeşit tek kat iplik kullanılmıştır. Bu ipliklerden bir tanesi %100 Co diğer üç tanesi ise %50-50 karışım oranına sahip olmak üzere; Co/PES, Co/PAC ve Co/CV şeklindedir. Bu dört farklı iplik çeşidinin üretim

parametreleri aynı olacak şekilde seçilmiş ve üretim parametreleri Tablo-1' de verilmiştir.

**Tablo 1.** Tek Kat İpliklerin Üretim Parametreleri

Üretim Parametreleri	Co (%100)	Co/PES	Co/PAC	Co/CV
Tarak Şeridi Ne	0,120			
Cer Şeridi Ne	0,120			
Fitil Ne	0,9			
Fitil T/m	47	32	31	35
Ring (iplik) Ne	30/1			
Ring (iplik) T/m	785 – Z büküm			
Ring Klima Şartları	RH: %50, 29-30°C			
Bilezik çapı (Ø mm)	40			
Kopça No	C1 Lmudr Bracer No: 4/0			
Klips No	2.75			
İğ Devri (dev/dk)	17,000	17,000	17,000	17,000

Direkt büküm (DirecTwist®) makinesinde 4 farklı iplik yapısı aynı üretim parametreleri olacak şekilde iki kat olarak bükülmüştür. Şekil-1' de direkt büküm prensibi ve Tablo-2' de elde edilen çift katlı iplik yapılarına ait üretim parametreleri verilmiştir.



**Şekil 1.** Direkt Büküm Prensibi [2]

**Tablo 2.** Çift Katlı İpliklerin Üretim Parametreleri

	Co (%100)	Co/PES (%50-50)	Co/PAC (%50-50)	Co/CV (%50-50)
İplik Ne	30/2			
İplik Tur/m	250			
Büküm Yönü	S			
Makine Devri (dev/dk)	5000			

Çalışma prensibi olarak TFO'nun tersine bir akış yapısı olan DirecTwist® büküm makinesi de bir turluk devrinde iki büküm vermektedir. Çalışmada kullanılan bu sistemde tek kat iplikler büküm bölgesine tek tek girmekte ve ilk dirsek noktasından itibaren birlikte büküm almaya başlamaktadır. Bu teknik sayesinde çalışmanın en önemli unsuru olan, harici olarak uygulanan katlama işleminin büküm işlemiyle eşzamanlı olarak uygulanması ile iplik üzerindeki büküm etkilerini inceleme imkanı yakalanmıştır.

Sabit üretim parametreleri ile eğrilen ve bükülen farklı karışım oranlarına sahip ipliklerin büküm işleminden sonra özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin incelenmesi için bu iplik yapılarına düzgünlük tayini, tüylülük tayini ve mukavemet-kopma uzaması(%) tayini testleri uygulanmıştır. Bu testlerin uygulandığı test cihazları ve esas alınan standartlar Tablo-3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** İplik Yapılarına Uygulanan Testlerde Kullanılan Cihazlar ve Standartları

Kullanılan Cihaz	Esas Alınan Standart
USTER® TESTER 4	TS 2394 – ISO 2649 ‘Uster Düzgünlüğü (%U), Düzgünlük Değişim Katsayısı (%CV), İnce Yer -Kalın Yer -Neps Miktarı Tayini’
Zweigle G567	TS 12863 ‘İpliklerde Tüylülük Tayini’
Titan Universal Mukavemet Test Cihazı	TS 245 EN ISO 2062:1996 ‘Tekstil-Paketlerden Alınan İplikler-Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini’

Çalışmada yapılan tüm testler, numunelerin standart atmosfer şartlarında (20±2°C sıcaklık ve %65±2 bağıl nem) en az 24 saat kondüsyonlandırılarak gerçekleştirilmiştir. Düzgünlük testinde her bir numune için 1000'er metreden 10 test yapılmıştır. İplik geçiş hızı ise 400m/dk olarak ayarlanmıştır. Tüylülük tayini için her bir numuneye 100 metre olarak 10 test uygulanmıştır. Kopma kuvveti ve kopma uzaması (%) miktarı tayini testinde ise 5cN ön tansiyon uygulanarak her bir numune grubuna 10'ar adet test uygulanmıştır.

### 3. TEST SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada kullanılan tek kat iplik çeşitlerinin 'Düzgünlük Tayini' test sonuçları ortalaması Tablo-4'de, 'Tüylülük Tayini' ve 'Kopma Kuvveti-Kopma Uzaması (%)' test sonuçları ortalaması ise Tablo-5'de verilmiştir.

Büküm işlemi sonunda elde edilen çift kat ipliklerin 'Düzgünlük Tayini' test sonuçları ortalaması Tablo-6'da, 'Tüylülük Tayini' ve 'Kopma Kuvveti-Kopma Uzaması (%)' test sonuçları ortalaması da Tablo-7'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Tek Kat İpliklerin Düzgünlük Testi Sonuçları

	U (%)	CV (%)	İnce (-%40)	İnce (-%50)	Kalın (+%35)	Kalın (+%50)	Neps (+%200)	Neps (+%280)
Co (%100)	9.87	12.48	45.4	0.5	238.1	18.7	25.1	2.7
Co/PES (%50-50)	10.2	13.0	59.8	1.2	481.1	71.0	98.9	18.3
Co/PAC (%50-50)	9.72	12.8	59.7	0.7	226.0	21.3	24.7	5.0
Co/CV (%50-50)	9.88	12.5	68.3	1.0	292.1	26.3	29.7	4.8

**Tablo 5.** Tek Kat İpliklerin Tüylülük ve Kopma Kuvveti-Kopma Uzaması (%) Testi Sonuçları

	S3	Kopma Kuvveti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Co (%100)	3921.30	253	3.85
Co/PES (%50-50)	1858.80	426	8.19
Co/PAC (%50-50)	1408.70	272	6.76
Co/CV (%50-50)	2163.20	238	5.42

**Tablo 6.** Çift Kat İpliklerin Düzgünlük Testi Sonuçları

	U (%)	CV (%)	İnce (-%40)	İnce (-%50)	Kalın (+%35)	Kalın (+%50)	Neps (+%200)	Neps (+%280)
Co (%100)	7.97	10.02	0.0	0.0	32.0	0.4	1.4	0.0
Co/PES (%50-50)	7.70	9.72	0.6	0.0	58.2	6.0	8.6	4.4
Co/PAC (%50-50)	7.48	9.49	0.1	0.0	41.1	14.9	17.0	14.3
Co/CV (%50-50)	7.79	9.83	0.2	0.0	50.1	5.4	4.8	3.9

**Tablo 7.** Çift Kat İpliklerin Tüylülük ve Kopma Kuvveti- Kopma Uzaması (%) Testi Sonuçları

	S3	Kopma Kuvveti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Co (%100)	210.70	535	4.57
Co/PES (%50-50)	259.80	864	7.90
Co/PAC (%50-50)	556.00	549	7.23
Co/CV (%50-50)	632.40	434	4.94

%100 Co ipliği için büküm işleminin iplik düzgünsüzlüğü ve hataları üzerindeki etkileri Şekil-2' deki grafikte verilmiştir. Büküm prosesi sonrasında iplik düzgünsüzlük ve hata değerlerinde beklenen bir etkileşim olarak tüm değerlerde iyileşmeler gözlenmiştir.

Co/PES (%50-50) ipliği için büküm işleminin iplik düzgünsüzlüğü ve hataları üzerindeki etkileri Şekil-3' deki grafikte verilmiştir. Bu harman tipinde de büküm işlemi, ipliğin tüm kalite değerlerini olumlu yönde etkilemiştir.

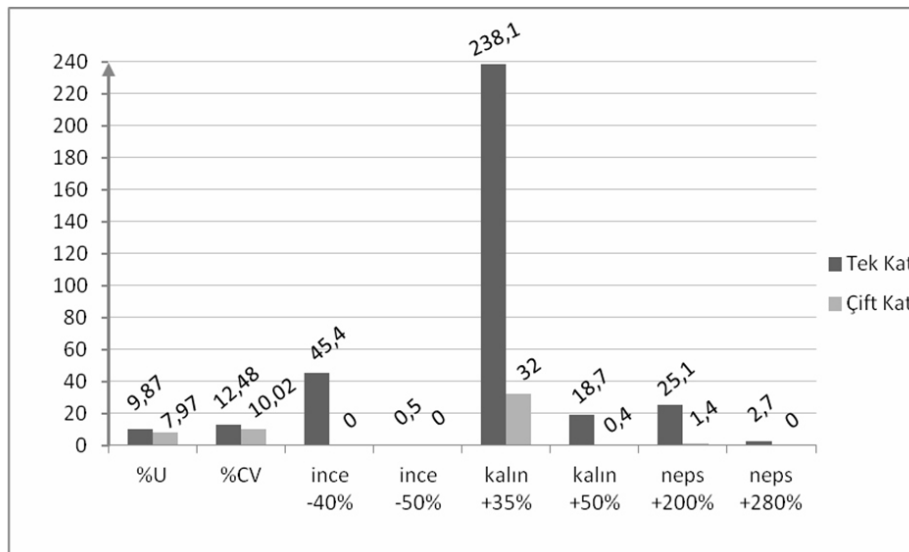
Co/PAC (%50-50) ipliği için büküm işleminin iplik düzgünsüzlüğü ve hataları üzerindeki etkileri Şekil-4' deki grafikte verilmiştir. Grafikteki değerlerden de görüldüğü üzere, bu harman grubu ile elde edilen iplik tipinde büküm işlemi sonrasında nominal kütle dağılımından daha fazla değer taşıyan hatalarda yani kalın yer ve neps hatalarında diğer harman gruplarındaki iyileşme sağlanamamıştır. Bu durum özellikle neps hatalarında daha belirgin olarak görülmekte olup, +280% neps hatalarında katlama-büküm sonrasında artış görülmüştür. Bu durumun en önemli sebebi olarak, büküm işlemi esnasında, karışımı oluşturan lifler arasındaki yüzey uyumsuzluğu sebebi ile oluşan lif migrasyonları olabileceği düşünülmektedir.

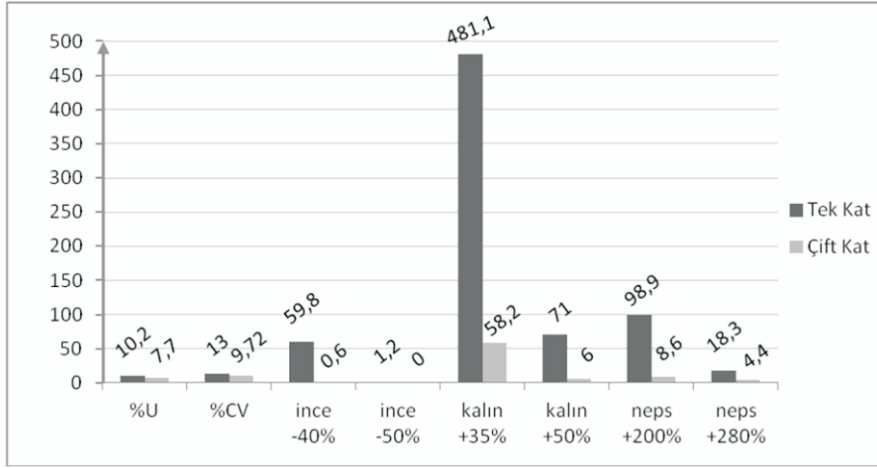
Co/CV (%50-50) ipliği için büküm işleminin iplik düzgünsüzlüğü ve hataları üzerindeki etkileri Şekil-5' deki

grafikte verilmiştir. Piyasada kullanımı oldukça yaygın olan pamuk/viskon karışım harmanından elde edilen ipliklerin katlama-büküm sonrası tüm değerlerinde iyileşme gözlenmiştir. Ancak bu harman tipindeki neps hatalarındaki iyileşme, %100 pamuk harmanındaki oranlardan çok uzaktır.

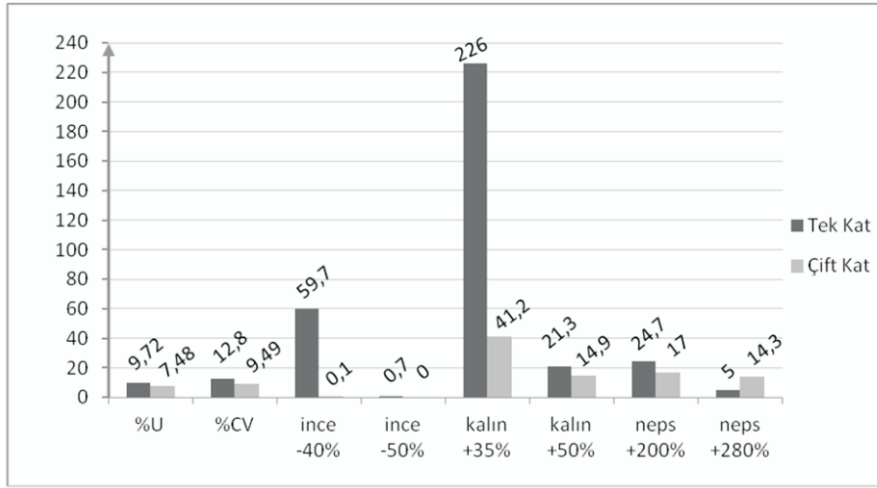
Büküm işlemi sırasında iplik ile büküm sistemi elemanlarının birbirlerine sürtünmeleri iplik yapısında deformasyonlara sebep olmaktadır [3]. Bu deformasyon tüylülüğü artıran bir etkidir. Ancak büküm işleminin iplik yapısı üzerine asıl etkisi, proses esnasında birbirine göre sarmal etki gösteren katlı ipliklerin birbirlerine ait dışarı doğru çıkıntı yapmış lifleri yani tüyleri, büküm noktalarında kısırtmaları ve/veya kendi üzerlerine sarmaları ile elimine etmesidir. Bu etki nihai iplik yapısında tüylülük değerini azaltan bir etkidir.

Bu çalışmada kıyaslanacak tüylülük parametresi olarak S3 değeri seçilmiştir. Bu değer, iplik yapısından 3mm ve üzeri uzunlukta çıkıntı oluşturmuş lif sayılarının toplamı olarak bilinmektedir. Çalışmada kullanılan dört farklı hammadde bileşenindeki iplik yapılarının büküm işlemi öncesi ve sonrası tüylülük miktarlarındaki değişim S3 değerine göre Şekil-6' deki grafikte verilmiştir. Katlama-büküm işleminin iplik özellikleri üzerine etkisi, beklenen şekilde tüm gruplarda tüylülük miktarını azaltacak yönde olmuştur.

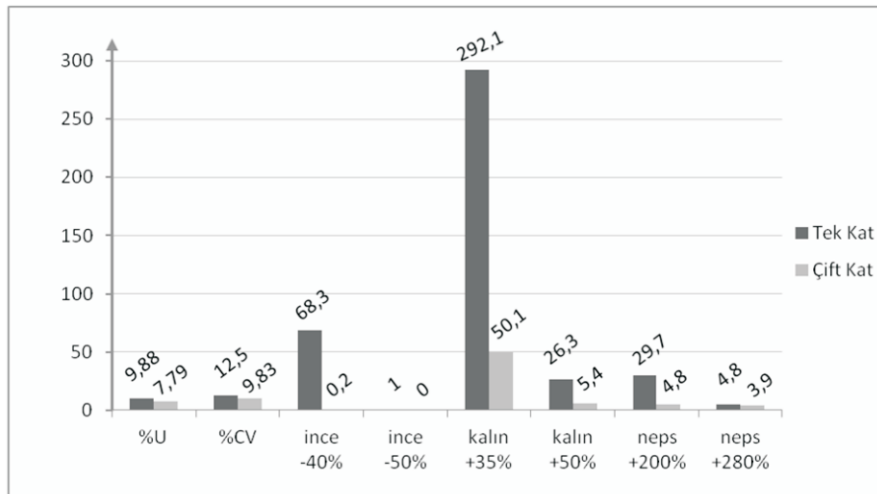
**Şekil 2.** Co (%100) İpliği İçin Büküm Öncesi ve Sonrası Kalite Değerleri



Şekil 3. Co/PES (%50-50) İpliği İçin Büküm Öncesi ve Sonrası Kalite Değerleri



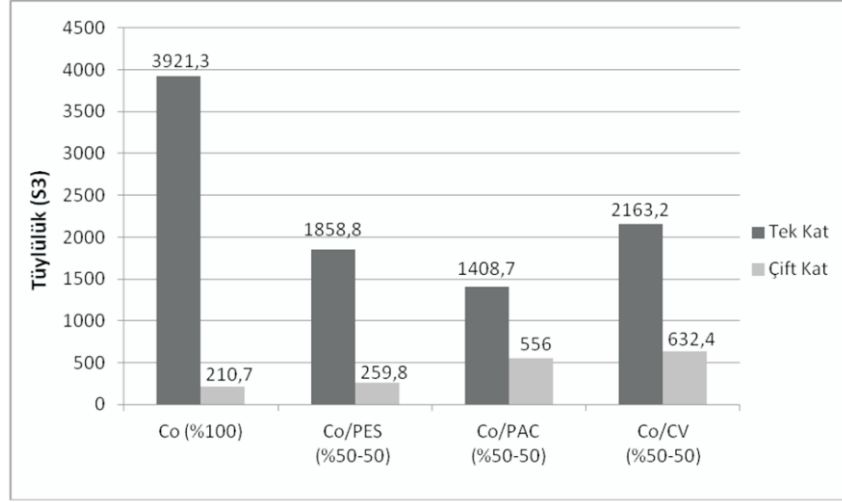
Şekil 4. Co/PAC (%50-50) İpliği İçin Büküm Öncesi ve Sonrası Kalite Değerleri



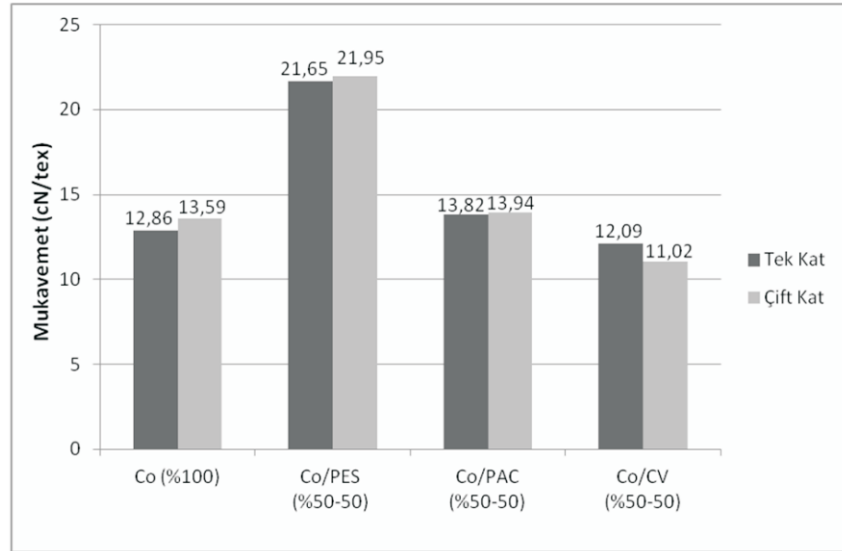
Şekil 5. Co/CV (%50-50) İpliği İçin Büküm Öncesi ve Sonrası Kalite Değerleri

Tüylülük miktarlarındaki azalmalar, her harman tipinde farklı oranlarda gerçekleşmiş olup en iyi etki %94,7'lik azalma oranıyla %100 Co ipliklerinde elde edilmiştir. Büküm etkisi ile tüylülük miktarındaki azalma oranları başta %100 Co olmak üzere sırasıyla, Co/PES, Co/CV ve

Co/PAC ipliklerinde gerçekleşmiştir. Ancak burada tek kat ipliklerin farklı tüylülük miktarları içermesi sebebi ile büküm işleminin harman tipine göre iplik yapılarındaki tüylülük miktarına etkileri farklı yorumlamalara açık durumdadır.



Şekil 6. Farklı Harmanlardaki İpliklerin Büküm Öncesi ve Sonrası Tüylülük Değerlerindeki Değişim



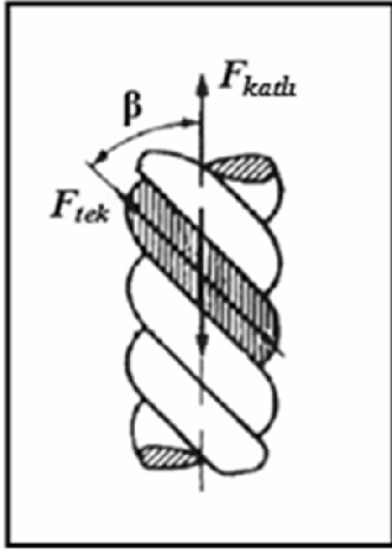
Şekil 7. Farklı Harmanlardaki İpliklerin Büküm Öncesi ve Sonrası Mukavemet Değerlerindeki Değişim

Çift katlı bir ipliği koparmak için gerekli olan kuvvet miktarı, bu ipliği oluşturan tek kat ipliği koparacak kuvvetin iki katı olarak düşünülebilir. Ancak pratikte büküm işlemi spiraller oluşturarak temas bölgelerinde iplik eksenlerinin merkezlerine doğru basınç uygulamaktadır. Bu basınç da iplik yapılarını oluşturan lifleri birbirine yaklaştırarak birbirine olan temas yüzeyini ve temas kuvvetini arttırmaktadır [4]. Bu durum iplik içi lif kohezyonunu artırmakta dolayısıyla da iplik mukavemeti arttırmaktadır. Bununla birlikte büküm işlemi sırasında büküm organları ile iplikler arasında oluşan iplik-metal arası sürtünmeler ve birlikte bükülecek tekstil materyalleri arasında oluşan iplik-iplik sürtünmesi nihai iplik yapısını deforme etmektedir. Bu durumda bükümlü iplik yapısının olması gerekenden daha düşük dayanıklılıkta olmasına sebebiyet verebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan 4 farklı hammadde bileşenindeki iplik yapılarının büküm işlemi öncesi ve sonrası mukavemet

değerindeki değişim cN/tex olarak Şekil-7'deki grafikte verilmiştir. İplik gruplarının büküm işlemi sonrasındaki lineer yoğunluklarının yaklaşık iki katına çıktığı göz önüne alındığında cN/tex olarak %100 Co, Co/PES ve Co/PAC harmanlarından elde edilen ipliklerin büküm sonrası mukavemetleri artmıştır. Co/CV harmanından elde edilen ipliklerde ise mukavemet değeri düşmüştür. Co/CV harmanı dışındaki harman gruplarında alınan değerler beklenen mukavemet değerleri, teorik olarak da ön görülen değerler içerisinde yer almaktadır. Co/CV harman grubuna ait olan tek kat ipliklerden elde edilen çift katlı ipliğin mukavemet değerindeki düşüş, bu iplik grubunun katlama-büküm sonrasındaki tüylülük değerindeki değişim değeri de göz önünde alındığında, iplik içerisinde lif migrasyonlarının gerçekleştiği ve buna bağlı olarak da iplik yapısında tam olarak lif tutunmalarının sağlanamaması sebebi ile mukavemet kaybının olduğu tahmin edilmektedir.

Katlama-büküm işlemi sonrasında çift kat ipliğin sahip olacağı kopma kuvveti değeri, bu ipliği oluşturan tek kat ipliklere ait kopma kuvvetleri değerlerinin toplamına yakın değerler almaktadır. Teorik olarak büküm işlemi sonrasında elde edilecek çift katlı ipliğin kopma kuvveti değeri geometrik bağıntıdan çıkan denklem ile hesaplanabilmektedir. Buna göre 2 adet kopma kuvveti  $F_{tek}$  olan tek kat ipliklerin, çift katlı ipliğin eksenine göre  $\beta$  açısı oluşturacak şekilde bükülmesi ile oluşan bükümlü iplik modeli Şekil-8'de gösterilmiştir. Bu bükümlü ipliğin kopma kuvveti  $F_{katlı}$  olduğu kabulüne göre formül şu şekilde oluşturulur;



Şekil 8. Bükümlü İplik Modeli

$$F_{katlı} = F_{tek} \cdot 2 \cdot \cos \beta \quad (1)$$

Burada;

$F_{katlı}$ : Bükümlü ipliğin kopma kuvveti (cN)

$F_{tek}$ : Tek kat ipliklerin kopma kuvveti (cN)

2: Bükümlü ipliğin içerdiği 2 adet tek kat ipliğin sayısı

$\beta$ : Tek kat ipliklerin bükümlü iplik eksenine göre yerleşme açıları ( $^{\circ}$ ) dır.

Çalışmada kullanılan tek kat iplik yapılarının ve bu ipliklerin katlama-büküm işlemi sonrasında elde edilen çift kat ipliklerin kopma kuvveti (cN) değerleri ile verilen formülün kullanılmasıyla teorik olarak hesaplanan kopma kuvveti sonuçları ve teorik-gerçekleşen sonuçlar arasındaki yüzdesel oran Tablo-8' de belirtilmiştir. Co/CV harmanı dışındaki diğer harman gruplarından elde edilen çift kat iplik yapılarının tamamında ölçülen kopma kuvveti değerleri, teorik olarak hesaplanan değerlerden daha yüksek çıkmıştır.

Literatürde, katlı-bükümlü ipliğin sahip olacağı kopma kuvveti değerinin teorik olarak önceden hesaplanmasına yönelik çalışmalardan biri J. Stepanovic ve arkadaşları (2010) tarafından yapılmıştır [5]. Bu çalışmada %50-50 Co/PES ring iplikleri, %100 Co rotor iplikleri, ring-rotor iplikleri ve %100 yün ring iplikleri olacak şekilde 4 grup altında katlanmış

bükümlü iplik yapılarının teorik olarak kopma kuvvetlerinin hesaplanması noktasında deneysel araştırmalar yürütmüşlerdir. Yapılan çalışmada 1000'er numune üzerinden elde ettikleri ölçüm sonuçları ile düzeltme faktörü 'k' ve düzeltme faktörüne ait olan güven katsayısı 'c' yi ortaya koymuşlardır.

Tablo 8. Hesaplanan ve Ölçülen Çift Kat İplik Kopma Kuvveti Değerleri

	Tek kat iplik kopma kuvveti (cN)	Çift kat iplik kopma kuvveti (cN)	Hesaplanan teorik çift kat kopma kuvveti (cN)	Sonuçlar arasındaki oran
Co (%100)	253	535	503,41	% 106,27
Co/PES (%50-50)	426	864	847,46	% 101,95
Co/PAC (%50-50)	272	549	540,89	% 101,49
Co/CV (%50-50)	238	434	473,58	% 91,64

J. Stepanovic ve arkadaşları'na (2010) ait çalışmada ortaya konulan düzeltme faktörü 'k' yı bizim çalışmamızda irdelemek istememiz durumunda, %50-50 Co/PES harman grubuna ait düzeltme faktörü 'k' ve güven katsayısı 'c', ring ipliği üzerinden elde edilmiş olmalarından dolayı kullanılabilir. %50-50 Co/PES için J. Stepanovic ve arkadaşları (2010) tarafından elde edilen düzeltme faktörü 'k'nın ortalaması ve güven katsayısı 'c' alt üst limitlerle birlikte Tablo-9'da verilmiştir. Düzeltme faktörü 'k' nın teorik sonucu, ölçüm sonucuna ne kadar yaklaştığını görmek adına gerçek ölçüm değerleri ile teorik hesaplama sonuçları Tablo-10' da verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda görülmüştür ki düzeltme faktörü 'k', teorik hesaplama değerini, ölçülen değerden uzaklaştırmaktadır. Gerçeğe en yakın sonuç düzeltme faktörü kullanılmadan elde edilen değerde görülmüştür.

Tablo 9. Düzeltme Faktörü 'k'nın Ortalaması ve Güven Katsayısı 'c' [5]

	%50-50 Co/PES İçin Değerler
c (%95 güven seviyesi için)	0,019
k	0,954
k - c	0,935
k + c	0,973

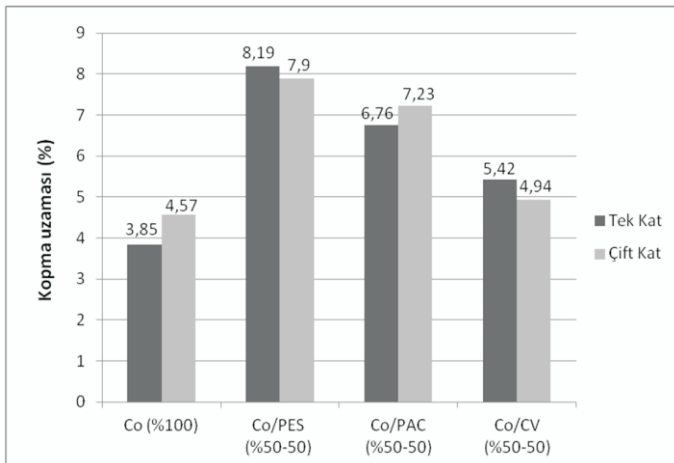
Tablo 10. Düzeltme Faktörü 'k'nın Hesaplanan Sonuca Etkisi

	Ölçülen Kopma Kuvveti Değeri (cN)	Hesaplanan Kopma Kuvveti Değeri (cN)	Yaklaşma Oranı
Düzeltilme faktörsüz	864	847,46	% 98,08
k	864	808,47	% 93,57
k - c	864	792,38	% 91,71
k + c	864	824,58	% 95,44



Büküm işlemi ile elde edilen çift kat ipliğin kopma uzaması (%) değerindeki değişimi etkileyen iki ana yapısal değişim söz konusudur. Bu değişimlerden kopma uzamasını (%) artırıcı yönde etkileyen durum, çift kat ipliği oluşturan tek kat ipliklerin, çift kat ipliğin eksenini etrafında helezonik şekilde sarılmasıdır. Çift kat ipliğin özel karakterizasyonu olan bu durumda birim uzunluktaki çift kat ipliği oluşturmak için birim uzunluktan daha uzun miktarda tek kat iplikler kullanılmaktadır. Bu şekilde elde edilen çift kat ipliğe, eksen yönünde gerilme uygulandığında lifler üzerine esneme kuvveti binmeden önce helezonik yapı sayesinde tek kat iplik yapıları birbirlerine yaklaşarak bir miktar daha uzama değeri verebilmek ve ardından liflere asıl esnetici yük binmektedir. Yapısal değişimlerden kopma uzamasını (%) olumsuz yönde etkileyecek durum ise çift kat iplik elde etmek için uygulanan büküm yönünün, tek kat ipliklerin sahip olduğu büküm yönünün tersine olmasıdır. Bu durumda ipliği oluşturan liflerin, nihai çift kat iplik yapısının ekseninde tek kattaki durumlarına göre daha dik şekilde ( $\alpha$  açısal değeri büyümekte) konumlanıyor olması liflerin daha az esneme göstermesine sebebiyet vermektedir. Bu etkilere ek olarak bükümün iplik merkezine doğru oluşturduğu basıncın lifler arası kohezyonu artırıyor olması da iplikteki rijitliği artırmakta dolayısıyla da ipliğe ait esneklik yani kopma uzaması (%) değeri azalmaktadır.

Çalışmada kullanılan 4 farklı hammadde bileşenindeki iplik yapılarının büküm işlemi öncesi ve sonrası kopma uzaması (%) değerlerindeki değişim Şekil-9'daki grafikte verilmiştir. Bir önceki paragrafta belirtilen ve kopma uzaması (%) değeri üzerine etkili olduğu düşünülen üç temel durumun, harmanlarda kullanılan lif cinslerinin karakteristiklerine göre etkinlik derecelerinin farklı harman gruplarında farklı değerler vermesine sebebiyet vermiştir. Büküm işlemi sonrasında kopma uzaması (%) değerlerinde %100 Co ve Co/PAC harmanlarına ait ipliklerde artış, Co/PES ve Co/CV harmanlarına ait ipliklerde ise düşüş gözlenmiştir.



Şekil 9. Farklı Harmanlardaki İpliklerin Büküm Öncesi ve Sonrası Kopma Uzaması (%) Değerlerindeki Değişim

#### 4. SONUÇ

Tek kat iplikten katlı bükümlü çift kat ipliğe geçiş aşamasında sadece büküm prosesinin iplik özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi için direkt büküm teknolojisi kullanılarak harici katlama prosesinin deformasyon etkilerinin dışarıda tutulduğu bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Çalışmada kullanılan dört farklı harman grubunda da büküm işlemi ipliklerin %U ve %CV değerlerini olumlu yönde etkilemiştir.
- Co(%100), Co/PES (%50-50) ve Co/CV (%50-50) harmanlarına ait iplik gruplarının tamamında büküm işlemi, iplik hatalarının tümünü (ince yer, kalın yer ve neps) azaltıcı yönde etkilemiştir.
- Co/PAC (%50-50) harmanına ait iplik grubuna büküm etkisi, ince yer ve kalın yer hatalarında azaltıcı yönde etki göstermesine karşı +280% neps hatası miktarında artış göstererek olumsuz yönde etkilemiştir. +200% neps hatası miktarında gerçekleşen düşüş oranı ise diğer harman gruplarına göre oldukça düşük kalmıştır.
- Büküm işleminin iplik yapıları üzerindeki tüylülük miktarlarındaki değişimler tüm harman gruplarında olumlu yönde etkilemiştir. Oransal olarak bakıldığında en iyi iyileşme %100 Co harmanına ait iplik grubunda görülmüştür. Yapay liflerin yüzey özelliklerinin pürüzsüz ve kaygan olmaları sebebi ile prosesler esnasında lif hareketliliğinin iplik içerisinde devam ediyor olması, lif uçlarının iplik bünyesinin dışına çıkmasına sebebiyet vermektedir. Pamuk lifinin sahip olduğu helisel ve kıvrımlı yapı ise lifler arası tutunmayı artırmaktadır. Bu durum büküm işleminde yapay liflerden elde edilen ipliklerin tüylülük miktarındaki düşüşlerin, pamuk lifinden elde edilen ipliklerdeki kadar olmamasının esas nedenlerinden birisi olarak görülmüştür.
- Kopma kuvveti olarak (cN) olarak bakıldığında tüm harman gruplarına ait iplik gruplarında katlama-büküm işlemi kopma kuvvetini artırmıştır.
- Lineer yoğunluk göz önüne alınarak mukavemet değeri (cN/tex) kıyaslandığında ise; Co (%100), Co/PES (%50-50) ve Co/PAC (%50-50) harmanlarına ait iplik gruplarının büküm işlemi sonunda mukavemetlerinin arttığı gözlenmiştir. Fakat Co/CV (%50-50) harmanına ait iplik grubunda büküm işlemi sonunda mukavemet kaybı gözlenmiştir. Mukavemet kaybının en büyük sebeplerinden biri büküm işlemi esnasındaki oluşan iplik içi lif migrasyonu olarak yorumlanmıştır.
- J. Stepanovic ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan çalışma sonucu elde ettikleri düzeltme faktörünün ( $k$ )

ve güven katsayısının ( $c$ ) bu çalışmada geçerli olmadığı görülmüştür. Bu durumun oluşmasındaki etkenler, Co/PES karışımındaki pamuk ve polyester liflerinin fiziki niteliklerindeki farklılık ve çalışmalarda kullanılan büküm tekniklerindeki farklılık olarak yorumlanmıştır.

- Büküm işleminin iplik yapıları üzerindeki kopma uzaması (%) etkisi Co (%100) ve Co/PAC (%50-50) harmanlarına ait iplik gruplarında kopma uzamasını (%) artırıcı yönde etkilerken, Co/PES (%50-50) ve Co/CV (%50-50) harmanlarına ait iplik gruplarında büküm işlemi sonunda kopma uzaması (%) değeri düşüş göstermiştir. Co/PES ve Co/CV harmanlarından elde edilen iplik grupların için büküm işleminin rijitliği artırdığı, esnekliği ise azalttığı söylenebilir. Bu farklı durumun oluşmasında en büyük etkenler, liflerin bireysel olarak sahip oldukları özellikler ve harmanı oluşturan lif grupları arasındaki fiziki uyumluluktur.

## KAYNAKLAR

1. Yılmaz, R., Mörel, A., (2009), *Tekstilde Bükümlü İplik Yapı ve Özelliklerinin İncelenmesi*, Çukurova Üniversitesi, Bitirme Ödevi, Adana, Türkiye.
2. WIPO Patent, WO 2008/036055, Agrikli, M., (2008), *Yarn Twisting Machine Having Axial Magnetic Coupling For Bobbin To Bobbin Direct Twisting*.
3. Barella, A., Bardi, X., Castro, L., (1991), *Hairiness Modification by Yarn/Yarn and Yarn/Metal Friction*, Melliand Textilber, 72(1), E3-E4.
4. Park, J., Oh, A., (2003) *Bending Mechanics of Ply Yarns*, Textile Research Journal, 73, 6, 473-479.
5. Stepanovic, J., Radivojevic, D., Petrovic, V., Golubovic, S., (2010), *Analysis of the Breaking Characteristics of Twisted Yarns*, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 18, 2(79), 40-44.