



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



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

---

**Taş Yıkamanın Denim Kumaş Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması**

**Investigation of Effects of Stone Washing on Performance for Denim Fabrics**

Ahmet NERGİS, R. Tuğrul OĞULATA  
Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Eylül 2017 (30 September 2017)

---

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

Ahmet NERGİS, R. Tuğrul OĞULATA (2017): Taş Yıkamanın Denim Kumaş Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Tekstil ve Mühendis, 24: 107, 160-171.

**For online version of the article:** <https://doi.org/10.7216/1300759920172410704>



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## TAŞ YIKAMANIN DENİM KUMAŞ PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ahmet NERGİS\*  
R. Tuğrul OĞULATA\*

\*Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 22.03.2017

Kabul Tarihi / Accepted: 01.08.2017

**ÖZET:** Taş yıkama, denim kumaşlarda en sık kullanılan yıkama uygulamalarından biridir. Taş yıkama işleminde amaç, denim ürünlere, uzun süre giyilmiş ve birçok kez yıkanmış efekti kazandırmaktır. Bu çalışmada, taş yıkamanın, denim kumaş özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Seçilen bir denim kumaşa, taş yıkama esnasında farklı taş miktarı, sıcaklık ve süre seviyelerinde yıkama denemeleri yapılmıştır. Yapılan araştırmada, yıkamaların kumaşlar üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, tekstil kumaşlarının performans tayininde kullanılan test metotları uygulanarak elde edilen sonuçlar istatistiksel metotlarla analiz edilmiştir. Deneysel çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda; taş yıkama prosesinde yıkama süresi, taş yıkama miktarı ve sıcaklık faktörlerinin kumaşlara uygulanan gramaj, en, yıkama sonrası çekme, elastikiyet, kalıcı uzama, dönme, kopma ve yırtılma mukavemeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Denim, Taş Yıkama, Mukavemet, Dönme, Gramaj

### INVESTIGATION OF EFFECTS OF STONE WASHING ON PERFORMANCE FOR DENIM FABRICS

**ABSTRACT:** Stone wash is one of the most frequently used washing applications for denim fabrics. The purpose of the stone washing process is to give the denim products an effect that has been worn for a long time and washed many times. In this study, the effects of stone wash applications on denim fabric properties are examined. A selected denim fabric was washed with different amounts of stone, temperature and duration during washing. In the research conducted, the results obtained by applying the test methods used in the performance evaluation of textile fabrics were analyzed by statistical methods in order to examine the effect of the washings on the fabrics. By evaluating the experimental study results; It has been found that while the stone washing process time, amount of stone and temperature of washing bath has effects on the fabric weight, width, shrinkage after washing, skew movement, tensile and tear strength properties.

**Keywords:** Denim, Stonewash, Strength, Movement, Weight

---

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: [nergis20@hotmail.com](mailto:nergis20@hotmail.com)

DOI: 10.7216/1300759920172410704, [www.tekstilmuhendis.org.tr](http://www.tekstilmuhendis.org.tr)

## 1. GİRİŞ

Daima genç kalabilen ama dünyanın en eski kumaş çeşitlerinden biri olan denim kumaşlar ve bu kumaştan yapılan giyim eşyaları, yıllardır süregelen yoğun ürün geliştirme çabaları sonucunda bugün her yaştan, her kesimden insanın gardırobunda yer alan, aile boyu giyilebilen, hatta bazı çevrelerce “yüksek moda ürünü giysiler” olarak algılanan tekstil ve konfeksiyon mamulleridir [1]. Bugün başta pantolon olmak üzere ceket, gömlek, elbise, şapka, etek, yelek gibi çok çeşitli denim giysiler ve yastık, yatak örtüsü gibi muhtelif ev tekstilleri, denim kumaşlardan üretilmektedir [2].

Konfeksiyon sonrası giyilebilecek duruma gelen denim ürünler, moda taleplerine göre ya kuru halde (yıkandıktan) müşteriye ulaştırılır ya da 1970’lerde uygulanmaya başlanan ve günümüzde ayrı bir moda oluşumunu sağlayan çeşitli yıkama işlemlerine tabi tutulur. Günümüzde yıkandıktan müşteri ile buluşan kuru denim ürünlerin payı, toplam denim ürün üretiminin içinde %3’ü geçmemektedir. Bu nedenle günümüzde denim yıkama işlemleri çok önemli bir yer tutmaktadır. Denim ürünlerin, endüstriyel yıkama makinelerinde, kısa flote oranlarında, ponza taşları ile beraber yıkanması ve bu sayede giyilmiş/eskimiş efekti kazandırılması işlemine taş yıkama denilmektedir. Taş yıkama işlemi amaç, denim ürünlere, uzun süre giyilmiş ve birçok kez yıkanmış efekti kazandırmaktır [3].

Taş yıkama işlemi amaç, denim ürünlere, uzun süre giyilmiş ve birçok kez yıkanmış efekti kazandırmaktır. Taşlanmış denim ürün panellerinde, hemen göze çarpan boyuna yıkama etkileri yer almaktadır. Taşlama ile beraber denim ürünlerin tutumları da daha yumuşak hale gelir. Denim ürünlerin renkleri, işlem süresi ile beraber değişkendir ve süre arttıkça renk de açılmaktadır [3].

Genel olarak literatürde yer alan çalışmalarda, taş yıkama ile diğer yıkama türleri arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Taş yıkamanın, en yaygın kullanılan yıkama proseslerinden biri olması ve kumaşta yıkama sonrası görülen en küçük değişimlerin bile dikilmiş ürün üzerinde büyük sonuçlar doğurması nedeniyle, dikkatle incelenmesi ve iyi analiz edilmesi gereken önemli bir proses olduğu şüphesizdir. Bu nedenle bu çalışmada, literatür çalışmalarından farklı olarak, tek başına taş yıkama prosesi içindeki değişimlerin incelenmesi ve bunun istatistiksel olarak geniş bir perspektifte değerlendirilmesi, etkili faktörlerin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Yapılan çalışmalarda taş yıkama prosesindeki etkin parametreler olan taş miktarı, yıkama sıcaklığı ve süre faktörlerinin belirli seviyelerde değişimlerinin kumaş performans sonuçları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kumaş ve dikilmiş ürünlerin performans tayininde önemli olduğu düşünülen fiziksel testler, aynı çalışmada bir arada uygulanarak, yıkama sonrası ortaya çıkan değişimlerin tespit edilmesi ve test sonuçları arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak incelenmesi amacıyla geniş ölçekte deneysel çalışmalar yapılmıştır. Yapılan taş yıkama denemeleri sonrasında, kumaşlara en ölçümü, gramaj, çözgü, çekme, atkı çekme, dönme, çözgü kopma, atkı kopma, atkı yırtılma, çözgü yırtılma, elastikiyet ve kalıcı uzama testleri uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar neticesinde veriler SPSS 21 istatistiksel analiz

programı yardımıyla ANOVA etkileşim analizleri ve çoklu mukayese testleriyle istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Literatürde denim yıkama işlemiyle ilgili yapılan bazı çalışmalar bu bölümde özetlenmiştir. Card, Moore ve Ankeny [4], jean hazır giyim ürünlerinde yıkama işlemlerinin fiziksel özelliklere etkisini araştırmıştır. %100 pamuk denim kumaştan hazırlanan jeanlere enzim ve taş yıkama işlemleri uygulanmış, yıkama öncesi ve yıkamalar sonrasındaki boncuklanma ve aşınma dayanımları incelenmiştir. Yıkama öncesinde bulunan boncuklanma ve aşınma oranlarının, enzim ve taş yıkama sonrası bulunan oranlara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Aslan ve Körlü [5], yapılan çalışmada, haşıl sökme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış çeşitli denim kumaş tipleri üzerinde farklı koşullarda uygulanan enzim ile yıkama işlemlerinin neden olduğu değişimler boyut, sıklık, renk ve ağırlık değişimleri, geri boyama, yırtılma dayanımı gibi parametreler açısından incelemiştir. Deneysel çalışmaların sonucunda, denim kumaşlara enzimatik yıkama işlemi öncesinde haşıl sökme uygulamasının söz konusu parametreler üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Khedher, Dhoub, Msahli ve Saklı [6], endüstriyel bitim işlemlerinin denim kumaşların mekanik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada orta ve ağır gramajlarda 4 farklı denim kumaş kullanılmıştır. 4 farklı yıkama (taş, enzim, taş, enzimli taş) ve 5 farklı özel uygulama (firçalama, zımpara, reçine, ağartma, permanganat sprey ile yumuşatma) üzerinden kombin çalışmalar yapılmıştır. İşlemler sonrasında denim kumaşın yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti testleri yapılarak yıkama öncesi ile karşılaştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda, yıkama işlemlerinin kumaşın mekanik özelliklerini olumsuz etkilediği görülmüş istatistiksel olarak da aynı sonuç elde edilmiştir. Yi [7], çalışmada, enzim yıkama, enzimli ağartma, enzimli taş yıkama ve enzimli taş ve ağartma gibi yıkama proseslerinde optimum yıkama efektinin yakalanması amacıyla farklı yıkama sürelerinde yıkamalar yapılmıştır. Çalışmada %100 pamuk ve %99 pamuk %1 elastan olmak üzere iki farklı kompozisyonda denim kumaş kullanılarak elde edilen yıkamaların kumaş kopma mukavemeti ve elastikiyet değerleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bağırhan [3], çalışmada, denim ürünlere son görüntüsünü kazandıran yıkama işlemlerinin ayrıntılı incelemesini yapılmıştır. Yıkama işlemleri öncesinde ortaya çıkabilecek sorunların engellenmesini sağlayacak önlemlerin alınması ve bu işlemler sırasında ortaya çıkabilen sorunlara çözümler bulunması amacıyla incelemelerde bulunulmuştur. Yapılan farklı yıkamalar ve işlemler sonrasında kumaş renk ve mukavemet performanslarının değişimleri incelenmiştir. Khan, Mondal ve Uddin [8], denim ürünlerde yapılan ağartma yıkamasında kullanılan ağartıcı miktarı, sıcaklık ve süre gibi parametrelerin kumaş kopma mukavemeti, stiffness, elastikiyet, gramaj, renk kirlenme, nem alma gibi özelliklerini ne yönde etkilediğini incelenmiştir. Yapılan çalışmada, kopma mukavemeti, stiffness, gramaj ve renk gibi değerlerde azalma görülmüştür. Ağartma işlemi uygulanmış kumaşın mikroskopla yapılan inceleme neticesinde yüzeyinde daha fazla çatlama ve ayrışma tespit edilirken, iplik bünyesinde bulunan liflerin ağartma sonrasında azalması sonucunda, yüzeyin daha pürüzlü ve zayıf görüntüye sahip olduğu görülmüştür. Yıkandıktan kumaşın ise daha pürüzsüz, düz bir görüntüye sahip olup,

yüzeyin daha sert ve su emiciliğinin ağartılmış kumaşa göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Yapılan yıkamalarda denim kumaş üretiminde yer alan temel tiplere örnek olması amacıyla, gramaj olarak, özellikle 10-12 oz/yd<sup>2</sup> aralığında olan bir kumaş tipi seçilmiştir (1 oz/yd<sup>2</sup> = 33,91 gr/m<sup>2</sup>). Bu gramaj aralığında bulunan kumaşlar, denim piyasasında her türlü yıkama ve kullanıma uygun olup, dayanım, konfor ve konstrüksiyon özellikleri, yaygın olarak kullanılan %98 pamuk %2 elastan elyaf içeriğine ve 3/1 Z dimi konstrüksiyona sahiptir. Ayrıca her türlü yıkama işlemine dayanabilecek mukavemete sahip olması nedeniyle de giysi tasarımında farklı yıkamaların kullanılmasına da imkan vermektedir [9]. Çalışma yapılan kumaşın genel özellikleri Tablo 1.'de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Numune iplik ve kumaş özellikleri

Örgü	3/1 Z Dimi
Hammadde	%98 Pamuk %2 Elastan
Gramaj	11,2 oz/yd <sup>2</sup> ( 380 gr/m <sup>2</sup> )
Çözgü sıklığı	30 tel/cm
Atkı sıklığı	17,5 tel/cm
Çözgü numarası (Ne)	8,1 Ring Karde Şantuk
Atkı numarası (Ne)	10 Ring Karde + 78 dtex Elastan
En	153 cm
Tarak	60/4
Boyama Türü	Slasher Boyama

Çalışmada kullanılan numune kumaş, slasher boyama ünitesinde boyanıp haşılanmaktadır.. Boyama sülfür bottom tekniği uygulanarak yapılmıştır. Bu teknikte kumaşa indigo boyamadan önce ilk adımda tek teknede sülfür boyama yapılmaktadır. Yapılan sülfür boyama sonrası, çözgülerin (ipliğin) üzerinde bulunan uçuntu ve pislikleri temizlemek, fazla kimyasallardan arındırmak amacıyla 3 tekneli ön yıkama yapılmıştır. Yıkamadan sonra kurutma silindirlerinden geçen çözgü iplikleri, boyanmak üzere içinde indigo boya bulunan teknelere girerek indigo boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu adımla birlikte renkte derinlik sağlanmaktadır. Bu sayede elde edilen renk, koyu ve sarı nüanslı olmaktadır.

Bundan sonraki adımda boyamadan çıkan çözgüler son yıkama teknelerine girerek üzerindeki fazla boyadan arındırılmaktadır. Son adımda ise çözgülerin haşıl işlemi gerçekleştirilmektedir.

Kumaşın öncelikle üzerinde bulunan hav ve tüycüklerin yok edilmesi için çift yüz yakma işleminden geçirilmiştir. Daha sonra kumaş yüzeyinde parlaklık elde etmek ve kumaşa ekstra mukavemet kazandırmak amacıyla NAOH (sodyum hidroksit) verilerek merserize işlemi yapılmıştır. Sonrasında kumaş üzerindeki kimyasalları uzaklaştırmak için yıkama işlemi uygulanmıştır. Temizlenen kumaş; yumuşaklık ve dolgunluk verilmesi amacıyla yumuşatma apresinden geçirilmiştir. Son aşamada ise kumaşa çekmezlik vermek amacıyla sanfor işlemi uygulanmıştır.

#### 3.2. Metot

Yapılan çalışmada, yıkamaların kumaş üzerinde etkisini görmek amacıyla uygulanacak testler ve metotlar Tablo 2'de verilmiştir. Ayrıca testlerin her birine verilen kısaltmalar da Tablo 2'de yer almaktadır. Yapılan test sonuç tablolarında ve istatistik analizlerde bu kısaltmalar kullanılmıştır. Uygulanan testler bu alanda en çok kullanılan ASTM-D, ISO, LS&CO gibi uluslararası standartlara uygun olarak yapılmıştır.

Taş yıkama denemeleri sonrasında, kumaşlara en ölçümü, gramaj, çözgü çekme, atkı çekme, dönme, çözgü kopma, atkı kopma, atkı yırtılma, çözgü yırtılma, elastikiyet ve kalıcı uzama testleri uygulanmıştır. Çalışmada, hassasiyeti artırmak amacıyla, yapılan testler 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır. Sonuçlar deneylerin sütunları üzerinde gruplandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde, elde edilen veriler SPSS 21 istatistiksel analiz programı yardımıyla değerlendirilmiştir.

Yapılan denemeler ve taş yıkama işlem adımları Tablo 3'de yer almaktadır. Bu yıkama türü uzun bir işlem olması nedeniyle uygulanan işlemler 18 adımdan oluşmaktadır. Çalışmalarda yapılan analizler için taş yıkamada, süre, sıcaklık ve taş miktarı parametreleri üzerinde değişiklik yapılarak fiziksel testler uygulanmıştır. Yıkamalar 5 dakika, 15 dakika ve 30 dakika sürelerinde yapılmış olup, eş zamanlı olarak sıcaklıklar 25 °C, 45 °C ve 65 °C, taş miktarı 10 kg, 20 kg ve 30 kg olarak uygulanmıştır.

**Tablo 2.** Denim Kumaşlara Uygulanan Test Metotları ve Kısaltmalar [10, 11, 12, 13, 14, 15,16]

Kısalt.	Test Adı	Birim	Test Metodu
G	Gramaj [10]	g/m <sup>2</sup>	ASTM D 3776
EN	En Kontrolü [11]	cm	ASTM D 3774
M	Dönme [12]	%	LS&CO Method 2
AK	Atkı Kopma Mukavemeti [13]	kg	ASTM D 5034
ÇK	Çözgü Kopma Mukavemeti [13]	kg	ASTM D 5034
ÇÇ	Çözgü Çekme [14]	%	TS EN ISO 5077
AÇ	Atkı Çekme [14]	%	TS EN ISO 5077
ÇY	Çözgü Yırtılma Mukavemeti [15]	gr	ASTM D1424
AY	Atkı Yırtılma Mukavemeti [15]	gr	ASTM D1424
E	Elastikiyet [16]	%	ASTM D3107
G	Kalıcı Uzama [16]	%	ASTM D3107

**Tablo 3.** Taş Yıkama Reçetesi

Adım sırası	İşlem	Flotte oranı (kg/l)	Sıcaklık (° C)	Süre (dk)	pH	Kimyasal	
						Adı	Miktarı
1	Haşıl sökme	1/8	45	14	6-7	Amilaz enzimi	0.4 cc/l
						Dispergator	1.25 cc/l
2						Boşaltma	
3	Taş yıkama	1/14	20	2	6-7		
4						Boşaltma	
5	Taş yıkama	1/14	20	2	6-7		
6						Boşaltma	
7						Sıkma	
8	Taş Yıkama	1/8	D1*:25 D2*:45 D3*:65	D1*:10 D2*:40 D3*:70	6-7	PonzaTaşı	D1*:10 kg D2*:20 kg D3*: 30 kg
						Dispergator	1.25 cc/l
						Köpük kesici	0.4 cc/l
9						Boşaltma	
10	Taş yıkama	1/14	20	2	6-7		
11						Boşaltma	
12	Taş yıkama	1/14	20	2	6-7		
13						Boşaltma	
14						Sıkma	
15						Taş ayıklama	
16	Taş yıkama	1/14	20	2	6-7		
17						Boşaltma	
18						Sıkma	

D\*: Deneme

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

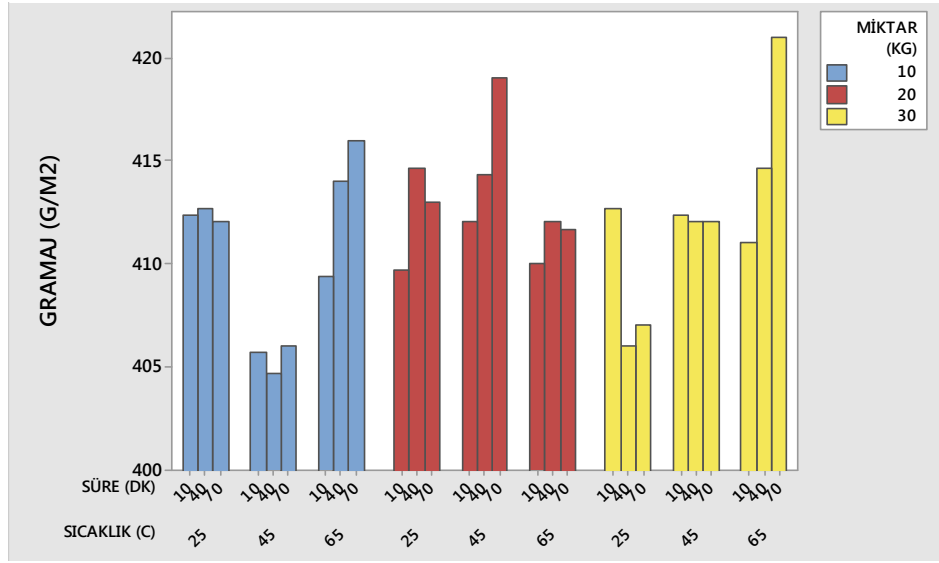
Tablo 4'deki hata varyanslarının eşitliği test sonuçlarına göre, gramaj, dönme ve atkı kopma mukavemet varyanslarının homojen dağılım gösterdiği yani P değerinin 0.05'ten büyük olduğu, diğer değerlerin varyanslarının ise homojen dağılım göstermediği anlaşılmaktadır ( $p > 0.05$ ). Varyansları homojen dağılmayan değişkenler için Tamhane çok değişkenli varyans analiz testleri uygulanmıştır. Diğer değişkenler homojen dağılım gösterdiğinden Tukey HSD testi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

**Tablo 4.** Hata Varyanslarının Eşitliği Sonuçları

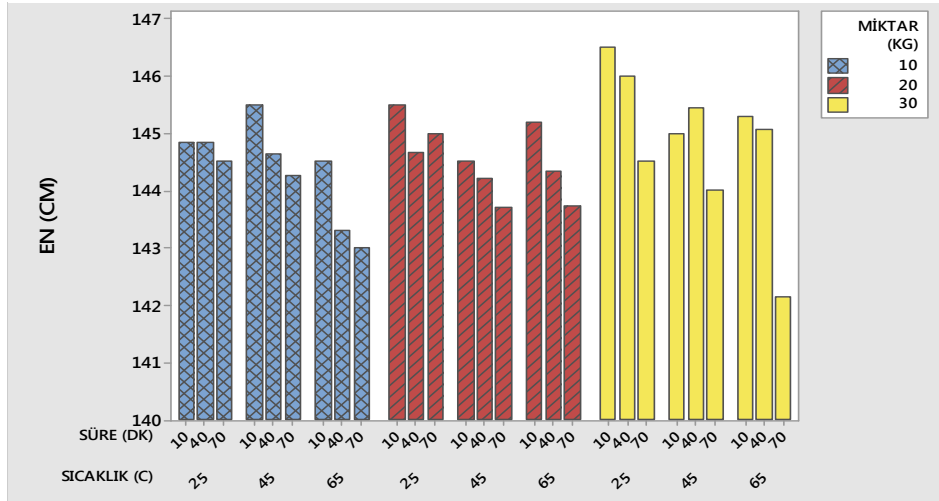
Levene's Test of Equality of Error Variances <sup>a</sup>				
	F	df1	df2	Sig.
GR	1,54	26	54	0,092
EN	5,89	26	54	0
ÇÇ	5,36	26	54	0
AÇ	5,52	26	54	0
M	1,69	26	54	0,052
ÇK	2,35	26	54	0,004
AK	1,22	26	54	0,261
ÇY	5,17	26	54	0
AY	4,5	26	54	0
E	5,09	26	54	0
G	3,5	26	54	0

##### 4.1. Kumaş Gramaj, En, Atkı Çekmesi ve Çözgü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

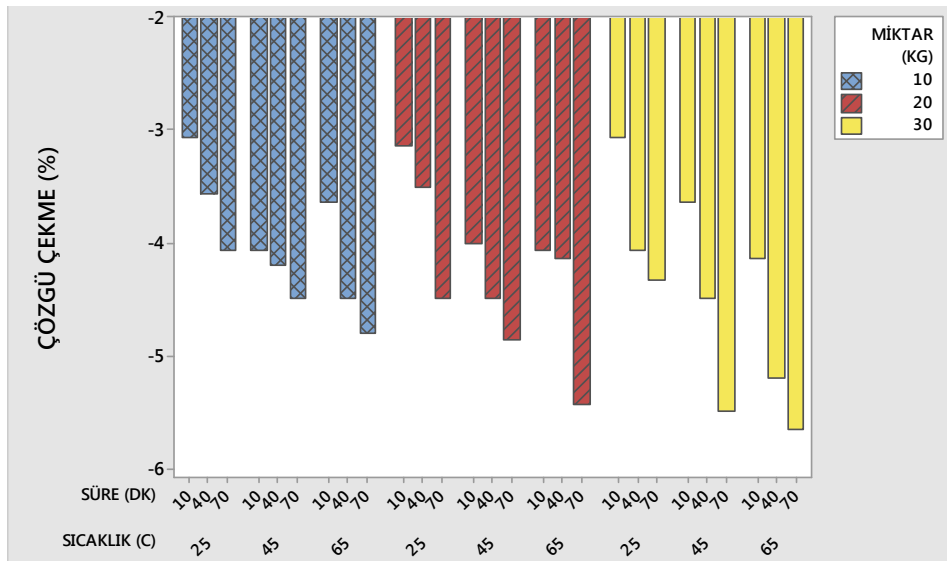
Taş yıkama sonrası elde edilen gramaj, kumaş eni, çözgü çekmesi ve atkı çekmesi testlerinin ortalama sonuç grafikleri, Şekil 1, 2, 3 ve 4'de verilmiştir. Yıkama süresindeki artışla birlikte kademeli olarak kumaş gramaj değerlerinde de artış görülmektedir. Yıkama süresinin uzamasıyla birlikte kumaşta oluşan daralma, gramaj değerlerinde de artışa neden olmaktadır. Bu durum, Şekil 3 ve Şekil 4'de atkı ve çözgü çekme değerlerindeki değişimin de bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre sürenin, yıkama işlemi sonrası, kumaş en değerleri üzerinde en etkili faktör olduğu ortaya çıkmaktadır. Yıkama süresinin artmasıyla birlikte, hem en yönünde hem de boy yönünde kumaştaki daralmaların da arttığı görülmektedir. Sıcaklık değerlerindeki artışla birlikte, yine kumaş en değerlerinde daralma olduğu saptanmaktadır. Taş miktarının artışı ise, kumaş en değerleri üzerinde çok büyük bir değişime neden olmamaktadır. Taş yıkama sonrası elde edilen çözgü çekmesi sonuçlarının yer aldığı Şekil 3 incelendiğinde, taş miktarı, sıcaklık ve süre parametrelerinin üçünün de çekme sonuçları üzerinde etkili parametreler olduğu sonucuna varılmaktadır. Ortalama değerlerden hareketle, elde edilen tabloda, yıkama süresindeki artışla birlikte çözgü çekme oranlarında da yükselme görülmektedir. Taş yıkama ile boydan daralma gerçekleşmekte, sürenin uzamasıyla, bu daralmada artış görülmektedir. Sıcaklık ve taş miktarının sonuçlar üzerinde etkili olduğu görülmekte olup, hem sıcaklıktaki hem de taş miktarındaki yükselmenin, çözgüdeki daralmayı tetiklediği sonucuna varılmaktadır.



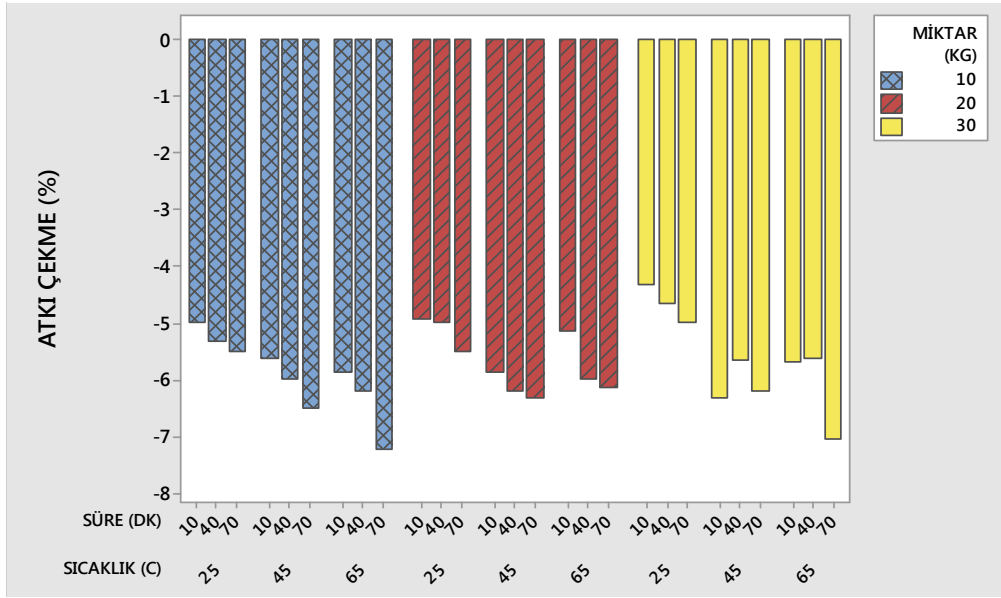
Şekil 1. Taş Yıkama Sonrası Gramaj Test Sonuçları



Şekil 2. Taş Yıkama Sonrası En Testi Sonuçları



Şekil 3. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Çekme Test Sonuçları



Şekil 4. Taş Yıkama Sonrası Atkı Çekme Test Sonuçları

Tablo 5. Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Gramaj, En, Çözümlü Çekmesi ve Atkı Çekmesi Üzerindeki Etkisi

Source	Dependent Variable	F	Sig.
MİKTAR	GR	20,19	0
	EN	31,294	0
	ÇÇ	42,641	0
	AÇ	26,99	0
SICAKLIK	GR	19,851	0
	EN	137,375	0
	ÇÇ	235,152	0
	AÇ	411,408	0
SÜRE	GR	17,867	0
	EN	212,369	0
	ÇÇ	367,332	0
	AÇ	158,453	0

Atkı çekmesi sonuçlarının sıcaklık, süre ve taş miktarı faktörlerine göre değişimleri Şekil 4'de görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, bu faktörlerin, çözgü çekmesinde olduğu gibi, atkı çekmesi üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir. Sıcaklık ve süredeki değişimle, atkı çekme yüzdelerindeki değişimin paralel seyrettiği görülmektedir. Taş miktarındaki artışın ise ters yönde etki ettiği, atkı çekme sonuçlarında düşüşe neden olduğu görülmektedir. Taş miktarındaki yükselmeye birlikte, kumaşın atkı ipliğinde bulunan elastan daha fazla yıpranmaktadır. Bunun sonucunda, kumaş eninin, yıkama sonrası daha az daraldığı görülmektedir.

#### 4.2. Dönme (Skew Movement) Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Genelde 2/1 ya da 3/1 dimi örgü yapısında olan denim kumaşlarda, yıkama sonrası atkı eğimi değeri ile yıkama öncesi verilen atkı eğim değerleri arasındaki fark, atkının yapacağı toplam hareketi, yani dönme değerini ifade etmektedir. Şekil 5'de dönme test sonuçlarına göre, özellikle sıcaklık ve taş miktarı faktörlerinin, dönme değişkeni üzerinde daha etkili

olduğu görülmektedir (Tablo 6). Test sonuçlarına göre, taş miktarı 10 kg olduğunda dönme sonuçları genelde negatif (-) değerlerdeyken, taş miktarı 20 ve 30 kg'a çıkınca sonuçların pozitif yöne doğru (+) ilerlediği tespit edilmektedir. Bu durum, taş miktarındaki artışla birlikte, atkının da daha fazla hareket ettiğini göstermektedir. Buna bağlı olarak dönme sonuçlarında da yükselme eğilimi görülmektedir.

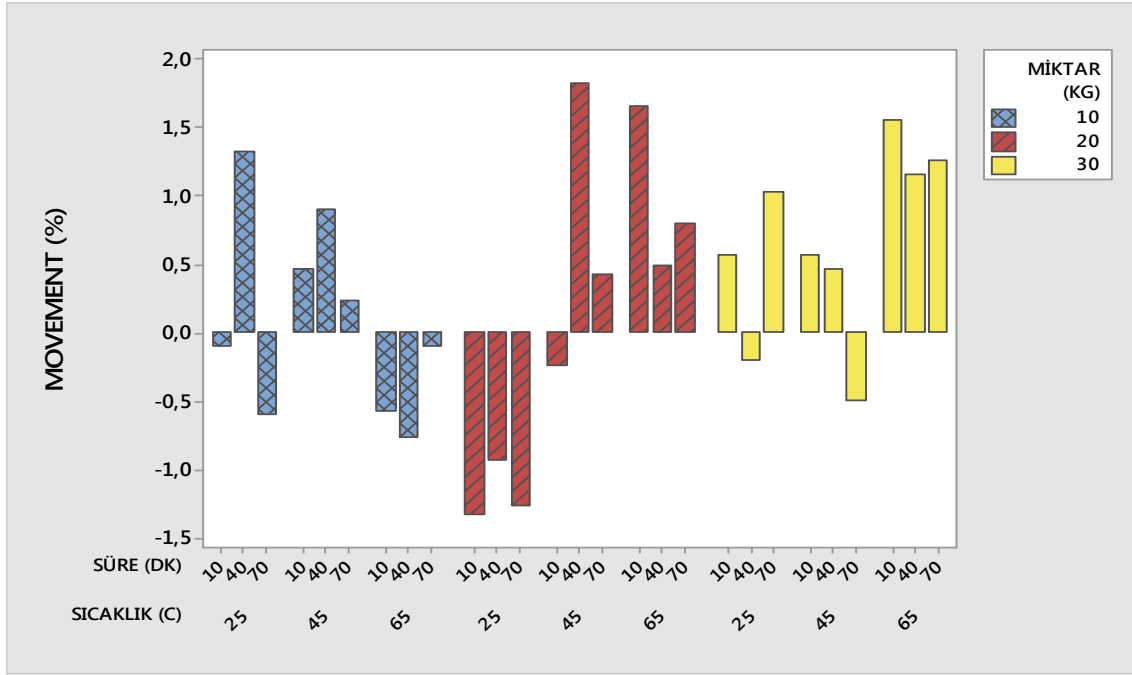
Tablo 6. Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Dönme Üzerindeki Etkisi

Faktör	F	Önemlilik
MİKTAR	9,97	0
SICAKLIK	17,797	0
SÜRE	2,896	0,064

Tablo 7. Dönme Değişkeni Toplu Karşılaştırma Sonuçları (TAMHANE)

FAKTÖR	I	J	Fark (I-J)	Önem.
MİKTAR	10	20	-0,074	0,99
		30	-,570*	0,035
	20	30	-0,496	0,241
SICAKLIK	25	45	-,630*	0,039
		65	-,781*	0,022
	45	65	-0,152	0,887

Tablo 7'de yer alan karşılaştırma sonuçlarına göre, 10 kg ve 30 kg taş miktarlarıyla yapılan denemeler sonucunda, ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Taş miktarındaki artışın, dönme sonuçları üzerinde değişime neden olduğu görülmektedir. Sıcaklık denemelerinde; 25° C ve 45° C ile 65° C arasında, istatistiksel olarak anlamlı farkların bulunduğu saptanmıştır. Sıcaklığın yükselmesiyle birlikte, kumaşın atkısının daha fazla hareket ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 5. Taş Yıkama Sonrası Dönme Test Sonuçları

#### 4.5. Çözgü ve Atkı Kopma Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 6'da çözgüde kopma mukavemeti için yapılan denemelerin ortalama sonuçları verilmiştir. Taş miktarı deneme sonuçlarına göre, 20 kg ve 30 kg taş uygulamalarında, sıcaklık ve süre atışıyla birlikte kopma değerlerinin düşüşe geçtiği net bir şekilde görülmektedir. Buna paralel bir durum atkı kopma mukavemetlerinde de 30 kg taş uygulamalarında (Şekil 7'de) görülmektedir. Deneme sonuçlarına göre, yıkamada uygulanan taş miktarının, süre ve sıcaklıkla etkileşerek, 20 kg ve üzerindeki miktarlarda, çözgü kopma mukavemeti üzerinde daha etkili bir parametre haline geldiği görülmektedir. Etkileşim tablosuna göre (Tablo 8) önemlilik değerinin taş miktarı, sıcaklık ve süre faktörleri için 0,05 değerinden düşük bulunması nedeniyle, bu faktörlerin üçünün de çözgü kopma mukavemeti üzerinde etkili ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Tablo 9'daki toplu karşılaştırma sonuçlarında, 10 kg ve 20 kg ile yapılan, taş miktarı denemeleri arasındaki farkların, çözgü kopma mukavemeti üzerinde anlamlı olmadığı görülmüştür. 30 kg'da yapılan deneme sonuçlarının ise çözgü kopma mukavemeti üzerinde daha etkili olduğu, bu nedenle taş miktarındaki bu artışın dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Şekil 7'de atkıda kopma mukavemeti için yapılan denemelerin ortalama sonuçları verilmektedir. Özellikle 30 kg taşla yapılan denemelerde, yıkama süresi ve sıcaklığın artmasıyla birlikte, atkı kopma mukavemetinin düşüş eğilimine geçtiği görülmektedir. 10 kg ve 20 kg taş miktarıyla yapılan yıkamalarda, düşüş net olarak görülmezken, 30 kg taş miktarıyla yapılan yıkamalarda, atkı kopma sonuçları, süre ve sıcaklıktaki artıştan negatif yönde etkilenmektedir.

Tablo 8. Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Çözgü Kopma Mukavemeti Üzerindeki Etkisi

Faktör	F	Önemlilik
MİKTAR	285,84	0
SICAKLIK	87,099	0
SÜRE	6,885	0,002

Tablo 9. Çözgü Kopma Değişkeni için Toplu Karşılaştırma Sonuçları (TUKEY HSD)

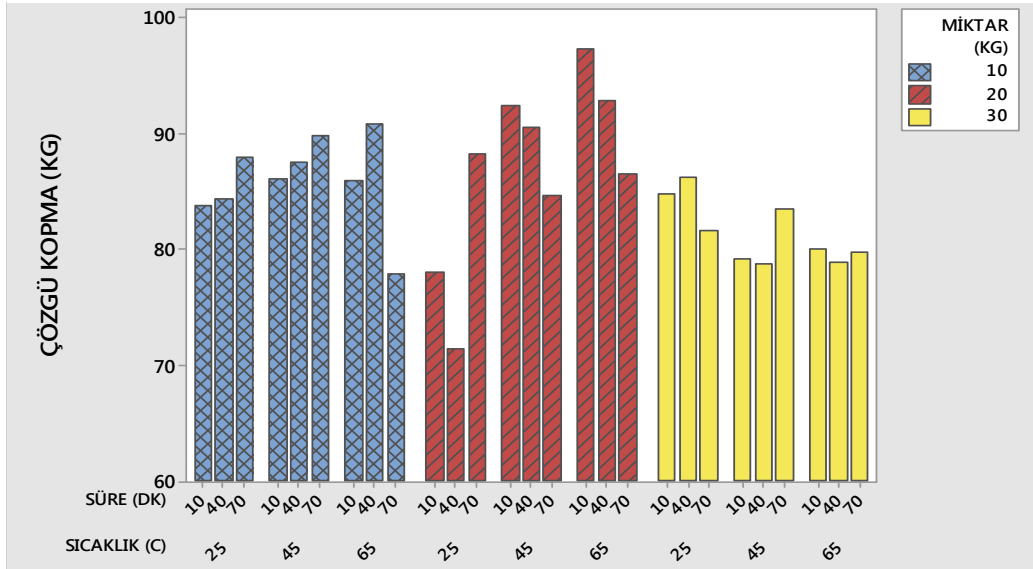
FAKTÖR	I	J	Fark (I-J)	Önem.
MİKTAR	10	20	-0,859	0,939
		30	4,585*	0
	20	30	5,444*	0,005
SICAKLIK	25	45	-2,933	0,099
		65	-2,641	0,304
	45	65	0,293	0,997
SÜRE	10	40	0,693	0,972
		70	0,856	0,906
	40	70	0,163	0,999

Tablo 10. Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Atkı Kopma Mukavemeti Üzerindeki Etkisi

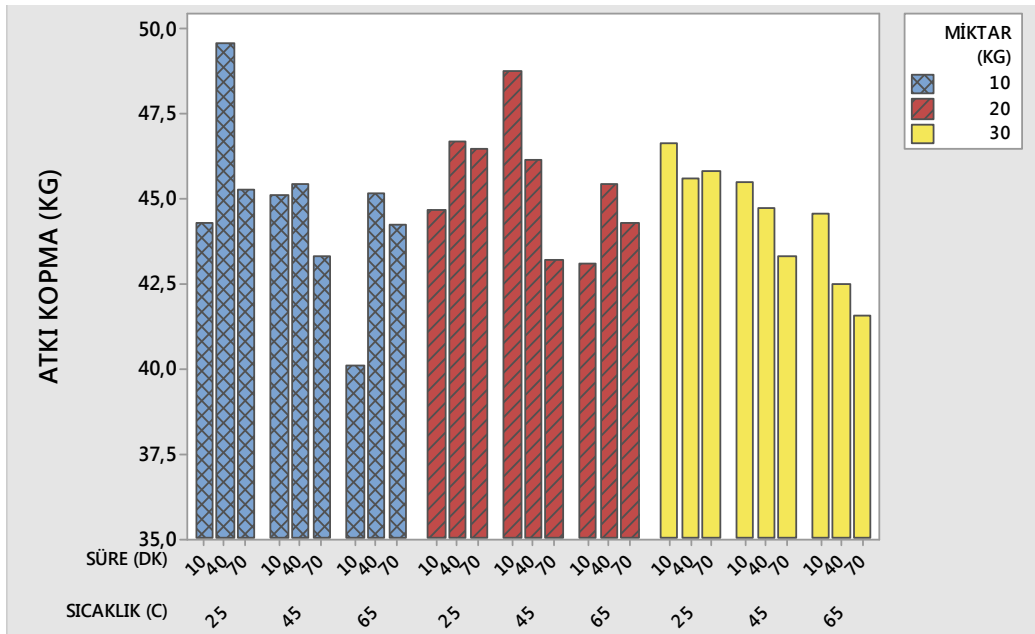
Faktör	F	Önemlilik
MİKTAR	6,235	0,004
SICAKLIK	47,356	0
SÜRE	15,843	0

Tablo 10'daki etkileşim tablosunda önemlilik değerlerinin 0,05'den düşük olduğu, miktar, sıcaklık ve süre faktörlerinin atkı kopma değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.





Şekil 6. Taş Yıkama Sonrası Çözümlü Kopma Sonuçları



Şekil 7. Taş Yıkama Sonrası Atkı Kopma Sonuçları

Tablo 11. Atkı Kopma Değişkeni için Toplu Karşılaştırma Sonuçları (TAMHANE)

FAKTÖR	I	J	Fark (I-J)	Önem.
MİKTAR	10	20	-,693*	0,04
		30	0,248	0,643
	20	30	,941*	0,004
SICAKLIK	25	45	1,074*	0,001
		65	2,670*	0
	45	65	1,596*	0
		65	1,596*	0
SÜRE	10	40	-,948*	0,003
		70	0,593	0,09
	40	70	1,541*	0

#### 4.5. Çözümlü ve Atkı Yırtılma Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 8'de taş yıkamalar sonrasında yapılan çözümlü yırtılma mukavemeti test sonuçları yer almaktadır. Tablo 12'deki analize göre, taş miktarı, sıcaklık ve sürenin çözümlü yırtılma mukavemeti üzerinde etkili faktörler olduğu görülmektedir. Süre ve miktar artışıyla birlikte taş yıkamada fiziksel olarak yıpranan kumaşın mukavemetinde düşüş net bir şekilde tespit edilmektedir.

Yıkamanın etkisinin yüksek olduğu 30 kg taş miktarı ve 70 dakika süreyle yapılan yıkama denemelerinde, kumaş mukavemetleri 4544 gr değerine düşmüş, ortalamada 2000 gr civarında kayıp yaşanmıştır. Tablo 13'deki karşılaştırma sonuçlarından görüldüğü üzere 10 kg ile yapılan yıkama denemelerinde elde edilen

değerlerin, daha yüksek taş miktarlarıyla yapılan denemelerden elde edilen değerlerden farklı olduğu görülmektedir. Süre seviyeleri arasındaki fark değerlerinin de, istatistiksel analiz sonuçlarına göre, çözgü yırtılma mukavemeti üzerinde etkili ve anlamlı farklar olduğu görülmektedir. Bu sonuç bize taş yıkama süresi ve taş miktarının yırtılma mukavemeti üzerinde, ne kadar etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

**Tablo 12.** Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Çözgü Yırtılma Mukavemeti Üzerindeki Etkisi

Faktör	F	Önemlilik
MİKTAR	152,932	0
SICAKLIK	7,795	0,001
SÜRE	523,16	0

**Tablo 13.** Çözgü Yırtılma Değişkeni için Toplu Karşılaştırma Sonuçları (TUKEY HSD)

FAKTÖR	I	J	Fark (I-J)	Önem.
MİKTAR	10	20	333,59*	0,009
		30	427,67*	0,001
	20	30	94,07	0,872
SICAKLIK	25	45	79,93	0,872
		65	94,11	0,867
	45	65	14,19	0,999
SÜRE	10	40	359,89*	0
		70	828,93*	0
	40	70	469,04*	0

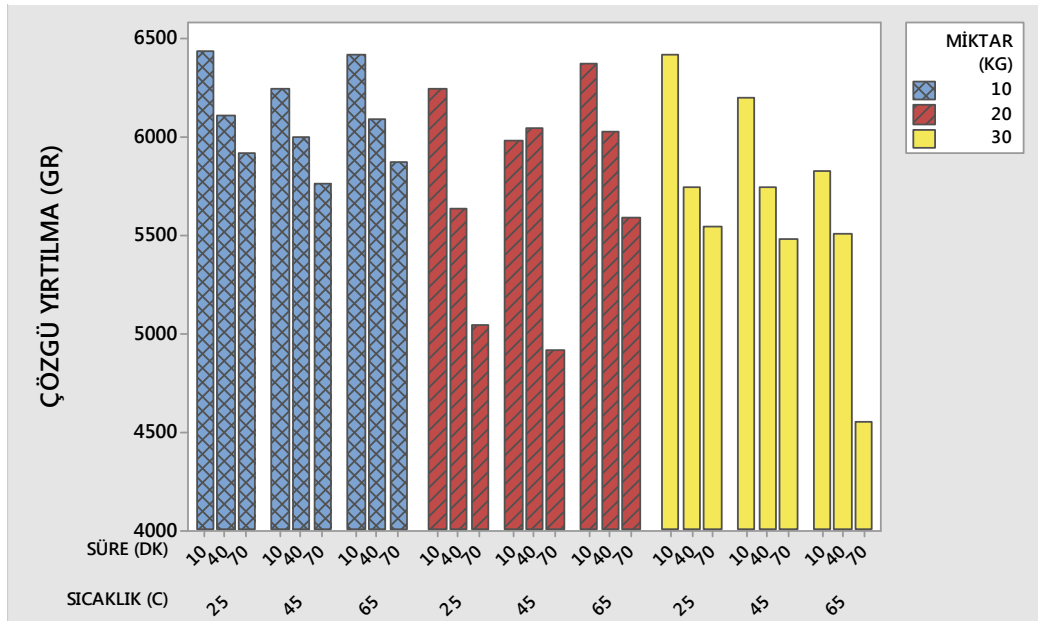
**Tablo 14.** Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Atkı Yırtılma Mukavemeti Üzerindeki Etkisi

Faktör	F	Önemlilik
MİKTAR	628,006	0
SICAKLIK	328,409	0
SÜRE	1370,405	0

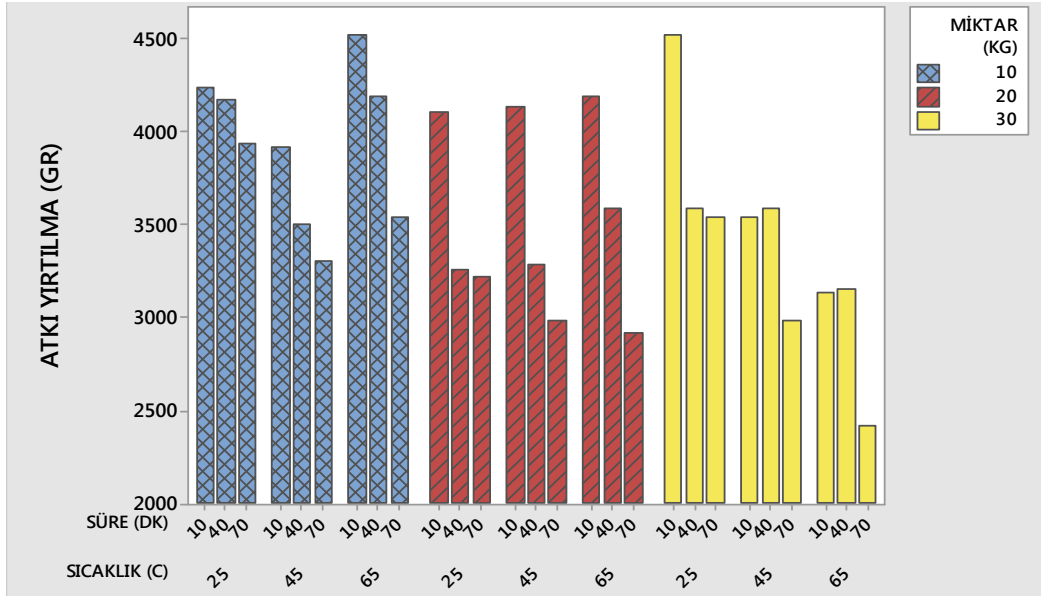
Tablo 14'de yer alan atkı yırtılma mukavemeti etkileşim analizine göre her 3 faktöründe önemlilik değerlerinin 0,05 değerinden küçük olması nedeniyle etkili ve anlamlı oldukları sonucuna varılmaktadır. Şekil 9'da atkı yırtılma mukavemetinin taş yıkama denemeleri sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, Şekil 8'de çözgü yırtılma mukavemetinde gördüğümüz taş miktarı ve yıkama süresi etkisinin, atkı yırtılma mukavemeti sonuçlarında da, aynı paralelde olduğu görülmektedir. Tablo 15'de yer alan karşılaştırma sonuçlarına göre, mukavemet değerleri, yıkama süresi ve taş miktarındaki artışa ters yönde bir eğilimle, atkı yönünde düşüş göstermektedir.

**Tablo 15.** Atkı Yırtılma Değişkeni için Toplu Karşılaştırma Sonuçları (TUKEY HSD)

FAKTÖR	I	J	Fark (I-J)	Önem.
MİKTAR	10	20	405,78*	0,004
		30	541,04*	0,000
	20	30	135,26	0,722
SICAKLIK	25	45	374,30*	0,005
		65	326,07	0,115
	45	65	-48,22	0,983
SÜRE	10	40	442,19*	0,001
		70	831,30*	0,000
	40	70	389,11*	0,002



**Şekil 8.** Taş Yıkama Sonrası Çözgü Yırtılma Sonuçları



Şekil 9. Taş Yıkama Sonrası Atkı Yırtılma Sonuçları

#### 4.6. Elastikiyet Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan denemelere ait elastikiyet test sonuçları aşağıdaki Şekil 13'de görülmektedir. Tablo 16'daki etkileşim tablosuna göre miktar, sıcaklık ve sürenin elastikiyet üzerinde etkili faktörler olduğu sonucuna varılmaktadır. Özellikle taş miktarının artmasıyla birlikte, atkı çekmesinde elde edilen sonuçlara benzer bir tablo elastikiyet değerlerinde de tespit edilmiştir.

Tablo 16. Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Elastikiyet Üzerindeki Etkisi

Faktör	F	Önemlilik
MİKTAR	68,079	0
SICAKLIK	12,5	0
SÜRE	13,368	0

Tablo 17. Elastikiyet Değişkeni için Toplu Karşılaştırma Sonuçları (TUKEY)

FAKTÖR	I	J	Fark (I-J)	Önem.
MİKTAR	10	20	,548*	0
		30	,859*	0
	20	30	,311*	0
SICAKLIK	25	45	-,370*	0
		65	-,222*	0,012
	45	65	0,148	0,125
SÜRE	10	40	,207*	0,02
		70	-,178	0,053
	40	70	-,385*	0

Tablo 17'de yer alan karşılaştırma sonuçlarından da görüldüğü üzere, taş miktarı arttıkça elastikiyet değerlerinde negatif bir eğilim ve düşüş olduğu tespit edilmektedir. Bu sonuçlara göre,

taş miktarının artmasıyla, atkıdaki elastanın etkisinin azaldığı görülmektedir. Buna bağlı olarak hem elastikiyet değerlerinde düşme, hem de yıkama sonrası atkı çekme yüzdelerinde düşüş ortaya çıkmaktadır.

#### 4.6. Kalıcı Uzama (Growth) Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 11'de bulunan kalıcı uzama test sonuçlarında miktar, sıcaklık, süre faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki gösterilmiştir. Tablo 18'deki etkileşim tablosunda yer alan sonuçlara göre önemlilik değerlerinin 0,05'den küçük olması nedeniyle taş miktarı, sıcaklık ve süre faktörlerinin kalıcı uzama üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 18. Süre, Sıcaklık ve Miktar Faktörlerinin Kalıcı Uzama Üzerindeki Etkisi

Faktör	F	Önemlilik
MİKTAR	5,167	0,009
SICAKLIK	18,167	0
SÜRE	24,667	0

Tablo 19'da yer alan karşılaştırma analizinde ise sürenin uzama ile, özellikle 10 dakikadaki değerlerle, daha uzun süreler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre yıkama süresinin artmasıyla birlikte kalıcı uzama değerlerinin de paralel olarak artışa geçtiği tespit edilmektedir. Kalıcı uzama değerleri elastikiyet değerleriyle genel olarak aynı eğilimde seyretmektedir. Daha uzun sürelerde yıkamalar yapıldığı zaman, elastikiyet değerlerinin de süreyle paralel olarak yükseldiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla yıkama süresinin artmasıyla birlikte kumaşın daha fazla esnediği, bunun sonucunda ise esneme sonrası geri eski haline gelme oranının düştüğü sonucuna varılmaktadır.

**Tablo 19.** Kalıcı Uzama değişkeni için Toplu Karşılaştırma Sonuçları (TUKEY HSD)

FAKTÖR	I	J	Fark (I-J)	Önem.
MİKTAR	10	20	-0,03	0,989
		30	-0,178	0,266
	20	30	-0,148	0,426
SICAKLIK	25	45	,356*	0,003
		65	0,148	0,328
	45	65	-0,207	0,129
SÜRE	10	40	-0,237	0,05
		70	-,415*	0
	40	70	-0,178	0,189

## 5. SONUÇLAR

Taş yıkama süresinin artmasıyla birlikte gramaj değerlerinde de artış tespit edilmiştir. Kumaşın en ve boydaki daralmasına bağlı olarak atkı ve çözgü sıklıklarındaki artıştan dolayı gramajlarda da aynı yönde eğilim görülmüştür.

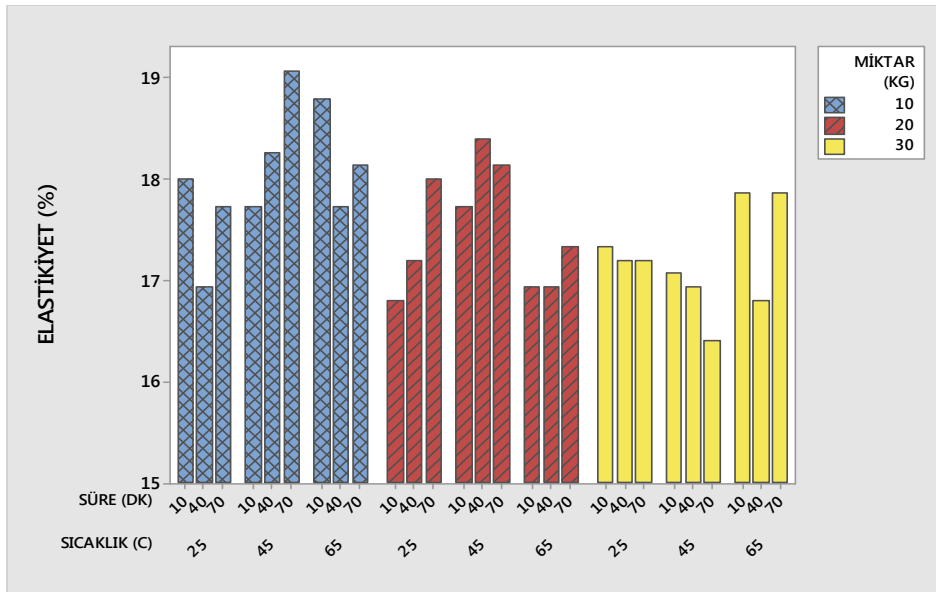
Yıkama sonrası boyutsal değişimin etkiyle sıcaklık ve süre artışının en değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Süre sıcaklık ve taş miktarı parametrelerinin üçünün de çözgü çekmesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Üç parametrelerdeki artışın da çözgü çekme oranlarında kademeli olarak artış yönünde etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sıcaklık ve süre değişkenlerindeki yükselme, atkı çekme yüzdelere de yükseltmektedir. Taş miktarındaki artış ise ters yönde etki ederek atkı çekmelerini düşürmektedir. Taş miktarının artmasıyla birlikte atkı ipliğinde bulunan elastanın yıpranma oranı da artmaktadır. Dolayısıyla yıkama sonrası oluşan atkı yönündeki daralma da, elastanın etkisinin düşmesiyle azalmaktadır.

Taş miktarındaki artışla birlikte atkının negatif (-) değerlerden, pozitif yöne doğru (+) ilerlediği tespit edilmektedir. Bu durum taş miktarının artmasıyla birlikte atkının diğer yöne daha fazla

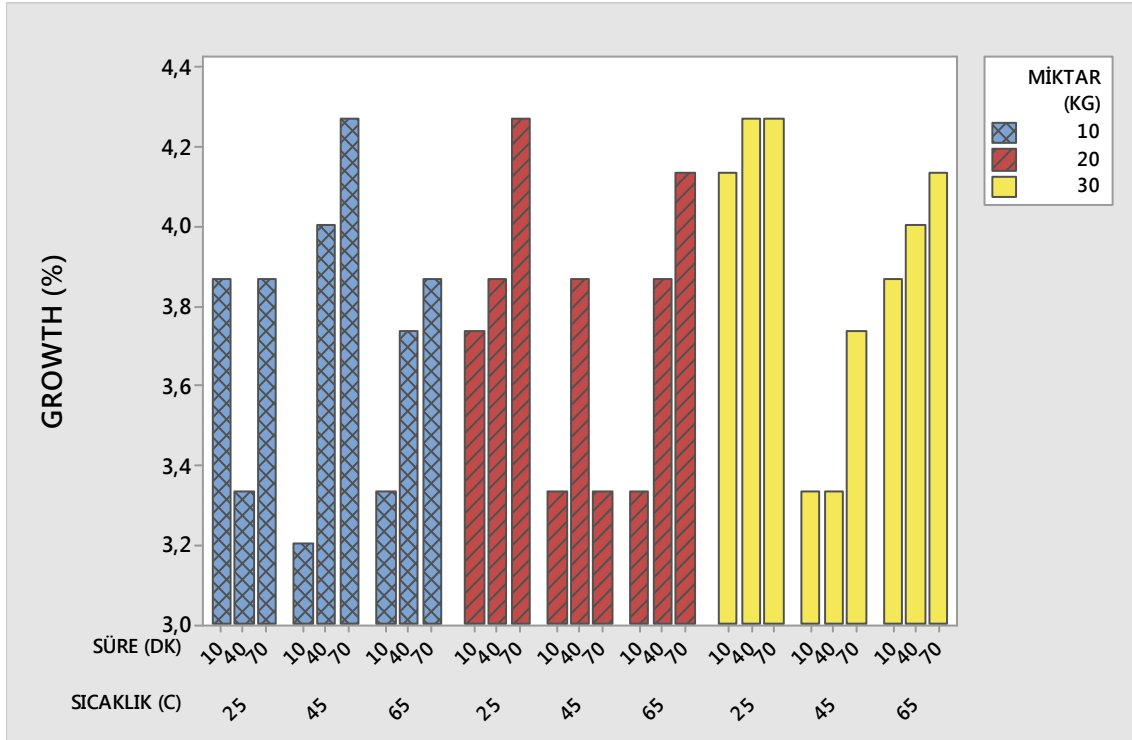
hareket ettiğini, bu nedenle dönme sonuçlarının yükseldiği sonucunu ortaya koymaktadır. Sıcaklıktaki artış, taş miktarında olduğu gibi değerleri negatif (-) yönden pozitif yöne doğru kaydırmaktadır. Dolayısıyla, atkının bu yönde sıcaklık artışıyla birlikte hareket eğiliminde olduğu görülmektedir.

Atkı ve çözgü kopma mukavemetlerinde taş miktarının önemli bir parametre olduğu görülmüştür. Atkı mukavemetinde sadece 30 kg taşla yapılan yıkamalarda, çözgü kopma mukavemetinde ise 20 ve 30 kg taşla yapılan yıkamalarda, elde edilen sonuçların süre ve sıcaklık artışıyla kademeli olarak düşüşe geçtiği tespit edilmiştir. Buradaki taş miktarının ancak yeterli seviyede kullanılması durumunda, sıcaklık ve süre etkisinin anlamlı olacağı sonucuna varılmaktadır. Yırtılma mukavemetlerinde, özellikle süre ve taş miktarı parametrelerinin belirgin şekilde etkisi mevcuttur. Taşlama süresi arttıkça, lifler mekanik olarak zarar görmekte, bir kısmı parçalanmakta ve denim kumaştan uzaklaşmaktadır. Süre parametresinin artışıyla birlikte, taş yıkamayla fiziksel olarak yıpranan kumaşın mukavemetinde net bir düşüş yaşanmıştır. Taş miktarı da süre gibi yüksek miktarda kullanıldığı zaman yırtılma mukavemetlerinde belirgin şekilde düşüş yaşatmaktadır.

Taş miktarının artmasıyla birlikte, atkı çekmesine benzer bir etkileşim elastikiyet değerlerinde de görülmektedir. Taş miktarı arttıkça elastanın etkisi azalmakta bunun sonucu olarak,, elastikiyet değerlerinde negatif bir eğilim ve düşüş yaşanmaktadır. Buna bağlı olarak ölçülen elastikiyet değerlerinde de düşüş görülmüştür. Yıkama süresinin artmasıyla birlikte kalıcı uzama değerlerinin de paralel olarak artışı tespit edilmektedir. Elastikiyetin süreyle ilişkisinde, elastikiyet değerlerinin de sürenin artmasıyla artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla kumaşın yıkama süresi artışıyla daha fazla esnediği, bunun sonucunda ise esneme sonrası geri eski haline gelme oranının düştüğü sonucuna varılmaktadır.



Şekil 10. Taş Yıkama Sonrası Elastikiyet Sonuçları



Şekil 11. Taş Yıkama Sonrası Kalıcı Uzama (Growth) Sonuçları

## KAYNAKLAR

1. Karagöz, G., (2009), *Denim Yıkama İşlemlerinde Ortaya Çıkan Zararlar Nedenleri ve Çözüm Olanakları*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
2. Türkant, B., *Türkiye'nin Denim Kumaş ve Konfeksiyon Dış Ticareti ile Dünya Denim Pazarı için 2014 Tahminleri*, www.itkib.org.tr, Erişim Tarihi : 20.09.2016
3. Bağır, İ.C., (2011), *Denim Yıkamada Karşılaşılan Sorunlar Ve Bunlara Yönelik Çözüm Önerileri*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
4. Card, A., Moore, M.A., Ankeny, M., (2006), *Garment Washed Jeans: Impact of Launderings on Physical Properties*, International Journal of Clothing Science and Technology, 18(2), 43-52.
5. Aslan, M., Körlü, A., (2009), *Selüloz Enziminin Denim Yıkamada Kullanımı*, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(1), 11-23.
6. Khedher, F., Dhouib, S., Msahli, S., Sakli, F., (2009), *The Influence of Industrial Finishing Treatments And Their Succession on The Mechanical Properties of Denim Garment*, Autex Research Journal, 9(3), 93-100.
7. Yi, C.M., (2011), *Effect of Washing on Tensile Strength of Denim Fabrics*, A Thesis Degree of Bachelor of Arts (Honours) Scheme in Institute of Textiles & Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
8. Khan, M.M.R., Mondal, M.I.H., Uddin, M.Z., (2011), *Effect of Bleach Wash on The Physical and Mechanical Properties of Denim Garments*, International Conference on Mechanical Engineering, 87-93, Dhaka, Bangladesh.
9. Nergis, A., Oğulata, R.T., (2016), *Denim Kumaşlarda Farklı Yıkama Proseslerinin Kumaş Performans Özelliklerine Etkisi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
10. ASTM D3776 - 09a, (2013), *Standard Test Methods for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric*, ASTM International.
11. ASTM D3774 - 96, (2016). *Standard Test Method for Width of Textile Fabric*, ASTM International.
12. LS&CO. METHOD-2, (2004), *Skew Movement Method In Laundering*, Levi's Strauss&Co. Test Standards.
13. ASTM D5034 - 09, (2013), *Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Textile Fabrics (Grab Test)*, ASTM International.
14. TS EN ISO 5077, (2012), *Tekstil-Yıkama ve Kurutmada Boyut Değişmesinin Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
15. ASTM D1424 - 09, (2013), *Standard Test Method For Tearing Strength of Fabrics By Falling -Pendulum (Elmendorf - Type) Apparatus*, ASTM International.
16. ASTM D3107 - 07, (2015). *Standard Test Methods for Stretch Properties of Fabrics Woven from Stretch Yarns*, ASTM International.