



A study on the effect of yarn count and weft density parameters on various woven fabric properties obtained from dual-core spun yarns

Selim Bolat¹ , Demet Yılmaz^{2*}

¹Kaynak Tekstil San. Tic. A.Ş., Denizli, Turkey

²Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, Textile Engineering Department, 32260, Isparta, Turkey

Highlights:

- Effect of yarn count and fabric weft density on various dyed and finished denim fabric properties
- Usage of T400/elastane soft core filaments in dual-core yarn production
- Changes in mechanical, performance and comfort properties of woven fabrics depending on production parameters

Graphical/Tabular Abstract

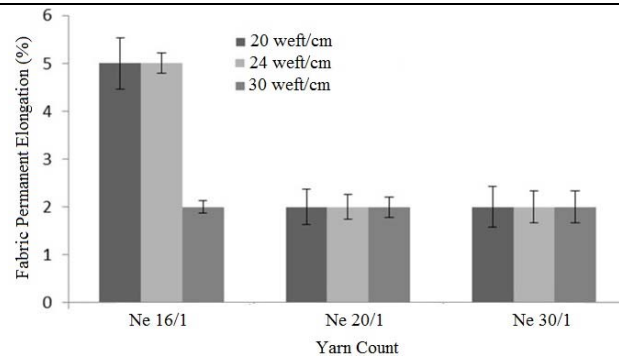


Figure A. Fabric permanent elongation values after 1 minute waiting on the Titan test device

Keywords:

- Elastane
- T-400
- Core-spun yarn
- Dual-core yarn
- Denim fabric

Article Info:

Research Article
Received: 14.07.2020
Accepted: 01.05.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.769438

Acknowledgement:

We would like to thank Kaynak Group (Dokuma Fabrikası) and ALMER Tekstil San. Tic. A.Ş. (Kayseri) for their support.

Correspondence:

Author: Demet Yılmaz
e-mail:
demetyilmaz@sdu.edu.tr
phone: +90246 2111186

Purpose: Today, a kind of yarn was developed to give different features to textile products and called as core-spun yarns. In recent years, a new type of core-spun yarn called as dual-core has been developed to eliminate a number of problems arising from the high recovery property of core-spun yarns and also to improve the recycling behavior of denim fabrics. In this study, it was aimed to investigate the effect of yarn count and weft density parameters, and the interaction of these parameters on various properties of the woven fabrics after dyeing and finishing processes.

Theory and Methods: In the study, dual-core core spun yarns having T400/elastane core filaments and cotton sheath fibers with three different fineness (Ne 16/1, 20/1 and 30/1) were used as a weft yarn during the denim fabric production and woven fabrics were obtained with three different weft densities (20, 24 and 30 ends/cm). After woven fabric production, dyeing and finishing processes were realized and various properties of the fabrics related to mechanical (breaking, tearing and seam strength), performance (fabric elasticity, permanent elongation, abrasion and pilling resistance, dimensional stability) and comfort (air permeability and bending resistance) were determined.

Results: The results indicated that breaking and seam strength increased significantly in warp and weft directions, and tearing strength values tended to decrease as the weft density increased. On the other hand, different trends were observed regarding the effect of yarn count on strength properties. When the elasticity and permanent elongation results were evaluated, in general, fabric elasticity decreased as weft density increased and the yarn was getting coarser. It was determined that fabric elasticity values varied between 12-18%. As to permanent elongation, it was found that the values decreased as the yarn was getting finer or weft density increased due to the high fabric recovery ability. The results showed that the permanent elongation values after 1 minute of waiting were generally between 2-5%. This value was lower than 7% reported in practice and therefore, dual-core yarns seemed to provide the desired values in terms of permanent elongation. It was observed that there was no significant difference between the fabrics in terms of abrasion and pilling resistance. On the other hand, shrinkage of woven fabrics after washing and bending rigidity decreased while air permeability increased as the weft density increased or the yarn was getting finer.

Conclusion: The results of the woven fabrics showed that production variables of the dual-core yarns and woven fabrics had considerable influence on these fabric properties.



İplik inceliği ve atkı sıklığı parametrelerinin çift özlü ipliklerden dokunan kumaşların boyama sonrası çeşitli kumaş özelliklerine etkisinin incelenmesi

Selim Bolat¹ , Demet Yılmaz^{2*} 

¹Kaynak Tekstil San. Tic. A.Ş., Denizli, Türkiye

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- İplik numarası ve kumaş atkı sıklığının boyanmış denim kumaşların çeşitli kumaş özelliklerine etkisi
- Çift özlü iplik üretiminde T400/elastan yumuşak öz filamentlerinin kullanımı
- Kumaş üretim parametrelerine bağlı olarak kumaş mekanik, performans ve konfor ile ilişkili özelliklerde değişim

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi
Geliş: 14.07.2020
Kabul: 01.05.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.769438

Anahtar Kelimeler:

Elastan,
T-400,
özlü iplik,
çift özlü iplik,
denim kumaş

ÖZ

Son yıllarda tekstil ürünlerine farklı özellikler kazandırmak amacıyla geliştirilen iplik türlerinden biri de özlü ipliklerdir. Özlü iplikler teknik özelliklerin istendiği tekstil ürünleri yanında özellikle yüksek esneme veya streç özelliklere sahip denim kumaş üretiminde yaygın olarak tercih edilmektedir. Özlü iplikler, elastan, PES, PA gibi kesiksiz öz filamentlerinin doğal/sentetik esaslı kesikli kılıf lifleri ile kaplanmasından oluşmaktadır. Son yıllarda elastanın yüksek geri toplama özelliğinden kaynaklanan birtakım problemlerin giderilmesi ve denim kumaşların geri düzleme davranışının iyileştirilmesi amacıyla çift özlü olarak adlandırılan yeni bir özlü iplik türü geliştirilmiştir. Bu çalışmada, elastik kumaş üretiminde son yıllarda kullanılmaya başlanan ve sınırlı sayıda bulgu bulunan çift özlü iplikler konusunda iplik numarası, atkı sıklığı ve bu parametrelerin birbiriyle etkileşiminin bu ipliklerden elde edilen kumaşların boyama ve terbiye işlemleri sonrasında çeşitli performans özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada üç farklı iplik inceliğine sahip T400/elastan çift özlü iplikler kullanılarak üç farklı atkı sıklığında dokunan kumaşların, boya-terbiye işlemleri sonrasında kopma, yırtılma ve dikiş mukavemeti gibi mekanik; kumaş elastikiyeti, kalıcı uzama, aşınma ve boncuklanma direnci, boyutsal değişim gibi performans; hava geçirgenliği ve eğilme rijitliği gibi giysi konforu ile ilişkili özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar iplik numarası ve atkı sıklığı gibi iplik ve kumaş üretim parametrelerinin söz konusu kumaş özellikleri üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

A study on the effect of yarn count and weft density parameters on various woven fabric properties obtained from dual-core spun yarns

H I G H L I G H T S

- Effect of yarn count and fabric weft density on various dyed and finished denim fabric properties
- Usage of T400/elastane soft core filaments in dual-core yarn production
- Changes in mechanical, performance and comfort properties of woven fabrics depending on production parameters

Article Info

Research Article
Received: 14.07.2020
Accepted: 01.05.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.769438

Keywords:

Elastane,
T-400,
core-spun yarn,
dual-core yarn,
denim fabric

ABSTRACT

In recent years, a kind of yarn called as core-spun developed to give different properties to textile products. Core-spun yarns are widely preferred in the production of denim fabrics with high stretching or stretch properties, as well as textile products where high strength, conductivity and strength are required. Core-spun yarns consist of covering continuous core filaments such as elastane, PES, PA etc. with staple natural/synthetic sheath fibers. In recent years, a new type of core-spun yarn called as dual-core has been developed to eliminate a number of problems arising from the high recovery property of elastane and to improve the recovery behavior of denim fabrics. In this study, it is aimed to investigate the effect of yarn count, weft density parameters and the interaction of these parameters with the various performance characteristics of the fabrics obtained from these yarns after dyeing and finishing processes. In present study, woven fabrics with three different weft densities were obtained by using T400/elastane dual-core yarns having three different yarn counts and various properties of the fabrics related to mechanical (breaking, tearing and seam strength), performance (fabric elasticity, permanent elongation, abrasion and pilling resistance, dimensional stability) and comfort (air permeability and bending resistance) were determined. The results of the woven fabrics showed that production variables of the dual-core yarns and woven fabrics had considerable influence on these fabric properties.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye’de özellikle giyim sektörünün vazgeçilmezlerinden olan elastik iplikler, insanlara hareket özgürlüğü veren, vücuda uyumlu, dayanıklı ve rahat yapısı ile hayatımızın ayrılmaz bir parçası olarak yer almaktadır. İplik merkezinde elastik bir bileşenin kesikli liflerle kaplanması esasına göre elde edilen elastik iplikler, özlü iplik olarak da adlandırılmaktadır ve günümüzde yaygın olarak özlü iplik olarak dokuma ve örme kumaş eldesinde kullanılmaktadır. Elastik ipliklerin özellikle yüksek esneme veya streç özelliklere sahip denim kumaş üretiminde kullanımı tercih edilmektedir. Son yıllarda, elastik ipliklerin yüksek geri toplanma özelliğinden kaynaklanan birtakım problemlerin giderilmesi ve kumaşların geri düzleme davranışının iyileştirilmesi amacıyla çift özlü (dual-core) olarak adlandırılan yeni bir özlü iplik türü geliştirilmiştir. İplik merkezinde elastan gibi yumuşak bir öz yanında polyester, PBT gibi sert bir özden oluşan çift özlü iplikler, kesikli lifler ile kaplanmaktadır. Kumaş elastikiyeti ve kalıcı uzama özelliklerinde sağlayacağı olası iyileşmelerden dolayı çift özlü iplikler bugün denim başta olmak üzere elastik kumaş üretiminde ilgi çekmektedir. Ancak, çift özlü iplikler ve bu ipliklere ait kumaşların özellikleri konusunda yeni bir iplik türü olması nedeni ile sınırlı sayıda araştırma ve bulgu bulunmaktadır. Bu çalışmada da, literatürdeki söz konusu eksiklikten yola çıkılarak iplik numarası ve kumaş atkı sıklığı gibi üretim parametrelerinin çift özlü ipliklerden elde edilen dokuma kumaşların boyama işlemi sonrasındaki çeşitli kumaş performans özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Literatürde Jabbar vd. [1], iki farklı polyester (75 ve 150 denye) ve üç farklı elastan öz filamentini inceliğinin (70, 105 ve 140 denye) iplik özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, konvansiyonel ring iplik eğirme makinasında Ne 8/1 numara pamuk kılıflı çift özlü iplikler üretmişlerdir. Çalışmada, elastan ve polyester filamentini kalınlaştığında iplik mukavemeti ve düzgünlüğünün azaldığı, elastan inceliğinin iplik hatalarını etkilemediği, ancak polyester öz filamentini kalınlaştığında hata değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bedez Üte [2] çalışmasında, çift ve tek özlü ipliklerde öz filament içeriği (elastan, PBT ve elasto-multiester) ve atkı sıklığının (16-22-28 tel/cm) denim kumaşların mekanik ve boyutsal özelliklerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, yıkama öncesinde atkı sıklığı arttıkça kumaş genişliği ve kumaş gramajının önemli derecede arttığı, ancak yıkama sonrasında atkı sıklığı arttıkça iplik yoğunluğunun artması nedeniyle söz konusu artışın istatistiksel açısından önemsiz hale geldiği belirlenmiştir. Atkı sıklığı arttıkça kopma uzaması, esneklik ve kumaş genişlemesinin önemli derecede azaldığı, mekanik özellikler açısından çözgü yönünde kopma mukavemeti, her iki yöndeki yırtılma mukavemetinin azaldığı, ancak atkı yönündeki kopma mukavemetinin arttığı belirlenmiştir. Çelikkhan Aydoğdu ve Yılmaz [3, 4], kılıf lif türü (%100 viskon, %100 pamuk ve %50/50 pamuk/Tencel), iplik numarası (Ne 12/1, Ne 16/1 ve Ne 20/1), öz filament türü

(X55+Spandex veya PBT+Spandex) ve öz filament inceliğinin (50 ve 70 denye) çift özlü ipliklerin iplik ve ham kumaşların kopma, yırtılma ve patlama mukavemeti gibi bazı kumaş özelliklerine etkisini incelemiştir. Patlama mukavemeti değerleri açısından kılıf türüne göre durum değişmekle birlikte, öz filament türü açısından viskon ve pamuk kılıf liflerinde X55, pamuk/Lyocell liflerinde PBT’nin daha iyi mukavemet değerleri sağladığı tespit edilmiştir. Eğilme direncinin öz filament ve kılıf lif türüne göre değiştiği belirlenmiş ve farklı eğilimler gözlenmiştir. Türksoy vd. [5] ve Kılıç [6] tarafından yapılan çalışmada, Ne 10/1, 18/1 ve 20/1 olmak üzere üç farklı iplik inceliğinde PET ve elastan öz filamentleri ayrı ayrı kontrollü beslenerek ve pamuk lifleri sargı lifi olarak kullanılarak, çift özlü iplikler elde edilmiş ve ipliklerin iplik özellikleri incelenmiştir. Bununla birlikte, öz filamentleri birlikte puntalanarak tek bir öz şeklinde ipliğe beslenmiş ve tek özlü iplikler elde edilmiştir. Öz filamentinin ipliğe verilmesi açısından farklılaşan tek ve çift özlü iplikler karşılaştırıldığında, her iki iplik türü arasında belirgin bir fark olmadığı ve özellikle iplik düzgünlüğü ve iplik tüylülüğü değerlerinin istatistiksel açıdan benzer olduğu belirlenmiştir. İplik mukavemeti ve kopma uzaması açısından çift özlü ipliklerin bir miktar daha iyi değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Babaarslan vd. [7], polyester öz filament inceliği (3,05, 1,15, 0,57 ve 0,33 dtex) ve elastan çekiminin (2,9, 3,2, 3,5 ve 3,8) çeşitli kumaş performans özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla 110 dtex inceliğe sahip konvansiyonel (36 filamentli), ince (96 ve 112 filamentli) ve mikro (333 filamentli) tekstüre polyester filamentini ve 78 dtex elastan filamentlerini içeren pamuk kılıflı çift özlü iplikler elde etmişler ve 3/1 dimi denim kumaşların üretiminde atkı ipliği olarak kullanmışlardır. Çalışmada, elastan çekimi arttıkça kopma uzamasının arttığı, ince polyester filamentlere kıyasla mikro filamentin daha iyi yırtılma mukavemeti değerleri ve kopmaya karşı direnç sağladığı belirlenmiştir. Çift özlü ipliklere ait kumaşların, tek özlü ve %100 pamuk ipliklerine ait kumaşlara kıyasla daha iyi elastik düzleme davranışı gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, tek ve çift özlü ipliklere ait kumaşların %100 pamuk ipliklerine ait kumaşlara kıyasla daha iyi emicilik özelliği sağladığı belirlenmiştir. Hua vd. [8] çalışmalarında, PTT/PET bikomponent filamentini öz bileşeni, pamuk liflerini kılıf olarak kullanmışlar ve elastan inceliği (40 ve 70 denye), elastan tansiyonu gibi üretim parametrelerinin çift özlü ipliklerin (PET/PTT/elastan) iplik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Türksoy ve Yıldırım [9], Nm 80/1 yün ipliği ile 78 dtex elastan filamentini içeren çift özlü ipliklerin üretiminde üç farklı yün ipliği tansiyonu (1,01, 1,03 ve 1,05), elastan çekimi (3,3, 3,5 ve 3,8) ve iplik bükümünün (585, 670 ve 750 T/m) iplik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, büküm arttıkça düzgünlüğünün ve Uster H değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Öte yandan, büküm ve elastan çekiminin iplik mukavemetini etkilediği, her iki parametrenin değeri arttığında mukavemetin de arttığı belirlenmiştir. Çalışmada incelenen tüm parametrelerin iplik kopma uzamasını etkilediği, yün ipliği tansiyonu arttığında

kopma uzamasının da arttığı tespit edilmiştir. El-Tantawy vd. [10], likra özlü tek özlü iplikler ile puntalanmış ve puntalanmamış PET/likra özlü çift özlü ipliklere ait denim (3/1 Z dimi) kumaşların boncuklanma davranışını incelemişlerdir. Çalışmada, çift özlü ipliklerin daha iyi boncuklanma direnci değerleri sağladığını belirlemişlerdir. Ertaş vd. [11] tarafından yapılan çalışmada, 77 dtex PES ve 78 dtex elastan lifleri öz filamentli ve pamuk lifleri de sargı lifi olarak kullanılmış ve Ne 16/1 numara çift özlü iplikler elde edilmiştir. Atkı ipliği olarak kullanılan iplikler ile 10 farklı atkı sıklığında denim kumaşlar üretilmiş ve kumaşların kopma mukavemeti ve uzama başta olmak üzere bazı performans özellikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, yıkama sonrasında sıklık değerlerinin arttığı ve yüksek sıklıklara sahip kumaşlarda bu değişimin daha az miktarda gerçekleştiği belirlenmiştir. Atkı sıklığı arttığında, kumaş elastikiyeti, kalıcı uzama ve kumaş mukavemetinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, yüksek kumaş sıklıklarında iplik hareketinin azalması ile açıklanmıştır. Öte yandan, yüksek sıklığa sahip kumaşlarda renk derinliğinin de arttığı tespit edilmiştir. Romdhane vd. [12], T400 ve elastan öz filamentlerini içeren çift özlü ipliklerin üretiminde iplik tansiyonunu optimize etmek için dijital tansiyometrin pozisyonunu esas alan deneysel bir metodolojinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

Mevcut çalışmalar değerlendirildiğinde, çift özlü iplikler ve bu ipliklere ait dokuma kumaşların özellikleri konusunda sınırlı sayıda araştırma yapıldığı görülmektedir. Çalışmalar Ne 8/1 ile Ne 20/1 numara aralığında, genellikle de tek bir iplik inceliği esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bedez Üte [2] tarafından gerçekleştirilen çalışma hariç diğer araştırmalar, genellikle ham kumaşlar üzerine odaklanmış durumdadır. Bununla birlikte, elastik çift özlü ipliklerin üretiminde polyester gibi sert bir öz ile elastan gibi yumuşak bir öz birlikte kullanılmıştır. Bu çalışmada, elastik kumaş üretiminde son yıllarda kullanılmaya başlanan ve sınırlı sayıda bulgu bulunan çift özlü iplikler konusunda iplik numarası ve atkı sıklığı parametreleri ve bu parametrelerin birbiriyle etkileşiminin boyama ve terbiye işlemleri sonrasında kumaşların mekanik, performans ve konfor ile ilişkili çeşitli özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, literatürden özellikle ham yerine mamul kumaşların özelliklerinin incelenmesi yanında biri sert diğeri yumuşak iki öz yerine iki adet yumuşak öz filamentinden oluşan ipliklere ait kumaşlara odaklanması açısından farklılaşmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Bu çalışmada, Ne 16/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 olmak üzere üç farklı incelikte T400/elastan çift özlü (dual-core) ve pamuk kılıflı iplikler temin edilmiştir.

Günümüzde geniş bir kullanım alanına sahip olan elastan lifleri, kopmadan önce çok yüksek bir uzama oranı gösteren (%400-800) ve kopma noktasına kadarki uzatmalardan sonra hızlı bir şekilde tamamen eski haline dönebilen liflerdir.

Lifin yapısının büyük bir kısmını oluşturan amorf bölgeler, çapraz bağlarla birleşmiştir. Uzama halinde bu amorf bölgeler, daha fazla oryante olmakta ve daha fazla kristalleşmektedir. Uzama, yapıdaki çapraz bağların, moleküllerin hareketini sınırlayınca kadar devam etmektedir. INVISTA Corporation tarafından üretilen T400 lifi, PTT ve PET olmak üzere iki farklı polimerin (%50/50) aynı düze deliğinden çekilmesi ile elde edilen iki bileşenli bir lifdir. Sarmal bir yapıya sahip olan lif, standart terbiye proseslerinde sıcaklığa maruz kaldıktan sonra sarmal yapısı daha da belirginleşmektedir. Elastomultiester liflerden T400 lifi, kıvrımlı yapı, yüksek uzama (%15-22) ve geri toparlanma ve yumuşak bir tutum özellikleri ile karakterize edilmektedir [13].

Çalışmada, T400/elastan çift özlü (dual-core) ve pamuk kılıflı iplikler atkı ipliği olarak kullanılarak üç farklı sıklıkta (20, 24 ve 30 tel/cm) dokuma kumaşlar üretilmiştir. Dokuma işlemi sonrasında elde edilen kumaşlar yıkama, haşıl sökme, kasar, merserizasyon, fikse, yıkama ve kurutma, boyama, yıkama, kurutma, apre ve sanfor terbiye işlemlerinden geçirilmiştir. Reaktif boyarmadde kullanılarak düz boyama işlemi 185°C'de ve 20 dev/dak işlem hızında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kumaşların çeşitli performans özellikleri test edilmiş ve atkı iplik numarası ve sıklığının etkileri karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Pamuk kılıf liflerine ait elyaf özellikleri Tablo 1'de ve dokuma kumaş üretimine ait parametreler Tablo 2'de verilmiştir.

2.1. Kumaşlara ait test ve analizler (Fabric Test And Analysis)

Üç farklı iplik inceliğine sahip çift özlü iplikler kullanılarak, üç farklı atkı sıklığında elde edilen kumaşlar çeşitli terbiye ve boyama işlemlerinden geçirilmiş ve bazı kumaş özellikleri test edilmiştir (Tablo 3).

Elastik özlü iplikler, özellikle yüksek esneklik ve geri toplanma özelliklerinin arandığı elastik veya streç kumaşlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle, yüksek uzama özelliklerine sahip elastik ipliklerden elde edilen kumaşlarda elastikiyet ve kalıcı uzama özellikleri test edilmektedir. Bu çalışmada da, bir kumaşın esnekliğini ifade eden elastikiyet ile kumaşın esnediği anından başlangıç uzunluğuna ne kadar geriye döndüğünü ifade eden kalıcı uzama özellikleri BS 4294 1968 test standardı esas alınarak, Frayma Dual Extensiyometre test cihazında test edilmiştir. Bir diğer elastikiyet ve kalıcı uzama ölçümünde kullanılan cihaz, yeni nesil Titan cihazıdır. Bu cihazda, belirli boyutlarda hazırlanan numuneye 30 N kuvvet uygulanarak, 5 kez yukarı aşağı doğru hareket ettirilmiştir. Daha sonra numune serbest hale bırakılıp 1 ve 30 dakika bekletip, kalıcı uzamaya bakılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, istatistiksel olarak da analiz edilmiş olup, bu amaçla SPSS 16.0 programı kullanılmıştır. İplik numarası ve atkı sıklığı gibi birden fazla bağımlı değişkenin çift özlü ipliklere ait bazı kumaş özelliklerine etkisi analiz edildiği için çalışmada varyans analizi yapılmış ve Univariate ANOVA (MANOVA) çok değişkenli ANOVA test yöntemi

Tablo 1. Pamuk kılıf liflerine ait elyaf özellikleri (Properties of cotton sheath fiber)

Özellikler	Değerler	Özellikler	Değerler
Elyaf uzunluğu (mm)	28,62	Renk (Rd)	33-44
İncelik (Microner)	4,22	Nem (%)	8,5
Olgunluk (%)	97,2	+(b) sarılık oranı	9,72
Mukavemet (cN/tex)	30,58	Tıraş alanı	1,12

Tablo 2. Dokuma kumaş üretim parametreleri (Woven fabric production parameters)

Parametre	Değerler	Parametre	Değerler
Çözümlü ipliği	%100 pamuk	Tarak eni	186,36 cm
Çözümlü iplik numarası	Ne 30/1	Mamül eni	138-143 cm
Atkı iplik numarası	Ne 16/1-20/1-30/1	Ham gramaj	270-320 g/m ²
Atkı sıklığı	20-24-30 tel/cm	Mamül gramajı	180-240 g/m ²
Toplam çözgü tel sayısı	8200	Tezgah randımanı	%80
Örgü türü	Armürlü		
Tezgah hızı	500 dev/dak		

Tablo 3. Çalışmada incelenen kumaş özellikleri ve ilgili test standartları (Analysed fabric properties and test standards)

Özellik	Test standardı ve test cihazı	Özellik	Test standardı ve test cihazı
Kopma mukavemeti	ISO 13934-2 INSTRON 5565	Yıkama sonrası boyut değişimi	ISO 6330:2000 3A
Yırtılma mukavemeti	ISO 13937-2	Kalıcı uzama özellikleri	BS 4294 1968 Frayma Dual Extensiyometre
Dikiş kayma mukavemeti	ISO 13936-1 INSTRON 5565	Hava geçirgenliği	TS 391 EN ISO 9237 Textest AG FX 3300
Aşındırma ve boncuklanma direnci	ISO 12947-2 Martindale M 235	Eğilme rijitliği	ASTM D 1388-96 Cantilever test cihazı

Tablo 4. Farklı iplik numaraları kullanılarak üretilen çift özlü ipliklere ait dokuma kumaşların bazı kumaş özelliklerine ait LSD Çoklu ANOVA analizi sonuçları

(LSD Multiple ANOVA analysis results for some woven fabric properties obtained from dual-core yarns having different yarn counts)

Numara (Ne)	Atkı sıklığı (tel/cm)	Kopma muk. (çözgü)	Kopma muk. (atkı)	Yırtılma muk. (çözgü)	Yırtılma muk. (atkı)	Dikiş kayma (çözgü)	Dikiş kayma (atkı)
16	20	0,002*	0,000*	0,000*	0,000*	0,181	0,850
	30	0,110	0,000*	0,235	0,001*	0,051	0,120
	24	0,060	0,000*	0,000*	0,000*	0,579	0,082
20	20	0,072	0,000*	0,000*	0,048*	0,000*	0,000*
	30	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
	24	0,000*	0,000*	0,034*	0,012*	0,000*	0,000*
30	20	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
	30	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,878
	24	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

*0,05 seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bir fark vardır.

kullanılmıştır. MANOVA, birden fazla bağımlı değişken ile değişkenler arasındaki etkileşiminin test sonuçları üzerinde anlamlı bir farklılığa neden olup olmadığı konusunda bilgi vermektedir. Çalışmada ayrıca, incelenen parametrelerin bazı kumaş özelliklerine etkisi çift yönlü (Two-Way) varyans analizleri ile de incelenmiştir. Analizlerde, her bir incelenen kumaş özelliği için iplik numarası sabit tutulup, 20 tel/cm ile 24 tel/cm, 20 tel/cm ile 30 tel/cm ve 24 tel/cm ile 30 tel/cm sıklıklarına ait kumaşların test sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığı değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, atkı sıklığı sabit tutulup, Ne 16/1 ile Ne 20/1, Ne 16/1 ile Ne 30/1 ve Ne 20/1 ile Ne 30/1 iplik numaralarına

ait kumaşların test sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığı incelenmiştir [14].

3. ARAŞTIRMA BULGULARI (RESULTS AND ANALYSIS)

Bu bölümde, T400 ve elastan öz filamentleri ve pamuk kılıf lifleri kullanılarak üretilen Ne 16/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 numara çift özlü iplikler ile bu ipliklerden üç farklı atkı sıklığında elde edilen dokuma kumaşların boya-terbiye işlemleri sonrası (mamül formunda) çeşitli özellikleri test edilmiş ve elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Dokuma kumaşların bazı kumaş özelliklerine ait istatistiksel analizi sonuçları, Tablo 4-Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 5. Farklı atkı sıklıkları kullanılarak üretilen dokuma kumaşların bazı kumaş özelliklerine ait LSD Çoklu ANOVA analizi sonuçları

(LSD Multiple ANOVA analysis results for some woven fabric properties obtained with different weft density values)

Atkı sıklığı (tel/cm)	Numara (Ne)	Kopma muk. (çözüğü)	Kopma muk. (atkı)	Yırtılma muk. (çözüğü)	Yırtılma muk. (atkı)	Dikiş kayma (çözüğü)	Dikiş kayma (atkı)
20	16	20	0,000*	0,065	0,000*	0,000*	0,000*
		30	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
	20	30	0,000*	0,000*	0,053	0,615	0,007*
24	16	20	0,197	0,000*	0,000*	0,000*	0,075
		30	0,000*	0,000*	0,003*	0,000*	0,001*
	20	30	0,000*	0,000*	0,000*	0,025*	0,000*
30	16	20	0,000*	0,000*	0,154	0,000*	0,000*
		30	0,000*	0,149	0,400	0,000*	0,000*
	20	30	0,000*	0,000*	0,535	0,015*	0,000*

*0,05 seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bir fark vardır.

Tablo 6. Farklı iplik numaraları kullanılarak üretilen çift özlü ipliklere ait dokuma kumaşların bazı kumaş özelliklerine ait LSD Çoklu ANOVA analizi sonuçları

(LSD Multiple ANOVA analysis results for some woven fabric properties obtained from dual-core yarns having different yarn counts)

Numara (Ne)	Atkı sıklığı (tel/cm)		Fraysma	Titan cihazı	Fraysma	Titan cihazı	Hava geçirgenliği	
			Elastikiyet	Kalıcı uzama (1 dak)	Kalıcı uzama (1 dak)	Kalıcı uzama (30 dak)		
16/1	20	24	0,083	0,000*	0,978	0,680	1,000	0,000*
		30	0,089	0,000*	0,000*	0,004*	0,410	0,000*
	24	30	0,003*	0,000*	0,000*	0,008*	0,410	0,000*
20/1	20	24	0,149	0,004*	1,000	0,002*	0,403	0,000*
		30	0,000*	0,000*	1,000	0,000*	1,000	0,000*
	24	30	0,001*	0,001*	1,000	0,000*	0,403	0,000*
30/1	20	24	0,834	0,026*	0,933	0,004*	0,502	0,000*
		30	0,000*	0,013*	0,933	0,346	0,735	0,000*
	24	30	0,000*	0,700	1,000	0,001*	0,735	0,000*

*0,05 seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bir fark vardır.

Tablo 7. Farklı atkı sıklıkları kullanılarak üretilen dokuma kumaşların bazı kumaş özelliklerine ait LSD Çoklu ANOVA analizi sonuçları

(LSD Multiple ANOVA analysis results for some woven fabric properties obtained with different weft density values)

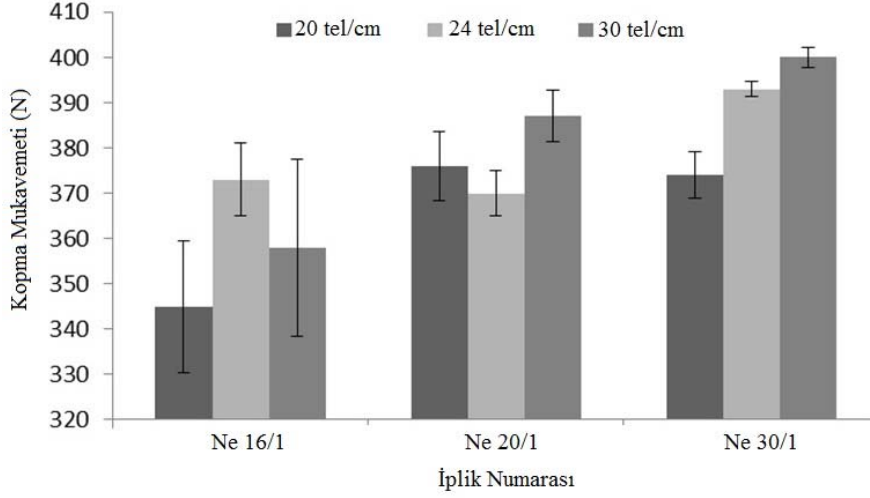
Atkı sıklığı (tel/cm)	Numara (Ne)		Fraysma	Titan	Fraysma	Titan cihazı	Hava geçirgenliği	
			Elastikiyet	Kalıcı uzama (1 dak)	Kalıcı uzama (1 dak)	Kalıcı uzama (30 dak)		
20	16/1	20/1	0,795	0,145	0,000*	0,219	0,042	0,000*
		30/1	0,016*	0,083	0,000*	0,000*	0,535	0,000*
	20/1	30/1	0,027*	0,742	1,000	0,001*	0,535	0,000*
24	16/1	20/1	0,006*	0,024*	0,000*	0,008*	1,000	0,000*
		30/1	0,098	0,041*	0,000*	0,000*	1,000	0,000*
	20/1	30/1	0,000*	0,683	0,909	0,000*	1,000	0,000*
30	16/1	20/1	0,000*	0,001*	0,701	0,026*	1,000	0,000*
		30/1	0,322	0,000*	0,798	0,001*	1,000	0,000*
	20/1	30/1	0,000*	0,595	0,898	0,138	1,000	0,000*

*0,05 seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bir fark vardır.

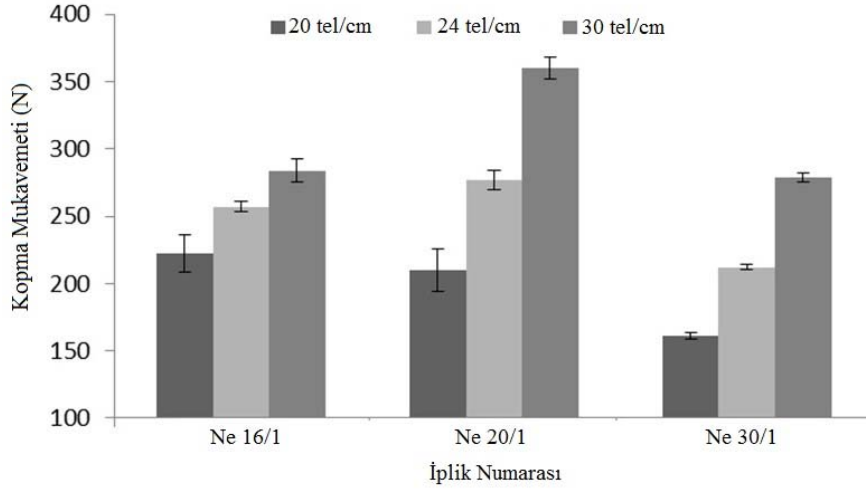
3.1. Kumaş kopma mukavemeti (Fabric breaking strength)

Çift özlü ipliklerden elde edilen dokuma kumaşların çözüğü ve atkı yönündeki kopma mukavemeti test sonuçları, Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Çözüğü yönüne ait sonuçlar

değerlendirildiğinde, net bir eğilimin olmadığı ve iplik numarası ve atkı sıklığı değerlerine göre farklı mukavemet değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir. Ne 16/1 iplik numarasında, 24 tel/cm sıklık değerine kadar kopma mukavemetinin önemli derecede arttığı, bu sıklık değerinin



Şekil 1. Çözü yönünde kopma mukavemeti sonuçları (Breaking strength results of woven fabrics for warp direction)



Şekil 2. Atkı yönüne ait kumaş kopma mukavemeti sonuçları (Breaking strength results of woven fabrics for weft direction)

üzerinde mukavemet değerlerinin istatistiksel açıdan önemli derecede olmasa da azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Ne 20/1 iplik numarasında ise atkı sıklığı aynı sıklık değeri olan 24 tel/cm'ye kadar artırıldığında, kopma mukavemetinin önemli derecede olmasa da bir miktar azaldığı, 24 tel/cm'nin üzerinde mukavemet değerinin sıklık ile birlikte önemli derecede arttığı gözlenmiştir. Ne 30/1 iplik numarasında ise atkı sıklığı arttıkça kopma mukavemetinin istatistiksel açıdan önemli derecede artma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4). İstatistik analiz sonuçları doğrultusunda, her üç iplik numarasında da atkı sıklığı arttıkça çözgü yönüne ait kopma mukavemeti değerlerinin önemli derecede arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Atkı sıklığı değeri sabit tutulup, iplik numarasının etkisi değerlendirildiğinde 24 ve 30 tel/cm sıklık değerlerinde iplik incelidikçe kopma mukavemetinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir. 20 tel/cm atkı sıklığında ise iplik numarası Ne 20'ye çıkartıldığında mukavemetin arttığı, ancak Ne 20'nin üzerinde mukavemetin azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 5). Çift özlü iplik içeren numune kumaşların atkı yönüne ait

kopma mukavemeti sonuçları incelendiğinde, atkı sıklığı arttıkça kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir (Tablo 4). Atkı sıklığı arttıkça, mukavemete katkı sağlayacak iplik tel sayısı arttığı için kopma mukavemetinin de artma eğilimi gösterdiği düşünülmektedir. Atkı sıklığı değeri sabit tutulup iplik numarasının etkisi incelendiğinde, çözgü yönüne ait sonuçlarda olduğu gibi atkı sıklığı değerine göre sonuçların değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada incelenen en düşük sıklık değeri olan 20 tel/cm'de iplik incelidikçe kopma mukavemeti değerlerinin azaldığı, orta ve yüksek sıklık değerleri olan 24 ve 30 tel/cm değerlerinde iplik numarası Ne 20'ye çıkartıldığında kopma mukavemeti artarken, Ne 20'nin üzerinde mukavemet değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Atkı sıklığının atkı yönü kopma mukavemeti değerlerine etkisi, istatistiksel açıdan da önemli derecede olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

En yüksek kopma mukavemeti çözgü yönünde Ne 30/1 numara ve 30 tel/cm, atkı yönünde Ne 20 numara ve aynı

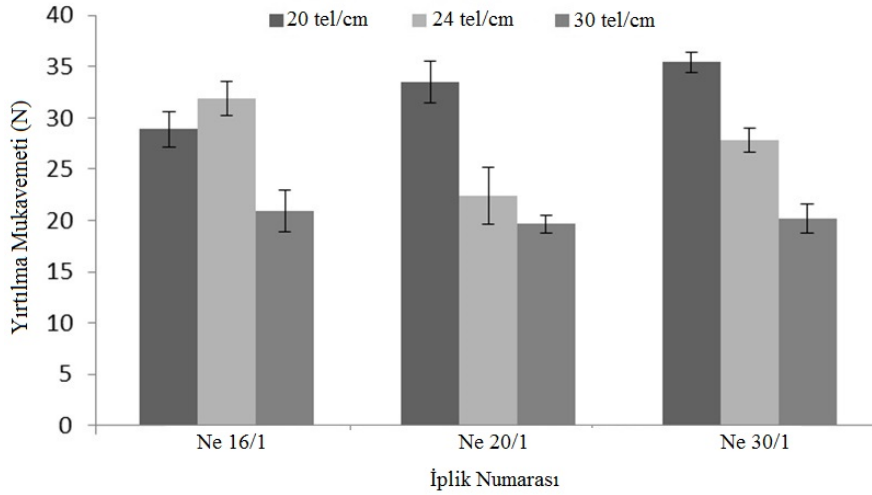
sıklık değerinde, en düşük değerler ise çözgü yönünde Ne 16/1 numara ve 20 tel/cm, atkı yönünde Ne 20/1 numara ve aynı sıklık değerinde dokunan kumaşlarda belirlenmiştir. Çalışmada incelenen üretim parametreleri ile bu parametrelerin etkileşimlerinin çözgü ve atkı yönü kopma mukavemetine etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiş ve iplik numarası ($p=0,038$ ve $p=0,000$) ve atkı sıklığı ($p=0,000$ ve $p=0,000$) ile iplik numarası*atkı sıklığı ($p=0,000$ ve $p=0,000$) faktör etkileşimlerinin değerler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, iplik numarası ve atkı sıklığının kumaş kopma mukavemeti üzerinde etkili olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.

Öte yandan, literatürde Bedez Üte [2], Ne 18/1 numara çift ve tek özlü ipliklerde öz filament içeriği ve atkı sıklığının (16, 22 ve 28 tel/cm) denim kumaşların mekanik ve boyutsal özelliklerine etkisini incelediği çalışmasında, terbiye işlemleri sonrasında atkı sıklığı arttıkça çözgü yönünde kopma mukavemetinin azaldığını, ancak atkı yönündeki kopma mukavemetinin arttığını belirlemiştir. Öte yandan,

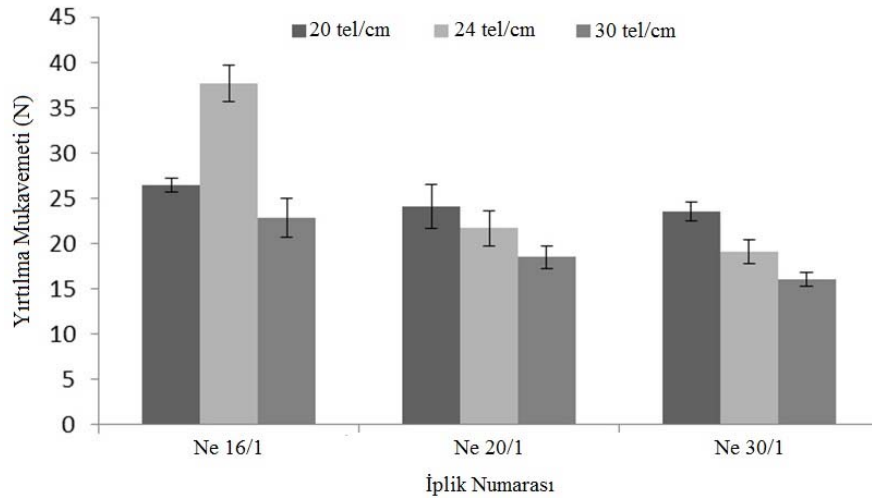
atkı sıklığının (12-30 tel/cm) elastan ve PES filamentinden oluşan Ne 16/1 numara çift özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların kopma mukavemetine etkisini incelediği çalışmalarında Ertaş vd. [11], atkı sıklığı arttığında çözgü yönündeki kopma mukavemetinin spesifik bir değere kadar arttığını, bu değer üzerinde az miktarda azalma eğilimi gösterdiğini ve bu nedenle sonuçların net bir eğilimle ifade edilemediğini belirtmişlerdir. Ancak, atkı yönündeki kopma mukavemeti değerlerinin lineer olarak arttığını belirlemiştir. Dolayısıyla, elde edilen bulgular literatürle benzerlik göstermektedir.

3.2. Kumaş yırtılma mukavemeti (Fabric tearing strength)

Çift özlü iplik içeren dokuma kumaşların çözgü ve atkı yönündeki yırtılma mukavemeti sonuçları, Şekil 3 ve Şekil 4'de verilmiştir. Çözgü yönüne ait yırtılma mukavemeti sonuçları değerlendirildiğinde, Ne 16/1 numara 24 tel/cm sıklığa sahip kumaş numuneleri hariç diğer tüm numunelerde atkı sıklığı arttıkça, mukavemet değerlerinin azalma eğilimi



Şekil 3. Çözgü yönüne ait yırtılma mukavemeti test sonuçları (Tearing strength results of woven fabrics for warp direction)



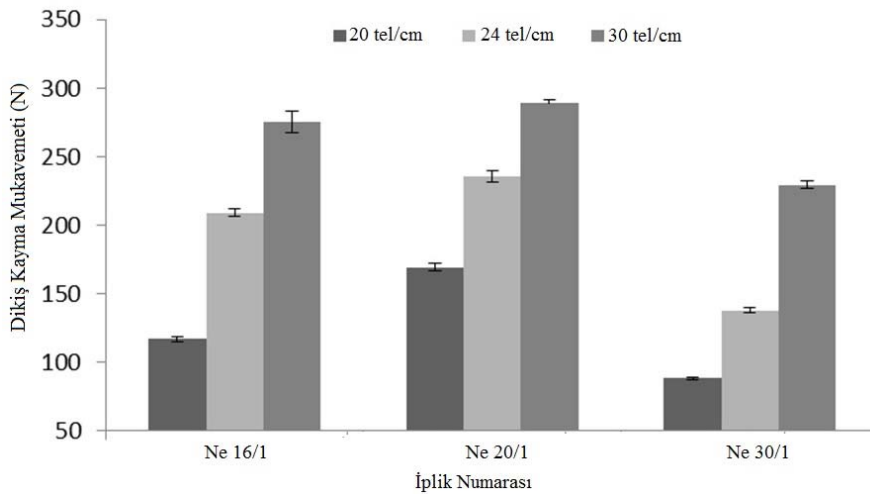
Şekil 4. Atkı yönüne ait yırtılma mukavemeti sonuçları (Tearing strength results of woven fabrics for weft direction)

gösterdiği ve hemen hemen tüm numunelerin yırtılma mukavemeti değerlerinde önemli derecede fark olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Atkı sıklığı sabit tutulup iplik numarasının etkisi incelendiğinde, farklı bir durum ile karşılaşılmış olup, sıklık değerine göre mukavemet değerlerinin artma veya azalma eğilimi gösterdiği gözlenmiştir. 20 tel/cm atkı sıklığında iplik incelidikçe mukavemet değerleri artarken, 30 tel/cm atkı sıklığında ise tam ters yönde bir değişim belirlenmiş ve iplik incelidikçe mukavemet değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak, 30 tel/cm atkı sıklığına ait tüm numunelerin mukavemet değerleri arasında önemli derecede fark olmadığı belirlenmiş ve bu nedenle tüm numunelerin benzer yırtılma mukavemetine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. 24 tel/cm atkı sıklığında ise Ne 20/1 iplik numarasına kadar iplik incelidikçe yırtılma mukavemetinin önemli derecede azaldığı, Ne 20'nin üzerinde mukavemet değerlerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir (Tablo 5).

Atkı yönüne ait yırtılma mukavemeti sonuçları incelendiğinde, çözgü yönüne ait sonuçlarla benzer eğilim ile karşılaşılmış olup, Ne 16/1 numara 24 tel/cm atkı sıklığına ait kumaşlar hariç diğer tüm numunelerde atkı sıklığı arttıkça yırtılma mukavemeti değerlerinin istatistiksel açıdan önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (Tablo 4). Bununla birlikte, atkı sıklığı sabit tutulup, iplik numarasının etkisi değerlendirildiğinde iplik incelidikçe yine mukavemet değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan da hemen hemen tüm numunelerin yırtılma mukavemeti değerleri arasında önemli derecede fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

En yüksek yırtılma mukavemeti çözgü yönünde Ne 30/1 numara ve 20 tel/cm, atkı yönünde Ne 16/1 numara ve 24 tel/cm sıklık değerinde, en düşük değerler ise çözgü ve atkı yönünde Ne 20 ve Ne 30/1 numara ve 30 tel/cm sıklık değerinde dokunan kumaşlarda belirlenmiştir. Çalışmada incelenen üretim parametreleri ile bu parametrelerin etkileşimlerinin çözgü ve atkı yönü yırtılma mukavemetine

etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiş ve iplik numarası ($p=0,000$ ve $p=0,000$) ve atkı sıklığı ($p=0,000$ ve $p=0,000$) ile iplik numarası*atkı sıklığı ($p=0,000$ ve $p=0,000$) faktör etkileşimlerinin değerler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, iplik numarası ve atkı sıklığının kumaş yırtılma mukavemeti üzerinde etkili olduğunu sonucuna ulaşılmaktadır. Literatürde, Bedez Üte [2] ve Ertaş vd. atkı sıklığı [11]; Mourad vd. [15] kumaştaki elastan oranı arttığında iplik hareketinin azalması nedeniyle yırtılma mukavemetinin azaldığını belirlemişlerdir. Dolayısıyla, elde edilen bulgular literatürle uyumludur. Literatürde yırtılma mukavemeti, bir kumaşı oluşturan ipliklerin iplik mukavemeti ile ipliklerin birbiri üzerinden kayması için gerekli kuvvetin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır [16]. Dolayısıyla, atkı sıklığı arttıkça kumaşın birim alanındaki iplik sayısı ve böylece kumaştaki sürtünme nokta sayısı artmaktadır. Böylece, iplik hareket serbestliği azalmakta ve iplikler birbiri üzerinden kayamamaktadır. Atkı sıklığındaki artışın iplik hareket serbestliğini azaltması, yırtılma mukavemetinin azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Thanikai Vimal vd. [17] dokuma kumaş parametrelerinin yırtılma mukavemetine etkisini inceledikleri çalışmalarında, uzun iplik atlamalarına sahip dokuma türlerinde iplik atlamasının olmadığı bezayağı gibi dokuma türlerine kıyasla daha yüksek yırtılma mukavemeti değerlerinin elde edildiğini belirlemişlerdir. Söz konusu bulgu, atkı sıklığındaki artışı ile birlikte iplik hareketliliğindeki azalmanın daha düşük yırtılma mukavemeti değerlerinin elde edilmesi sonucunu doğrulamaktadır. Öte yandan, daha yüksek atkı sıklıklarındaki eğilime benzer şekilde iplik kalınlıkta kumaştaki iplik temas noktalarının artması nedeniyle iplik hareketliliğinin azalması sonucu daha düşük yırtılma mukavemeti değerlerinin elde edildiği düşünülmektedir. Literatürde, ipliklerin hareketini kısıtlayan işlemlerin yırtılma dayanımında da azalmaya neden olduğu belirtilmiş olup, hareketliliği azaltan iplik veya kumaş üretim parametreleri de yırtılma mukavemetinin azalmasına neden olabilmektedir [18].



Şekil 5. Çözgü yönüne ait dikiş kayma mukavemeti sonuçları (Seam strength results of woven fabrics for warp direction)

3.3. Dikiş kayma mukavemeti (Fabric seam strength)

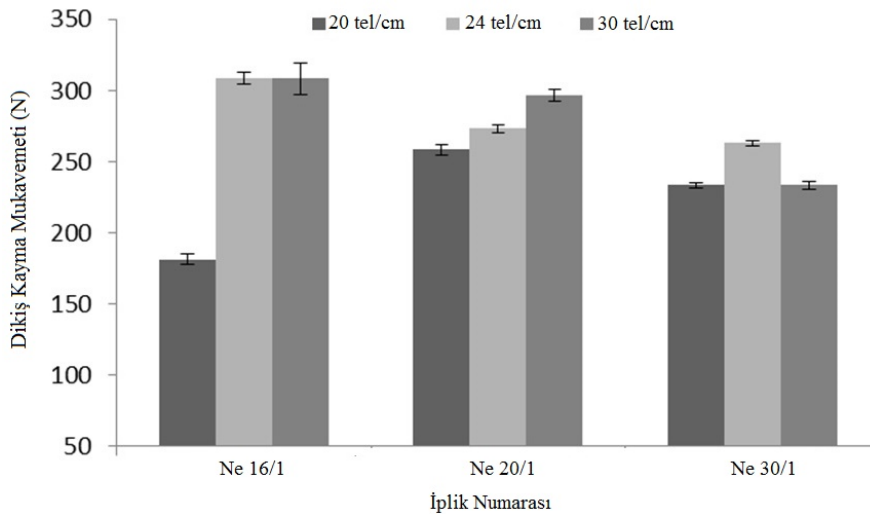
Giysi kalitesi ve performansı, dikiş mukavemeti, dikiş kayması, dikiş büzülmesi, görünüm ve kumaş ipliklerinin ayrılması gibi çeşitli faktörlere bağlıdır [19]. Dikiş kayma testi ile standart bir dikiş bulunan kumaşlarda, çözgü üzerindeki atkı ipliklerinin ya da atkı üzerindeki çözgü ipliklerinin kaymaya karşı mukavemeti tespit edilmektedir. Çözgü yönüne ait dikiş kayma mukavemeti değerleri incelendiğinde, her üç iplik numarasında da atkı sıklığı arttıkça dikiş kayma mukavemetinin arttığı belirlenmiştir (Şekil 5). Ancak, Ne 16/1 numara sonuçları arasında istatistiksel açıdan önemli fark olmadığı belirlenmiş olup, söz konusu iplik numarasında atkı sıklığının dikiş kayma mukavemetine etkisinin önemli derecede olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer iplik numaralarında, her üç atkı sıklığına sahip kumaşların mukavemet değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli derecede fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Atkı sıklığı sabit tutulup, iplik inceliğinin etkisi değerlendirildiğinde ise her üç iplik numarasında da sıklık değeri 20 tel/cm'den 24 tel/cm'ye arttırıldığında iplik incelidikçe mukavemet değerlerinin önemli derecede arttığı, 24 tel/cm'nin üzerindeki atkı sıklığında ise kayma mukavemetinin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (Tablo 5).

Atkı yönüne ait dikiş kayma mukavemeti değerleri incelendiğinde, Ne 30/1 numara 24 tel/cm atkı sıklığına sahip numune kumaşlar hariç genellikle çözgü yönüne ait sonuçlarda olduğu gibi atkı sıklığı arttıkça mukavemet değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Şekil 6). Ancak, çözgü yönüne ait sonuçlarda olduğu gibi Ne 16/1 numara sonuçları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı belirlenmiş olup, söz konusu iplik numarasında atkı sıklığının dikiş kayma mukavemetine etkisinin önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer iplik numaralarında, her üç atkı sıklığına sahip kumaşların mukavemet değerlerinin istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). İplik numarasının etkisi konusunda

ise net bir eğilimin olmadığı ve atkı sıklığına göre değerlerin değiştiği tespit edilmiştir. Özellikle çalışmada incelenen ve orta ve yüksek atkı sıklığını ifade eden 24 ve 30 tel/cm sıklık değerlerinde, iplik incelidikçe mukavemet değerlerinin önemli derecede azaldığı gözlenmiştir. En düşük sıklık değeri olan 20 tel/cm atkı sıklığında ise iplik incelidikçe Ne 20/1 iplik numarasına kadar mukavemet değerlerinin önemli derecede arttığı, Ne 20'nin üzerinde ise değerlerin önemli derecede azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 5).

En yüksek dikiş kayma mukavemeti çözgü ve atkı yönünde Ne 16/1 ve Ne 20/1 numara ve 30 tel/cm, en düşük değerler ise her iki yönde de Ne 16/1 ve Ne 30/1 numara ve 20 tel/cm sıklık değerinde dokunan kumaşlarda belirlenmiştir. Çalışmada incelenen üretim parametreleri ile bu parametrelerin etkileşimlerinin çözgü ve atkı yönü dikiş kayma mukavemetine etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiş ve iplik numarası ($p=0,000$ ve $p=0,000$) ve atkı sıklığı ($p=0,000$ ve $p=0,000$) ile iplik numarası*atkı sıklığı ($p=0,000$ ve $p=0,000$) faktör etkileşimlerinin değerler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, iplik numarası ve atkı sıklığının dikiş kayma mukavemeti üzerinde etkili olduğunu sonucuna ulaşılmaktadır. Ertaş vd. [11] ve Namiranian vd. [20], bu çalışmada olduğu gibi atkı sıklığı arttığında, dikiş kayma mukavemetinin arttığını belirlemiş ve çözgü ve atkı iplikleri arasındaki sürtünme kuvvetinin artması nedeni ile dikiş kaymasının daha az görünür hale geldiğini belirtmiştir.

Galuszynski [21], dikiş kayma miktarını iplik-iplik sürtünmesi, iplikler arasındaki temas açısını etkileyen kumaş geometrisi, atkı sıklığı ve iplik elastikiyetinin etkilediğini belirtmiştir. Dolayısıyla, yukarıda da belirtildiği gibi atkı sıklığı arttıkça, kumaştaki iplik temas noktası ve böylece ipliklerin birbiri arasındaki sürtünme artmaktadır. İplik-iplik sürtünmesinin artması sonucu dikiş kayma mukavemetinin de arttığı düşünülmektedir. Namiranian vd. [20] çalışmalarında atkı elastikiyeti arttıkça atkı yönünde dikiş mukavemetinin azaldığını, çözgü yönünde ise net bir



Şekil 6. Atkı yönüne ait dikiş kayma mukavemeti sonuçları (Seam strength results of woven fabrics for weft direction)

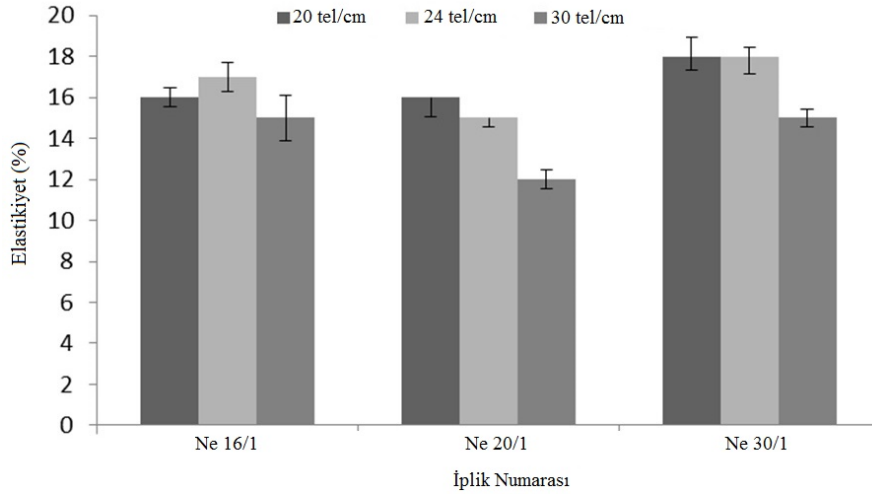
eğilimin olmadığını belirlemişlerdir. İplik inceledikçe, iplik içerisinde uzamaya karşı daha dirençli olan ve ipliğin rijit bölümünü oluşturan kesikli kılıf liflerin oranı azalmakta ve iplik merkezinde yer alan elastik bileşenin oranı artmaktadır. Böylece, Ne 16/1 numara çift özlü ipliklere kıyasla Ne 30/1 numara iplikler daha yüksek kopma uzaması değerleri sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan Ne 16/1 numara çift özlü ipliklerin kopma uzaması %11,29, Ne 20/1 numara ipliklerin %11,64 ve Ne 30/1 numara ipliklerin %12,65 olduğu belirlenmiştir [14]. Ne 16/1 ve Ne 30/1 numara ipliklere ait kumaşların çözgü yönündeki sonuçları değerlendirildiğinde, iplik incelidikçe iplik elastikiyetinin artması nedeniyle kaymaya karşı dikiş mukavemetinin azaldığı tespit edilmiştir.

3.4. Kumaş elastikiyeti (Fabric elasticity)

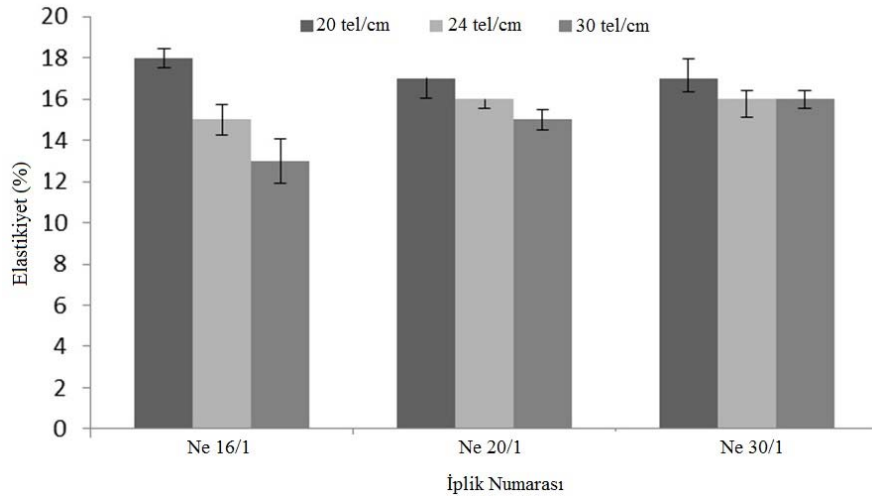
Çift özlü atkı iplikleri ile dokunan kumaşların elastikiyet sonuçları Şekil 7 ve Şekil 8’de verilmektedir. Manuel Frayma cihazından elde edilen kumaş elastikiyet değerleri

incelendiğinde, Ne 16/1 numara 24 tel/cm sıklık sonuçları hariç diğer tüm numunelerde genellikle atkı sıklığı arttıkça elastikiyetin azaldığı belirlenmiştir (Şekil 7). Ancak, her üç iplik numarasında da 20 tel/cm ve 24 tel/cm sıklık değerlerine ait elastikiyet sonuçları arasında önemli derecede fark olmadığı belirlenmiştir (Tablo 6). Atkı sıklığı sabit tutulup, iplik numarasının etkisi değerlendirildiğinde ise sıklık değerine göre eğilimin değiştiği belirlenmiştir (Tablo 7). En yüksek elastikiyet Ne 30/1 iplik numarası ve 20 tel/cm ve 24 tel/cm atkı sıklığında, en düşük elastikiyet değeri Ne 20/1 iplik numarası ve 30 tel/cm atkı sıklığında dokunan kumaşa tespit edilmiştir.

Çalışmada, Titan cihazı ile de testler yapılmış ve elastikiyet değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, her üç iplik numarasında da genellikle atkı sıklığı arttıkça elastikiyetin azaldığı belirlenmiştir (Şekil 8). Her üç iplik numarasında da, kumaş elastikiyetinin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 6). Atkı sıklığı sabit tutulup iplik numarasının etkisi değerlendirildiğinde ise genellikle iplik



Şekil 7. Manuel Frayma cihazına ait kumaş elastikiyet sonucu (Fabric elasticity result obtained from Manual Frayma test device)



Şekil 8. Titan cihazına ait kumaş elastikiyet sonucu (Fabric elasticity result obtained from Titan test device)

inceldikçe elastikiyetin arttığı tespit edilmiştir. Ancak, 20 tel/cm atkı sıklığında her üç iplik numarasında ve diğer sıklık değerlerinde Ne 20/1 ve Ne 30/1 iplik numaralarına ait kumaş elastikiyeti değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli düzeyde bulunmamıştır (Tablo 7). Elde edilen sonuçlar manuel Frayma cihazında elde edilen bulgular ile örtüşmekle birlikte, özellikle Titan cihazı ile yapılan testler sonunda atkı sıklığı ve iplik numarasının elastikiyete etkisi açısından daha net bir eğilimin elde edildiği gözlenmiştir.

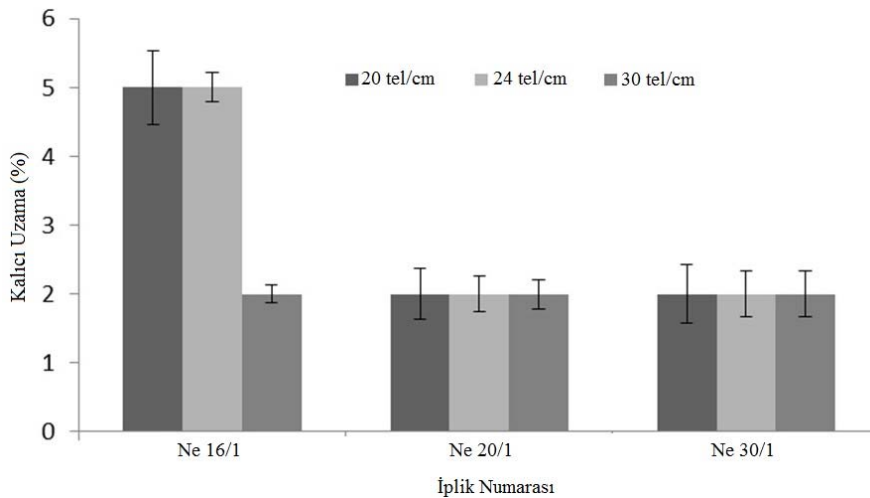
Bedez Üte [2] ve Ertaş vd. [11] çift özlü; Mezarıcıöz vd. [22], Maqsood vd. [23] ve Çataloğlu [24] tek özlü atkı ipliklerine ait dokuma kumaşlarda atkı sıklığının benzer etkisini belirlemişlerdir. Sıklık artışı ile birlikte kumaştaki temas noktalarının artması ve iplik hareketliliğinin azalması sonucu, elastikiyetin de azaldığı düşünülmektedir. Çataloğlu [24], elastikiyetteki düşüşü kumaş iç yapısında meydana gelen gerginlikler sonucunda atkı ipliğinin bloklanması ile açıklamıştır. Öte yandan, bu çalışmadaki eğilime benzer şekilde Mezarıcıöz vd. [22] çalışmalarında elastan içerikli ince atkı ipliklerinin kalın ipliklere kıyasla daha yüksek elastikiyet davranışı gösterdiğini belirlemişlerdir. İplik inceldikçe daha rijit bir yapıya sahip olan sargı lif sayısının azalması ve iplik merkezinde yer alan elastik bileşenin iplik içerisindeki oranının artması nedeniyle ince ipliklerde daha iyi elastikiyet değerlerinin elde edildiği düşünülmektedir.

3.5. Kumaş kalıcı uzaması (Fabric permanent elongation)

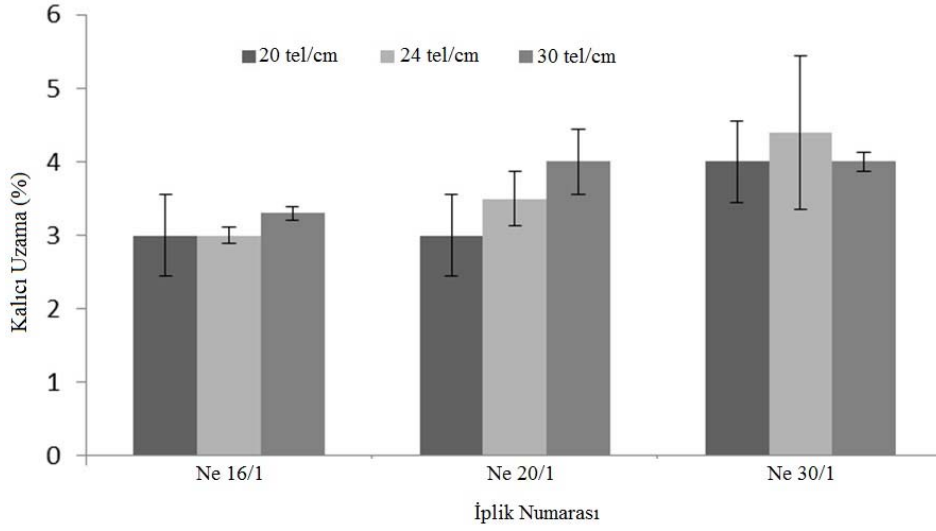
Çalışmada, manuel Frayma cihazında çift özlü ipliklere ait boyalı kumaşlara 3 kg'lık 2 adet yük 1 dakika uygulanmış ve 1 dakika bekleme sonrasında kumaşların ilk uzunluğundaki değişime göre kalıcı uzama değerleri belirlenmiştir (Şekil 9). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Ne 20/1 ve Ne 30/1 iplik numaralarında her üç atkı sıklığında da benzer kalıcı uzama değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir (Tablo 6). Öte yandan, Ne 16/1 iplik numarasında ise 20 tel/cm ve 24 tel/cm atkı sıklığında benzer, 30 tel/cm atkı sıklığında ise istatistiksel açıdan da önemli derecede düşük değerlerde kalıcı

uzamanın meydana geldiği ve sıklık arttıkça kalıcı deformasyonun azaldığı belirlenmiştir. Atkı sıklığı sabit tutulup, iplik numarasının etkisi değerlendirildiğinde ise iplik inceldikçe kalıcı uzamanın azaldığı, 20 tel/cm ve 24 tel/cm atkı sıklıklarında Ne 20/1 ile Ne 30/1, 30 tel/cm atkı sıklığında ise her üç iplik numarası arasında önemli derecede fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 7). En düşük kalıcı uzama değerinin Ne 20/1 ve Ne 30/1 iplik numaralarında ve her üç atkı sıklığı değerinde elde edildiği, en yüksek kalıcı uzamanın ise Ne 16/1 iplik numarasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Literatürde, Ertaş vd. [11] çift özlü atkı iplikler ile 10 farklı atkı sıklığında dokunan kumaşlarda atkı sıklığı arttıkça kalıcı uzamanın azaldığını belirlemiştir.

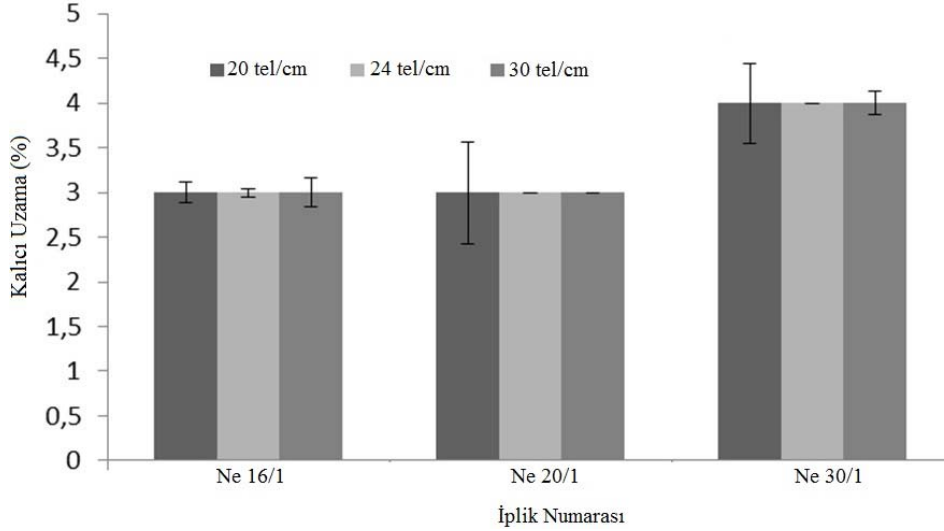
Çalışmada, çift özlü ipliklere ait boyalı kumaşlara 30 N kuvvet uygulayarak kumaşlar 5 defa uzatılmış ve daha sonra 1 ve 30 dakika bekletilmiştir. Kumaşların ilk uzunluğundaki değişime göre kalıcı uzama değerleri belirlenmiştir (Şekil 10, Şekil 11). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 1 dakika bekleme sonrasında Ne 30/1 numara 30 tel/cm sıklığa sahip numune kumaş hariç, genellikle atkı sıklığı arttıkça kalıcı uzamanın önemli derecede arttığı belirlenmiştir (Tablo 6). 30 dakika bekleme sonrasında ise Ne 16/1 numara 20 tel/cm atkı sıklığına sahip kumaş numunesi hariç genellikle atkı sıklığı arttıkça kalıcı uzamanın değişmediği ve üç sıklık değerinde de benzer kalıcı uzamanın meydana geldiği tespit edilmiştir (Tablo 7). İplik numarasının etkisi konusunda ise her iki bekleme süresi sonunda ince ipliklere ait kumaşlarda kalın ipliklere ait kumaşlara kıyasla daha fazla oranda kalıcı uzamanın meydana geldiği gözlenmiştir. Ancak, kumaşların kalıcı uzama değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark olmadığı ve kumaşların benzer kalıcı uzamaya sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7). Öte yandan, 1 ve 30 dakika bekleme süreleri sonunda en düşük kalıcı uzama en kalın iplik numarası ve en düşük sıklık değeri olan Ne 16/1 numara 20 tel/cm sıklığa sahip kumaşlarda, en yüksek kalıcı uzama en ince iplik numarası olan Ne 30/1 numara ipliklerden elde edilen kumaşlarda meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 9. Manuel Frayma test cihazında 1 dakika bekleme sonrasında meydana gelen kalıcı uzama değerleri (Fabric permanent elongation values after 1 minute waiting on the Manual Frayma test device)



Şekil 10. Titan test cihazında 1 dakika bekleme sonrasında meydana gelen kalıcı uzama değerleri
(Fabric permanent elongation values after 1 minute waiting on the Titan test device)



Şekil 11. Titan test cihazında 30 dakika bekleme sonrasında meydana gelen kalıcı uzama değerleri
(Fabric permanent elongation values after 30 minutes waiting on the Titan test device)

Kalıcı uzama açısından manuel Frayma ve Titan cihazlarında atkı sıklığı ve iplik numarasının kalıcı uzamaya etkisi konusunda eğilimlerin farklı olduğu gözlenmiştir. Her iki cihazda uygulanan kuvvet miktarı ve uygulama süresi yanında yük uygulama sayısı açısından test yöntemlerinin farklı olmasının, bu duruma neden olduğu düşünülmektedir. Öte yandan, manuel Frayma cihazında belirlenen elastikiyet değerleri %12-18, Titan cihazında belirlenen değerler ise %13-18 arasında değişmektedir. 1 dakika bekleme sonrası için kalıcı uzama değerleri manuel Frayma cihazında %2-5, Titan cihazında ise %3-4,4 arasında değiştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, iki cihazın test sonuçları birbirine oldukça benzerdir. Öte yandan, literatürde kalıcı uzama değerinin %7'nin üzerinde olması durumunda, giysilerde kalıcı beden artışının meydana geldiği belirtilmiş olup [24], bu çalışmada elde edilen kumaşların kalıcı uzama değerlerinin %7'nin altında olduğu belirlenmiştir.

Literatürde, belirli miktarda ağırlık numune kumaşa bir veya birkaç defa uygulanmasını takiben ağırlık kumaş üzerinde iken 30 dakika bekletme yapılmış ve belirli relaksasyon süresi sonrasında numune kumaşın uzunluğundaki değişim belirlenerek, kalıcı uzama değerleri hesaplanmıştır. Çalışmalarda uygulanan kuvvet miktarı, bekletme ve kumaş relaksasyon süreleri farklı olsa da, atkı sıklığı arttıkça kalıcı uzamanın azaldığı belirlenmiştir [24-25]. Atkı sıklığı artışı ile birlikte iplik hareketliliği ve böylece elastikiyetin azalması sonucu kalıcı uzamanın da azaldığı düşünülmektedir. Mezarlı vd. [22], ince ipliklere ait kumaşların geri düzelleme davranışının kalın ipliklere ait kumaşlardan daha iyi olduğunu belirlemişlerdir. Ancak, bu çalışmada tam tersi yönde bir eğilim gözlenmiş ve ince ipliklere ait kumaşlarda kalın ipliklere ait kumaşlara kıyasla daha fazla oranda kalıcı uzamanın meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durumun bir nedeni olarak, ince ipliklere ait

kumaşlarda elastikiyet ve böylece uzamanın daha fazla meydana gelmesi sonucu kalıcı uzamanın da arttığı düşünülmektedir.

3.6. Kumaş boncuklanma ve aşınma davranışı
(Fabric abrasion and pilling resistance)

Çift özlü atkı ipliklerinden dokunan ve boyanan kumaşların aşınma ve boncuklanma direnci özellikleri test edilmiş ve 10.000 devir sonundaki aşınma ve 2000 devir sonundaki boncuklanma durumları değerlendirilmiştir. Tablo 8’de verilen sonuçlar incelendiğinde, numune kumaşların aşınma derecesinin 3/4 ile 4 arasında değiştiği ve en yüksek aşınma direncinin her üç iplik numarasında da genellikle düşük sıklık değeri olan 20 tel/cm’de elde edildiği gözlenmiştir. Atkı sıklığı arttıkça, kumaşın birim alanındaki iplik sayısının artması nedeniyle aşınmaya karşı daha yüksek direncin elde edilmesi beklenmesine karşın özellikle Ne 16/1 ve Ne 20/1 iplik numaralarında atkı sıklığı arttıkça aşınma direncinin az da olsa azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Mikro polyester dokuma kumaşların çeşitli özelliklerini incelediği çalışmada Abou Nassif [26], atkı sıklığı belirli değere kadar artırıldığında aşınma sonucu kütle kaybının arttığı, belirli değerin üzerindeki atkı sıklıklarında ise kütle kaybının azaldığını belirlemiştir. Numune kumaşların boncuklanma eğilimleri incelendiğinde, tüm kumaşların 4/5 boncuklanma derecesine sahip olduğu ve iplik inceliği ve atkı sıklığı açısından önemli derecede bir değişimin meydana gelmediği gözlenmiştir.

3.7. Boyut değişimi (çekmezlik) (Fabric dimensional stability)

Yıkama ve kurutma işlemi sonrasında çift özlü atkı ipliği içeren numune kumaşların çözümlü yönündeki çekme değerleri incelendiğinde, Ne 16/1 numara 24 tel/cm atkı sıklığına sahip numune kumaş hariç tüm numunelerde atkı sıklığı arttıkça çekme eğiliminin azaldığı belirlenmiştir (Şekil 12). İplik inceliğinin etkisi konusunda ise her üç atkı sıklığında da genellikle iplik inceldikçe çekme değerlerinin azaldığı

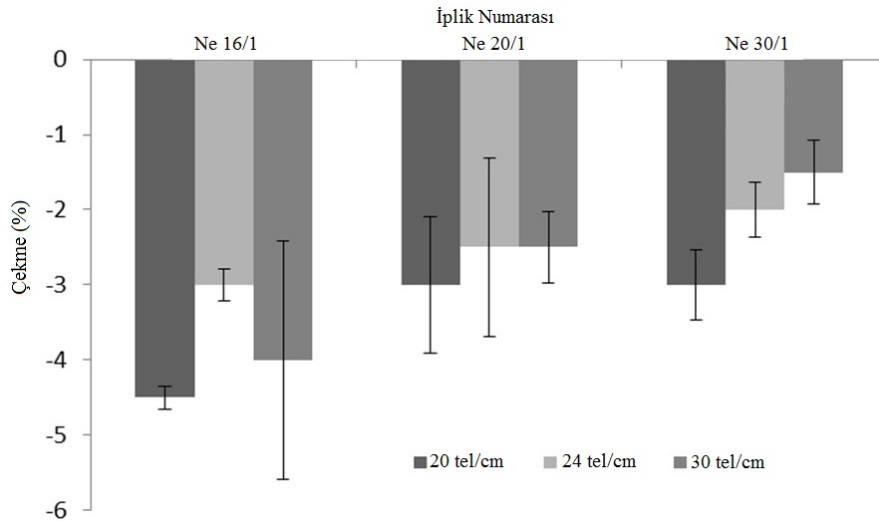
gözlenmiş, en düşük çekme Ne 30/1 iplik numarası ve 30 tel/cm, en yüksek çekme ise Ne 16/1 iplik numarası ve 20 tel/cm sıklık değerlerinde dokunan kumaşlarda meydana geldiği belirlenmiştir.

Tablo 8. Kumaşlara ait aşınma ve boncuklanma direnci sonuçları
(Fabric abrasion and pilling resistance results of woven fabrics)

İplik no (Ne)	Atkı sıklığı (tel/cm)	Aşınma derecesi	Boncuklanma derecesi
16/1	20	4	4/5
	24	3/4	4/5
	30	3/4	4/5
20/1	20	4	4/5
	24	4	4/5
	30	3/4	4/5
30/1	20	4	4/5
	30	4	4/5

Numune kumaşların atkı yönündeki çekme değerleri değerlendirildiğinde, Ne 16/1 numara hariç diğer iplik numaralarında atkı sıklığı arttıkça kumaş çekmesinin azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 13). En düşük çekme değerinin yüksek atkı sıklığı değerlerinde, en yüksek çekmenin ise düşük sıklık değerlerinde elde edildiği gözlenmiştir.

Atkı sıklığı arttıkça çekme eğiliminin azalması, tek ve çift özlü ipliklerden elde edilen kumaş numunelerine ait literatür bulguları ile de uyumludur [2, 23]. Atkı sıklığı arttıkça, kumaş birim alanındaki iplik tel sayısının artması sonucu yapının daha stabil ve sıkı hale gelmesi, iplik hareketliliğinin azalması nedeniyle boyut değişiminin de azaldığı düşünülmektedir [27]. Öte yandan, kalın iplik numaralarında gözlenen bir miktar daha yüksek çekme eğilimi, El-Ghezal vd. [28] tarafından yapılan çalışmada da belirlenmiştir.



Şekil 12. Çözgü yönünde kumaş çekme değeri (Fabric shrinkage results of woven fabrics for warp direction)

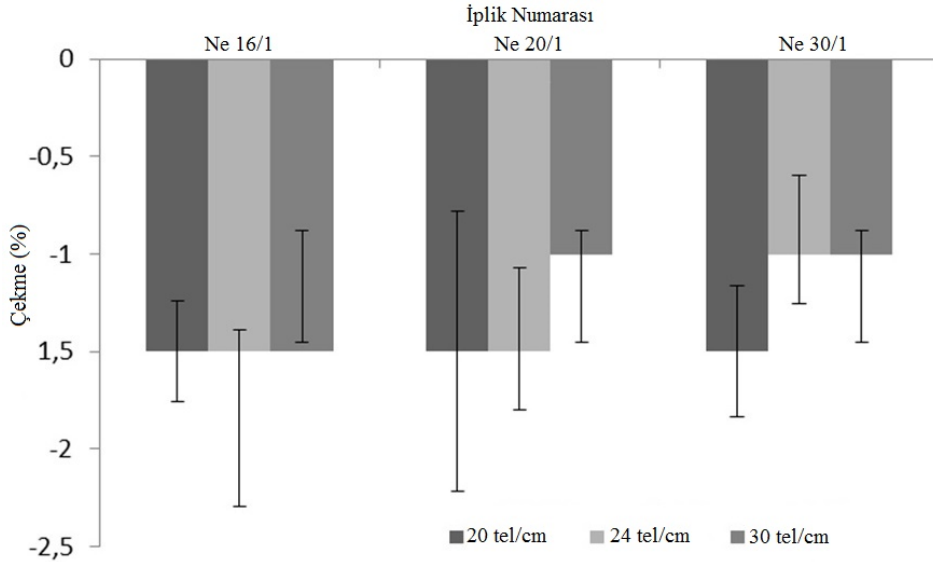
3.8. Hava geçirgenliği (Air permeability)

Konfor ve rahatlık için kumaşın hava geçirgenliği önemli bir parametredir. Bu nedenle, çift özlü atkı ipliği içeren ve boyalı numune kumaşların hava geçirgenliği özellikleri incelenmiş ve çalışmada iplik incelidikçe ve atkı sıklığı azaldıkça hava geçirgenliğinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir (Şekil 14) (Tablo 6, Tablo 7). Abou Nassif [26], literatürde iplik kesişmelerinin yüksek olduğu bezayağı gibi dokuma örgülerde daha sıkı kumaş yapısı nedeniyle hava geçirgenliği değerlerinin azaldığını belirtmiş ve bu çalışmada iplik incelidikçe veya atkı sıklığı azaldıkça kumaşın daha boşluklu bir yapıya sahip olmasının hava geçirgenliği değerlerini arttırdığı düşünülmektedir. Çalışmada incelenen üretim parametreleri ile bu parametrelerin etkileşimlerinin hava geçirgenliğine etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiş ve iplik numarası ($p=0,000$)

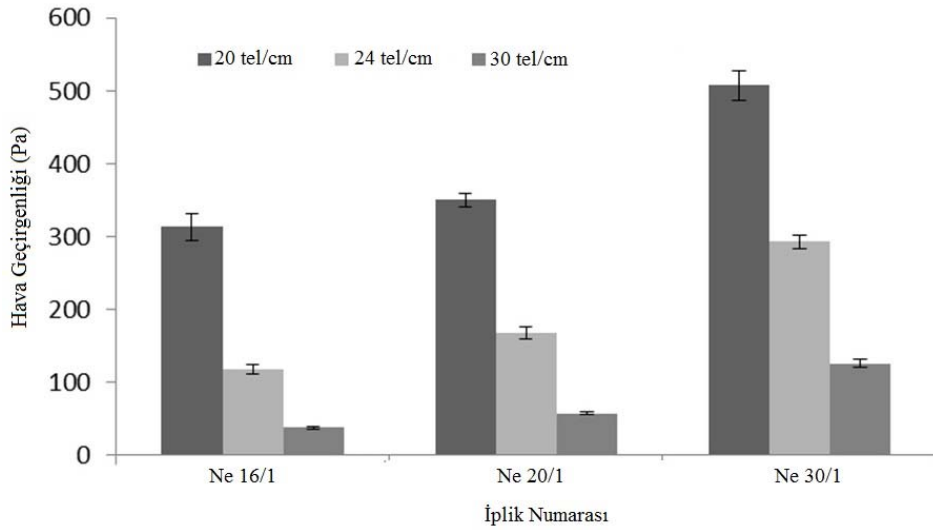
ve atkı sıklığı ($p=0,000$) ile iplik numarası*atkı sıklığı ($p=0,007$) faktör etkileşimlerinin değerler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

3.9. Eğilme rijitliği (Bending resistance)

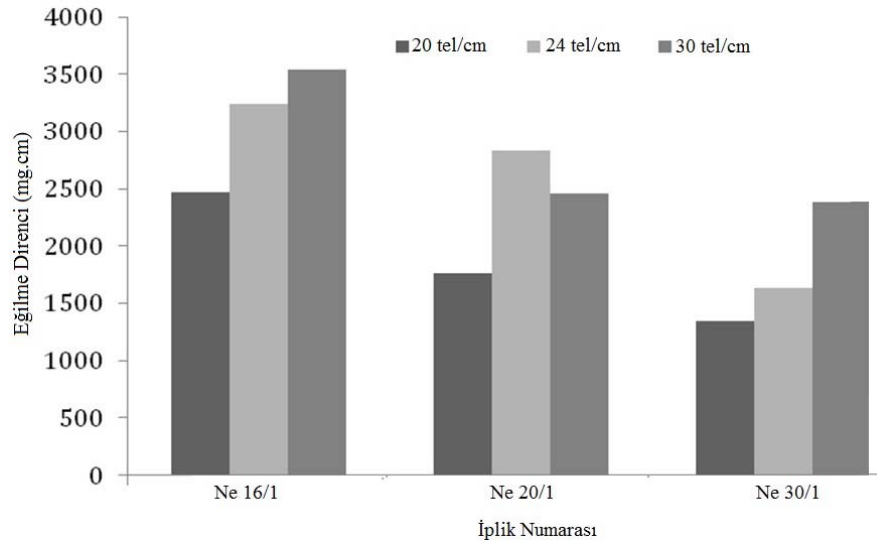
T-400 ve elastan içeren Ne 16/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 çift özlü atkı ipliğinden üç farklı atkı sıklığı değerinde dokunan kumaşların eğilme rijitliği hesaplanmıştır. Şekil 15'de verilen sonuçlar incelendiğinde, atkı sıklığı arttıkça genellikle eğilme rijitliği değerinin de arttığı belirlenmiştir. İplik inceliğinin etkisi konusunda ise iplik incelidikçe rijitlik değerinin de azaldığı tespit edilmiştir. Söz konusu sonuçlar, beklenen bir durum olup, sıklık ve iplik kalınlığının artması sonucu kumaştaki iplik yoğunluğunun artmasının kumaşın eğilmeye karşı direncini arttırdığı düşünülmektedir. Bedez Üte [2] ve Abou Nassif [26] çalışmalarında, atkı sıklığı



Şekil 13. Atkı yönünde kumaş çekme değeri (Fabric shrinkage results of woven fabrics for weft direction)



Şekil 14. Hava geçirgenliği test sonuçları (Air permeability results of woven fabrics)



Şekil 15. Eğilme direnci test sonuçları (Bending resistance results of woven fabrics)

arttıkça kumaş sertliğinin arttığını belirlemiş olup, elde edilen bulgular literatürle uyum sağlamaktadır.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, iplik numarası ve kumaş atkı sıklığı gibi parametrelerin denim kumaş üretiminde son yıllarda kullanılmaya başlanan ve sınırlı sayıda bulgu bulunan çift özlü ipliklerden elde edilen dokuma kumaşların boyama işlemi sonrasındaki çeşitli kumaş performans özelliklerine etkisi incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, atkı sıklığı arttıkça kopma ve dikiş kayma mukavemeti değerlerinin çözgü ve atkı yönlerinde önemli derecede arttığı, yırtılma mukavemet değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Atkı sıklığı sabit tutulup, iplik numarasının etkisi değerlendirildiğinde çözgü ve atkı yönlerinde farklı eğilimlerin meydana geldiği ve lineer bir değişimin olmadığı gözlenmiştir. Atkı sıklığı ve iplik numarası ile bu iki parametrenin etkileşiminin her üç mukavemet sonuçları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Elastikiyet ve kalıcı uzama sonuçları değerlendirildiğinde, test yöntemi ve kullanılan test cihazına göre atkı sıklığı ve iplik numarasının kumaş elastikiyeti ve kalıcı deformasyona etkisinin değiştiği belirlenmiştir. Ancak, genel olarak atkı sıklığı arttıkça çoğunlukla kumaş elastikiyetinin azaldığı, atkı sıklığı sabit tutulup iplik numarasının etkisi değerlendirildiğinde ise genellikle iplik incelidikçe elastikiyetin arttığı tespit edilmiştir. Kumaş elastikiyet değerlerinin %12-18 arasında değiştiği belirlenmiştir. Kumaş geri toplama kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle iplik incelidikçe veya atkı sıklığı arttıkça kalıcı uzamanın azaldığı belirlenmiştir. 1 dakika bekleme sonrası için kalıcı uzama değerleri genel olarak %2-5 arasında değiştiği belirlenmiştir. Pratikte, kalıcı uzamanın %7'nin üzerinde olduğu durumda beden artışının (kumaş yapısının genişlemesi) meydana gelebileceği belirtilmiş olup, dolayısıyla, çift özlü iplikler kalıcı uzama açısından istenilen değerleri sağlıyor gibi gözükmektedir. Aşınma ve

boncuklanma direnci açısından kumaşlar arasında önemli fark olmadığı gözlenmiştir. Yıkama sonrasında kumaşların çekme özellikleri değerlendirildiğinde, atkı sıklığı arttıkça veya iplik incelidikçe çözgü ve atkı yönlerinde çekme değerlerinin azaldığı, hava geçirgenliğinin arttığı ve eğilme rijitliğinin azaldığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde katkı sağlayan Kaynak Grup (Dokuma Fabrikası, Denizli) ve ALMER Tekstil Sanayi Tic. A.Ş.'ye (Kayseri) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Jabbar, A., Tariq, U., Hussain, T., Basit, A., Hai, A., Zubair, M., Effect of polyester and elastane linear density on the physical and mechanical properties of dual-core-spun cotton yarns, *Journal of Natural Fibers*, 17 (4), 463-471, 2020.
2. Bedez Üte, T., 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, 2019.
3. Çelikkann Aydoğdu, S.H., Yılmaz, D., Effect of yarn fineness, core and sheath fibre types on the physical properties of dual-core yarns and fabrics, *Cellulose Chemistry and Technology*, 54 (3-2), 381-394, 2020.
4. Çelikkann Aydoğdu, S.H., Yılmaz, D., Analyzing some of the dual-core yarn spinning parameters on yarn and various fabric properties, *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 29 (3), 197-207, 2019.
5. Türksoy, H.G., Kılıç, G., Üstündağ, S., Yılmaz, D., A comparative study on properties of dual-core yarns, *The Journal of The Textile Institute*, 110 (7), 980-988, 2019.
6. Kılıç, G., Improving Quality in Core-Spun Yarn Production, PhD Thesis, Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kayseri, 2017.

7. Babaarslan, O., Sarioğlu, E., Çelik, H.İ., Avci, M.A., Denim fabrics woven with dual core-spun yarns, In *Engineered Fabrics*, IntechOpen, 19-39, 2018.
8. Hua, T., Wong, N.S., Tang, W.M., Study on properties of elastic core-spun yarns containing a mix of spandex and PET/PTT bi-component filament as core, *Textile Research Journal*, 88 (9), 1065-1076, 2018.
9. Türksoy, H.G., Yıldırım, N., Effect of process variables on the properties of dual-core yarns containing wool/elastane, *De Redactie*, 352, 2018.
10. El-Tantawy, S., Sabry, M., Bakry, M., The effect of different weft yarn production technique on the pilling property of jeans fabrics, *International Design Journal*, 7 (3), 161-169, 2017.
11. Ertaş, O.G., Ünal, B.Z., Çelik, N., Analyzing the effect of the elastane-containing dual-core weft yarn density on the denim fabric performance properties, *The Journal of The Textile Institute*, 107 (1), 116-126, 2016.
12. Romdhane, B., Béchir, A., Faouzi, S., Optimization of drafting tension of multifilament T400 on the dual core spun yarns to enhance the quality of denim stretch fabric, *International Conference of Applied Research On Textile*, Cırat-7, Tunus, 1-4, ISSN 2286-5659, 10 – 12 Kasım, 2016.
13. Anonim, INVISTA LYCRA® T400® Kataloğu, 2010.
14. Bolat, S., Investigation of some performance characteristics of dyed woven fabrics produced from dual core-spun yarns, Master Thesis, Süleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Isparta, 2020.
15. Mourad, M.M., Elshakankery, M.H., Almetwally, A.A., Physical and stretch properties of woven cotton fabrics containing different rates of Spandex, *Journal of American Science*, 8, 567–572, 2012.
16. Taylor, H.M., Tensile and tearing strength of cotton cloths, *Journal of the Textile Institute*, 50, 161–88, 1999.
17. Thanikai Vimal, J., Prakash, C., Jebastin Rajwin, A., Effect of weave parameters on the tear strength of woven fabrics, *Journal of Natural Fibers*, 17 (9), 1239-1248, 2020.
18. Orhan M., Wrinkle recovery and performance properties of viscose surface treated with different crosslinking agents, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 36 (2), 883-896, 2021.
19. Yücel Ö., Seam efficiency and slippage in cotton gabardine fabrics, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 21 (3), 533-540, 2006.
20. Namiranian, R., Shaikhzadeh Najar, S., Etrati, S.M., Manich, A.M., Seam slippage and seam strength behavior of elastic woven fabrics under static loading, *Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR)*, 39 (3), 221-229, 2014.
21. Galuszynski, S., Some aspects of the mechanism of seam slippage in woven fabrics, *Journal of the Textile Institute*, 76 (6), 425-433, 1985.
22. Mezarcıöz, S., Oğulata, R.T., Nergis, A., Investigation of elasticity and growth properties of denim fabrics woven with core and siro spun yarn, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 30 (4), 312-320, 2020.
23. Maqsood, M., Tanveer, H., Mumtaz, H.M., Nawab, Y., Modeling the effect of elastane linear density, fabric thread density, and weave float on the stretch, recovery, and compression properties of bi-stretch woven fabrics for compression garments, *The Journal of The Textile Institute*, 107 (3), 307-315, 2016.
24. Çataloğlu, A., Elasticity and permanent deformation properties of the denim fabrics with elastane mixtures, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007.
25. Şekerden, F., Çelik, N., Weft elastane weaving and fabric characteristics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20 (2), 120-129, 2010.
26. Abou Nassif, G.A. Effect of weave structure and weft density on the physical and mechanical properties of micro polyester woven fabrics, *Life Science Journal*, 9 (3), 2-7, 2012.
27. Joseph, M.L., *Textile Science*, Holt, Rinehart & Winston, San Diego, ABD, 1972.
28. El-Ghezal, S., Babay, A., Dhouib, S., Cheikhrouhou, M., Study of the impact of elastane's ratio and finishing process on the mechanical properties of stretch denim. *The Journal of The Textile Institute*, 100 (3), 245–253, 2009.

