



## KONVANSİYONEL RİNG İPLİKÇİLİKTE İPLİK TÜYLÜLÜĞÜNÜ İYİLEŞTİRMEK İÇİN ÇAPRAZ İPLİK YOLU PRENSİBİNE DAYANAN YENİ BİR EĞİRME KONSEPTİ

İrem ÇELİK<sup>1\*</sup>, Demet YILMAZ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Uğurlular Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Denizli, Türkiye

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

*Diyagonal Eğirme,  
İplik Tüylülüğü,  
Kompakt İplik Eğirme  
Makinası,  
Ring İplik Eğirme Makinası,  
Offset Eğirme.*

### Öz

Konvansiyonel ring iplik eğirme sistemi, pek çok avantajı nedeniyle iplik pazarında önemli bir konuma sahiptir. Ancak, son yıllarda ring iplik özelliklerini özellikle de yüksek iplik tüylülüğünü iyileştirmeye yönelik çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Kompakt iplik eğirme sistemi, pnömatrik/mekanik yoğunlaştırma yoluyla eğirme üçgeninin küçültülmesi ve böylece iplik özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Sistem, daha iyi değerlere sahip iplik üretimini imkan kılarsa da, özellikle yeni bir makineye yatırım maliyeti ihtiyacını beraberinde getirmesi nedeniyle iplik tüylülüğünü azaltmaya yönelik arayışlar halen sürmektedir. Son yıllarda, ring iplik yönteminin eğirme geometrisinde değişiklik yapma esasına dayanan sağ/sol diyagonal olarak adlandırılan yeni bir eğirme yöntemi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada da, sağ/sol diyagonal eğirme düzeninin gerçek işletme ortamında iplik özelliklerine etkisinin bobinleme öncesi ve sonrasında incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, farklı elyaf türleri ile Ne 10/1 ile Ne 16/1 iplik numara aralığında triko büküm değerlerinde ring iplikler üretilmiş ve iplik özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda, sağ diyagonal eğirme düzeninin özellikle iplik tüylülüğü değerlerinde iyileşme sağladığı, diğer iplik özelliklerinde ise normal eğirme düzeni ile karşılaştırılabilir değerlerin elde edildiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, diyagonal eğirme gibi çeşitli alternatif yaklaşımların ilave bir makine veya cihaz/aparata yatırım yapmadan mevcut ring iplik makinasında daha iyi iplik özelliklerinin elde edilmesi açısından potansiyel taşıdığı ve bu nedenle daha detaylı araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

## A NOVEL SPINNING CONCEPT BASED ON A DIAGONAL YARN PATH ARRANGEMENT TO IMPROVE YARN HAIRINESS IN CONVENTIONAL RING SPINNING

### Keywords

*Diagonal Ring Spinning,  
Yarn Hairiness,  
Compact Spinning System,  
Ring Spinning,  
Offset Spinning.*

### Abstract

Conventional ring spinning system has an important position in the yarn market due to its many advantages. However, in recent years, various studies have been carried out to improve yarn properties, especially yarn hairiness. Compact spinning system has been developed to minimize the spinning triangle through pneumatic/mechanical compaction and thereby improving yarn properties. Although the system enables better yarn properties, the research activities are still ongoing to produce less hairy yarns, particularly due to the need of new machinery investment costs. In recent years, studies have been carried out on a new spinning method called right/left diagonal spinning, which is based on changing the spinning geometry of the ring spinning. In this study, it was aimed to research the effect of right/left diagonal spinning arrangement on yarn properties in a yarn spinning mill before and after winding. In the study, ring yarns with different fiber types and knitting twist values between Ne 10/1 and Ne 16/1 yarn counts were produced and yarn properties were examined. At the end of the study, it was determined that right diagonal spinning arrangement provided an improvement in yarn hairiness values, while other yarn properties were comparable with that of the normal spinning arrangement. Therefore, it is considered that alternative approaches such as diagonal spinning arrangement etc. have the potential to achieve better yarn properties without the requirement of new machinery investment or additional device/apparatus, and therefore more detailed research is needed.

\* İlgili yazar / Corresponding author: demetyilmaz@sdu.edu.tr, +90-246-211-1186

**Alıntı / Cite**

Çelik, İ., Yılmaz, D., (2023). Konvansiyonel Ring İplikçilikte İplik Tüylülüğünü İyileştirmek için Çapraz İplik Yolu Prensbine Dayanan Yeni Bir Eğirme Konsepti, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 11(3), 1097-1108.

**Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)**

İrem Çelik, 0009-0007-0970-6201  
Demet Yılmaz, 0000-0003-4450-5935

**Makale Süreci / Article Process**

<b>Başvuru Tarihi / Submission Date</b>	10.05.2023
<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b>	13.07.2023
<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b>	14.07.2023
<b>Yayın Tarihi / Published Date</b>	28.09.2023

## A NOVEL SPINNING CONCEPT BASED ON A DIAGONAL YARN PATH ARRANGEMENT TO IMPROVE YARN HAIRINESS IN CONVENTIONAL RING SPINNING

İrem ÇELİK<sup>1</sup>, Demet YILMAZ<sup>2†</sup>

1 Uğurlular Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş, Denizli, Turkey

2 Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, Textile Engineering Department, Isparta, Turkey

**Highlights**

- Altering the spinning triangle geometry by diagonally offsetting the yarn path during ring spinning
- Improved hairiness of ring spun yarns with right/left diagonal spinning arrangement
- Obtaining less hairy yarn production without the requirement for a new machine investment
- Alternative approaches to improve the hairiness of ring spun yarns

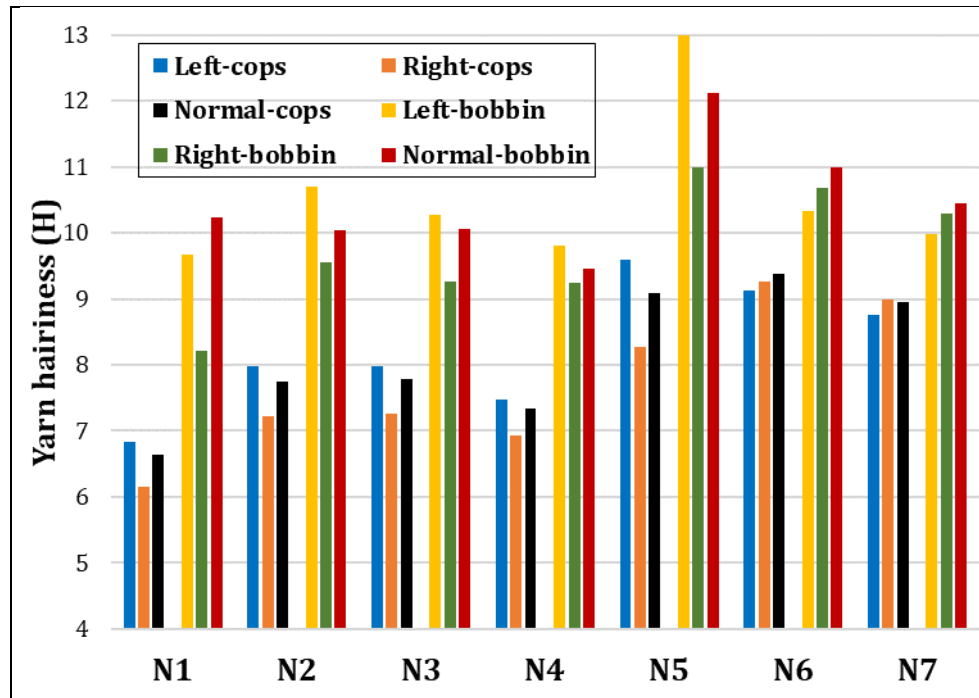
**Graphical Abstract**

Figure. Yarn hairiness test results

**Purpose and Scope**

Even though the compact spinning system allows the production of low hairy yarns today, the system requires a new machinery investment. Therefore, there is a need for alternative solutions for the production of yarn with better yarn hairiness values on the ring spinning machine. In this study, it is aimed to examine the effect of an alternative approach called right/left spinning arrangement on yarn properties in a short staple yarn production

† İlgili yazar / Corresponding author: demetyilmaz@sdu.edu.tr, +90-246-211-1186

company. In the study, it was particularly focused on the realization of the experiments in a yarn spinning mill. It was planned to evaluate the right/left spinning order in terms of yarn quality parameters before and after winding, yarn breakage and ease of operation.

### **Design/methodology/approach**

In the study, the spinning geometry was changed by feeding the yarn coming out of the drafting system to the right or left spindle of the conventional ring spinning machine. Feeding to the right spindle was called right diagonal while feeding to the left spindle was called left diagonal. 100% carded and combed cotton, organic combed cotton and 50/50% modal/organic combed cotton blends were used. Ring spun yarns with knitted twist in the coarser yarn count range such as Ne 10/1 and Ne 16/1 were produced. Yarn physical properties such as unevenness, thin-thick places and neps, hairiness, strength and elongation at break were tested before and after winding. The properties of the yarns obtained with the right and left diagonal spinning arrangement were compared with the ring spun yarns obtained with the normal spinning arrangement and the changes in the yarn properties were examined.

### **Findings**

At the end of the study, it was determined that right diagonal spinning arrangement provided an improvement especially in yarn hairiness values, while other yarn properties were comparable with that of the spun yarns obtained with normal arrangement.

### **Research limitations/implications**

According to the results, right diagonal spinning arrangement provided lower yarn hairiness values. In order to make a clearer decision and to evaluate the potential of the right diagonal spinning approach, it is thought that it is necessary to experiment with wider yarn counts, twist ranges and fiber types.

### **Practical implications**

Alternative approaches such as right and left spinning arrangement have the potential to achieve better yarn properties on an ring spinning machine without investing in an additional machine or device/apparatus.

### **Social Implications**

Our country is an important yarn producer in terms of ring spinning spindle capacities. A ring spinning machine is used in almost every staple yarn manufacturing mills. On the other hand, with the increase in competition conditions, the expectation for obtaining quality products at lower costs has also increased. Therefore, at the end of the study, it was showed that alternative approaches such as right/left diagonal spinning arrangement have the potential to improve yarn properties without investing in a new machine or apparatus/device.

### **Originality**

The study showed that yarn production with better yarn hairiness values is possible via a right/left diagonal spinning arrangement on a existing ring spinning machine without investing in a new machine. As a result of experiments with different fiber types, various yarn counts and twist levels, it was determined that the right/left diagonal spinning arrangement does not have any obvious limitations in terms of fiber type, yarn count range and twist value. However, it was indicated that the produced yarns also offer lower yarn hairiness values after winding.

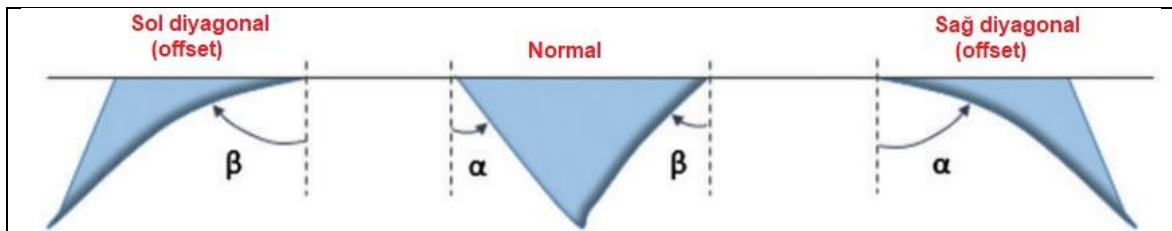
---

## **1. Giriş (Introduction)**

Geliştirilmesinden bu yana, ring iplik eğirme sisteminin bileşenleri büyük ölçüde iyileştirilmiş ve özellikle bu çabalar 2000'li yıllarda daha da artmış durumdadır (Krifa vd., 2002). Bilezik çapı, iğ hızı, farklı kopça ve bilezik tipleri ve otomasyon konusunda iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir (Nikolic vd., 2003). Gelişmelere ve modernizasyona rağmen ring iplikçiliğinin arkasındaki teknoloji, büyük ölçüde değişmeden kalmıştır (Artzt, 2003; Oxenham, 2003). Bugün hala ring iplik eğirme, iplikçilik pazarında baskın iplik eğirme teknolojisidir ve ring iplikler tartışmasız kalite kriteri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, ring iplik eğirme alanındaki çalışmaların çoğunda, üretim hızı ve otomasyon olanaklarının artırılmasına odaklanılmıştır. Son birkaç on yılda, geleneksel ring iplik eğirme ile rekabet edebilmek için hava jetli, sürtünme (friksiyon) ve açık uçlu eğirme gibi yeni eğirme teknikleri tanıtılmıştır. Bu tekniklerin çoğunda, yüksek üretim hızının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak, ring iplik yapısı mikroskop altında incelendiğinde, tüm liflerin iplik yapısına tam olarak entegre olmadığı ve bazı liflerin iplik yapısından dışarı doğru çıktığı kolayca görülmektedir. Çıktı liflerden oluşan düzensiz ve tüylü iplik yapısı iplik ve kumaş kalitesini olumsuz etkilerken, eğirme ve eğirme sonrası proseslerde uçuntu oluşumuna, elyaf

telefine ve iplik kopuşlarına neden olmaktadır (Stalder, 2000). Yapılan araştırmalarda, bu yapıya çekim sistemindeki ön silindirlerin kıştırma noktasında oluşan eğirme üçgeninin neden olduğu belirlenmiştir. Söz konusu olumsuzlukları elimine etmeye yönelik çeşitli çalışmalar yapılmış ve sonuçta kompakt iplik eğirme sistemi tanıtılmıştır. Kompakt iplik eğirme, konvansiyonel ring iplik eğirmenin yeni versiyonu olarak kabul edilmekte olup, tanıtıldığı günden bu yana iplikçiler tarafından oldukça ilgi görmektedir. Kompakt iplik eğirmenin esası, ön çekim silindir kıştırma noktasından çıkan lif demetini yoğunlaştırarak eğirme üçgeninin mümkün olduğunca küçültülmesidir. Bu amaçla, çekim bölgesinde pnomatik veya mekanik yoğunlaştırma üniteleri kullanılmaktadır. İplik tüylülüğü ve iplik mukavemeti başta olmak üzere iplik özelliklerinde iyileşme sağlamasına karşın, kompakt iplik eğirme yönteminin özellikle pnomatik yoğunlaştırma ünitesinden kaynaklanan yüksek makine maliyeti ve ekipman bakımı ihtiyacı gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır (Yılmaz, 2004; Singh vd., 2019). Bu nedenle, iplik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik halen araştırma çalışmaları devam etmektedir. Özellikle, düşük yatırım maliyeti gerektiren alternatif iplik tüylülük azaltma yöntemleri için iplikhanelerde hala önemli bir talep bulunmaktadır. Son yıllarda, iplik tüylülüğünün azaltılmasına yönelik hava düzesi kullanımı esasına dayanan Jetring veya NozzleRing (Sawhney ve Kimmel, 1997; Wang ve ark., 1997), çekilmiş fitilin ince elyaf demetlerine ayrılması esasına dayanan SolospunTM, CSIRO firması tarafından geliştirilen ve çift fitil kullanılarak iplik eğirme işlemi esasına dayanan sirospun gibi çeşitli alternatif iplik eğirme yöntemleri de tanıtılmış durumdadır. Adı geçen alternatif yaklaşımlara "sol diyagonal" ve "sağ diyagonal" eğirme yöntemi olarak adlandırılan yeni bir girişim daha eklenmiş durumdadır.

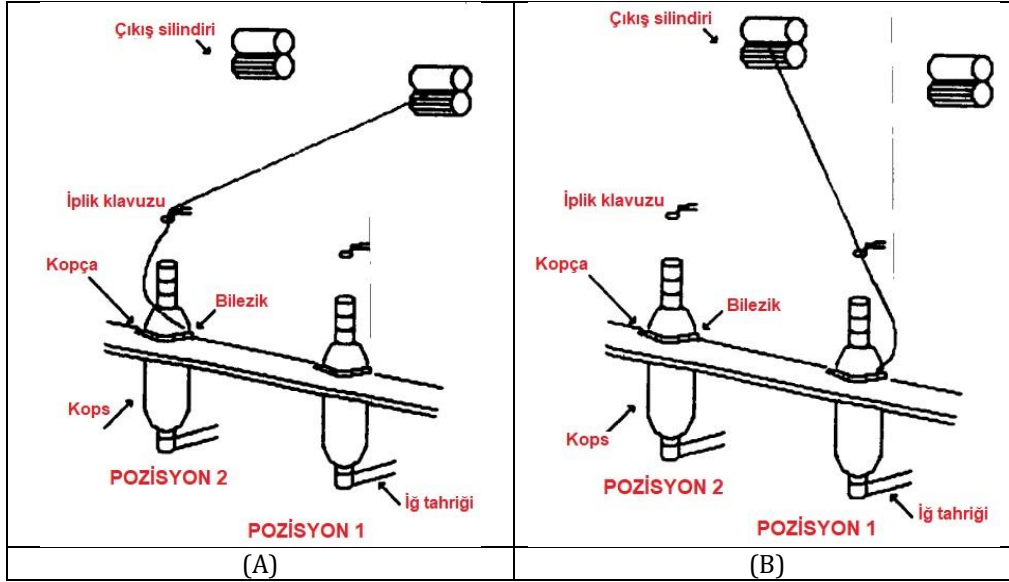
Ring iplik eğirme sisteminde, fitilin çekim sistemine girişi ile kops oluşumuna kadar olan lif akışından oluşan eğirme geometrisi iplik yapı ve özellikleri ile iplik kopuşları üzerinde önemli rol oynamaktadır (Klein, 1993). Özellikle, çekim sisteminin çıkışı ile ipliğin büküm aldığı ve iplik oluşumunun gerçekleştiği eğirme üçgeni olarak adlandırılan bölge, iplik tüylülüğü başta olmak üzere iplik mukavemeti, kopma uzaması gibi diğer iplik özellikleri üzerinde oldukça etkilidir. Literatürde bazı araştırmacılar, eğirme üçgenindeki liflerin durumu ve iplik tüylülüğüne etkileri konusunda çeşitli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Wang ve Chang (2003) çalışmalarında, eğirme üçgeninde bulunan liflerin üzerindeki tansiyonun dağılımı simetrik kabul edilse de aslında bükümden dolayı asimetrik olduğunu belirtmişlerdir. Wu vd. (2011), eğirme üçgeninin sol ve sağ tarafındaki liflerin aynı düzlem içinde bükülmediğini ifade etmişlerdir. Najar (1996) çalışmalarında, Z-bükümlü bir iplik için, eğirme üçgeninin sağ tarafındaki liflerin büküm işlemi sırasında ön bir büküm işlemine maruz kaldığını ve bu nedenle bu liflerin etkili bir şekilde iplik yapısına bağlandığını, ancak sol taraftaki liflerin daha az kontrol altında olduğunu belirtmiştir. Eğirme üçgeninde asimetrik lif dağılımının sol taraftaki liflerin iplik oluşumu sırasında kontrolden çıkarak, iplik tüylülüğünün oluşumuna yol açtığı belirtilmiştir. Dolayısıyla, eğirme üçgeninin sol tarafındaki liflerin iplik oluşum noktasına ulaşmasından önce mesafesinin kısaltılması durumunda iplik tüylülüğünün azaltılabileceği ifade edilmiştir. Bu mesafenin, iplik bükümünün arttırılması ve iplik eğirme yolunun modifiye edilmesi olmak üzere iki şekilde azaltılabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, Wang ve Chang (2003) çalışmalarında, "sol diyagonal" ve "sağ diyagonal" olarak adlandırdıkları eğirme düzeni ile eğirme geometrisinde değişiklik yaparak, iplik özelliklerindeki değişimi araştırmışlardır (Şekil 1).



Şekil 1. İplik yolu modifikasyonunun eğirme üçgeni geometrisi üzerindeki etkisi (Effect of yarn path offset on spinning triangle geometry) (Singh vd., 2019)

Wang ve Chang (2003), %100 yün lifleri ile kamgarn ring iplik makinasında yaptıkları denemede sol ve sağ diyagonal eğirme düzeninde çekim sisteminden çıkan iplik sırasıyla sol veya sağ taraftaki iğ'e verilmiştir (Şekil 2A, B). Sol diyagonal eğirme düzeninde, eğirme üçgeninin sol tarafındaki liflerin iplik birleşme noktasına olan mesafesinin azalmasından dolayı, bu liflerin daha az düzeyde kontrolden çıkabilecek olması ve bu sırada sağ taraftaki liflerin ise ön büküm ile kontrol altında bulunmasından dolayı iplik kalite değerlerinin iyileşebileceği belirtilmiştir. Öte yandan, sağ diyagonal eğirme düzeninde ise eğirme üçgeninin sol tarafındaki liflerin kontrolünün azalmasından dolayı iplik tüylülüğünün artabileceği ifade edilmiştir. Sol ve sağ diyagonal eğirme düzeninin iplik tüylülüğünü azaltma etkisine karşın, iplik kılavuzunun üst bölümünde eğirme geriliminin azalması ve iplik kılavuzunda iplik bükümünün konvansiyonel eğirmeye kıyasla rahat ilerleyememesi, iplik ile iplik kılavuzu arasında artan sürtünme nedeniyle iplik kopuşlarının artabileceği gibi önemli bir sıkıntının ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Çalışmada, sol ve sağ diyagonal eğirme düzeni ile konvansiyonel eğirme düzeni ile denemeler yapılmış ve sağ diyagonal eğirme düzeninde daha düşük 3 mm'den uzun tüy sayısı (S3) değerleri elde edilmiştir. İplik tüylülüğünde iyileşmenin aksine iplik düzgünsüzlüğü ve iplik mukavemeti değerlerinin yeni eğirme düzenine

karşı hassas olduğu ve özellikle yüksek iğ hızlarında iplik kopuşlarının arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 2. Sol (A) ve sağ (B) diyagonal eğirme düzeni (Left (A) and right (B) diagonal spinning pattern) (Wang ve Chang, 2003)

Thilagavathi vd. (2005), Wang ve Chang (2003) çalışmalarına benzer şekilde sağ ve sol diyagonal eğirme düzenini kullanarak, %100 pamuk ve %67/33 polyester ve pamuk lif karışımını kullanarak sırasıyla Ne 40/1 ve Ne 45/1 numara iplikler üretmişlerdir. Çalışmada, normal eğirme yöntemine kıyasla sol eğirme düzeninde 3 mm'den uzun tüy sayısında (S3) %50 oranında ve iplik mukavemetinde az miktarda iyileşme meydana geldiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, eğirme yolunun kısalması ile açıklanmıştır.

Thilagavathi vd. (2009) bir diğer çalışmalarında, yeni bir alt silindir, basınç çubuğu, pnömafıl borusu ve ara parçadan oluşan bir sol diyagonal eğirme düzeni üzerinde çalışmışlardır. %100 pamuk lifleri ile Ne 25, 40, 60 ve Ne 70 numara, %70/30 pamuk/polyester karışımı ile Ne 30, Ne 45 ve Ne 64 numara iplikler üretmişlerdir. Çalışmada, 60 mm sol diyagonal eğirme düzeninde S3 değerlerinde %40-75 arasında değişen oranda iyileşme tespit edilirken, iplik hata ve mukavemeti değerlerinde belirgin bir değişimin gözlenmediği belirtilmiştir.

Wu vd. (2011) çalışmalarında, eğirme yolunu modifiye etmişler ve sağ/sol diyagonal eğirme düzenine geçebilmek için çekim sisteminin çıkışı ile iplik klavuzu arasına yatay olarak hareket edebilen bir travers klavuzu yerleştirmişlerdir. Çalışmada, öncelikle hızlı kamera sistemi ile görüntüler alınmış ve eğirme geometrisi incelenmiştir (Şekil 3). Normal eğirme düzeninde ilk olarak sağ taraftaki liflerin büküldüğü, ön bir büküm etkisinin meydana geldiği ve sol taraftaki liflerin düzleminin, sağ taraftaki liflerin düzleminin altında olduğu gözlenmiştir (Şekil 3B). Ön büküm nedeniyle sağ taraftaki lifler kontrol altında iken, sol taraftaki liflerin tüylülüğü arttırdığı belirtilmiştir. Sol diyagonal eğirme düzeninde ön büküm etkisinin daha baskın olduğu ve böylece lif tansiyonundaki asimetrik dağılımın daha da arttığı, ancak sağ eğirme düzeninde ön büküm etkisinin daha kolay meydana geldiği ve bu durumun her iki taraftaki liflerin tansiyon ve lif dağılımı arasında denge sağladığı ve böylece asimetrik eğirme üçgeninin iplik tüylülüğünü daha az derecede arttırdığı belirtilmiştir (Şekil 3A, C). Çalışmada, %100 pamuk lifleri ile Ne 20, Ne 40 ve Ne 60 numara ring iplikler üretilmiş ve sağ eğirme düzeninde 12 mm mesafe ayarında en düşük tüylülük değerlerinin (S3) elde edildiği belirlenmiştir.



Şekil 3. Sol (A), normal (B) ve sağ (C) diyagonal eğirme düzeni (Left (A), normal (B) and right (C) diagonal spinning arrangement) (Wu vd., 2011)

Liu vd. (2013) çalışmalarında, sol/sağ diyagonal eğirme düzeninin iplik tüylülüğü üzerinde etkili olması avantajına

karşın, bir iğın boşa çıkarılması gibi önemli bir probleminin olduğunu belirtmiş ve bu probleme çözüm olarak eğirme yolunu modifiye etmeye yönelik bir iplik kılavuz aparatının geliştirilmesini araştırmışlardır. Çalışmalarında, aparat teorik ve sayısal yöntemlerle analiz edilmiştir.

Singh vd. (2019) çalışmalarında, %100 pamuk liflerini kullanarak Ne 39.4 ve Ne 59 olmak üzere iki farklı iplik numarası ve S ve Z olmak üzere iki farklı bükümde sol ve sağ diyagonal ve normal eğirme düzeninde ring iplikler üretmişlerdir. Diyagonal eğirmenin derecesi, iplik yolu ile dikey eksen arasındaki açı ile belirlenmiş ve açı 35° olarak sabit tutulmuştur. Diyagonal eğirme sırasında liflerin sarılmasını takip etmek için siyah izleyici ve beyaz fitiller birlikte beslenmiştir. Çalışmada, Z bükümlü ipliklerde sağ, S bükümlü ipliklerde ise sol eğirme düzeninin iplik tüylülüğünün azalmasını sağladığı belirlenmiştir. Ancak, her iki eğirme düzeninde de iplik düzgünlüğü değerlerinin bir miktar arttığı tespit edilmiştir. Z bükümlü ipliklerde, sağ eğirme düzeninde iplik gerilme özellikleri bir miktar iyileşirken, sol eğirme düzeninde değerlerde az da olsa azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Sol veya sağ eğirme yönüne göre eğirme üçgeninin kenarındaki liflerin sarılma davranışının önemli derecede değiştiği tespit edilmiştir. İzleyici liflerden oluşan karışımlar kullanılarak yapılan denemelerde, Z bükümlü iplikte sol eğirme düzeninde eğirme üçgeninin sol, sağ eğirme düzeninde ise tam tersi şekilde sağ taraftaki liflerin iplik yüzeyinde daha baskın görüldüğü gözlenmiştir. Ön bükümün pozisyonun, eğirme üçgenin genişliği boyunca büküm tansiyonunu düzensiz bir şekilde dağıttığı ve özellikle sol eğirme düzeninde eğirme üçgeninin sağ tarafındaki liflerin ön büküm alırken, sol taraftaki liflerin normal eğirme düzeninden daha fazla derecede serbest ve gevşek durumda bulunduğu, bu durumun sol kenardaki liflerin iplik gövdesine dahil edilmesini geciktirdiği ve böylece tüylülüğün arttığı belirtilmiştir. Sağ eğirme düzeninde ise ön bükümün eğirme üçgeninin her iki kenarından eşit uzaklıkta konumlandığı, tüm liflerin geldikleri yönlerden bağımsız olarak hemen hemen benzer büküm gerilimine maruz kaldığı ve böylece daha düşük tüylülük değerlerinin elde edildiği ifade edilmiştir. Çalışmada, çekim sisteminden çıkan bir lifin yatay ve ekstenel olarak hareket ettiği, yatay yönde tüm lif uzunluğu boyunca eğirme üçgeninde yakalanamazsa dikey olarak hareket edip, iplik tüylülüğüne sebep olduğu ve yatay yönde yakalanma olayını eğirme üçgenindeki ön bükümün konumunun etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada, eğirme üçgenindeki ön bükümün konumuna karar veren birincil faktörün, bükümün eğirme üçgeninde ilerlemesindeki kolaylığın belirlediği, ön bükümün nispeten gergin olan ve bükümün akışına minimum mekanik engel teşkil eden yol boyunca otomatik olarak konumlandığı ifade edilmiştir.

Özetle, ring ipliklerin iplik tüylülüğünü azaltmak için geliştirilen kompakt iplik eğirme sistemi daha iyi değerlere sahip iplik üretimini imkan kılarsa da, özellikle yeni bir makineye yatırım ihtiyacından doğan makine maliyeti nedeniyle iplik tüylülüğünü azaltmaya yönelik arayışlar halen sürmektedir. Son yıllarda, ring iplik eğirme makinasının eğirme geometrisinde değişiklik yapma esasına dayanan yeni bir eğirme yöntemi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar halen başlangıç aşamasında olup, bulgular sınırlı düzeydedir. Bununla birlikte, eğirme parametrelerinden özellikle sol veya sağ eğirme yönünün iplik tüylülüğü üzerinde daha etkili olduğu konusunda net bir bulgu henüz ortaya konamamıştır. Z bükümlü iplik için Wang ve Chang (2003), Wu vd. (2011) ve Singh vd. (2019) sağ, Thilagavathi vd. (2005; 2009) ise sol eğirme düzeninin daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Öte yandan, Singh vd. (2019) çalışmalarında sağ/sol diyagonal eğirme düzeninin konvansiyonel iplik eğirmeye karşı umut verici rolünü tam olarak ortaya koymak için çalışabilirlik, üretim ve kalitenin birleşik faktörlerini dikkate alan büyük işletme ölçeğinde çalışmaların yapılması gerektiği önerisini yapmışlardır. Bu çalışmada da gerçek işletme ortamında sol/sağ diyagonal eğirme yönteminin farklı elyaf türleri ve iplik numaraları ile iplik üretim denemelerinin yapılması ve iplik kalite parametreleri, iplik kopuş durumu ve çalışma kolaylığı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### 3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

#### 3.1. Materyal (Material)

Sol/sağ diyagonal eğirme yönteminin iplik özelliklerine etkisini belirlemek için %100 pamuk karde ve penye, %50/50 modal/organik pamuk penye ve organik penye pamuk lifleri kullanılmıştır. %100 pamuk ve organik pamuk harmanına ait lif özellikleri, Tablo 1'de verilmiştir. Modal lifleri, 38 mm lif uzunluğu ve 1.3 dtex lif inceliğine sahiptir.

**Tablo 1.** Lif özellikleri (Cotton fiber properties)

Numune türü	Uzunluk (2.5 SL) (mm)	İncelik (Mic.)	Uniformite	Kısa lif miktarı (%)	Mukavemet (g/tex)	Kopma uzaması (%)	Olgunluk	Neps (adet/g)	Trash (adet/g)
%100 pamuk	28.41	4.38	81.2	9.6	30.43	7.1	0.88	222	65.3
%100 organik penye pamuk	29.15	5.04	83.6	6.2	31.3	6.9	0.88	77	69



### 3.2. Metot (Method)

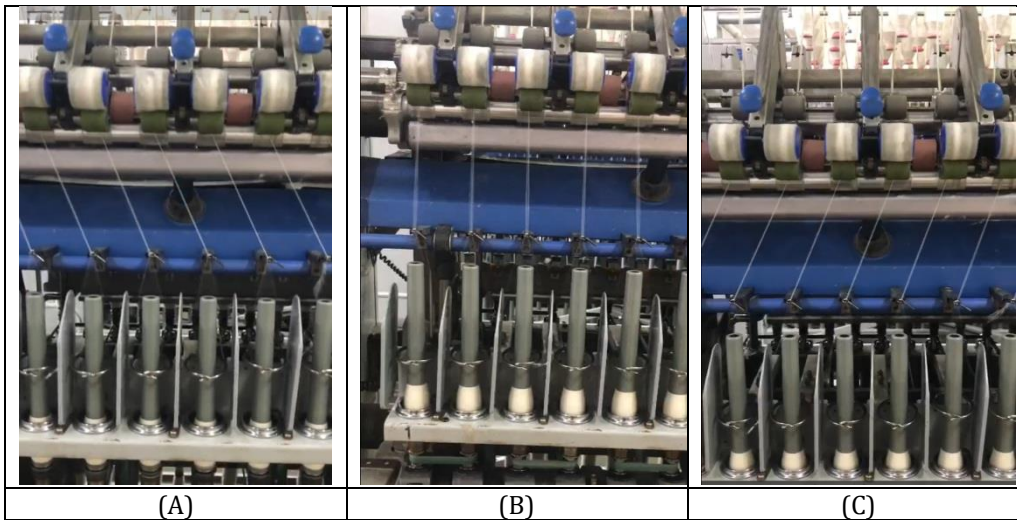
Sol/sağ diyagonal eğirme yöntemi ile iplik üretim denemeleri, kısa şapel iplik üretimi yapan bir işletmede TOYOTA RX240SF konvansiyonel ring iplik makinasında gerçekleştirilmiştir. Konvansiyonel ring iplik makinesinde, farklı elyaf türleri ile Ne 10/1 ile Ne 16/1 iplik numara aralığında triko büküm değerlerinde ring iplik numuneleri üretilmiştir (Tablo 2). Firma bu denemelerde, herhangi bir ilave makine veya cihaz/aparat yatırımı yapmadan mevcut imkanlar ile konvansiyonel ring iplik makinasında iplik tüylülüğü başta olmak üzere diğer iplik özelliklerinde iyileşmeyi sağlamayı amaçlamıştır. İnce iplik üretiminde mekanik kompakt iplik eğirme sisteminin kullanımını tercih ettiği için bu çalışma kapsamında kalın iplik numaralarında deneme yapılmasına odaklanmıştır.

İplik üretim denemelerinde, öncelikle konvansiyonel ring iplik makinesinde çekim sisteminden çıkan çekilmiş elyaf demetine bilezik-kopça ile büküm verilmiş ve iğn üzerinde dönen kopsa sarılmıştır. Normal düzende eğrilen iplikler, referans olarak alınmış ve iplik özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Çalışmanın devamında, sol/sağ diyagonal eğirme düzeni denemelerine geçilmiştir. Şekil 4A'da görüldüğü gibi çekim sisteminden çıkan elyaf demeti soldan sağa doğru çaprazlanarak, sağ taraftaki iğne doğru yönlendirilmiş ve sağ diyagonal eğirme düzeni olarak adlandırılmıştır. Sağ diyagonal eğirme düzeninde olduğu gibi çekim sisteminden çıkan elyaf demeti sağdan sola çaprazlanarak sol taraftaki iğne doğru yönlendirilmiş ve eğirme yöntemi sol diyagonal eğirme düzeni olarak adlandırılmıştır. Sol/sağ diyagonal ve normal eğirme düzeni denemelerinde çekim, büküm, iğn hızı, kopça türü gibi aynı eğirme parametrelerinin kullanılmasına dikkat edilmiştir. İplik üretim denemelerinde  $\alpha$  3.6-3.7 örme büküm katsayısı yanında özellikle düşük büküm değerlerinin iplik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla  $\alpha$  3.1 ve  $\alpha$  3.4 gibi düşük büküm katsayılarında da çalışılmıştır. Sol/sağ diyagonal ve normal olmak üzere herbir eğirme düzeninden 6 adet kopsa üretilmiştir.

Bobinleme sonrası iplik özelliklerindeki değişimi incelemek amacıyla iplik numuneleri SAVIO POLAR E bobin makinasında 800 m/dak üretim hızında bobinlenmiştir. Özellikle, bobinleme işlemi sonrasında iplik tüylülüğünün artması nedeniyle iplik tüylülüğündeki değişimi analiz etmek amacıyla iplikler bobinleme işleminden geçirilmiş ve iplik özellikleri incelenmiştir.

**Tablo 2.** İplik numuneleri (Yarn samples)

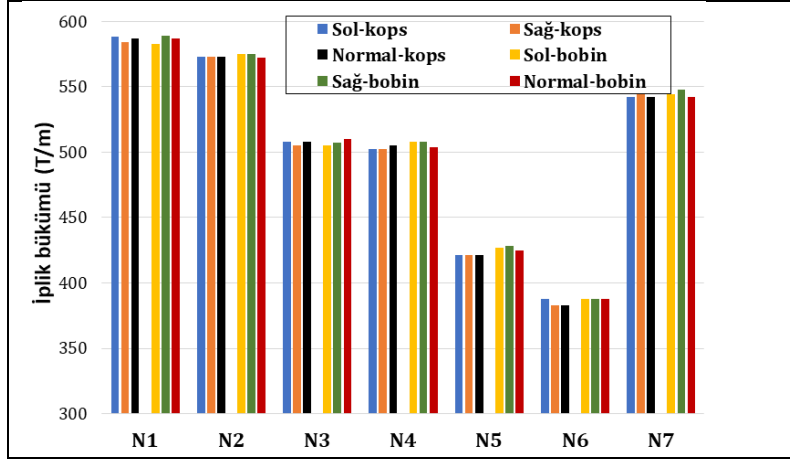
Hammadde	İplik numarası	İplik bükümü	Büküm katsayısı ( $\alpha$ )	Numune kodu
%100 organik penye pamuk	Ne 16/1	585 t/m	3.7	N1
%100 karde pamuk	Ne 16/1	570 t/m	3.6	N2
%100 penye pamuk	Ne 12/1	504 t/m	3.7	N3
%50/50 modal/organik pamuk penye	Ne 12/1	504 t/m	3.7	N4
%100 penye pamuk	Ne 8/1	425 t/m	3.8	N5
%100 organik penye pamuk	Ne 10/1	385 t/m	3.1	N6
%100 karde pamuk	Ne 16/1	540 t/m	3.4	N7



**Şekil 4.** Sağ (A), normal (B) ve sol (C) eğirme düzeni denemeleri (Right (A), normal (B) and left (C) diagonal spinning arrangement)

### 2.3. Test ve analizler (Test and Analysis)

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin fiziksel özellikleri, çeşitli test cihazlarında test edilmiştir. İpliklerin bobinleme öncesi ve sonrası düzgünlük, ince yer (-%50), kalın yer (+%50), neps (+%200) ve iplik tüylülüğü özellikleri Uster Tester 5 cihazında test edilmiştir. Test uzunluğu 400 m ve test hızı 2.5 m/dak'dır. Bobinleme öncesi ve sonrası ipliklerin, gerilme özellikleri Uster Tensorapid test cihazında test edilmiştir. Çene aralığı 50 cm, test hızı 5 m/dak'dır. İpliklerin bükümü, Uster Zweigle Twist Tester 5 test cihazında bobinleme öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. Tüm ölçümler için her bir numuneden 6 adet test yapılmıştır. İpliklerin büküm sonuçları, Şekil 5'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, sağ ve sol diyagonal ile normal eğirme düzeni ile üretilen ipliklerin büküm değerleri arasında belirgin bir fark olmadığı gözlenmiştir.



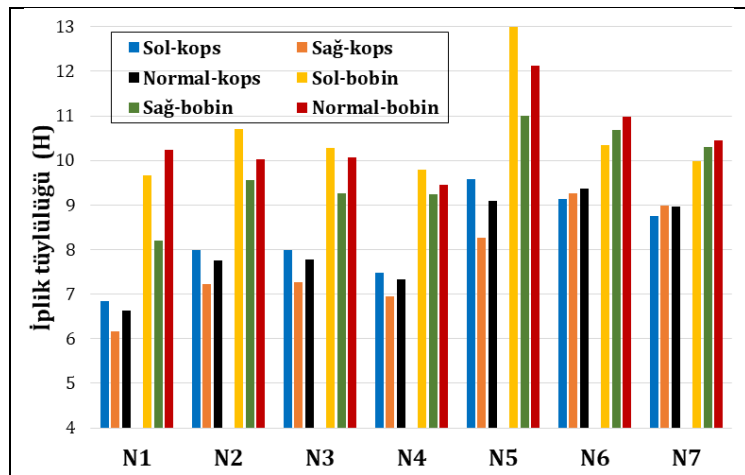
Şekil 5. İplik bükümü test sonuçları (Yarn twist test results)

### 3. Deneysel Sonuçlar (Experimental Results)

İpliklerin fiziksel özelliklerine ait sonuçlar aşağıda verilmiştir. Sonuçların gösteriminde, bobinleme öncesine ait sonuçlar kops, bobinleme sonrasına ait sonuçlar bobin olarak ifade edilmiştir.

#### 3.1. İplik tüylülüğü sonuçları (Yarn hairiness results)

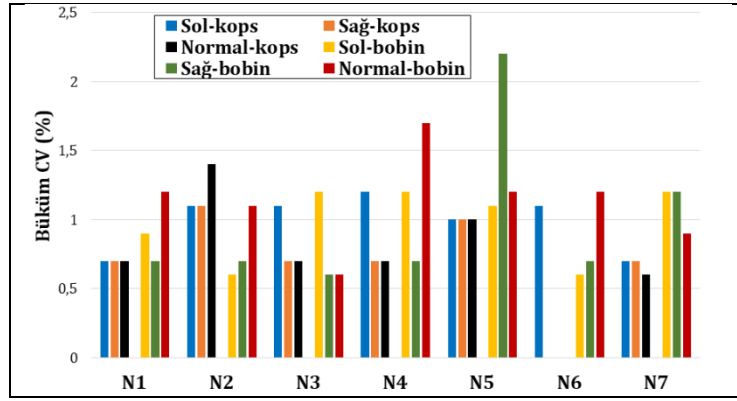
İpliklere ait Uster H iplik tüylülüğü sonuçları, Şekil 6'da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, tüm numunelerde bobinleme öncesi ve sonrasında sağ diyagonal eğirme düzeninde daha düşük Uster H iplik tüylülüğü değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir. İplik tüylülüğündeki iyileşme oranı numune türüne göre değişmekle birlikte, genellikle bobinleme öncesinde %1 ile %9, bobinleme sonrasında ise %1.5 ile %9 oranında değiştiği tespit edilmiştir. İyileşme en fazla bobinleme öncesinde N5 kodlu %100 penye pamuk, bobinleme sonrasında ise N1 kodlu %100 organik penye pamuk liflerinden elde edilen ipliklerde gözlenmiştir. En yüksek H değerleri ise numune türüne göre değişmekle birlikte, sol diyagonal ve normal eğirme düzeni ile elde edilen numunelerde belirlenmiştir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar doğrultusunda, sağ diyagonal eğirme düzeninde daha düşük iplik tüylülüğü değerlerinin elde edilmesi mümkün olduğu ve iyileşme oranının genel anlamda yaklaşık olarak %10 düzeyinde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bobinleme işlemi sırasında yoğun bir şekilde meydana gelen sürtünme nedeniyle bobinleme sonrasında, beklendiği gibi ipliklerin tüylülük değerlerinin artış eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 6. İplik tüylülüğü test sonuçları (Yarn hairiness test results)



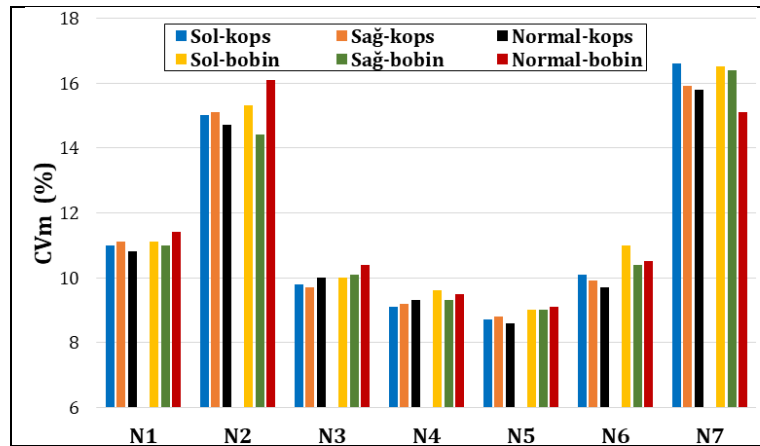
Sağ diyagonal eğirme düzeninin iplik tüylülüğü değerlerinde sağladığı iyileşme etkisi, Wang ve Chang (2003), Wu vd. (2011), ve Singh vd. (2019)'ın bulgularıyla uyumludur. Sağ diyagonal eğirme düzeninde elde edilen daha düşük iplik tüylülüğü değerlerinin açıklanabilmesi için iplik büküm test sonuçları incelenmiştir. Şekil 5'de verilen büküm test sonuçları incelendiğinde, sağ ve sol diyagonal ile normal eğirme düzeni ile üretilen ipliklerin büküm değerleri arasında belirgin bir fark olmadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte, ipliklerin büküm değerlerindeki varyasyon değerleri de incelenmiş ve sonuçlar Şekil 7'de verilmiştir. Büküm değerlerindeki varyasyon eğilimi incelendiğinde, bobinleme sonrası N5 kodlu numune hariç diğer tüm numunelerde sol diyagonal ve normal eğirme düzeni ile üretilen ipliklerin büküm değerlerindeki varyasyonun sağ diyagonal eğirme düzeni ile üretilen ipliklerinkine kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bobinleme öncesinde N2 kodlu numunede, bobinleme sonrasında N1, N2, N4 ve N6 kodlu numunelerde normal eğirme düzeni, bobinleme öncesinde N3, N4 ve N6 kodlu numunelerde, bobinleme sonrasında ise N3 kodlu numunede sol diyagonal eğirme düzeni en yüksek büküm varyasyonu değerlerini vermiştir. Dolayısıyla, sol diyagonal ve normal eğirme düzenine kıyasla sağ diyagonal eğirme düzeninde eğirme üçgeni bölgesinde hemen hemen tüm liflerin benzer bir tansiyon altında olması ile daha az tüylü ipliklerin elde edildiği düşünülmektedir (Singh vd., 2019).



Şekil 7. İplik büküm sonuçlarına ait varyasyon değerleri (Variation values of yarn twist results)

### 3.2. İplik düzgünsüzlüğü sonuçları (Yarn unevenness test results)

Konvansiyonel ring iplik eğirme makinasında normal ve sağ/sol diyagonal eğirme düzeni kullanılarak üretilen ring ipliklere ait iplik düzgünsüzlüğü sonuçları, Şekil 8'de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, bobinleme öncesinde N1, N2, N5, N6 ve N7 kodlu numunelerde normal eğirme düzeni, bobinleme sonrasında ise N7 kodlu numune hariç diğer tüm numunelerde sağ diyagonal eğirme düzeninin daha düşük iplik düzgünsüzlüğü (CVm) değerlerini verdiği belirlenmiştir. Ancak, tüm ipliklerin CVm değerleri arasında ciddi anlamda bir fark olmadığı gözlenmiştir. En yüksek CVm değerlerinin ise numune türüne göre değiştiği ve net bir eğilimin olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 8. İplik düzgünsüzlüğü test sonuçları (Yarn unevenness test results)

### 3.3. İplik hataları sonuçları (Yarn imperfections results)

İpliklere ait ince yer (-%50), kalın yer (+%50) ve neps (+%200) değerleri toplanmış ve toplam hata değerleri elde edilmiştir. Tablo 3'de verilen sonuçlar incelendiğinde, bobinleme öncesinde N5 kodlu numune hariç diğer tüm numunelerde, bobinleme sonrasında ise N6 ve N7 kodlu numuneler hariç diğer tüm numunelerde özellikle sağ

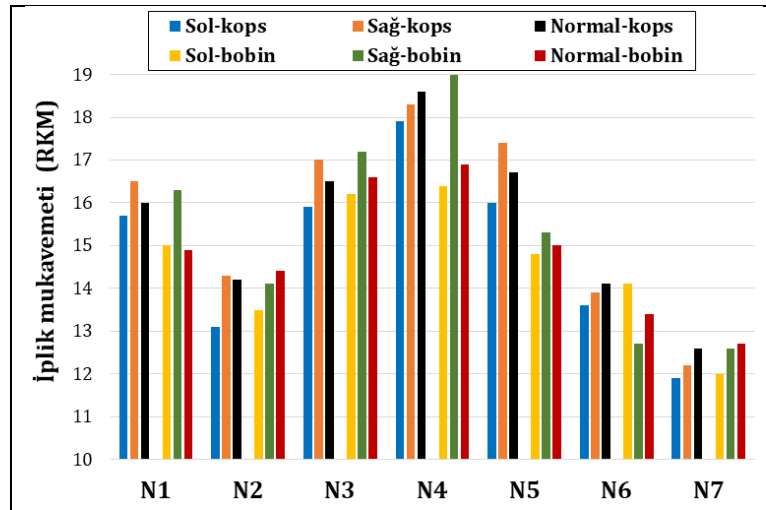
diyagonal eğirme düzeninde daha düşük toplam iplik hata değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir. İplik düzgünlüğü ve iplik hata sonuçları doğrultusunda, elyaf türü, iplik numarası ve büküm seviyesine bağlı olarak sağ diyagonal eğirme düzeninin normal eğirme düzeni ile kıyaslanabilir düzgünlük ve iplik hata sonuçları verdiği sonucuna ulaşılmaktadır.

**Tablo 3.** İpliklere ait toplam hata değerleri (Total yarn imperfections results)

Numune kodu	Bobinleme öncesi			Bobinleme sonrası		
	Sol	Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal
N1	25	18	23	20	21	30
N2	273	258	293	318	205	433
N3	10	7	6	9	7	12
N4	11	10	17	16	11	13
N5	3	7	3	6	6	6
N6	11	8	7	7	14	5
N7	489	387	383	554	487	326

### 3.4. İplik mukavemeti sonuçları (Yarn tenacity results)

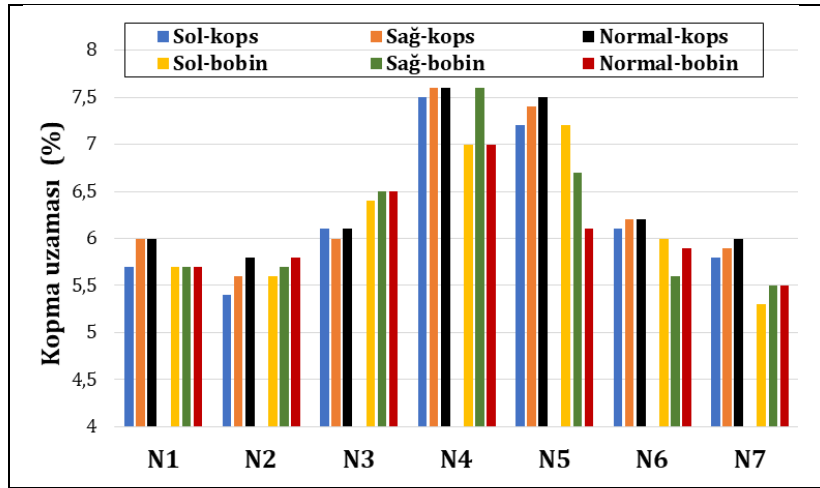
Normal ve sağ/sol diyagonal eğirme düzeni kullanılarak üretilen ipliklerin iplik mukavemeti sonuçları Şekil 9'da görülmektedir. Buna göre, N1, N3, N5 kodlu numunelerde sağ diyagonal eğirme düzeninde üretilen ipliklerin daha yüksek iplik mukavemeti değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. İplik mukavemeti değerlerindeki iyileşmenin, %1 ile %4 arasında değiştiği gözlenmiştir. Diğer numunelerde ise bobinleme öncesi ve sonrasına göre durum değişmekle birlikte, sağ diyagonal eğirme düzeni ile elde edilen ipliklerin iplik mukavemeti değerlerinin normal eğirme düzeni ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Hemen hemen tüm numunelerde sol diyagonal eğirme düzeninin en düşük iplik mukavemeti değerlerini verdiği belirlenmiştir. Literatürde, sağ ve sol diyagonal eğirme düzeninin iplik gerilme özelliklerine etkisi konusunda Thilagavathi vd. (2009) net bir eğilimin olmadığını, Singh vd. (2019) çalışmalarında sağ eğirme düzeninde bir miktar iyileşmenin meydana geldiğini belirtmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur. İplik tüylülüğü değerlerindeki iyileşme ile birlikte iplik yapısından daha az sayıda lifin dışarı doğru çıkması ve büküm varyasyonunun daha az olması nedenleriyle iplik mukavemeti değerlerinde az da olsa iyileşmenin meydana geldiği düşünülmektedir.



Şekil 9. İplik mukavemeti test sonuçları (Yarn tenacity test results)

### 3.5. İplik kopma uzaması sonuçları (Yarn breaking elongation results)

İpliklerin kopma uzaması sonuçları değerlendirildiğinde, net bir eğilim gözlenmezken özellikle sağ ve sol diyagonal ile normal eğirme düzeni ile elde edilen ipliklerin kopma uzaması değerlerinin karşılaştırılabilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Kopma uzaması değerleri arasındaki fark %1-4 arasında değişirken, sol diyagonal eğirme düzenine kıyasla sağ eğirme düzeninin, az da olsa daha yüksek kopma uzaması değerlerini verdiği tespit edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. İplik kopma uzaması test sonuçları (Yarn breaking elongation test results)

## 5. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Son yıllarda, iplik tüylülüğünün azaltılmasına yönelik kompakt iplik eğirme sistemi, Jetring veya NozzleRing, SolospunTM, sirospun, mekanik yoğunlaştırma gibi çeşitli alternatif iplik eğirme yöntemlerine "sol diyagonal" ve "sağ diyagonal" veya Offset eğirme yöntemi olarak adlandırılan yeni bir yaklaşım eklenmiştir. Bu çalışmada, sol ve sağ diyagonal eğirme düzeninin konvansiyonel iplik eğirmeye karşı umut verici rolünü tam olarak ortaya koymak için bir kısa ştapel iplik işletmesinde farklı elyaf türleri kullanılarak, farklı iplik numaralarında ring iplikler üretilmiş ve iplik kalite değerleri normal eğirme düzeni kullanılarak üretilen ipliklerle karşılaştırılmıştır. Çalışmada, sağ diyagonal eğirme düzeni ile normal eğirme düzenine kıyasla %1 ile %9 arasında değişen oranda daha düşük Uster H iplik tüylülüğü değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir. İplik mukavemeti, kopma uzaması, düzgünsüzlüğü ve toplam hata değerlerinin normal eğirme düzeni ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, sağ ve sol diyagonal eğirme düzeninde iplik kopuşu açısından belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Çalışmada, farklı elyaf türleri, çeşitli iplik numara ve büküm seviyesi aralığında denemelerin yapılması sonucunda elyaf türü, iplik numara aralığı ve büküm değeri açısından belirgin bir sınırlamamanın bulunmadığı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, sağ diyagonal eğirme düzeninin özellikle iplik tüylülüğüne olumlu etkisi gözlenmekle birlikte, sağ diyagonal eğirme yaklaşımının potansiyelini değerlendirebilmek için daha geniş iplik numara ve büküm aralığı ile farklı elyaf türleri ile detaylı denemelerin yapılması gerektiği düşünülmektedir.

## Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma, Uğurlular Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş (Denizli) firmasında gerçekleştirilmiş olup, ilgili firmaya iplik üretimi, test ve analizlerin gerçekleştirilmesi konusundaki katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

## Kaynaklar (References)

- Artzt, P., 2003. Kompakt İplikçiliği Daha Ekonomik Hale Getirmenin Yolları. *Tekstil Maraton*, Ocak-Şubat, 1, 26-29.
- Klein, W., 1993. Spinning Geometry and its Significance. *Int. Textile Bull. Yarn Fabric Forming*, 3/93, 22-26.
- Krifa, M., Hequet, E., Ethridge, D., 2002. Compact Spinning: New Potential For Short Staple Cottons. *Textile Topics*, 2002-2, 2-8.
- Liu, X., Su, X., Wu, T., 2013. Effects of the Horizontal offset of the Ring Spinning Triangle on Yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 21, 1(97), 35-40.
- Nikolic, M., Stjepanovic, Z., Lesjak, F., Stritof, A., 2003. Compact Spinning For Improved Quality Of Ring-Spun Yarns. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 11, 4(43).
- Oxenham, W., 2003. Spinning Machines at ITMA'03. *Journal Of Textile And Apparel, Technology And Management*, 3(3), 1-6.
- Sawhney, A.P.S., Kimmel, L.B., 1997. Air and Ring Combination in Tandem Spinning. *Textile Research Journal*, 67 (3), 217-223.
- Shaikhzadeh Najar, S., 1996. An Analysis Of The Twist Triangle in Ring Spinning. *Doktora Tezi*. New South Wales Üniversitesi, Avustralya.
- Singh, C., Gordon, S., Wang, X., 2019. The Mechanism Of Hairiness Reduction in Offset Ring Spinning With A Diagonal Yarn Path. *Textile Research Journal*, 89(8), 1546-1556.
- Stalder, H., 2000. Ring Spinning Advance. *Textile Asia*, Mart, 43-46.

- Thilagavathi, G., Gukanathan, G., Munusamy, B., 2005. Yarn Hairiness Controlled By Modified Yarn Path in Cotton Ring Spinning. IJFTR, 30(3), 295-301
- Thilagavathi, G., Udayakumar, D., Sasikala, L., Kannaian, T., 2009. Yarn Hairiness Controlled By Various Left Diagonal Yarn Path Offsets By Modified Bottom Roller Flute Blocks in Ring Spinning. IJFTR, 34(4), 328-332
- Wang, X., Miao, M., How, Y., 1997. Studies of JetRing Spinning Part I: Reducing Yarn Hairiness With The JetRing. Textile Research Journal, 67 (4), 253-258.
- Wang, X., Chang, L., 2003. Reducing Yarn Hairiness With A Modified Yam Path in Worsted Ring Spinning. Textile Research Journal, 73(4), 327-332.
- Wu, T., Xie, C., Su, X., Liu, X., Huang, B., 2011. A Modified Ring Spinning System With Various Diagonal Yarn Path Offsets. Procedia Engineering, 18, 1-6.
- Yılmaz, D., 2004. Farklı Kompakt Ring İplik Eğirme Sistemlerinin Ve Elde Edilen İpliklerin Özelliklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.