

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet NERGİS

**DENİM KUMAŞLARDA FARKLI YIKAMA PROSESLERİNİN
KUMAŞ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2016

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DENİM KUMAŞLARDA FARKLI YIKAMA
PROSESLERİNİN KUMAŞ PERFORMANS
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Ahmet NERGİS

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez .../.../2016 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. R.Tuğrul OĞULATA
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. Serin MEZARCIÖZ
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Halil ÖZDEMİR
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DENİM KUMAŞLARDA FARKLI YIKAMA
PROSESLERİNİN KUMAŞ PERFORMANS
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Ahmet NERGİS

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Tuğrul OĞULATA
Yıl: 2016, Sayfa: 155
Jüri : Prof. Dr. Tuğrul OĞULATA
: Doç. Dr. Serin MEZARCIÖZ
: Yrd. Doç. Dr. Halil ÖZDEMİR

Bu tez çalışmasında, yıkama koşullarının denim kumaş performansı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla, seçilmiş orta oz/yd² gramajlı bir denim kumaşa 4 farklı yıkama reçetesi baz alınarak, farklı koşullarda yıkamalar yapılmıştır. Çalışmada, denim yıkama endüstrisinde yoğun şekilde kullanılan bitim işlemlerinden, rins, enzim, taş ve taşlı ağartma yıkama reçetelerinde incelemeler yapılmıştır. Test sonuçlarının analizinde yıkama reçetelerinde uygulanan süre, sıcaklık ve kullanılan taş, enzim ve ağartıcı oranları bağımsız değişken, gramaj, en, yıkama sonrası boyutsal stabilite, dönme, çözgü uzama, katılık, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve elastikiyet ve kalıcı uzama değerleri ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. SPSS 22 istatistiksel veri analizi paket programı ile Çok Değişkenli Genel Lineer Model uygulanmıştır. Böylece seçilen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri istatistiksel olarak değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denim, yıkama, rins, enzim, taş, ağartma

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT WASHING PROCESSES ON FABRIC PERFORMANCE CHARACTERICS OF DENIM FABRICS

Ahmet NERGİS

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Year: 2016, Pages: 155

Jury : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

: Assoc Prof. Dr. Serin MEZARCIÖZ

: Asst Prof. Dr. Halil ÖZDEMİR

In this study, for investigating the effects of washing conditions on denim fabric performance, some washing trials in different conditions have been applied on a selected mid-oz/yd² weight denim fabric based on 4 different washing recipe. Investigations have been made on rince, enzyme, stonewash and stone bleach recipes which are intensively used finishing process in denim washing industry. For analysing the test results, weight, width, dimensional stability after washing, movement, warp elongation, stiffness, tensile strength, tear strength, elasticity and growth measurements were evaluated as dependent (response) variables. Duration, tempature, enzyme, bleaching agent, stone rates of applied washing recipes were taken as independent variables. Multivariate General Lineer Model was applied by using SPSS 22.0 software package and so effects of selected independent variables on the response variables were evaluated as statistically and results were interpreted.

Key Words: Denim, washing, rince, enzyme, stone, bleach

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Günümüzde, denim kumaştan yapılan giyim eşyaları, her yaştan ve her kesimden insanın ‘‘yüksek moda ürünü giysiler’’ olarak algıladığı tekstil ve konfeksiyon mamulleridir.

Tekstil sanayinde 80’li yıllarda yapılan büyük atılım, denim üretimine de yansımış ve birçok uluslararası markanın, denim üretimlerini Türkiye’ye kaydırmasıyla başlayan ihracata yönelik blue jeans üretimi, büyük bir artış kaydetmiştir. Türkiye’nin toplam ihracatı içinde denim kumaşlar %5,2, denim giysiler ise Türkiye toplam hazır giyim ve konfeksiyon ihracatından %9,4 pay almaktadır. Bu pay sadece dokuma konfeksiyon mamulleri düşünüldüğünde %28’lere yükselmektedir.

Denim kumaşların temel özelliği, yıkandıkça rengi açılan indigo boyarmadde ile boyanmış olmasıdır. Yıkama oldukça zor ve deneyim gerektiren aşamalardan oluşur. Bu konuda yapılan araştırmalar ve deneyler sonrasında ortaya çıkan formüller, yıkanan kumaşlardan farklı renk ve etkiler elde edilmesini sağlar. Zamanla kullanılmış görünümlü denim mamullere eğilimin artmasıyla, yıkama işletmelerinde kumaşlar, bir takım aşındırma işlemlerinden de geçirilmeye başlanmıştır. Bu amaçla, denim kumaştan üretilmiş mamullere, kumlama, zımparalama, lazer vb. gibi fiziksel; taş yıkama, enzim yıkama, enzim-taş yıkama, ağartma, vb. gibi kimyasal eskitme işlemleri uygulanabilmektedir.

Denim ürünlerin yıkanması, gerek giysi halinde gerekse kumaş halinde gerçekleştirilebilmektedir. Giysi haline gelmeden önce kumaş halinde yapılan yıkama işlemlerinde amaç, denim kumaşların renklerini açmak, kumaşta çekme dayanımı sağlamak ve ham kumaştaki sert tutumu gidermektir. Giysi halinde yapılan yıkamalar ise, bitmiş tekstil ürünlerin genellikle döner tamburlu giysi makinelerinde çeşitli esaslara göre yıkanması şeklinde gerçekleşmektedir

Denim üretim aşamalarında, yapılan endüstriyel yıkamaların etkisiyle, kumaş üzerinde oluşan en küçük değişimler bile, dikilmiş ürünler üzerinde büyük

sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle yıkama prosesinin dikkatle incelenmesi ve iyi analiz edilmesi gerektiği şüphesizdir. Yıkama prosesleri içindeki değişimlerin incelenmesi ve bunların istatistiksel olarak geniş bir perspektifte değerlendirilmesi, etkili faktörlerin ortaya çıkarılması bitmiş ürünlerdeki yaşanacak sorunlar hakkında önceden fikir edinmek amacıyla büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında, yıkama koşullarının denim kumaş performansı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla, seçilmiş orta oz/yd² gramajlı bir denim kumaşa 4 farklı yıkama reçetesi baz alınarak, farklı koşullarda yıkamalar yapılmıştır. Çalışmada, denim yıkama endüstrisinde yoğun şekilde kullanılan bitim işlemlerinden, rins , enzim, taş ve taşlı ağartma yıkama reçetelerinde incelemeler yapılmıştır. Test sonuçlarının analizinde yıkama reçetelerinde uygulanan süre, sıcaklık ve kullanılan taş, enzim ve ağartıcı oranları bağımsız değişken, gramaj, en, yıkama sonrası boyutsal stabilite, dönme, çözgü uzama, katılık, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve elastikiyet ve kalıcı uzama değerleri ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. SPSS istatistiksel veri analizi paket programı ile “ok Değişkenli Genel Lineer Model” uygulanmıştır. Böylece seçilen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri istatistiksel olarak değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, rins yıkama sonuçları değerlendirildiğinde; gramaj sonuçlarının, sürenin artmasına paralel olarak artış yönünde bir eğilimde olduğu görülmüştür. Rins yıkama sonrası elde edilen en değerlerinin ise, yıkama süresinin uzamasıyla birlikte düşmekte olduğu görülmektedir. Uygulama yapılan kumaş, atkı yönünde elastan bir kumaştır. Yıkamanın etkisiyle birlikte kumaşı oluşturan atkı ve çözgü iplikleri arasındaki mesafenin daralmasıyla birlikte en sonuçlarında da değişim görülmüştür. Gramaj değerleri de bu daralmayla birlikte birim alandaki iplik sayısının artmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Sıcaklığın ise, hem en hem de kumaş gramajı üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Çekme testlerine bakıldığında, hem atkı yönünde hem de çözgü yönünde sürenin artışıyla birlikte çekme miktarlarında da artış gözlenmiştir. Dönme sonuçlarında ise, süre

parametresine göre yıkamanın uzamasıyla birlikte dönme değerinin bir miktar azaldığı görülmektedir. Dönme değeri atkının hareketine bağlı olduğundan yıkama süresinin artmasıyla birlikte atkı daha az hareket ederek dönme değerindeki değişimin de azalmasına yol açtığı görülmektedir. Katılık sonuçlarında sıcaklığın pek etkili olmadığı görülmektedir. Sürenin 15 dakika ve daha uzun olması durumunda ise, katılık değerinin arttığı görülmektedir. Elastikiyet ve kalıcı uzama sonuçlarına bakıldığında, hem süre hem de sıcaklıkla tek başına bir ilişki içinde olmasa da, süre ve sıcaklık faktörleri bir arada etkileşim içindeyken özellikle 15 dakika ve üzerindeki yıkamalarda sıcaklık artışıyla birlikte elastikiyet ve kalıcı uzama değerlerinde yükselme görülebileceği gözlenmiştir.

Enzim yıkama sonuçları değerlendirildiğinde; sıcaklık ve enzim aktivasyon değişiminin kumaş performansı üzerinde çok önemli bir etken olduğu görülmüştür. Özellikle sıcaklığın enzim aktivasyonunu üst seviyeye taşıdığı 45 °C sıcaklıkta, kumaş performans sonuçlarının belirgin bir şekilde etkilendiği tespit edilmiştir. Enzim yıkamadaki kumaş gramajının sıcaklık değişimine bağlı olarak değiştiği, yıkama sıcaklığının gramaj üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Sıcaklık, süre ve enzim oranının, en, çözgü çekmesi ve atkı çekmesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. En değişimlerdeki en etkili parametrenin süre olduğu görülmektedir. Sürenin uzamasıyla ende daralma artarak gerçekleşmiştir. Atkı çekmelerinin de bu durumla orantılı olarak yükseldiği görülmüştür. Boyda yaşanan daralmaya bağlı olarak çözgü çekmesinde yükselme tespit edilmiştir. Çözgü uzaması yıkama süresi ve yıkama sıcaklığından etkilenmektedir. Süre artışıyla uzamada artış görülmektedir. Sıcaklık artışı da yine boyuna esneme artış yönünde eğilim görülmüştür. Katılık testine göre, enzim miktarının artışıyla, katılık değerlerinde de artış yani kumaşlarda sertleşme gözlenmiştir. Sıcaklık ve sürenin uzaması da katılık sonuçlarını artıran diğer parametredir. Kopma ve yırtılma mukavemetlerinde en önemli faktör sıcaklıktır. Sıcaklığın enzim aktivasyonunu etkilemesi nedeniyle, 45 °C’ de yapılan denemelerde mukavemet olarak en düşük sonuçlar bu sıcaklıkta elde edilmiştir. 45 °C’ den daha sıcak yıkamalarda enzim

aktivasyonunda görülen düşme nedeniyle mukavemetlerde azalmalar görülmüştür. Süre de enzim yıkama üzerinde etkili bir değişkendir. Enzim yıkamanın süresi uzadıkça mukavemet değerlerinde azalma görülmektedir. Enzim miktarlarının belirli bir noktaya kadar artışı, mukavemette düşme yaşanmasına neden olmaktadır, sonrasında ise gelen değerlerin sabit seyrettiği görülmüştür.

Taş yıkama sonuçları irdelendiğinde, yıkama süresinin artmasıyla birlikte gramaj değerlerinde 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 etkisiyle, sıcaklık ve süre artışının, en değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Süre, sıcaklık ve enzim miktarı parametrelerinin üçünün de çözgü çekmesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Üç parametredeki artışın da, çözgü çekme oranlarında kademeli olarak artış yönünde etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sıcaklık ve süre değişkenlerindeki yükselme, atkı çekme sonuçlarındaki daralma yüzdelerini de yükseltmektedir. Taş miktarındaki artış ise ters yönde etki ederek atkı çekmelerindeki daralmayı düşürmektedir. Taş miktarının artmasıyla birlikte kumaşın atkı ipliğinde bulunan elastana verdiği yıpratma da artmaktadır. Dolayısıyla, atkı yönündeki daralma da elastanın etkisinin düşmesiyle azalmaktadır. Taş miktarındaki artışla birlikte atkının negatif (-) değerlerden, pozitif yöne doğru (+) ilerlediğini görmekteyiz. 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 olduğunu söyleyebiliriz. Atkı ve çözgü kopma mukavemetlerinde taş miktarının önemli bir parametre olduğu görülmüştür. Atkı mukavemetinde 30 kg taşla yapılan yıkamalarda, çözgü kopma mukavemetinde 20 ve 30 kg taşla yapılan yıkamalarda süre ve sıcaklık artışıyla kademeli olarak düşüş görülmüştür. Buradaki

taş miktarının ancak yeterli seviyede kullanıldığı takdirde, sıcaklık ve süre etkisinin görüldüğü 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 ve artışıyla birlikte taş yıkamada fiziksel olarak yıpranan kumaşın mukavemetinde net bir düşüş yaşanmıştır. Taş miktarı da süre gibi yüksek ağırlıkta kullanıldığı zaman yırtılma mukavemetlerinde belirgin şekilde düşüş yaşatmaktadır. Taş miktarının artmasıyla birlikte atkı çekmesine benzer bir etkileşim elastikiyet değerlerinde de görülmektedir. Taş miktarı arttıkça elastikiyet değerlerinde negatif bir eğilim ve düşüş yaşanmaktadır. Taş miktarının artmasıyla, atkıdaki elastanın etkisinin azalmaktadır. 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.

Taşlı ağartma yıkama sonuçlarında, yüksek sıcaklık, süre ve ağartıcı oranında yapılan yıkamalarda kumaşın atkı ipliğindeki elastanın zarar görmesi nedeniyle kumaş performansını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Gramaj test sonuçlarında 45 °C sıcaklık değerine çıkana kadar gramaj sonuçları en ve boydaki daralmaya bağlı olarak artmaktayken, 40 dakikadan uzun yıkamalarda, sıcaklık olarak ise 45 °C'den uzun değerlerde, endeki daralmanın düşmesi neticesinde gramaj değerlerinde de düşüş görülmektedir. Bu durum, elastanın zarar görmesi nedeniyle oluşmuştur. Elastan etkisindeki düşüş, atkı çekmesini de negatif yönde etkilemiştir. Gramaj ve en değerlerindeki eğilimde olduğu gibi, atkı çekmesinde de elastandan dolayı, önce yükselme görülmüş olup, daha sonra enin genişlemesiyle çekme oranında düşüş gerçekleşmiştir. Çözgü çekmesi sonuçlarını etkileyen temel parametrenin aslında ağartma süresi olduğu görülmektedir. Ağartma süresinin

artmasıyla birlikte çözgü yönünde daralma oranı da artmıştır. Çözgü çekmesi sıcaklıkla değişime bakıldığında ise 45 dereceye kadar çekme test sonuçlarının yükseldiği, daha sonra düşüşe geçtiği görülmektedir. Bu durum elastandan kaynaklı olarak, atkı çekmelerindeki değişimin etkisiyle çözgü çekmelerinin de bundan etkilenererek aynı yönde değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çözgü uzamasındaki değişimde sürenin önemli bir parametre olduğu görülmektedir. Uzun ağartma sürelerinde özellikle 40 dakika üzerinde, çözgüdeki daralmaya bağlı olarak çözgüdeki esnekliğin de arttığı görülmüştür. Sıcaklık, süre ve ağartıcı oranlarının artışıyla birlikte hem atkı hem de çözgü yönünde kopma mukavemetlerinin düşüşe geçtiği görülmüştür. Bu parametrelerin kullanımı esnasında çok dikkatli olunması gerektiği, aksi halde mukavemet oranlarının aşırı düşmesiyle kumaşın kullanılamayacak hale gelme tehlikesi yaşanabileceği sonucuna varılmaktadır. Benzer durum daha belirgin şekilde atkı ve çözgü yırtılma mukavemetlerinde de görülmüştür. Yırtılma mukavemetlerinde, sıcaklık, süre ve ağartıcı miktarlarının üçünün de birbirleriyle etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan etkinin çok yüksek olduğu görülmüştür. Kumaşın ağartıcıdan ciddi şekilde etkilendiği, bu etkilenme neticesinde kumaşın mukavemetlerinde yüksek oranlarda düşüş ortaya çıkmaktadır. Yapılan denemelere ait elastikiyet sonuçları yıkama süresinin artışıyla birlikte 40 dakikaya kadar yükselmekte iken, bu sürenin uzamasıyla elastanın zarar görmesi sonucu, düşüşe geçmiştir. Uzun sürelerde elastanın etkinliğinin düşmesiyle, elastikiyet, atkı çekmesi ve gramaj değerleri düşmüş, kumaş eni ise genişlemiştir. Elastanın zarar görmesinde ağartıcı oranı da etkili olmuştur. Ağartıcı konsantrasyonunun artmasıyla elastikiyette düşüş görülmektedir.. Kalıcı uzama ve elastikiyet arasındaki ilişki paralel değişim göstermektedir. Ağartma süresinin uzamasıyla yükselişte olan kalıcı uzama değerinin, elastanın zarar görmesiyle birlikte elastikiyetle birlikte paralel olarak düşüşe geçmiştir. Yine burada da elastanın zarar görmesi sonucu kumaşın esneme sonrası geri dönme oranlarının negatif yönde etkilendiği görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile daima bana yol gösteren danışman hocam sayın Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA'ya, Yardımlarını benden esirgemeyen hocam sayın Doç. Dr. Serin Mavruz MEZARCIÖZ'e,

Yıkamaların yapılmasında emeği geçen çalışma arkadaşım Gökmen YALÇIN ve tüm yıkama laboratuvarı ekibine, testlerin yapılmasında emeği geçen çalışma arkadaşım Aynur Çay ÇALPAN ve tüm testler laboratuvarı ekibine,

Bu çalışmanın hazırlanmasında bana tüm imkanları sağlayan, Türk tekstil sektöründe bir çok kişinin yetişmesine ve sektörün gelişmesine çok büyük katkıları olan BOSSA DENİM İŞLETMELERİ' ne,

Her zaman desteklerini hissettiğim anneme ve babama, göstermiş olduğu anlayış ve desteklerinden dolayı eşim Nimet NERGİS ve kızım Ceren NERGİS' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR	IX
İÇİNDEKİLER.....	X
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XIV
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Denim Kumaşların Tarihçesi.....	2
1.2. Türkiye’de Denimin Yeri ve Önemi	4
1.3. Denim Kumaşların Genel Özellikleri.....	5
1.4. Denim Yıkama İşlemleri	9
1.5. Çalışmanın Amaç ve Önemi.....	9
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	11
3.MATERYAL VE METOD	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metod	21
3.2.1. Denim Kumaşlara Uygulanan Yıkama İşlemleri.....	21
3.2.1.1. Rins Yıkama	22
3.2.1.2. Enzim Yıkama	24
3.2.1.3. Taş Yıkama.....	28
3.2.1.4. Taşlamalı Ağartma Yıkama.....	31
3.3. Denim Kumaşlara Uygulanan Fiziksel Testler.....	34
3.3.1. Kumaş Gramajı.....	35
3.3.2. En Kontrolü	36
3.3.3. Katılık Testi	36
3.3.4. Çözgü Uzaması Testi.....	38

3.3.5. Dönme Testi	39
3.3.6. Kopma Mukavemeti	39
3.3.7. Yırtılma Mukavemeti	40
3.3.8. Yıkama Sonrası Boyutsal Stabilite (Çekme) Testi	42
3.3.9. Elastikiyet ve Kalıcı Uzama Testleri	42
3.4. İstatistiksel Veri Analizi	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	45
4.1. Rins Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	45
4.1.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	45
4.1.2. Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi	46
4.1.3. Çözümlü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	47
4.1.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	48
4.1.5. Dönme Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	49
4.1.6. Çözümlü Uzama Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	50
4.1.7. Katılık Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	51
4.1.8. Çözümlü Kopması Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	52
4.1.9. Atkı Kopması Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	53
4.1.10. Çözümlü Yırtılma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	54
4.1.11. Atkı Yırtılma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	54
4.1.12. Elastikiyet Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	55
4.1.13. Kalıcı Uzama Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	56
4.2. Rins Yıkama Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatistiksel Analizi	57
4.3. Enzim Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	65
4.3.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	65
4.3.2. Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi	67
4.3.3. Çözümlü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	67
4.3.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	68
4.3.5. Dönme Sonuçlarının Değerlendirilmesi	69
4.3.7. Katılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	71

4.3.8. Çözüğü Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	72
4.3.9. Atkı Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi	73
4.3.10. Çözüğü Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	74
4.3.11. Atkı Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi	75
4.3.12. Elastikiyet Sonuçlarının Değerlendirilmesi	76
4.3.13. Kalıcı uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	77
4.4. Enzim Yıkama Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatiksel Analizi	78
4.5. Taş Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	87
4.5.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	87
4.5.2.Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi	88
4.5.3. Çözüğü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	89
4.5.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	90
4.5.5. Dönme Sonuçlarının Değerlendirilmesi	91
4.5.6. Çözüğü uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi	92
4.5.7. Katılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	93
4.5.8. Çözüğü Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	94
4.5.9. Atkı Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi	95
4.5.10. Çözüğü Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	96
4.5.11. Atkı Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi	97
4.5.12. Elastikiyet Sonuçlarının Değerlendirilmesi	98
4.5.13. Kalıcı uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	99
4.6. Taş Yıkama Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatiksel Analizi.....	100
4.7. Taşlı Ağartma Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi	109
4.7.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	109
4.7.2.Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi	111
4.7.3. Çözüğü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	112
4.7.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	113
4.7.5. Dönme Sonuçlarının Değerlendirilmesi	114
4.7.6. Çözüğü uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi	114

4.7.7. Katılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	115
4.7.8. Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	116
4.7.9. Atkı Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi	117
4.7.10. Çözgü Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	118
4.7.11. Atkı Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi	119
4.7.12. Elastikiyet Sonuçlarının Değerlendirilmesi	120
4.7.13. Kalıcı uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	121
4.8. Taşlı Ağartma Yıkaması Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatiksel Analizi.....	122
5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	131
5.1. Çalışmanın Özeti	131
5.2. Çalışmanın Sonuçları	131
5.2.1.Rins Yıkama	132
5.2.2. Enzim Yıkama	133
5.2.3. Taş Yıkama.....	134
5.2.4. Taşlı Ağartma Yıkama.....	136
5.3. Daha Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler	138
KAYNAKLAR.....	139
ÖZGEÇMİŞ.....	143
EKLER	144

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Numune iplik ve kumaş özellikleri	19
Çizelge 3.2. Boyamada Uygulanan Proses Adımları.....	20
Çizelge 3.3. Uygulanan Bitim Proses Adımları	20
Çizelge 3.4. Rins Yıkama Reçetesi	23
Çizelge 3.5 Rins Yıkamada Parametreler.....	23
Çizelge 3.6. Enzim Yıkama Reçetesi	26
Çizelge 3.7. Enzim Yıkamada Parametreler.....	27
Çizelge 3.8. Taş Yıkama Reçetesi.....	29
Çizelge 3.9. Taş Yıkamada Parametreler	30
Çizelge 3.10. Taşlamalı Ağartma Reçetesi.....	32
Çizelge 3.11. Taşlamalı Ağartmada Parametreler	33
Çizelge 3.12. Denim Kumaşlara Uygulanan Test Metotları ve Kısaltmalar	34
Çizelge 4.1. Normal Dağılıma Uygunluk Sonuçları.....	58
Çizelge 4.2. Rins Yıkama Varyans Analiz Sonuçları.....	60
Çizelge 4.3. Enzim Yıkama Varyans Analiz Sonuçları.....	79
Çizelge 4.4. Taş Yıkama Varyans Analiz Sonuçları	101
Çizelge 4.5. Taşlı ağartma Yıkama Varyans Analiz Sonuçları	123



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Denim Kumaşlarda Ön ve Arka Görünüm	6
Şekil 1.2.	Denim Kumaşlarda S ve Z Dimi Örgüler	6
Şekil 3.1.	Denim Yıkama Makinesi	22
Şekil 3.2.	Ponza Taşı.....	28
Şekil 3.3.	Kumaş Gramaj Numune Kesici ve Hassas Terazisi	35
Şekil 3.4.	Stiffnes Ölçüm Cihazı.....	37
Şekil 3.5.	Katılık Testi Diagonal Numune Alma Şeması.....	37
Şekil 3.6.	Çözüğü Uzaması Testi Numune Hazırlama Şeması	38
Şekil 3.7.	Dönme Testi Yapılacak Kumaş ve Dönme Çizgisinin Çizilmesi	39
Şekil 3.8.	Kopma Mukavemet Cihazı	40
Şekil 3.9.	Yırtılma Mukavemeti Testi Numune Boyutları	41
Şekil 4.1.	Rins Yıkama Sonrası Gramaj Test Sonuçları	46
Şekil 4.2.	Rins Yıkama Sonrası En Ölçüm Sonuçları	47
Şekil 4.3.	Rins Yıkama Sonrası Çözüğü Çekmesi Sonuçları.....	48
Şekil 4.4.	Rins Yıkama Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları	49
Şekil 4.5.	Rins Yıkama Sonrası Dönme (Movement) Test Sonuçları.....	50
Şekil 4.6.	Rins Yıkama Sonrası Çözüğü Uzama (Warp Elongation) Sonuçları	51
Şekil 4.7.	Rins Yıkama Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları.....	52
Şekil 4.8.	Rins Yıkama Sonrası Çözüğü Kopma Sonuçları	53
Şekil 4.9.	Rins Yıkama Sonrası Atkı Kopma Sonuçları	54
Şekil 4.10.	Rins Yıkama Sonrası Atkı Yırtılma Sonuçları.....	55
Şekil 4.11.	Rins Yıkama Sonrası Elastikiyet Sonuçları	56
Şekil 4.12.	Rins Yıkama Sonrası Kalıcı Uzama (Growth) Sonuçları	57
Şekil 4.13.	Katılık (Stiffness), Çözüğü Uzama (Elongation), Elastikiyet ve Kalıcı Uzama (Growth) değişkenlerinin Histogram Grafikleri	59
Şekil 4.14.	Enzim Yıkama Sonrası Gramaj Test Sonuçları	66

Şekil 4.15. Enzim Yıkama Sonrası En Ölçüm Sonuçları.....	67
Şekil 4.16. Enzim Yıkama Sonrası Çözgü Çekmesi Sonuçları.....	68
Şekil 4.17. Enzim Yıkama Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları	69
Şekil 4.18. Enzim Yıkama Sonrası Dönme Sonuçları	70
Şekil 4.19. Enzim Yıkama Sonrası Çözgü Uzama (Elangation) Sonuçları.....	71
Şekil 4.20. Enzim Yıkama Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları.....	72
Şekil 4.21. Enzim Yıkama Sonrası Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçları.....	73
Şekil 4.22. Enzim Yıkama Sonrası Atkı Kopma Mukavemet Sonuçları	74
Şekil 4.23. Enzim Yıkama Sonrası Çözgü Yırtılma Mukavemeti Sonuçları	75
Şekil 4.24. Enzim Yıkama Sonrası Atkı Yırtılma Mukavemet Sonuçları.....	76
Şekil 4.25. Enzim Yıkama Sonrası Elastikiyet Sonuçları	77
Şekil 4.26. Enzim Yıkama Sonrası (Kalıcı Uzama) Growth Sonuçları	78
Şekil 4.27. Taş Yıkama Sonrası Gramaj Test Sonuçları	88
Şekil 4.29. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Çekmesi Sonuçları	90
Şekil 4.30. Taş Yıkama Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları.....	91
Şekil 4.31. Taş Yıkama Sonrası Dönme (Movement) Sonuçları	92
Şekil 4.32. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Uzama (Elangation) Sonuçları	93
Şekil 4.33. Taş Yıkama Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları	94
Şekil 4.34. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçları.....	95
Şekil 4.35. Taş Yıkama Sonrası Atkı Kopma Mukavemet Sonuçları	96
Şekil 4.36. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Yırtılma Mukavemeti Sonuçları.....	97
Şekil 4.37. Taş Yıkama Sonrası Atkı Yırtılma Mukavemet Sonuçları	98
Şekil 4.38. Taş Yıkama Sonrası Elastikiyet Sonuçları.....	99
Şekil 4.39. Taş Yıkama Sonrası Kalıcı Uzama (Growth) Sonuçları	100
Şekil 4.40. Taşlı Ağartma Sonrası Gramaj Test Sonuçları.....	110
Şekil 4.41. Taşlı Ağartma Sonrası En Ölçüm Sonuçları	111
Şekil 4.42. Taşlı Ağartma Sonrası Çözgü Çekmesi Sonuçları	112
Şekil 4.43. Taşlı Ağartma Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları	113
Şekil 4.44. Taşlı Ağartma Sonrası Dönme (Movement) Sonuçları.....	114

Şekil 4.45. Taşlı Ağartma Sonrası Çözgü Uzama (Elangation) Sonuçları.....	115
Şekil 4.46. Taşlı Ağartma Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları.....	116
Şekil 4.47. Taşlı Ağartma Sonrası Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçları	117
Şekil 4.48. Taşlı Ağartma Sonrası Atkı Kopma Mukavemet Sonuçları	118
Şekil 4.49. Taşlı Ağartma Sonrası Çözgü Yırtılma Mukavemeti Sonuçları	119
Şekil 4.50. Taşlı Ağartma Sonrası Atkı Yırtılma Mukavemet Sonuçları.....	120
Şekil 4.51. Taşlı Ağartma Sonrası Elastikiyet Sonuçları	121
Şekil 4.52. Taşlı Ağartma Sonrası Kalıcı Uzama (Growth) Sonuçları	121





1. GİRİŞ

Günümüzde, denim kumaştan yapılan giyim eşyaları, her yaştan ve her kesimden insanın ‘‘yüksek moda ürünü giysiler’’ olarak algıladığı tekstil ve konfeksiyon mamulleridir (Karagöz, 2009) . Ortaya çıktığı 19. Y.Y.’ dan beri devamlı gelişme kaydeden ve moda tasarımında lider akımlardan olan denim kumaşlar, şu anda modanın vazgeçilmez bir parçasıdır. Ünlü moda markaları, değişik ve şaşırtıcı bir koleksiyon yapmak istediklerinde denim kumaşı tercih etmektedirler. Bunun asıl nedeni, genç kitlelerin denim ürünlere olan talebinin artırılması ve bu sayede, değişen yaşam tarzlarının denim ürünlere uygulanarak yeni moda eğilimlerinin oluşturulmasıdır. Yeni moda akımları, müşterilerin denim ürünlere daha fazla yönelimini sağlamakta ve üretici firmaların yıllık cirolarında önemli ölçüde artışlar sağlamaktadır (Bağır, 2011).

Önümüzdeki yıllarda insanların denim ürünlere en az şimdiki kadar ilgi göstereceği öngörülmektedir. Bunun nedeni ise, denim ürünlerin her türlü sosyal ortama uygunluğunda yatmaktadır. Örneğin sokakta giyilen bir klasik denim ceket ile önemli bir geceye de rahatlıkla katılma imkanı sağlanmaktadır. Denim ürünlerin diğer avantajı, giyildiğinde kişiye kendini genç hissettirmesidir. Bu nedenle orta yaş ve üzeri müşteri kitlesi için de denim ürünler önemli bir yer tutmaktadır.

Denim kumaşların temel özelliği, yıkandıkça rengi açılan indigo boyarmadde ile boyanmış olmasıdır. Yıkama oldukça zor ve deneyim gerektiren aşamalardan oluşur. Bu konuda yapılan araştırmalar ve deneyler sonrasında ortaya çıkan formüller, yıkanan kumaşlardan farklı renk ve etkiler elde edilmesini sağlar (MEGEP, 2006) . Zamanla kullanılmış görünümlü denim mamullere eğilimin artmasıyla, yıkama işletmelerinde kumaşlar, bir takım aşındırma işlemlerinden de geçirilmeye başlanmıştır. Bu amaçla, denim kumaştan üretilmiş mamullere, kumlama, zımparalama, lazer vb. gibi fiziksel; taş yıkama, enzim yıkama, enzimli

taş yıkama, ağartma, vb. gibi kimyasal eskitme işlemleri uygulanabilmektedir (Aslan, 2009).

Denim mamuller 1970’li yıllara kadar yıkanmadan yalnızca haşıl maddesi sökülerek tüketiciye sunulurdu. Tüketicinin kullanım koşullarına göre zaman içerisinde kendine özgü renk ve aşınma efektleri alırdı. Bu yüzden denim kumaştan üretilen ürünler ilk alındığında üniforma gibiydiler ve uzun süre kullanım şekline, yapılan tüketici yıkamalarına göre özel bir giysi haline gelmekteydiler. Denim kumaşın aldığı bu efekt, indigo boyamanın özellikleriyle ilgilidir. İndigo ile boyanmış kumaşların sürtme haslıkları düşüktür, bu yüzden zamanla renkleri açılarak efektler oluşmaktadır. Fakat bu işlemin zamanla oluşması uzun bir süreç olduğundan denim üreticileri bunu daha kısa süreçlerde yapabilmek amacıyla değişik yöntemler geliştirmişlerdir. Günümüze kadar çeşitli evrelerden geçerek gelen denim kumaş artık günlük hayatta başlı başına bir giyim tarzı olmuştur. Bu gelişme ve denime olan yoğun talep tekstil sektörünü de sürekli bir arayış içerisine itmiştir. Bunun en çarpıcı örneği ise denim kumaşa gerekli olan parça yıkama işleminde gerçekleşmiştir. Son birkaç yıla kadar akla sadece siyah veya mavi indigo boyalı denim kumaşların normal bir proses içerisinde yıkanması gelirken, artık gelişen teknolojiyle birlikte tüketicinin farklı olma isteği daha fazla belirginleşmiştir (Çakır, 2010)

1.1. Denim Kumaşların Tarihçesi

Denim kumaşın tarihi 16. yüzyıla dayanmaktadır. 16. y.y.’da “serge” olarak adlandırılan ve (Hindistan’da yetişen) indigofera bitkisinden elde edilen indigo boyarmaddesi ile boyanmış olan yün karışımlı bir kumaş, Fransa’nın çok eski bir tekstil merkezi olan Nimes kasabasında üretilmiştir. Bundan dolayı üretilen bu kumaş türü, “Serge de Nimes” adıyla anılmış ve zamanla bu isim “denim” haline gelmiştir. (Acar, 2005).

Denim jeans efsanesi gerçekte 19.yüzyıl ortalarında başlamıştır. Altına hücumun en yoğun olduğu dönemde, Oscar Levi-Strauss, California’ ya gelmiş ve

çadır ile yük arabası örtüsü yapımında kullanılan brandadan dayanıklı pantolon yapmaya karar vermiştir. O günden beri farklı kumaşların, şekillerin ve işlemlerin kullanılmasıyla bu orijinal kavramda sayısız gelişmeler olmuş, denim kumaşın orijinal kalitesine, yumuşaklık, esneklik, konfor ve dayanıklılık getirmek için ana hammadde olan pamuk lifi, elestan, viskoz ve polipropilen gibi yeni liflerle birleştirilmiştir. Bunun yanı sıra moda dünyasındaki akımlara ayak uydurmak için modeller de düzenli olarak değişmiş, düşük beller, kabarık ve kıvrımlı dikiş yerleri, denim giysileri hazır giyim dünyasının tam ortasına yerleştirerek, üreticilere de geniş bir işleme yelpazesi oluşturmuştur. Taşla yıkanmış, ağartılmış, aşırı boyanmış, sökük veya yırtık modelleriyle denim kumaş orijinal görüntüsünü de radikal olarak değiştiren bir dizi yenilik içererek günlük giyim pazarının başlıca dayanağı haline gelmiştir (www.ito.org.tr, 2016).

Bugün denim giysiler bazı çevrelerce temel giysiler bazı çevrelerce ise yüksek moda ürünü giysiler olarak algılanmaktadır. Markalaşma ise kaçınılmaz olmuştur. Denim kumaşlar ve terbiye işlemleri geliştirilerek, yenilikler yapılarak tüketicinin denim giysilere olan ilgisi taze tutulmaya çalışılmaktadır. Ergonomik olarak tasarlanmış ve vücut formuna uygun şekillendirilmiş denim pantolonlar, gelişmiş ürün grubuna örnek olarak verilebilir. Dahası artık denim giysiler sadece %100 pamuklu ürünler olmayıp, daha aktif bir görünüş elde etmek üzere poliamid, elastan, polyester karışımli olabilmektedir. Streç veya özel kaplamalı kumaşlardan imal edilen denim pantolonlar da rağbet görmektedir. Her ne kadar denim giysilerin ürün yelpazesi şort, gömlek, etek, elbise, ceket gibi giysiler ile genişletilmeye çalışsa da denim veya jean denilince akıllara ilk pantolon gelmektedir. (www.itkib.org.tr, 2016)

1.2. Türkiye’de Denimin Yeri ve Önemi

Türkiye’nin denim ile tanışması ise II. Dünya Savaşı sonralarına rastlamaktadır. II. Dünya Savaşı’ndan sonra Avrupa’daki gibi, Türkiye’de de Amerikan üsleri kurulmuştur. Amerikan askerinin üniformalarıyla birlikte sivil hayatta giydiği blue jeans rağbet görmeye başlamıştır (Acar, 2005).

Tekstil sanayinde 80’li yıllarda yapılan büyük atılım, denim üretimine de yansımış ve birçok uluslar arası markanın, üretimlerini Türkiye’ye kaydırmasıyla başlayan ihracata yönelik blue jeans üretimi büyük bir artış kaydetmiştir. Türkiye, özellikle 1980’lerin başından itibaren bir tekstil ülkesi olarak nitelendirilmiştir. Bu oluşumun temelinde sadece Türkiye’de yaşanan gelişmeler değil, Avrupa Birliği ve ABD’nin daha ucuz üretim olanakları bulmak için Doğu’ya yönelmesi de yatmaktadır. Başta işgücü olmak üzere üretim girdisi maliyetlerinin düşük olduğu Çin, Rusya, Hong Kong gibi ülkeler, hazır giyim pastasından pay alırken; bunlar arasından Türkiye sıvrılmıştır. İthalat politikasını değiştiren Türkiye, piyasalarını ithal markalara açmış, bunların üretimini de sınırları içine çekmiştir. Birçok uluslar arası hazır giyim kuruluşunun ekonomik ve kaliteli üretim koşulları arayışında, kendileri için aynı zamanda bir pazar da olan Türkiye’yi tercih etmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu gelişmelere paralel olarak tekstilin her kolu bir anda gözde sektör oluvermiştir. Ama tekstildeki patlamanın nedeni; sadece bu firmaların pazarlama politikalarının başarısından değil, Türkiye’nin, Avrupa’ya yakınlığını coğrafi bir avantaj olarak değerlendirmesinden de kaynaklanmaktadır. Üretimde hız çok önemli olduğu için, talep edilen kapasiteye ve kalite standartlarına uyum sağlayabilen sanayiciler, hiç zorlanmadan ihracata yönelik üretim yapabilmişlerdir. Daha birkaç yıl öncesinde bir orijinal blue jeans bulmak için akla karayı seçen tüketici de şaşırılmış bir duruma gelmiştir (Acar, 2005).

Denim giysi üreticilerinin yıllardır yürütmekte oldukları yoğun ve etkin pazarlama stratejileri, 2000’li yıllarda meyvelerini vermeye başlamış ve 2003 yılında Türkiye’nin denim giysi ihracatı 1 milyar doları aşmış, 2007 yılında ise tavan yaparak 2 milyar doların da üzerine çıkmıştır. 2000 yılında denim giysilerin

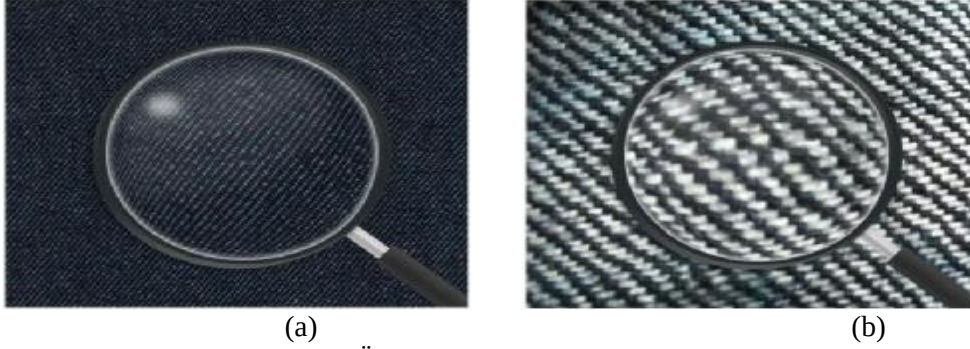
Türkiye'nin toplam hazır giyim ve konfeksiyon ihracatında payı %5,6 iken, bu pay 2005 yılında %14,4'e kadar yükselmiş, 2013 yılında ise %9,4 olmuştur. 2013 yılında Türkiye'den 1,6 milyar dolar değerinde denim giysi ihracatı yapılmış ve 17,2 milyar dolar değerindeki toplam hazır giyim ve konfeksiyon ihracatı içerisindeki pay %9,4 olarak hesaplanmıştır. (www.itkib.org.tr, 2016)

2015 Ocak-Haziran döneminde ise sektörel ihracattaki daralmaya paralel şekilde denim giysi ihracatında da belli bir ölçüde daralma olmuştur. Bu çerçevede 2015 yılının ilk altı ayında Türkiye'den 743,3 milyon dolarlık denim giysi ihracatı yapılmış, ihracat 2014'ün eş dönemine kıyasla %9,9 oranında azalmıştır. 2015 Ocak-Haziran döneminde Türkiye'den en fazla denim giysi ihraç edilen ülkeler, 124,7 milyon dolarlık ihracat yapılan Almanya, 110,1 milyon dolarlık ihracat yapılan İngiltere ve 107,7 milyon dolarlık ihracat yapılan İspanya olarak sıralanmaktadır. (www.itkib.org.tr, 2016)

1.3. Denim Kumaşların Genel Özellikleri

Denim, bir amerikan kumaş dergisinin 1960'lı yıllarda belirttiği gibi "ebediyen genç kalabilen, ama aslında en eski kumaş çeşitlerinden biridir" Yüzyıllar önce kullanılmaya başlanan fakat hala güncelliğini kaybetmeyen efsanevi kumaş denimin en belirgin özelliği; çözgü ipliğinin indigo boyarmadde ile boyanmış, atkı ipliklerinin ise boyanmamış yani beyaz olmasıdır. (Öztürk, 2003).

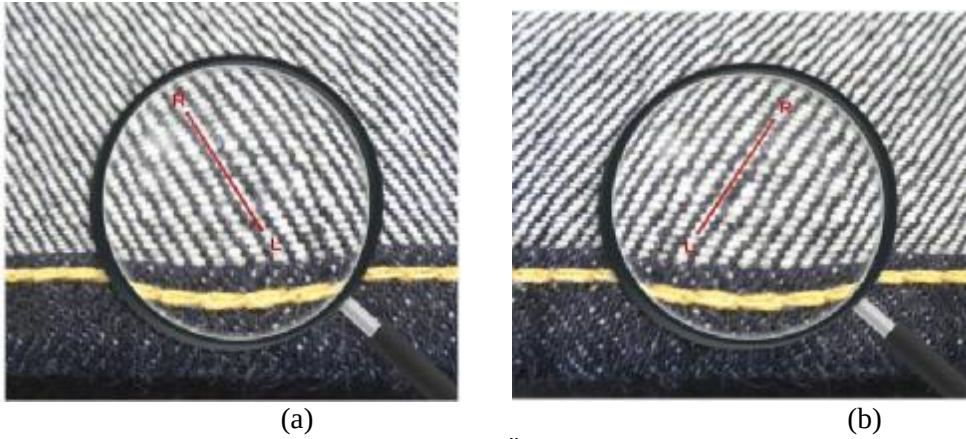
İndigo boyarmaddesi ile boyanmış iplikler değişik dokuma kumaş örgüleri ile dokunsa da klasik denim kumaşları örgüsü gabardin olarak adlandırılan D 2/1 Z (sağ yollu) veya D 3/1 Z (sağ yollu) dimi örgüsü ile üretilmektedir (Şekil 1.1). Sol (S) yollu dimi örgülü kumaşlar, sağ yollu (Z) dimi kumaşlara göre daha yumuşak olur.



Şekil 1.1. Denim Kumaşlarda Ön ve Arka Görünüm

(a) Ön Görünüm - (b) Arka Görünüm (www.ngtex.net , 2015)

Genellikle denim kumaşlarda kullanılan iplikler Z bükümlüdür. Tercih edilen örgü sol (S) yollu dimi örgü olur ise iplik üzerindeki büküm ile örgü ters yönlü olacağından iplikteki büküm kaynaklı gerilim azalır ve büküm açılır. Bu durum da dokunan kumaşın yumuşak olmasına yol açar. Sağ (Z) yollu dimi örgüsünün tercih edilmesinin nedeni ise daha az esneme yapmasıdır (Şekil 1.2) . Kumaşın yüzeyinde hem örgü gereği hem de sıklık açısından çözgü ipliklerinin yoğun olmasından dolayı, kumaş görünümüne çözgü ipliğinin rengi hâkimdir (Acar,2005).



Şekil 1.2. Denim Kumaşlarda S ve Z Dimi Örgüler

(a) S Dimi Örgü - (b) Z Dimi Örgü (www.ngtex.net ,2015)

Piyasada farklı adlar verilerek anılan birçok denim çeşidi mevcuttur. Bunların bazıları şunlardır;

1. Mavi Denim: İndigo mavi boya ile boyanmış, çözgülü ve beyaz renkte atkılı olup çözgü dimisi örgülü pamuklu üretilen denim kumaşıdır.
2. Siyah Denim: Siyah, has boyalı çözgü iplikleriyle dokunan veya parça boyanmış klasik denim kumaşıdır.
3. Strech Denim: Yapısında elastik iplikler olan ve bu nedenle kişiye ayrı bir rahatlık kazandıran denim kumaşıdır. Ancak içeriğindeki elastik iplikler nedeni ile ağır yıkamalara uygun değildir. Strech denimler sadece enine esnemektedirler.
4. Overdyed, Çift Taraflı Denim: Ön ve arka yüzleri özel metodlarla boyanarak veya basılarak renklendirilmiş kumaşlardır. Bu tip kumaşlar her iki yüzüyle kullanılabilme özelliğine sahiptir. Genellikle özel talep doğrultusunda üretilen kumaşlardır.
5. Kaplamalı Denim: Mavi veya siyah renkte, sıcak yapıştırıcı toz (polietilen, polyamid, polyester) ile kumaşın tam yüzeyinin kaplandığı kumaşlardır.
6. Bistrech Denim: Bistrech denimlerin stretch denimlerden farkı, hem enine hem boyuna esnemesidir.
7. Atkısı ve Çözgüsü Boyalı Denim: Klasik denim kumaşından farkı, hem çözgüsünün hem de atkısının boyalı olmasıdır.
8. Dark Denim: Bu tip kumaşların özelliği, yıkandıkça diğer denimlerin maviliğine göre laciverte dönüp oldukça koyuda kalmasıdır (Korkmaz,2009)

Denim dokumacılığında eskiden büyük oranda rotor ipliği (OE) kullanılsa da bu durum günümüzde yerini çoğunlukla ring karde ipliğine ve hatta penye kullanımına bırakmıştır. Bunların dışında fantezi ve özel ipliklerin kullanıldığı denim kumaşları da bulunmaktadır (www.tekstildershanesi.com.tr, 2016).

Denim kumaşların tanımlanmasında ağırlık birimi olarak (oz/yd²) kullanılmaktadır. Metrik sisteme göre karşılığı 1 oz/yd² = 33,91 g/m²'dir. Denim kumaşlarının birim ağırlıkları kullanım yerlerine göre, 3,5 - 16,5 oz/yd² (118 –560 g/m²) arasındadır.

Denim kumaşlarda kullanılan ağırlık birimi (oz/yd²) kumaşların gruplanmasında ve kullanım alanının belirlenmesinde de yardımcı olur.

Bunlara örnek olarak aşağıdaki grup verilebilir;

- 4,5 - 7,5 oz/yd² Denim: Gömleklerde kullanılan denim kumaşıdır.
- 9 - 13,5 oz/yd² Denim: Yazlık pantolonlarda kullanılan denim kumaşıdır.
- 14 - 15 oz/yd² Denim: Kalın Pantolon ve montlarda kullanılan denim kumaşıdır.

Denim kumaşlar dünyada “jeans”, “blue-jeans”, “jeans wear” ve “sports wear” gibi isimlerle ifade edilmektedir. Türkiye’de ise farklı bir şekilde, denim kumaşa “kot” kumaş ve denim kumaştan dikilmiş pantolona da “kot pantolon” denilmektedir.

Denim ile ilgili tanımlardaki bu kavram karışıklığını giderebilmek için hepsinin ayrı ayrı tanımları ve açıklamaları yapılmıştır. Jeans terimi, Genoa limanı gemicilerinin ve diğer sanayi işçilerinin gündelik olarak giydiği yıpranmış mavi pantolonlardan türemiştir. Jeans, yüzeyde çözgü veya atkı ipliklerinin egemen olduğu D 2/1 Z veya D 3/1 Z dimi örgülü, sağlam iplikler ile dokunan ve değişik renklerde boyanan, ağır pamuklu kumaşlara denir. Blue-jeans ise çözgü ipliklerinin indigo boyar maddesi ile mavi renge boyandığı, atkı ipliklerinin boyasız, D 2/1 Z veya D 3/1 Z dimi örgü ile dokunmuş, sağlam, ağır pamuklu kumaşlara ve bu kumaşlardan yapılmış pantolonlara denir. Jeanswear ise; jeans tipi kumaşlardan yapılmış, pantolon, gömlek, etek, yelek ve ceket gibi giysilere denilmektedir.

Sportswear; spor giyim, rahat giyim veya serbest zaman elbisesi olarak anılan her türlü giysiye denilmektedir (www.tekstildershanesi.com.tr, 2016).

1.4. Denim Yıkama İşlemleri

Denim kumaş ürünleri için önemli işlemlerden biri yıkama operasyonudur. Dikilmiş denim giysinin, özel yıkama makinelerinde belirli reçete ve tekniklere göre yıkanarak üzerinde bulunan haşılların sökülmesi, değişik renk ve tuşe kazandırılması işlemidir. Jeans yıkama teknolojisi tüketici istekleri ve modanın etkisi ile yeni renk tonları ve efektler yaratma amacına yönelmiştir. Blue jeans' in temel özelliği, yıkandıkça rengi açılan indigo boyarmadde ile boyanmış olmasıdır (Dindar, 2001).

Bir denim giysiye havasını kazandıran işlem genellikle yıkamadır. Yıkama oldukça zor ve deneyim gerektiren aşamalardan oluşur. Bu konuda yapılan araştırmalar ve deneyler sonrasında ortaya çıkan formüller, yıkanan kumaşlardan farklı renk ve etkiler elde edilmesini sağlar.

Amaçlarına göre haşıl sökücü enzimler, kırık önleyici, taş enzimi, optik beyazlatıcı, dispergator, parlaticı ve yumuşatıcı olarak sıralanabilir. Bu kimyasallardan ayrı olarak taş yıkama işleminde ponza taşları kullanılmaktadır (Karal, 1996).

Tez çalışmasında rins yıkama, enzim yıkama, taş yıkama ve taşlı ağartma yıkama işlemleri uygulanmıştır. Bu yıkamalarda önemli görülen faktörlerin kumaşın genel performansına olan etkileri incelenmiş olup, elde edilen test sonuçları arasındaki bağlantılar ortaya çıkarılmıştır.

1.5. Çalışmanın Amaç ve Önemi

Denim üretim aşamalarında, yapılan endüstriyel yıkamaların etkisiyle, kumaş üzerinde oluşan en küçük değişimler bile, dikilmiş ürünler üzerinde büyük sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle yıkama prosesinin, dikkatle incelenmesi ve iyi analiz edilmesi gerektiği şüphesizdir. Yıkama prosesleri içindeki

değişimlerin incelenmesi ve bunların istatistiksel olarak geniş bir perspektifte değerlendirilmesi, etkili faktörlerin ortaya çıkarılması bitmiş ürünlerdeki yaşanacak sorunlar hakkında önceden fikir edinmek amacıyla büyük önem arz etmektedir. Bu tez çalışmasında, Denim kumaşlara farklı yıkamalar yapılırken kumaş performansına hangi parametrelerin hangi düzeyde etkili olduğunu tespit etmek amacıyla, piyasada en çok kullanılan yıkama türleri ve parametreleri baz alınarak incelemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmada etkili olacağı düşünülen parametrelerin farklı kombinasyonları denenerek etkileşimleri incelenmiştir. Önceki yapılan çalışmalardan farklı olarak, farklı yıkama türleri arasındaki etkilerin değişimiyle birlikte, aynı yıkama türü içindeki değişik parametreler de denenerek yıkamanın proses performansını etkileyecek faktörler ve sonuçları üzerinde durulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Denim kumaş ve bitmiş ürünlere yapılan yıkamaların kumaş ve ürün özelliklerine etkilerini inceleyen çalışmalar aşağıda özetlenmiştir;

Toksöz ve Mezarcıöz (2013), yapılan çalışmada denim terbiyesinde uygulanan yıkama işlemleri açıklanmış, söz konusu yıkama işlemlerinin denim kumaşların kopma mukavemeti ve boyut değişimi özelliklerine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu amaçla, %100 pamuklu iplikten 1/1 bezayağı ve 3/1 Z dimi konstrüksiyonlarda olmak üzere, iki farklı kumaş üretilmiş, bu kumaşlara rinse, enzim ve taş yıkama olmak üzere üç farklı yıkama işlemleri uygulanmıştır. Yıkamış numunelerin boyut değişimi ve kopma mukavemeti özellikleri incelenerek istatistiksel olarak yıkama işlemlerinin denim kumaş performans özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Denim kumaşların yıkamayla boyut değişimi değerlerinde hem örgü tipinin hem de yıkama işleminin etkili olduğu belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, özellikle rinse yıkama ile diğer yıkamalar arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Rins yıkamada kullanılan yumuşatıcıların elyaf yapısını şişirerek, boyut değişimini artırdığı düşünülmektedir. Rins yıkamalarda denim kumaş üzerindeki haşıl maddesi de uzaklaştığından iplik yapısına su moleküllerinin girmesi kolaylaşacak ve boyut değişimi gerçekleşecektir. Bağlantı sayısının en fazla olduğu 1/1 bezayağı örgü tipinin en düşük kopma mukavemetine sahip olduğu tespit edilmiştir. Dimi türünden atlamalı bir örgü yapısındaki kumaşa kuvvet uygulandığında, ipliklerin birbiri üzerinden kayma eğilimi olacağından kopma işlemi zorlaşacaktır. Hem atkı hem de çözgü yönünde rins yıkamanın en düşük mukavemet kaybına, taş yıkama uygulamasının ise en yüksek mukavemet kaybına neden olduğu görülmüştür. Enzim yıkama işlemiyle kumaşı oluşturan iplikler üzerindeki lifçikler uzaklaşırken iplikler yumuşamakta, dolayısıyla birbirleri üzerinden kaymaları kolaylaşmaktadır. Bu durum enzimle muamele görmüş kumaşların kopma mukavemeti değerinin çok fazla azalmamasını sağlamıştır. Taş yıkama esnasında ponzataşları ile muamele

gören numuneler mekanik olarak yıpranmaya maruz kaldıklarından mukavemetlerinde çok fazla düşüşler yaşanabilmektedir.

Card, Moore ve Ankeny (2006), jean hazır giyim ürünlerinde yıkama işlemlerinin fiziksel özelliklere etkisini araştırmışlardır. %100 pamuk denim kumaştan hazırlanan jeanlere enzim ve taş yıkama işlemleri uygulanmış, yıkama öncesi ve yıkamalar sonrasındaki boncuklanma ve aşınma dayanımları incelenmiştir. Yıkama öncesi boncuklanma oranı enzim ve taş yıkamalardan fazla çıkmıştır. Nedeni enzim ve taş yıkama sırasında kumaş yüzeyinde boncuk oluşturabilecek liflerin enzimle parçalanarak ya da taşla aşınarak uzaklaşmasıdır. Enzim ve taş yıkamalar sonrası boncuklanma sonuçları benzerdir. Bütün yıkamalar sonrasında kenar aşınımı görülmüş ve 25 yıkama sonrası bütün gruplarda istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermiştir. Yıkama öncesi jeanlerde kenar aşınma dayanımı daha yüksek çıkarken, taş yıkama işlemi ise kenar aşınımı en fazla olan işlemdir

Aslan ve Korlu (2009), 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 incelenmiştir. Deneysel çalışmalarının sonucunda, denim kumaşlara enzimatik yıkama işlemi öncesinde haşıl sökme işleminin uygulanmasının söz konusu parametreler üzerinde etkili olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca yıkama işleminin gerçekleştirildiği pH ve işlem süresinin, tüm parametreler açısından elde edilen sonuçları etkilediği belirtilmiştir.

Yıldırım, Üstündağ ve Örtlek (2014), yapılan çalışmada, denim kumaşlara uygulanan rins, taş ve ağartma yıkama işlemlerinin, farklı atkı-çözümlü tipleri ile üretilen denim kumaşların bazı fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri istatistikî olarak yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan atkı-çözümlü tipinin, yıkama işleminin ve bu iki faktörün kesişmesinin, kumaşların kalınlık, gramaj, renk değişimi ve hava geçirgenliği değerleri üzerinde % 95 önem seviyesinde anlamlı etkisi olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda farklı tipte atkılarla üretilen

kumaşların yıkama prosesleri sonrası kalınlık değerleri incelendiğinde uygulanan rins, taş ve ağartma yıkama işlemlerinin kumaşların kalınlık değerlerini artırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca uygulanan tüm yıkama işlemleri farklı tipte çözümlerle üretilen kumaşların kalınlık değerlerini artırmıştır. Farklı atkı ve çözümlerle üretilen tüm kumaş numunelerinde yıkama işlemleri sonrası kumaş gramajlarının arttığı gözlemlenmiştir. Renk değişimi açısından incelendiğinde ise, ağartma yıkamanın lif yapısındaki pigmentleri uzaklaştırmasından dolayı tüm kumaş tipleri için, en fazla renk değişimine sebep olan yıkama türü olduğu görülmüştür. Farklı atkı ve çözgü tipleri ile üretilen kumaşların yıkama öncesi ve sonrası hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarına göre, yıkanmamış kumaşların hava geçirgenlik değerleri tüm yıkanmış kumaşların hava geçirgenliği değerlerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kumaşların yıkama sonrası hava geçirgenliği değerlerinde görülen azalmanın yıkama sonrası kumaşlarda oluşan çekme ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kumaşlara uygulanan yıkama işlemlerinde haşılın sökülmesi ve kullanılan yumuşatıcılar, kumaşların gözenekliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, kumaşların hava geçirgenliğinin azalmasına katkı sağladığı düşünülmektedir.

Yıldız ve ark (2014), 5 farklı yıkama işlemi uygulanan denim kumaşların, yıkama öncesi ve sonrası çözgü/atkı yoğunluğu, kumaş ağırlığı, kopma mukavemeti, boncuklanma ve aşındırma dayanıklılığı gibi çeşitli fiziksel özellikler incelenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek ağırlık ve kopma dayanıklılığı kaybı ve en kötü boncuklanma değerlerinin hypo ağartıcıların kullanıldığı yıkama işlemlerinde görüldüğü belirtilmiştir.

Montazer ve Maryan (2010), denim giysiler üzerinde asit selüloz, nötr selüloz ve lakkaz kombinasyonlarını içeren farklı enzimatik işlemlerin etkisini aşınma direnci, çekme dayanımı, buruşmazlık ve renk değişimi açısından incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda, lakkaz selüloz kombinasyonunun, denim kumaşların parlaklığını ve renk değerlerini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir

Bağırın (2011), denim ürünlere son görüntüsünü kazandıran denim yıkama işlemlerinin ayrıntılı incelenmesi yaparak, yıkama işlemleri öncesinde ortaya çıkabilecek sorunların engellenmesini sağlayacak önlemlerin alınması ve bu işlemler sırasında ortaya çıkabilen sorunlara çözümler araştırmıştır. Yapılan farklı yıkamalar ve işlemler sonrasında kumaş renk ve mukavemet performanslarının değişimleri incelenmiştir.

Kunt (2004), denim kumaşlarda konfeksiyon sonrası yapılan işlemlerin kumaş mekaniği üzerinde etkisini araştırmıştır. Değişik gramaj ve sıklıklardaki altı denim kumaş numunesi kondisyon altında bekletilerek kumaş özellikleri incelenmiştir. Kumaşların beşi sırasıyla ön yıkama, taş yıkama, ağartma ve tint işlemlerine tabi tutulmuş, her aşamadan sonra test yapılmak üzere numune ayrılmıştır. Altıncı kumaş numunesinin bir bölümüne bir diğerrinin iki katı sürede olmak üzere iki ayrı rodeo yapılmış ve rodeo yapılmayan numunelerle birlikte ön yıkama ve taş yıkama işlemlerine tabi tutulmuş ve her işlem sonrasında birer parçaları test için ayrılmıştır. Yıkamalar sonrasında sıklık, gramaj değerleri alınmış, kopma ve yırtılma mukavemeti testleri yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda, tüm yıkama prosesleri içinde kumaş mukavemetindeki en büyük kayba neden olan işlem taş yıkama olmuştur. Taş yıkamadan sonra yapılan ağartma ve tint işlemlerinin mukavemette çok büyük bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Genel olarak, yapılan tüm yıkama işlemlerinden sonra, atkı ipliği elastan karışımı olan kumaş numunesinin atkı ve çözgü yönlerindeki mukavemetlerindeki kayıplar benzer çıkmıştır. Ancak deneyde kullanılan diğer tüm kumaşlarda atkı yönünde kopma ve yırtılma mukavemetindeki kayıplarına etkisinin fazla olmadığı, çözgü yönündeki mukavemetlerindeki kayıplarının ise daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeninin çözgü yoğunluğunun kumaş ön yüzeyinde fazla olduğu 2/1 çözgü dimisi yapısındaki denim kumaşlarda, ponzataşının yıkama kazanı içinde kumaşları mekanik yıpratmaya uğratması olduğu sonucuna varılmıştır. Yine aynı nedenden dolayı, rodeo işleminin atkı yönündeki mukavemet kaybına etkisi çok düşükken, çözgü yönündeki mukavemet kayıplarının önemli derecede artırdığı ve rodeo işlem

süresi arttıkça bu kaybın da büyük ölçüde fazlaştığı görülmüştür. Yapılan tüm yıkama işlemleri sonucunda, atkı ipliği elastan karışımı olan kumaş numunesinin atkı yönündeki mukavemet değerleri en düşük ve mukavemetteki kayıpları ise en yüksek çıkmıştır. Gramajı en yüksek olan kumaş numunesi tüm yıkama işlemlerinden sonra en yüksek mukavemet değerlerini vermiştir.

Mangat, Hussain ve Bajzik (2012), ise çalışmalarında atkı tiplerinin ve yıkama işlemlerinin, denim kumaşlardaki nemlenme özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda hem atkı tipinin hem de uyguladıkları yıkama işlemlerinin denim kumaşların nemlenme özellikleri üzerinde anlamlı etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Khedher, Dhoub, Msahli ve Sakli, (2009), endüstriyel bitim işlemlerinin denim kumaşların mekanik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada orta ve ağır gramajlarda 4 farklı denim kumaş kullanılmıştır. 4 farklı yıkama (rins, enzim, taş, enzimli taş) ve 5 farklı özel uygulama (fırçalama, zımpara, reçine, ağartma, permanganat sprey ile yumuşatma) üzerinden kombin çalışmalar yapılmıştır. İşlemler sonrasında denim kumaşın yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti testleri yapıp yıkama öncesi ile karşılaştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda, yıkama işlemlerinin kumaşın mekanik özelliklerini olumsuz etkilediği görülmüş istatistiksel olarak da aynı sonuç elde edilmiştir. En çok mukavemet kaybı (çözgü yönünde %56, atkı yönünde %45 oranda) enzimli taş yıkama sonrasında görülmüştür. Rins yıkama ise en az etki eden yıkama olmuştur. Bütün kumaşlarda çözgü yönü atkı yönünden daha fazla etkilenmiştir. Dime örgü yapısından dolayı çözgüler yüzeyde daha fazla yer almakta ve uygulamalarda daha çok tutunma sağlayıp aynı şekilde yüzeysel etkilere daha fazla maruz kalmaktadır. Enzim ve taş yıkamalar kumaşı zayıflatmış, enzim ve taş bir arada uygulandığında bu etki daha da fazla olmuştur. Enzim yıkama taş yıkamaya göre kumaşı daha fazla zayıflatmıştır. Bunun nedeni ise enzimin selülozu parçalamasıdır. Reçine uygulamaları denim kumaşa en çok zarar veren işlem olmuştur. Reçine

uygulamaları ve enzimli taş yıkama işlemlerinden kaçınılması gerektiği belirtilmiştir.

Çetinaslan, Mezarcıöz ve Çetiner (2013), % 100 pamuk ipliğinden üretilmiş ve indigo boyarmaddesi ile boyanmış olan denim kumaşlar, çeşitli yıkama işlemlerine tabi tutularak; yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti değişimleri incelenmiştir. Üç farklı gramajda seçilen denim kumaşların mukavemet değerleri kıyaslanmıştır. Kumaş gramajı arttıkça kopma ve yırtılma mukavemet kayıp oranı azalmıştır. Yıkama sonrası denim kumaşların mukavemet değerlerindeki düşme gösterilmiştir.

Karazincir ve Duru (2014), yapılan çalışmada, ağır gramajlı denim kumaşlara rins, enzim ve enzimli taş olmak üzere üç farklı türde yıkama uygulanmıştır. Yıkamalar öncesi ve sonrası kumaş mukavemet ve uzaması ölçülmüş, elde edilen veriler SPSS istatistiksel veri analizi paket programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yıkama türünün denim kumaş üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yıkama işlemlerinin kumaşa mukavemet kaybına neden olduğu ve en fazla mukavemet kaybının enzimli taş yıkama sonrası olduğu gözlemlenmiştir. Rins yıkama işleminin kumaş mukavemeti ve uzama yüzdeleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki yaratmadığı, enzim ve enzimli taş yıkama işlemlerinin ise hem atkı hem de çözücü yönünde uzama değerlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Khalil, Sarkar, Rahman ve Solaiman (2014), çalışmasında, konfeksiyonu yapılmış olan dimi konstrüksiyonlu kumaştan üretilen pantolonların yıkama öncesi ve uygulanan enzim yıkama ve silikon yıkama sonrası fiziksel ve mekaniksel özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Kumaşlara yıkama öncesi ve sonrasında yapılan gramaj, yırtılma, kopma mukavemeti, sürtme haslığı, sıklık gibi testler sonrasında değerlerin yıkama sonrasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Gramaj değerinin her iki yıkama sonrasında da arttığı, yırtılma mukavemet değerinin de bir miktar yıkamalar sonrasında yükseldiği görülmüştür. Sürtme haslık değerinin kuru sürme için iyileşme, yağ sürme için ise bir miktar kötüleşme

yönünde eğilim gösterdiği kaydedilmiştir. Atkı ve çözgü sıklıklarında ise yıkama sonrası çok büyük bir değişim gözlenmemiştir.





3.MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Yapılan yıkamalarda en çok üretilen temel tiplere örnek olması amacıyla gramaj olarak özellikle 10-12 oz/yd² aralığında olan bir kumaş tipi seçilmiştir (1 oz/yd² = 33,91 gr/m²) . Bu gramaj aralığında bulunan kumaşlar denim piyasasında her türlü yıkama ve kullanıma uygun olması itibarıyla giysi üretiminde en fazla kullanılan kumaş grubudur. Seçilen kumaşın dayanım, konfor ve konstrüksiyon özelliklerine baktığımızda da yaygın olarak kullanılan %98 pamuk %2 elastan elyaf içeriğine sahip, denim kumaş tasarımlarda en çok kullanılan 3/1 Z dimi konstrüksiyonlu, elastan oranı bakımından ve kullanım oranı bakımından tüketicilerin en çok tercih ettiği aralıkta yer almaktadır. Ayrıca her türlü yıkama işlemine dayanabilecek mukavemete sahip olması nedeniyle de giysi tasarımında farklı yıkamaların kullanılmasına da imkan vermektedir. Çalışma yapılan kumaşın genel özellikleri Çizelge 3.1.'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Numune iplik ve kumaş özellikleri

Örgü	3/1 Z Dimi
Hammadde	%98 Pamuk %2 Elastan
Gramaj	11,2 oz/yd ² (380 gr/m ²)
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 haşılانmaktadır. Sırasıyla boyama esnasında uygulanan proses adımları Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir. Boyama sülfür bottom tekniği uygulanarak yapılmıştır. Bu teknikte kumaşa indigo boyamadan önce ilk adımda tek teknele 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.

Çizelge 3.2. Boyamada Uygulanan Proses Adımları

ADIM	PROSES
1	SÜLFÜR BOYAMA
2	ÖN YIKAMA
3	INDIGO BOYAMA
4	SON YIKAMA
5	HAŞIL

Numune kumaşa uygulanan kimyasal ve fiziksel bitim işlemleri adımları Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Uygulanan Bitim Proses Adımları

ADIM	PROSES
1	YAKMA
2	MERSERİZE
3	YIKAMA
4	APRE
5	SANFOR

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 (sodyumhidroksit) verilerek meserizasyon işlemi yapılmıştır. Sonrasında kumaş

üzerindeki kimyasalları uzaklaştırmak için yıkama işlemi uygulanmıştır. Temizlenen kumaşa; yumuşaklık ve dolgunluk verilmesi amacıyla yumuşatma apresinden geçirilmiştir. Son aşamada ise kumaşa, çekmezlik vermek amacıyla sanfor işlemi uygulanmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Denim Kumaşlara Uygulanan Yıkama İşlemleri

Bir denim giysiye havasını kazandıran işlem genellikle yıkamadır. Yıkama oldukça zor ve deneyim gerektiren aşamalardan oluşur. Bu konuda yapılan araştırmalar ve deneyler sonrasında ortaya çıkan formüller, yıkanan kumaşlardan farklı renk ve etkiler elde edilmesini sağlar (Acar, 2005).

Yıkama işlemleri, tipik olarak, evlerde kullanılan çamaşır yıkama makinelerinin endüstriyel boyutlarda olan türlerinde yapılmaktadır (Şekil 3.1). Bu makineler büyük bir tambura sahiptirler. Kapasiteleri 200 kg (250 denim pantolon)'a kadar çıkabilmektedir. Dönüş hızları 25-30 rpm civarındadır. Tambur dönüşleri hem sağ hem de sol tarafa yapılabilir. Makinelere kimyasal beslemeleri, tam otomatik, yarı otomatik ya da manuel olarak yapılabilir (Bağır, 2011).

Denemelerdeki yıkama işlemlerinde ana yıkama olarak bilinen ve en yaygın kullanım alanına sahip olan rins, enzim, taş ve taşlamalı ağartma işlemleri uygulanmak suretiyle çalışmalar yapılacaktır.



Şekil 3.1. Denim Yıkama Makinesi (www.tonello.com, 2015)

3.2.1.1. Rins Yıkama

Rins yıkama, yıkama çeşitleri içinde en sade olanıdır. Kumaş sadece kısa bir süre suda durulama işlemine tabi tutularak mümkün olduğu kadar az efekt verilir. Genellikle kuru ve parlak görünümün istendiği yıkanmış denim ürünler için uygulanan yıkama işlemidir. İngilizcede “rinse” ya da “one wash” olarak geçer. Bu yıkama çeşidinde ürünler soğuk ya da ılık suda, kısa ya da orta süreli olarak yıkanır.

Yapılan denemeler ve rins işlem adımları çizelge 3.4.’de yer almaktadır. Bu yıkama türünün kısa bir işlem olması nedeniyle uygulanan işlemler 4 adımdan oluşmaktadır. İlk adımda yıkama işlemi yapılmakta sonrasında ise boşaltma, sıkma ve kurutma işlemi uygulanarak işlem sona ermektedir.

Çizelge 3.4. Rins Yıkama Reçetesi

Adım sırası	İşlem	Flotte oranı (kg/l)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	pH
1	Rins yıkama	1/14	D1*: 25 D2*: 45 D3*: 65	D1*: 5 D2*: 15 D3*: 30	6-7
2	Boşaltma				
3	Sıkma				
4	Kurutma				

D*: Deneme

Çizelge 3.5 Rins Yıkamada Parametreler

SICAKLIK (°C)	SÜRE (dk)
25	5
25	15
25	30
45	5
45	15
45	30
65	5
65	15
65	30

Çalışmalarda yapılan analizler için rins yıkamada süre ve sıcaklık parametreleri üzerinde değişiklikler yapılarak fiziksel testler uygulanmıştır. Yıkamalar 5 dk, 15 dk ve 30 dk sürelerinde yapılmış olup, eş zamanlı olarak sıcaklıklar 25 °C, 45 °C ve 65 °C olarak uygulanmıştır.

3.2.1.2. Enzim Yıkama

Enzimler bir nevi proteindir, günümüzde tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Enzimler nişastayı ve selülozu parçalama özelliğinden dolayı yıkama sektöründe de kullanılmaktadır

Denim ürünlerde boya sökme amacıyla (enzim ile taş yıkama ya da sadece enzim ile yıkama prosesinde) kullanılan enzim ‘selülaz’ enzimidir. Yapılan çalışmalarda, enzim yıkama denemelerinde de nötral selülaz enzimleri kullanılmıştır.

Enzimlerle yıkamada denim mamullerin aşındırılmasında selülaz enzimleri taşla birlikte ya da yalnız başlarına kullanılmaktadır. Selülaz enzimleri, selüloz molekülünü hidrolize ederler. Bunun sonucu olarak, kumaş yüzeyi, yüzey liflerinin kaybıyla düzgünleşir ve tutumu yumuşar. Ağırlık kaybının miktarına göre bir de mukavemet kaybı söz konusudur (Akçakoca,1999). Enzim ile yıkama, istenen renk efektinin elde edildiği ancak buna karşılık daha az yıpranmış denim giysi elde etmek için yapılır. Böylece denim mamulünün kullanma ömrü taşla yıkananlara göre artar (Acar,2005).

Bio-parlatma (enzimatik tüy dökme) işleminde daha çok asidik selülazlar tercih edilirken, denim kumaştan mamül ürünlere uygulanan enzimatik taş yıkama prosesinde veya taş kullanılmaksızın sadece enzim ile gerçekleştirilen yıkamalarda nötral selülaz enzimleri tercih edilmektedir. Bu enzimlerin genel özellikleri aşağıda özetlenmiştir;

Asidik selülazlar,

- 45-55°C’ de ve 4,5-5,5 pH aralığında maksimum etki gösterirler. pH 6’ya çıkıldığında ise, renk sökme etkisi %40’ların altına düşmektedir.
- Denim ürünler üzerinde, kısa bir zamanda etkili bir renk sökümü gerçekleştirirler.
- Geri boyama problemi söz konusudur.

Nötral selülozlar,

- 50-60 °C 'de ve 6-8 pH aralığında maksimum etki gösterirler. En büyük etkiyi pH 6'da sağlamakla birlikte, pH 7-7,5 arasında renk sökme etkileri %90'ların üzerindedir.
- Denim ürünler üzerinde asidik selülaza göre daha uzun sürede ve daha az etkili bir renk sökümü gerçekleştirirler.
- Geri boyama problemi yoktur.
- Asidik selüloza göre tekrarlanabilirliği daha yüksek seviyelerdedir. (Çetinarslan, 2013)

Denim kumaş üretimi sırasında dokumanın maksimum verimle çalışması için kumaşa aktarılan haşıl maddesinin üründen uzaklaştırılması, yıkamalarda genellikle ilk işlem adımıdır. Çizelge 3.6 'da görüldüğü üzere, ilk adımda haşıl sökme işlemi yer almaktadır. Haşıl sökme işleminde amilaz enzimi haşıl maddesiyle birlikte reaksiyona girmek suretiyle kumaştan uzaklaştırılmasına yardım eder. Daha sonraki adımlarda ise bu maddelerin kumaştan tamamen uzaklaştırılması amacıyla iki defa rins yıkama (durulama) işlemi yapılmaktadır. Reçetede yer alan 8. adımda ise selülaz enzim verilmektedir. Enzimle birlikte verilen dispersant ile toz halindeki enzimin su içinde homojen olarak dağılması ve çözünen boyanın tekrar kumaşa bağlanması engellenir. Sonra gelen rins adımlarıyla kumaştan ayrılan boya ve diğer kimyasallar uzaklaştırılarak kumaş kurutulmaktadır.

Enzim yıkama işlemi esnasında gerçekleşen adımlar ve reçete detayları aşağıdaki çizelge 3.6' da gösterilmiştir. Yapılan denemelerde, analiz amacıyla farklı sıcaklık, süre ve taş enzim miktarında yıkama denemeleri yapılmıştır. çizelge 3.6.' da yapılan denemelerin hangi süre ve sıcaklıklarda yapıldığı belirtilmiştir.

Çizelge 3.6. Enzim Yıkama Reçetesi

Adım	İşlem	Flotte oranı (kg/l)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	pH	Kimyasal	
						Adı	Miktarı
1	Haşıl sökme	1/8	45	14	6-7	Amilaz Enzimi Dispergator	0.4 cc/l
							1.25 cc/l
2	Boşaltma						
3	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
4	Boşaltma						
5	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
6	Boşaltma						
7	Sıkma						
8	Enzim yıkama	1/8	D1*:25 D2*:45 D3*:65	D1*:10 D2*:40 D3*:70	6-7	Nötr taş enzimi (selülaz)	D1*:0,25 gr/l D2*: 0,65 gr/l D3*:1,25 gr/l
						Dispergator	1.25 cc/l
						Köpük kesici	0.4 cc/l
9	Boşaltma						
10	Rins yıkama	1/14	20	5	6-7		
11	Boşaltma						
12	Rins yıkama	1/14	20	5	6-7		
13	Sıkma						
14	Kurutma						

D* Deneme

Çizelge 3.7. Enzim Yıkamada Parametreler

SICAKLIK (°C)	SÜRE(dk)	ENZİM ORANI (gr/l)
25	10	0,25
25	10	0,65
25	10	1,25
25	40	0,25
25	40	0,65
25	40	1,25
25	70	0,25
25	70	0,65
25	70	1,25
45	10	0,25
45	10	0,65
45	10	1,25
45	40	0,25
45	40	0,65
45	40	1,25
45	70	0,25
45	70	0,65
45	70	1,25
65	10	0,25
65	10	0,65
65	10	1,25
65	40	0,25
65	40	0,65
65	40	1,25
65	70	0,25
65	70	0,65
65	70	1,25

Yıkamalar 25 °C, 45 °C ve 65 °C sıcaklıklarda, süre olarak 10, 40 ve 70 dk 'da, enzim miktarı için 0,25 gr/l, 0,65 gr/l, 1,25 gr/l olarak 27 farklı çalışma yapılacaktır. Yapılacak denemeler detaylı olarak Şekil 3.7' de gösterilmiştir.

3.2.1.3. Taş Yıkama

Denim ürünlerin, endüstriyel yıkama makinelerinde, kısa flotte oranlarında, ponza taşları ile beraber yıkanması ve bu sayede giyilmiş/eskimiş efekti kazandırılması işlemine taşlama denilmektedir. Taşlama işleminde amaç, denim ürünlere, uzun süre giyilmiş ve birçok kez yıkanmış efekti kazandırmaktır.

Taşlanmış denim ürünlerin panellerinde hemen göze çarpan boyuna yıkama efektleri yer almaktadır. Bu efektler özellikle büzüşen dikiş yerleri üzerinde çok daha belirgindir ve bu sayede müşterinin ürüne olan albenisi artırılır. Taşlama ile beraber denim ürünlerin tutumları da daha yumuşak hale gelir. Denim ürünlerin renkleri işlem süresi ile beraber değişirken, süre arttıkça renk de açılmaktadır.

Taşlama işleminde kullanılan ponza taşları volkanik taşlardır (Şekil 3.2). Volkan patlaması sonucu lavların aniden soğuması ve lav içindeki gazların aniden buharlaşması sonucu oluşmuşlardır. Bahsedilen bu oluşum sayesinde ponza taşları diğer taşlara nazaran çok daha hafif ve süngerimsi yapıdadır. Onlara karakteristik özelliklerini veren de süngerimsi yapıda olmalarıdır. Ponza taşları dünyada en çok Türkiye, Yunanistan ve İzlanda'da çıkarılırken az miktarda A.B.D., Japonya, Filipinler, Endonezya, Çin ve Meksika'da çıkarılmaktadır (Bağır, 2011).



Şekil 3.2. Ponza Taşı

Çizelge 3.8. 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	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
4	Boşaltma						
5	Rins 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	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
11	Boşaltma						
12	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
13	Boşaltma						
14	Sıkma						
15	Taş ayıklama						
16	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
17	Boşaltma						
18	Sıkma						

D* Deneme

Uygulanacak olan taş yıkama reçetesi proses adımları Çizelge 3.8’de gösterilmiştir. Analiz amacıyla 25, 45 ve 65 °C sıcaklıklarda, süre olarak 10,40 ve 70 dk ve taş miktarı 10 kg, 20 kg, 30 kg olmak üzere farklı sıcaklık, süre ve taş miktarında yıkama denemeler yapılacaktır. Yıkama çalışmaları detayları Çizelge 3.9 ’ da detaylarıyla verilmiştir.

Çizelge 3.9. Taş Yıkamada Parametreler

SICAKLIK (°C)	SÜRE(dk)	TAŞ MİKTARI(kg)
25	10	10
25	10	20
25	10	30
25	40	10
25	40	20
25	40	30
25	70	10
25	70	20
25	70	30
45	10	10
45	10	20
45	10	30
45	40	10
45	40	20
45	40	30
45	70	10
45	70	20
45	70	30
65	10	10
65	10	20
65	10	30
65	40	10
65	40	20
65	40	30
65	70	10
65	70	20
65	70	30

3.2.1.4. Taşlamalı Ağartma Yıkama

Ağartma işlemi, denim kumaşlarda yer alan, en çok indigo, kükürt ve az da olsa küp boyarmaddelerle yapılmış boyamaların tonlarını açmak için uygulanan bir yıkama işlemidir. Bu işlem, taşlama ya da enzim yıkamalarla elde edilemeyen açık tonları elde etmek için uygulanmaktadır.

Rengi açmanın yanı sıra denim kumaşlarda bulunan şantuklu ipliklerin efekt alması ve eskitilmiş görüntünün elde edilmesi için ağartma işlemi öncesi taşlama yapılır. Ağartma işleminde amaç, denim ürünlere, sık sık giyilmiş, çok kullanılmış ve bu nedenle rengi açılmış efekti kazandırmaktır. Bunun için moda daha uygun parlak mavi tonda ağartmalar önem kazanmıştır. (Bağiran, 2011)

Bu aşamada çeşitli yöntem ve kimyasallar ile indigo kumaşa istenen renk tonu kazandırılır. Başlıca kullanılan yöntemler; hipoklorit ağartması, persülfat ağartması ve enzimatik ağartmadır (Kaya, 2004). Bu ağartıcılar içinde en çok kullanılan, ucuz olması, hızlı renk açma ve kolay tedarik edilebilme gibi avantajlarından dolayı hipoklorittir. Hipoklorit ağartma neticesinde elde edilen sonuç, genelde mavi nüanslıdır. Hipoklorit ile istenen açık renklere ulaşılabilir. Fakat aşırı mukavemet kaybına neden olduğundan dolayı çok dikkatli çalışmak gerekir. Bu ağartmadan sonra hemen nötralizasyon yapılmalıdır. Nötralizasyon işlemi, peroksit veya bisülfite ile yapılmaktadır. Peroksit mavi nüans, bisülfite ise sarı-kırmızı bir nüans elde edilmesine yol açar (Çetiner, 2006).

Hipoklorit, indigoyu oksidatif şekilde ağartmasının yanında pamuk liflerine de zarar vermektedir. Zararın engellenmesi için hipokloritin sadece indigo boyarmaddelere etki edebileceği en optimum çalışma şartlarının uygulanması gerekmektedir. Hipokloritle kontrolsüz ağartmalarda mukavemetlerde ciddi kayıplar yaşanabilir. Bu nedenle hipokloritle yapılan ağartmalar kontrollü bir şekilde uygulanmalıdır (Bağiran, 2011).

Çizelge 3.10. Taşlamalı Ağartma 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	0.4 cc/l
						Dispergator	1.25 cc/l
2	Boşaltma						
3	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
4	Boşaltma						
5	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
6	Boşaltma						
7	Sıkma						
8	Taş yıkama	1/8	45	30	6-7	PonzaTaşı :	20 kg
						Nötr taş enzimi (selülaz)	1.25 cc/l
						Dispergator	1.25 cc/l
						Köpük kesici	0.4 cc/l
9	Boşaltma						
10	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
11	Sıkma						
12	Taş ayıklama						
13	Ağartma	1/8	D1*:25 D2*:45 D3*:65	D1*:10 D2*:40 D3*:70	9-11	Hypoklorit	D1*:5cc/l D2*:15cc/l D3*:45cc/l
14	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
15	Nötralizasyon	1/8	20	2	6-7	S.metabisülfat	2,5 cc/l
16	Rins yıkama	1/14	20	2	6-7		
17	Boşaltma						
18	Sıkma						

D*: Deneme

Tez çalışmasında yapılan ağartma denemelerinde de hipoklorit kullanılmıştır. Ağartma öncesinde yaygın olarak kullanılan taş yıkama adımı uygulanmış olup, sonrasında ise hipoklorit ile rengin açılması sağlanmıştır.

Çizelge 3.11. Taşlamalı Ağartmada Parametreler

SICAKLIK (°C)	HYPO SÜRESİ (dk)	HYPO MİKTARI (cc/l)
25	10	5
25	10	15
25	10	45
25	40	5
25	40	15
25	40	45
25	70	5
25	70	15
25	70	45
45	10	5
45	10	15
45	10	45
45	40	5
45	40	15
45	40	45
45	70	5
45	70	15
45	70	45
65	10	5
65	10	15
65	10	45
65	40	5
65	40	15
65	40	45
65	70	5
65	70	15
65	70	45

Farklı sıcaklık, süre ve taş miktarlarıyla yapılan enzimli taş yıkamalar sonrasında ağartma uygulamaları yapılmıştır (Çizelge 3.10). 3.11 no' lu çizelgede yapılan denemelerin hangi sıcaklık, süre ve hipoklorit miktarlarında kullanıldığı açıklanmıştır. Ağartma yıkaması 25 °C, 45 °C ve 65 °C sıcaklıklarında, 5 cc/l , 15 cc/l ve 45 cc/l miktarlarında ve 10, 40 ve 70 dk sürelerinde uygulanmıştır.

3.3. Denim Kumaşlara Uygulanan Fiziksel Testler

Yapılan çalışmada, yıkamaların kumaş üzerinde etkisini görmek amacıyla uygulanacak testler ve metotlar Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12.: Denim Kumaşlara Uygulanan Test Metotları ve Kısaltmalar

	Kısaltma	Test Adı	Birim	Test Metodu
1	GR	Kumaş Gramajı	gr/m ²	ASTM D3776 - 09a(2013)
2	EN	En Kontrolü	cm	ASTM D3774 - 96(2016)
3	S	Katılık	kg	ASTM D4032 - 08(2016)
4	WE	Çözümlü Uzama	%	ASTM D3107 - 07(2015)
5	M	Dönme	%	LS&CO METHOD 2 – (2004)
6	AK	Atkı Kopma Mukavemeti	kg	ASTM D5034 – 9(2013)
7	ÇK	Çözümlü Kopma Mukavemeti	kg	ASTM D5034 – 9(2013)
8	ÇÇ	Çözümlü Çekme	%	TS EN ISO 5077 – (2012)
9	AÇ	Atkı Çekme	%	TS EN ISO 5077 – (2012)
10	ÇY	Çözümlü Yırtılma Mukavemeti	gr	ASTM D1424 - 09(2013)e1
11	AY	Atkı Yırtılma Mukavemeti	gr	ASTM D1424 - 09(2013)e1
12	E	Elastikiyet	%	ASTM D3107 - 07(2015)
13	G	Kalıcı Uzama	%	ASTM D3107 - 07(2015)

Denim kumaş üretim safhalarında yapılan kontroller, fiziksel test laboratuvarında uygulanmakta olup, kumaşın fiziksel özelliklerinin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır. Fiziksel testler genel olarak, dokuma prosesini kontrol etmek amacıyla ham bez aşamasında ve terbiye prosesini kontrol etmek amacıyla da mamul kumaş üretimi tamamlandıktan sonra yapılmaktadır. Ayrıca testlerin her birine verilen kısaltmalar da Çizelge 3.12’de yer almaktadır. Yapılan test sonuç çizelgelerinde ve istatistiksel analizlerde bu kısaltmalar kullanılmıştır. Uygulanan testler en çok kullanılan ASTM D, ISO, LS &CO gibi standartlara uygun olarak yapılmıştır.

3.3.1. Kumaş Gramajı

Kumaşın ağırlığının gr/m^2 cinsinden ölçülmesidir. Ürünün istenen gramajda olup olmadığı tespit amacıyla yapılmaktadır.



Şekil 3.3. Kumaş Gramaj Numune Kesici ve Hassas Terazi

Laboratuar koşullarında en az 4 saat kondüsyonlanmış örnek masa üzerine kırışksız serilir. Numune kesici ile aynı atkı ve çözgüyü içermeyecek şekilde farklı noktalardan en az 4 adet numune kesilir. Örnek numuneler birlikte terazide tartılır. Kaç adet örnek alınmışsa bu sayıya bölünerek “Gramaj Değeri” hesaplanır

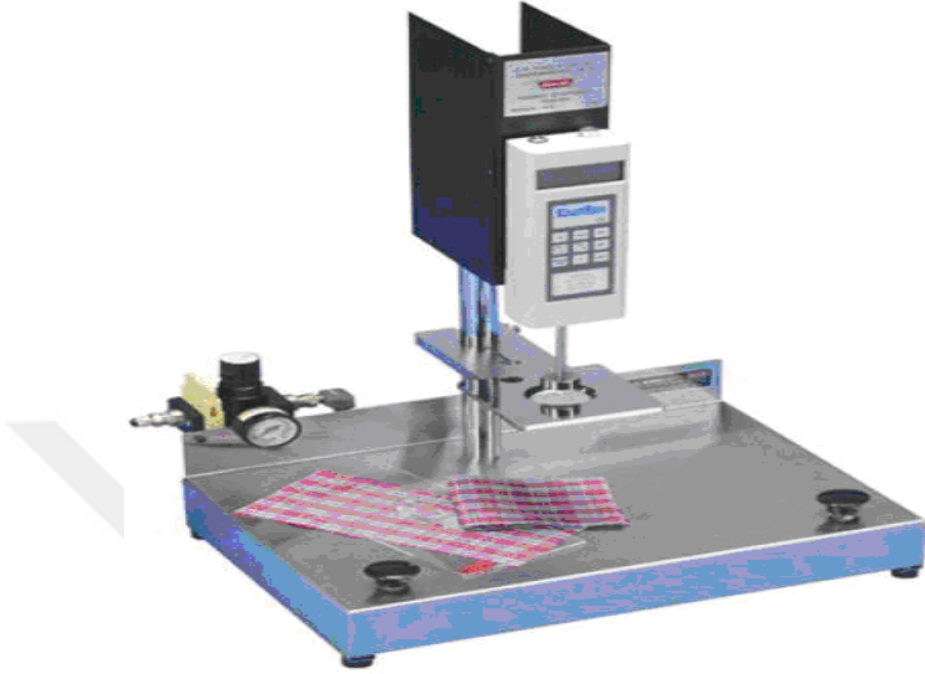
3.3.2. En Kontrolü

Kumaşın kullanılabilir (kesilebilir) eninin cm cinsinden ölçüsüdür. Yıkama öncesinde ve yıkama sonrasında kumaşın en uzunluğu ölçülür. Ölçüm alınırken dıştan dışa, yani bir tarafın kenar örgüsünün dışından diğer tarafın kenar örgüsünün dışına kadar olan bölüm şerit metre ile ölçülür. Kenar örgüleri çıkarılarak yapılan ölçüm içten içedir. Buna kesilebilir en denir. Yıkama sonrası yapılan en ölçümüne de yıkama sonrası en denir.

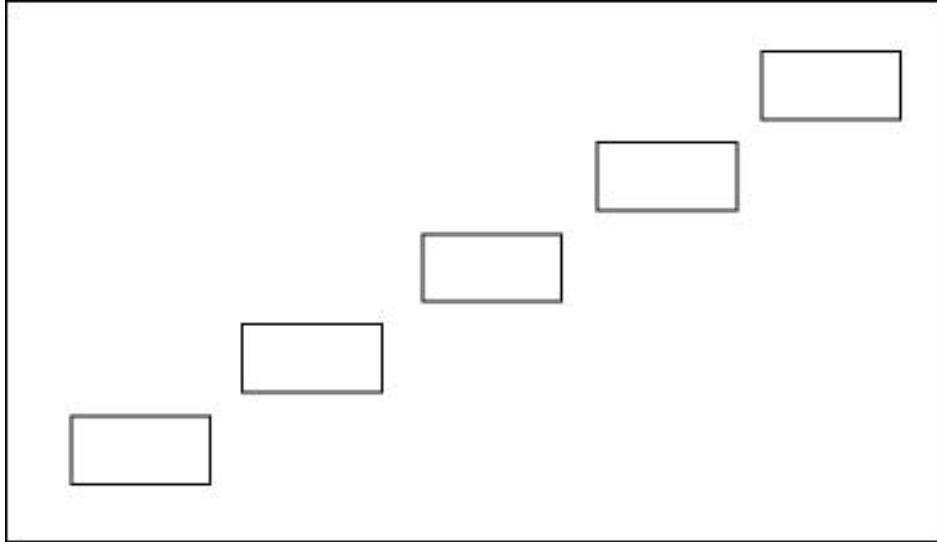
3.3.3. Katılık Testi

Katılık testi ile kumaşın tutumu ve sertliği tespit edilir. Katılık testi, kumaşın dikim kolaylığını belirleyen sertliğinin olması gereken değerlerde olup olmadığının tespiti için yapılır. Sertlik, kumaşa uygulanan belirli bir kuvvet karşısında ürünün gösterdiği direncin ölçülmesiyle tespit edilir.

Bu test için kumaşın kırıştırılmamış olması önemlidir. Kumaş masa üzerine düzgün bir şekilde serilir. Şablonun 20,3 cm' lik kısmı atkı yönünde olacak şekilde şablon yerleştirilir. Aynı atkı ve çözgüyü içermeyecek şekilde diyagonal olarak 5 adet örnek kalemle işaretlenir. (Şekil 3.5) Hazırlanan örnekler ön yüzü içe gelecek şekilde uzun kenarından ikiye katlanır, hafifçe şablonla düzeltilir. Açık ağzı bize dönük olacak şekilde her bir örnek katılık test cihazında (Şekil 3.4) test edilir. Alınan ölçüm değerleri toplanır ve yapılan ölçüm sayısına bölünerek ortalama değer bulunur. Herhangi bir tek değer ortalamadan % 20 farklı ise farklı olan örnek çıkartılarak yeniden ortalama alınır. % 20'den farklı iki değer varsa test tekrarlanır.



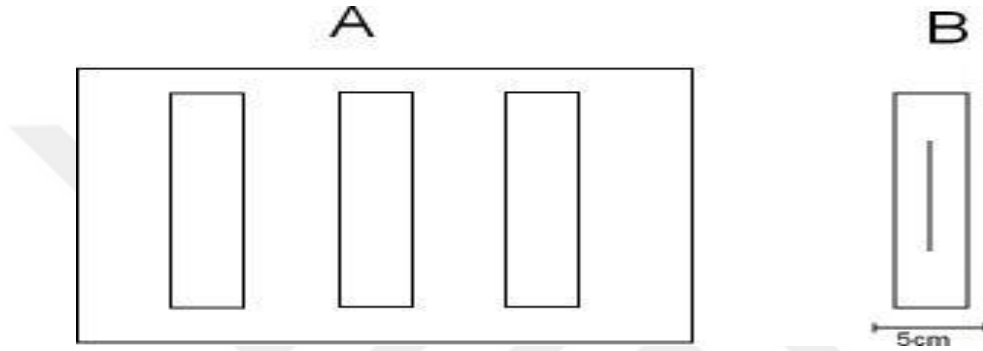
Şekil 3.4. Stiffness (Katılık) Ölçüm Cihazı (www.mesdan.it, 2015)



Şekil 3.5. Katılık Testi Diagonal Numune Alma Şeması

3.3.4. Çözü Uzasması Testi

Bu test ile kumaşın belirli ağırlık karşısında uzadığı (esnediği) miktar % olarak ölçülür. Bu testin uygulanmasında amaç, gerek dikim aşamasında, gerekse tüketicinin kullanımı esnasında, oluşabilecek esnemenin önceden tespit edilerek, standart dışı durum söz konusu ise müdahalenin önceden yapılmasını sağlamaktır.



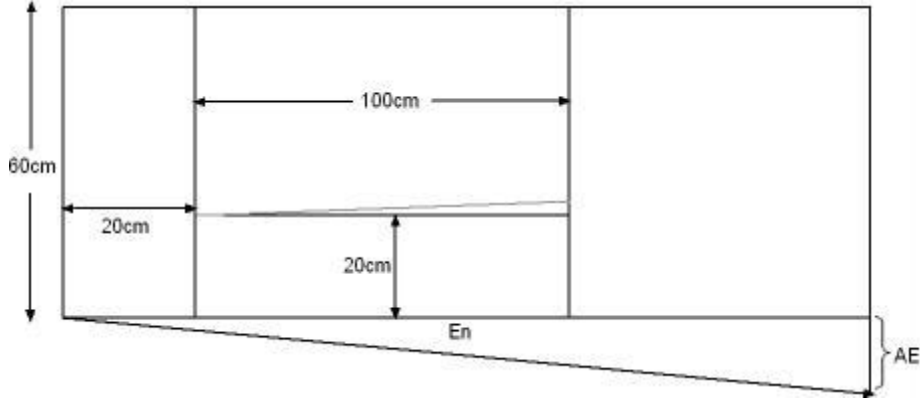
Şekil 3.6. Çözü Uzasması Testi Numune Hazırlama Şeması

Bu test 3 adet numune kesilerek yapılır (Şekil 3.6). Masa üzerine numune kumaş kırışksız bir şekilde serilir. Şablon, 55 cm' lik kısmı çözü yönüne gelecek şekilde kumaş üzerine yerleştirilir. Makasla işaretli kısımların biraz dışından kesilir. Numuneler en az 4 saat laboratuvar koşullarında kondüsyonlanır. Kesilen örneklerin kenarından iplik çekilerek düzeltme yapılır. Örnek üzerinde cetvelle 25 cm'lik ana bölge işaretlenir. Uzama cihazının alt ve üst tutucu aparatlarının sıkıştırıcıları gevşetilir. Örneğin alt ve üst uçları bu tutucular içine yerleştirildikten sonra sıkıştırıcılar yardımı ile tutucu içine kısıtılır. 2,3 kg' lık ağırlığı tutan altlık yavaş yavaş aşağıya indirilir ve 5 saniye beklenir. Altlık 5 cm yukarıya yavaşça kaldırılır. Bu işlem üç defa tekrarlanır ve sonunda altlığın altından el çekilerek tamamen serbest bırakılır. Örnek aletin üzerinde asılı haldeyken işaretlenmiş bölge ölçülür ve uzama yüzdesi bulunur. Hesaplanan 3 değerın ortalaması çözü uzama değeri olarak rapor edilir.

% Çözgü Uzaması = (Yük altında esnetme sonrası ölçüm değeri - 25 cm) * 100 /25 cm.

3.3.5. Dönme Testi

Dönme testi paça dönmesinin miktarının tespiti için uygulanır. Şu şekilde yapılmaktadır: Kumaşın bir kenarından 20 cm içeriden kenara paralel bir doğru çizilir ve bu doğruya dik atkı boyunca 1m boyunda bir doğru çizilir (Şekil 3.7). Daha sonra kumaşa yıkama uygulanır. Yıkama sonrası aynı işlem tekrarlanarak atkı boyunca çizilen 1 metrelik çizginin yıkama sonrasında ne kadar saptığı ölçülür. Burada ölçülen değer direk % dönme değeridir.



Şekil 3.7 Dönme Testi Yapılacak Kumaş ve Dönme Çizgisinin Çizilmesi

3.3.6. Kopma Mukavemeti

Kopma mukavemet testinin amacı, kumaşın kullanım aşamasında karşılaşılabilecek zorlanmalara karşı göstereceği davranışın tespit edilmesidir. Bu test ile kumaşın ipliklerinin standart ağırlık karşısındaki direnci ölçülür. Mamul kumaşın kopma mukavemetinin belirli standartlar dahilinde olması gerekmektedir.



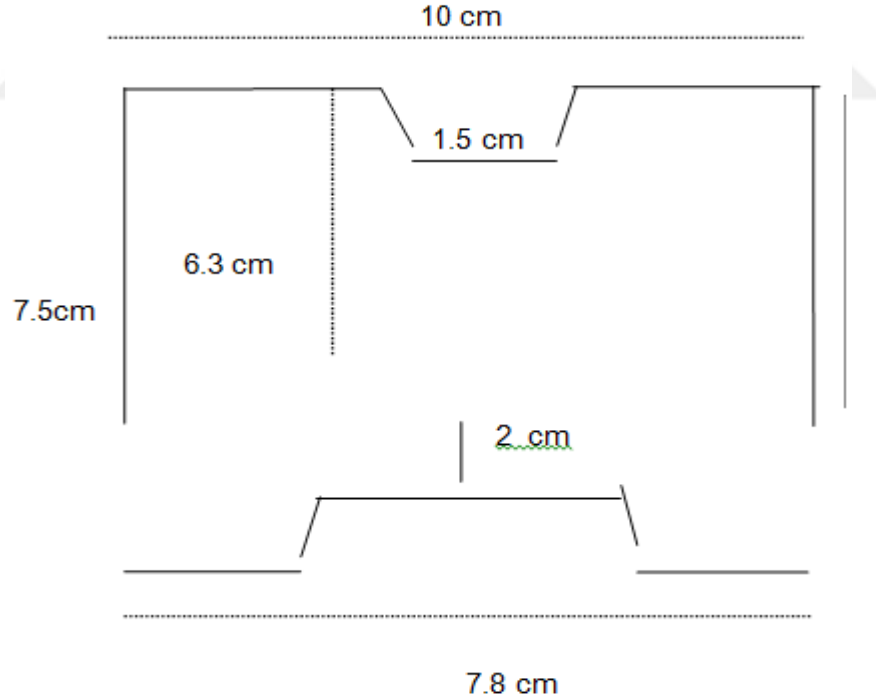
Şekil 3.8. Kopma Mukavemet Cihazı (www.tiniusolsen.com , 2015)

Bu test mamul veya yıkanmış kumaşa uygulanır. Numune kumaş en az 4 saat laboratuvar koşullarında kondüsyonlanır. Numunelerin atkı ve çözgü yönünde düzgünlüğü sağlamak için kenarlardan kesilir ve tel çekilir. 5 ‘er adet atkı ve çözgü yönünde, uzun kenar test yönüne gelecek şekilde 15*10 cm’ lik numuneler hazırlanır. Düzeltelen numunenin uzun kenarına paralel 4 cm içeriden düz bir çizgi çizilir. Kopma mukavemet cihazında (Şekil 3.8) alt ve üst çene arası mesafe 7,5cm’ye ayarlanır. Hazırlanan numune alt ve üst çenelere 4 cm içeriden çizilen çizgiden yerleştirilir. Hazırlanan her numuneye test uygulanır. Atkı ve çözgü yönünde hazırlanmış örneklerin test sonuçları toplanır ve test sayısına bölünerek ortalaması bulunur.

3.3.7. Yırtılma Mukavemeti

Yırtılma mukavemeti testi, dokuma kumaşlarda, makasla açılan dil tipi tek yarıktan başlayan bir yırtığın, yayılması için gereken ortalama kuvveti tespit

etmek için yapılır. Teste başlamadan önce numune kumaş, laboratuvar koşullarında en az 4 saat kondüsyonlanır. 5 adet atkı ve 5 adet çözgü yönünden test numunesi alınır. Numuneler hazırlanırken önce kumaş masa üzerine düzgün bir şekilde serilir. Şekil 3.9’da gösterilen numunenin boyutlarında olacak şekilde diagonal olarak (aynı atkı ve çözgüyü içermeyecek şekilde) 5 adet çözgü numunesi çizilir. Şablonun 10 cm’ lik kısmı atkı yönüne gelecek şekilde yerleştirilir, diagonal olarak (aynı atkı ve çözgüyü içermeyecek şekilde) 5 adet atkı numunesi alınır. Makasla veya makine üzerindeki kesici aparatla her hazırlanan numuneye uzun kenarın tam ortasından 2 cm’ lik ön yırtılma çentiği atılır. Çözgü yönünde hazırlanmış örneklerin test sonuçları toplanır ve test sayısına bölünerek ortalaması bulunur. Atkı yönünde hazırlanmış örneklerin test sonuçları toplanır ve test sayısına bölünerek ortalaması bulunur.



Şekil 3.9. Yırtılma Mukavemeti Testi Numune Boyutları

3.3.8. Yıkama Sonrası Boyutsal Stabilite (Çekme) Testi

Bu testin amacı kumaşın standart yıkama sonrasında atkı ve çözgü yönündeki çekme veya uzamasının tespitidir. Burada kumaş standart bir sanfor cetveli ile işaretlenerek yıkama sonrasında işaretli yerlerin değişimi % olarak hesaplanarak çekme değerleri belirlenir. Bu değerler (+) yönünde ise kumaşa yıkama sonrasında uzama olacağı (-) yönünde ise kısılma olacağı anlamına gelmektedir. Çekme testi değerleri, kumaşın konfeksiyon olarak üretilmesinde kullanılacak olan kalıplara verilecek çekme payı için önemlidir.

Kumaş kırışksız bir şekilde masaya serilir. Kumaşın kenar-orta-kenarına gelecek şekilde ve kenardan 25 cm içeri girilerek 3 çift işaret çözgü ve atkı boyunca konulur. Kumaş kenarları overlok makinesi ile dikilir. İşaretlenmiş kumaş yıkama makinesinde yıkanır ve her yıkama sonrasında kurutulur. Yıkama öncesinde çözgü ve atkı boyunca atılan işaretler yıkama sonrasında cetvel ile ölçülür, çözgü ve atkı için bulunan 3 değerın ortalaması sonucunu verir.

3.3.9. Elastikiyet ve Kalıcı Uzama Testleri

Bu test streç özelliğine sahip ürünün esneme ve geri toplama kabiliyetini tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.

Elastikiyet ve kalıcı uzama testleri aynı numune üzerinden yapılmaktadır. Numune kumaş kenarından 20 cm içeriye girdikten sonra streç yönünde 45,5 cm x 6 cm ' lik numune cetvel ile işaretlenip makas ile kesilir. Kenarların ipi çekilerek 5,5 cm ayarlanır. Ayarlanan kumaş cetvel yardımı ile bir kenarından içeriye doğru 2,5 cm ve 3,2 cm' lere işaret atılır. Sonra 3,2 cm' ye işaret atılan yerden katlanır ve 2,5 cm ' lik işareten dikilir. Dikilen numunenin ortasına gelecek şekilde 25 cm' ye işaret atılır. Numune, sabit bir üst çene ile 1,36 kg ağırlığa sahip bir alt çene arasına sıkıştırılır ve aşağı doğru serbest bırakılır ve 5 saniye bekletilir. 5 saniyenin dolması ile bu çene 5 cm yukarı doğru kaldırılır ve 5 saniye de bu şekilde bekletilir. Bu işlem 3 defa tekrarlanır ve üçüncünün sonunda altlığın altındaki el tamamen çekilerek altlık serbest bırakılır ve 30 dk asılı olarak bekletilir. 30 dk bekletildikten

sonra ölçüm alınır ve testin uzama yüzdesi bulunur. Numune kumaş çeneler arasından çıkartılır ve kondüsyona bırakılır. Kondüsyona bırakılan numune 1 saat dinlendirdikten sonra ölçüm alınır. Kalıcı uzama %' si (geri toplama) bulunur ve kayıt yapılır

$$\text{Elastikiyet \%} = (\text{Değer}-25)/25*100 \text{ (30 dakika yük altında bekletilir)}$$

$$\text{Kalıcı uzama \%} = (\text{Değer}-25)/25*100 \text{ (1 saat serbest halde bekletilir)}$$

3.4. İstatistiksel Veri Analizi

Değerlendirme yöntemi olarak ise çok yönlü ANOVA ve çoklu karşılaştırma (Post-Hoc) testleri uygulanmıştır. Testler sonucunda elde edilen önemlilikleri, $\alpha=0.05$ önem seviyesi ile karşılaştırılmıştır. Önem seviyeleri 0.05'ten küçük olan gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir şeklinde yorumlanmıştır. Öncelikle, deneysel çalışmalar sonucu elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğunu tespit etmek için normallik testi uygulanmıştır. Varyans analizi iki ya da daha fazla ortalama arasında fark olup olmadığı ile ilgili hipotezi test etmek için kullanılmaktadır. Varyans analizinde H_0 hipotezi, bütün popülasyonların ortalamalarının eşit olduğu şeklindedir.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n \text{ Yani ortalamalar arasında fark yoktur.}$$

$$H_a = \text{Ortalamalardan en az ikisi arasında anlamlı fark vardır.}$$

Varyans analizinde hipotezi test etmek için F değeri kullanılır. F değeri istenilen anlamlılık düzeyinde tablo değerinden küçük ise H_0 hipotezi reddedilmez. Yani ortalamalar arasında anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna ulaşılır. Eğer F değeri, tablo değerinden büyük ise H_0 hipotezi reddedilir. Bu durumda, ortalamalar arasında anlamlı bir farkın olduğu yargısına varılır (Kalaycı, 2009).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

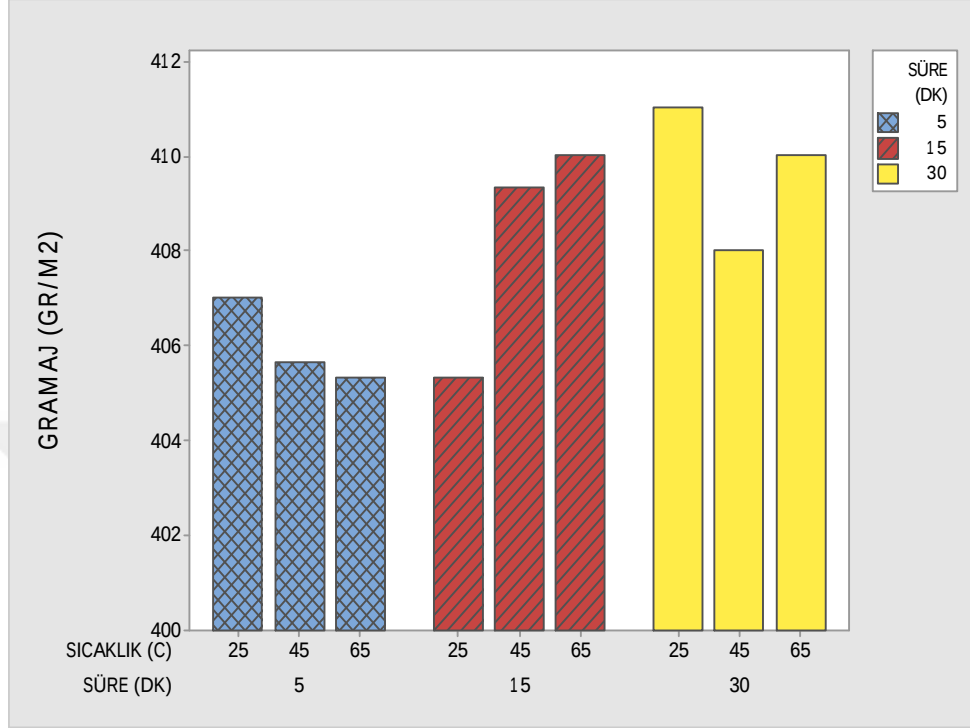
Yapılan araştırmada, yıkamaların kumaşlar üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 5 farklı yıkama türünün ve her bir yıkama metodunda yıkama süresi, sıcaklığı, kimyasal miktarı gibi parametreler değiştirilmek suretiyle bu parametrelerin kumaşın kopma mukavemeti, yıkama sonrası gramaj, yıkama sonrası en, katılık, elastikiyet ve kalıcı uzama üzerinde ne ölçüde etkili olduğu araştırılmıştır. Bulunan sonuçların ortalamaları karşılaştırılarak, ortalamalar arasında farkın belirli bir güven düzeyinde anlamlı olup olmadığı varyans analizleri ile istatistiksel analiz için SPSS 22 veri analizi programı kullanılarak test edilmiştir.

4.1. Rins Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan rins yıkama denemeleri farklı süre ve sıcaklıklarda uygulanmış olup, yıkama sonrası en, yıkama sonrası gramaj, çözgü, çekme, atkı çekme, dönme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, atkı kopma, atkı yırtılma, çözgü yırtılma, elastikiyet, kalıcı uzama test sonuçları Ek.1’de görülmektedir. Çalışmada testlerin hassasiyetini görmek için 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır. Sonuçlar deneyin sütunları üzerinde gruplandırılmıştır. Testlerle ilgili değerlendirmeler aşağıda detaylı olarak yapılmıştır.

4.1.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Rins yıkama sonrası elde edilen gramaj testlerinin ortalama sonuçları Şekil 4.1’ de yer almaktadır. Sonuçlara bakıldığında sıcaklığın test sonuçları üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir. Fakat süre sonuçlarına bakıldığında genel olarak 5 dk’ da sonuçların daha düşük değerlere sahip olduğu, sürenin uzamasıyla birlikte gramajın artma eğiliminde olduğu görülmektedir.



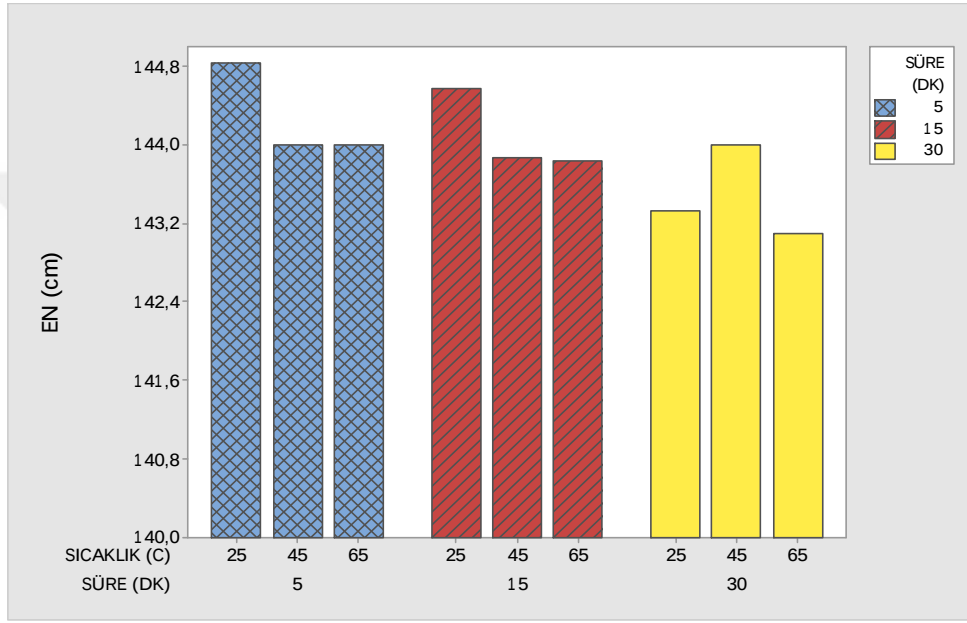
Şekil 4.1. Rins Yıkama Sonrası Gramaj Test Sonuçları

Yıkamayla birlikte ipliklerin birbirine yaklaşımları sonucu çözgü ve atkı ipliklerinin sıklıklarında artış olması beklenir. Bu nedenle sürenin uzamasıyla belirli miktarda sıklık artışına bağlı olarak yıkama sonrası birim alana düşen ağırlıklarda artış gerçekleşmiştir. Gramaj değerleri sürenin kısa olması nedeniyle 5dk'da düşük değerlerde seyrederken, süre 15 dk' ya uzadıkça gramaj yükselmekte, fakat 30 dk' da artışın çok fazla olmadığı, 15 dk' ya yakın sonuçların elde edildiği görülmektedir.

4.1.2. Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Rins yıkama sonrası elde edilen kumaş enleri ortalama sonuçları Şekil 4.2 'de yer almaktadır. En değerlerinin yıkama süresinin uzamasının etkisiyle bir miktar daraldığı görülmektedir. Atkı yönünde elastan iplikle üretilmiş olan kumaşın yıkamanın etkisiyle birlikte ipliklerin bir araya toplanarak ende daralmaya

yol açtığı görülmektedir. Bu nedenle kumaş eninde daralmanın olması beklenen bir durumdur. Özellikle 5 dk ve 15 dk sonrası en değerlerinin birbirine daha yakın çıktığı, süre uzadıkça 30 dakikada elde edilen sonuçların en düşük değerleri verdiğini görmekteyiz.



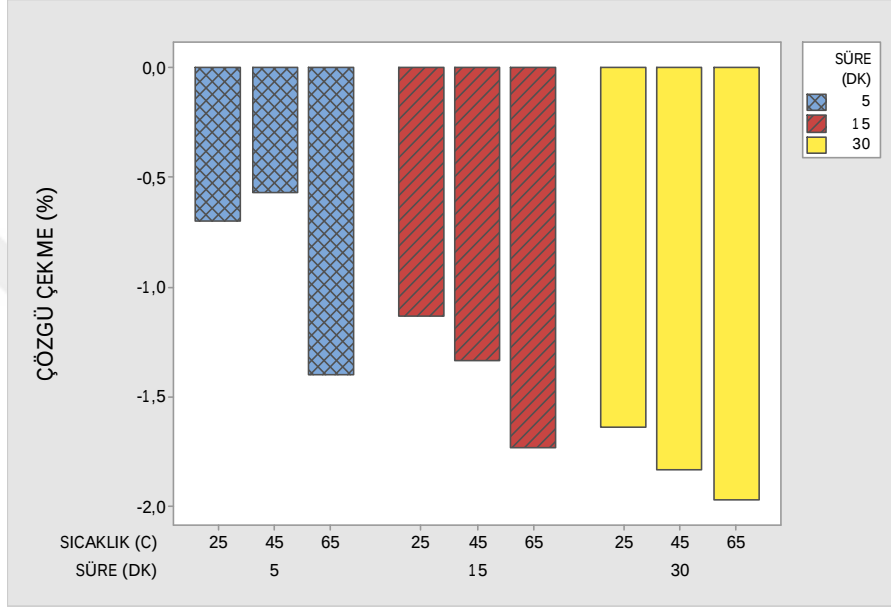
Şekil 4.2. Rins Yıkama Sonrası En Ölçüm Sonuçları

Sıcaklık sonuçlarında ise 5 ve 15 dk sürelerinde yapılan yıkamalarda, 45 ve 65 °C sıcaklıklarda, enlerde daralma görülürken 30 dk' da ise sıcaklığa bağlı anlamlı bir değişim görülmemektedir. Bu nedenle test sonuçlarından sıcaklığın etkisinin süreye göre daha az olduğu görülmektedir.

4.1.3. Çözü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kumaşların yıkanarak kumaş bünyesinde bulunan liflerin şişmesiyle birlikte kumaş iç gerilimlerden kurtularak boydan daralma gerçekleşir. Şekil 4.3' de yapılan testlerin ortalama sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre kumaşın yıkama süresinin artmasıyla birlikte boydan kısalma miktarının da kademeli olarak

arttığını görmekteyiz. 5 dk değerleri, % 0,5-1,5 arasında ve en az çekme miktarına sahip iken, 30 dakikadaki değerlere baktığımızda % 1,5-2 arasında değiştiğini görmekteyiz.



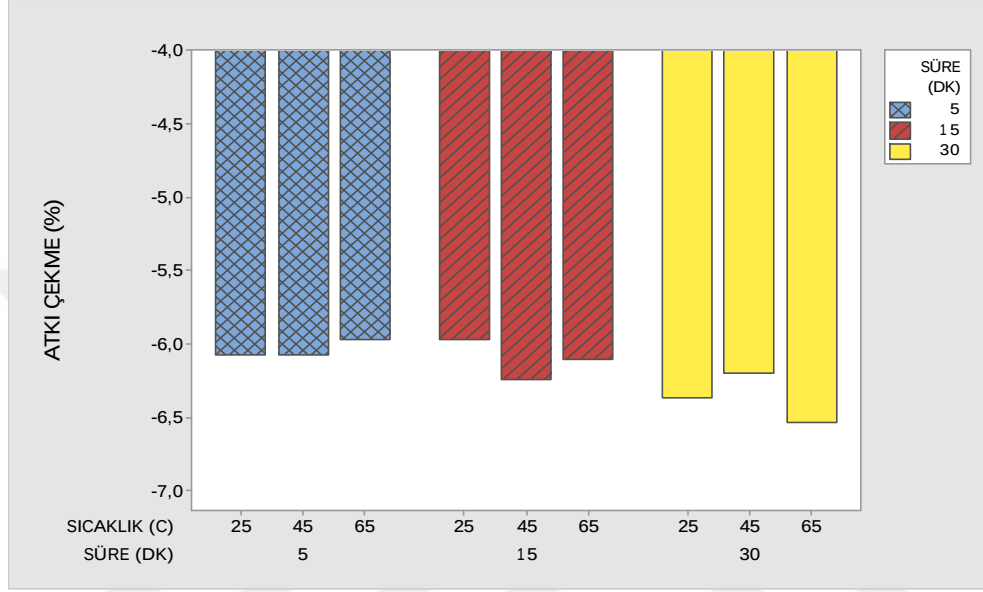
Şekil 4.3. Rins Yıkama Sonrası Çözgü Çekmesi Sonuçları

Sıcaklık değerlerinin ise süre 5 dakikada iken çok fazla etkili olmadığı görülürken, 15 ve 30 dakikalarda sıcaklığın artmasıyla birlikte kumaştaki daralmanın da kademeli olarak arttığı görülmektedir.

4.1.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.4' de yer alan atkı çekmesi test sonuçlarını irdelediğimizde süre parametresinin artmasıyla birlikte yine hafif de olsa bir değişim göze çarpmaktadır. Özellikle 5 ve 15 dk değerleri birbirine yakın olmasıyla birlikte 30 dakikadaki atkı çekme test sonuçlarının bunlardan daha yüksek olduğunu görmekteyiz. Yıkama süresi arttıkça atkı yönünde daha önce ende bir daralma olduğunu görmüştük. Buna

bağlı olarak beklendiği gibi atkı çekme oranında da bir artış olduğu göze çarpmaktadır.



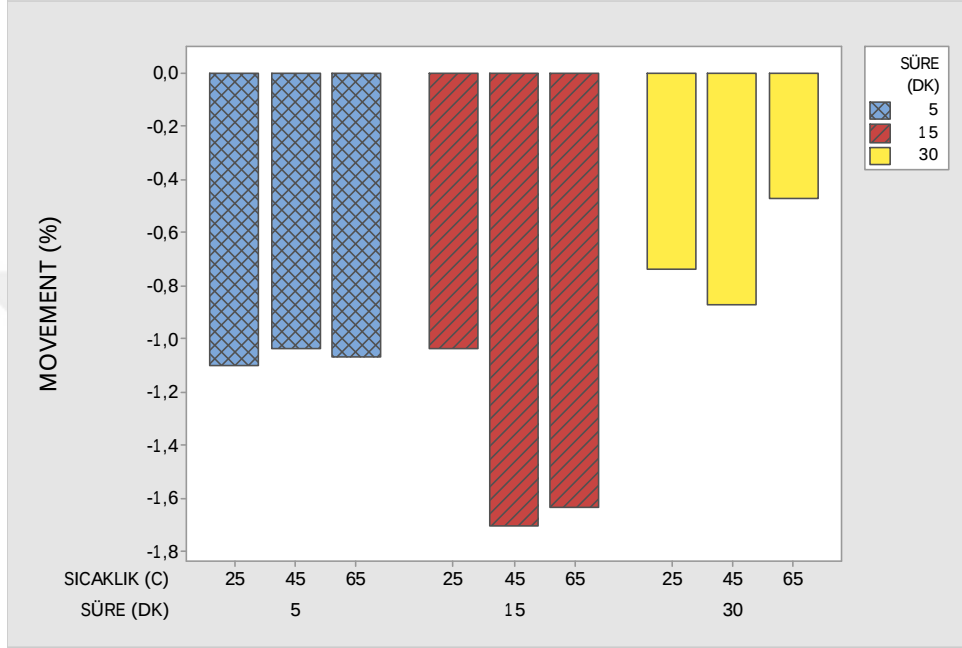
Şekil 4.4. Rins Yıkama Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları

Sıcaklıkla artışıyla birlikte atkı çekme test sonuçlarının değişimine baktığımızda ise tutarlı bir değişim görülmemektedir. Bu sonuçlara bakarak sıcaklık değişiminin atkı yönünde boyutsal değişim üzerinde etkili olmadığı kanısına varılmaktadır.

4.1.5. Dönme Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Rins yıkama sonrası elde edilen kumaş dönme ortalama sonuçları Şekil 4.5' de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre sıcaklık parametresiyle dönme değerleri arasında çok fazla etkileşim olmadığı görülmektedir. Süre parametresine göre ise yıkamanın uzamasıyla birlikte dönme değerinin bir miktar azaldığı görülmektedir. Dönme değeri atkının hareketine bağlı olduğundan yıkama süresinin artmasıyla

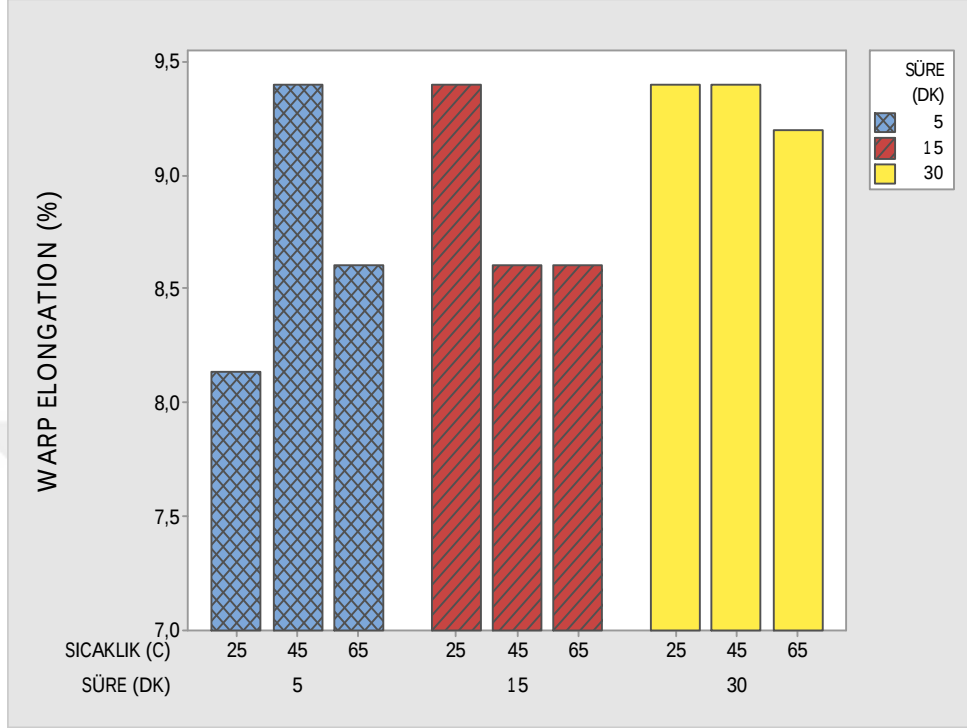
birlikte atkı daha az hareket ederek dönme değerindeki değişimin de azalmasına yol açtığı görülmektedir.



Şekil 4.5. Rins Yıkama Sonrası Dönme (Movement) Test Sonuçları

4.1.6. Çözümlü Uzama Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.6' da yıkama sıcaklık ve sürelerine göre elde edilen çözgü uzama test sonuçlarının ortalama değerleri görülmektedir. Bu sonuçlara göre sıcaklıkla çözgü uzama değerleri ilişkilendirilememektedir. Sıcaklık değerinin artışına bağlı olarak çıkan sonuçların aynı doğrultuda ilerlemediği görülmektedir.



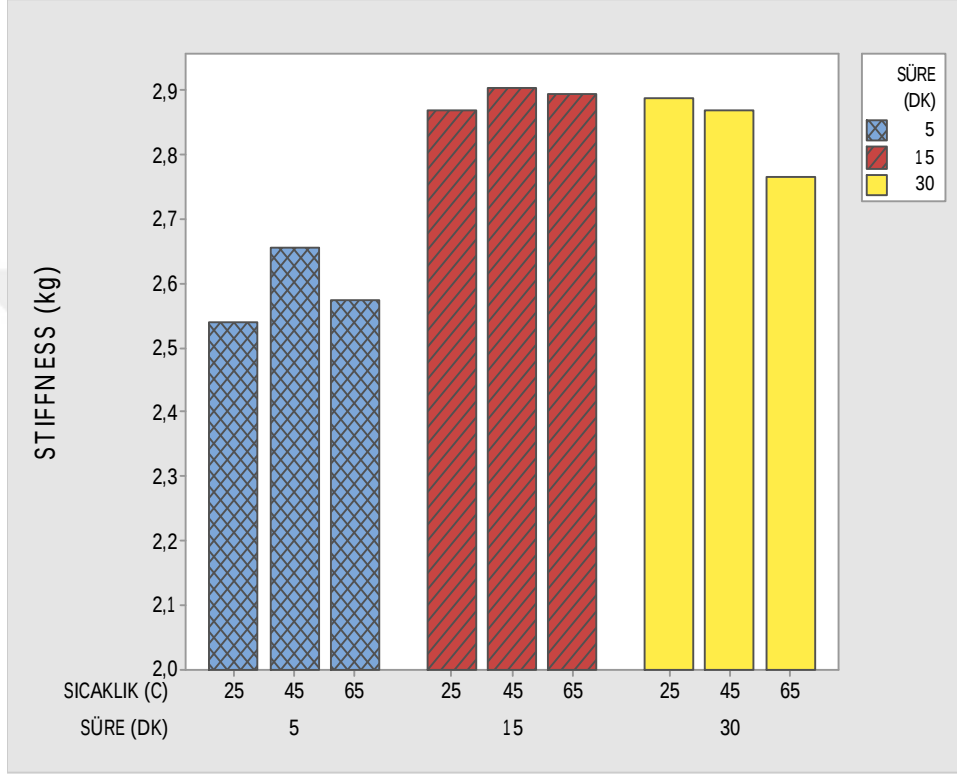
Şekil 4.6. Rins Yıkama Sonrası Çözümlü Uzama (Warp Elongation) Sonuçları

Süreyle göre değerlerdeki değişimlere bakıldığında ise özellikle 30 dk' da değerlerin 5 ve 15 dk' da elde edilen sonuçlara göre çok daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Bu tabloya göre sürenin uzamasıyla çözgü yönünde daralan kumaşın daha fazla esneme kaydedebildiği sonucuna varılmaktadır. 30 dk' da en fazla daralma yaşandığı için esnemenin de buna göre fazla çıktığı ortaya çıkmaktadır.

4.1.7. Katılık Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.7' de sunulan katılık test sonuçlarına göre sürenin uzamasıyla birlikte katılık değerinin arttığı görülmektedir. Özellikle 5 dk' dan daha uzun sürelerde sonuçların arttığı ve sonuçların daha yukarı çıkmadığı görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuçlar kumaşa apre aşamasında verilen yumuşatıcının 15 dk' dan sonra üzerinden atıldığı ve yumuşatma özelliğinin azaldığının göstergesidir.

5 dk’ da tamamen yumuşatma özelliği kaybolmamış fakat sürenin uzamasıyla birlikte yumuşatıcı aprenin etkisinin azaldığı görülmüştür.

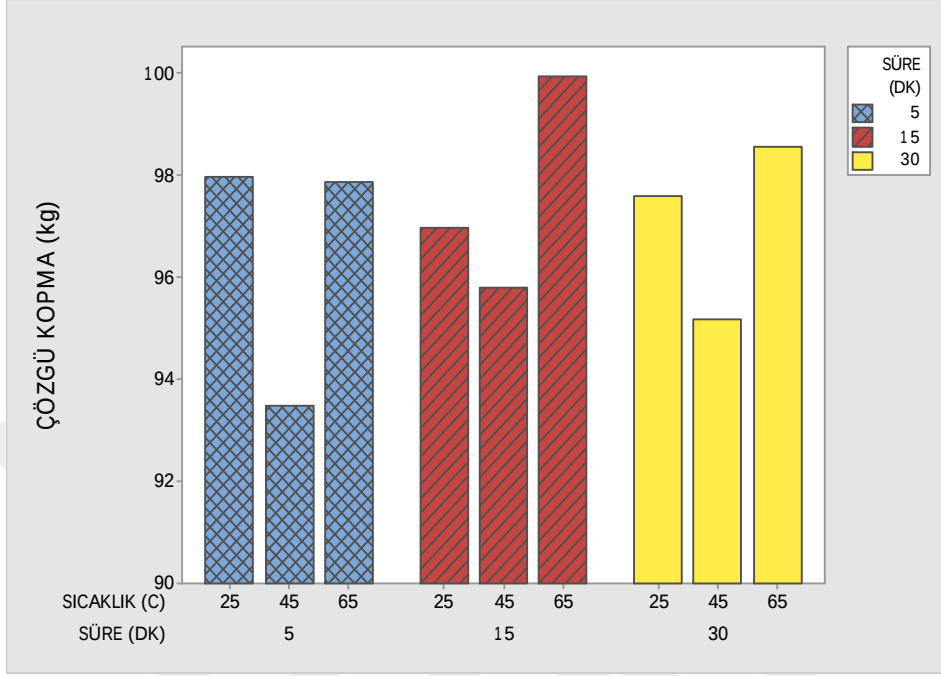


Şekil 4.7. Rins Yıkama Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları

Sıcaklık değişimiyle ortaya çıkan sonuçlar ise bize, sıcaklığın katılık üzerinde pek etkili olmadığını göstermektedir.

4.1.8. Çözgü Kopması Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.8’ de sıcaklık ve süre parametrelerine göre yapılan test sonuçlarının ortalama değerleri yer almaktadır. Bu sonuçlara göre süre ile çözgü kopma mukavemet değerinin çok fazla etkilenmediği, sıcaklığa göre bakıldığında ise, sıcaklığın 30 °C’ den 45 °C’ ye yükseldiğinde mukavemetin düştüğü 60 °C ‘ye geldiğinde ise tekrar eski değerlerine yakın noktalara geldiği görülmektedir.

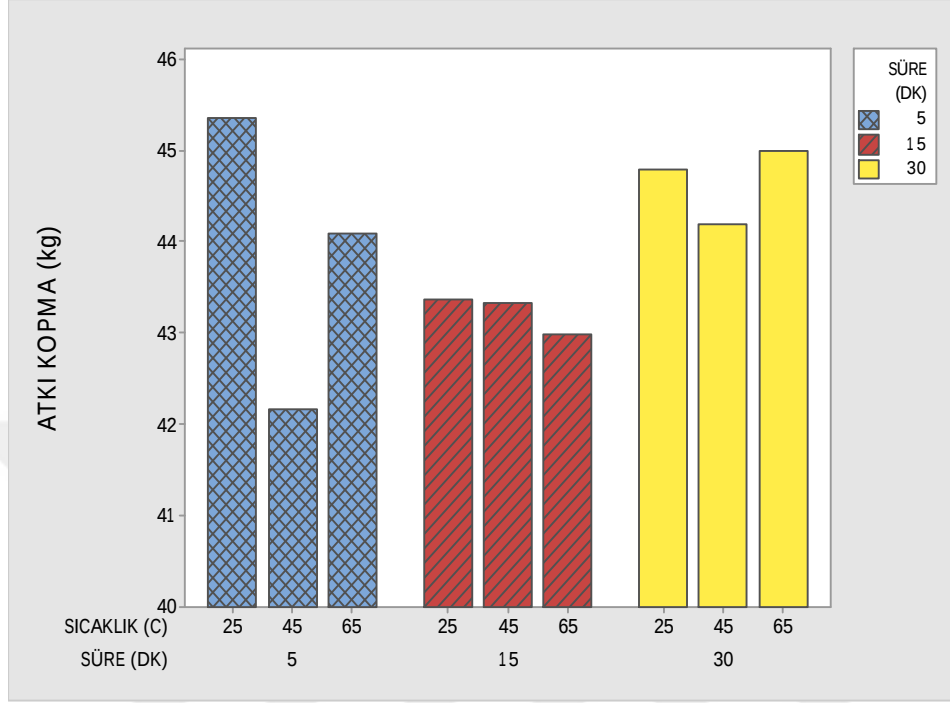


Şekil 4.8. Rins Yıkama Sonrası Çözgü Kopma Sonuçları

4.1.9. Atkı Kopması Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.9' da atkı kopma mukavemet test sonuçlarına bakıldığında süre ve sıcaklıkla atkı kopma mukavemetlerinin çok büyük bir etkileşim içinde olmadığı görülmektedir. Fakat ilk 5 dk' da mukavemet değerinin 15 dk' da düşerek 30 dk' ya geldiğinde tekrar yükselme eğilimine girdiği görülmektedir.

Sıcaklığa göre bakıldığında da 45 °C' de mukavemetin düştüğü 65 °C 'de tekrar yükseldiği görülmektedir.



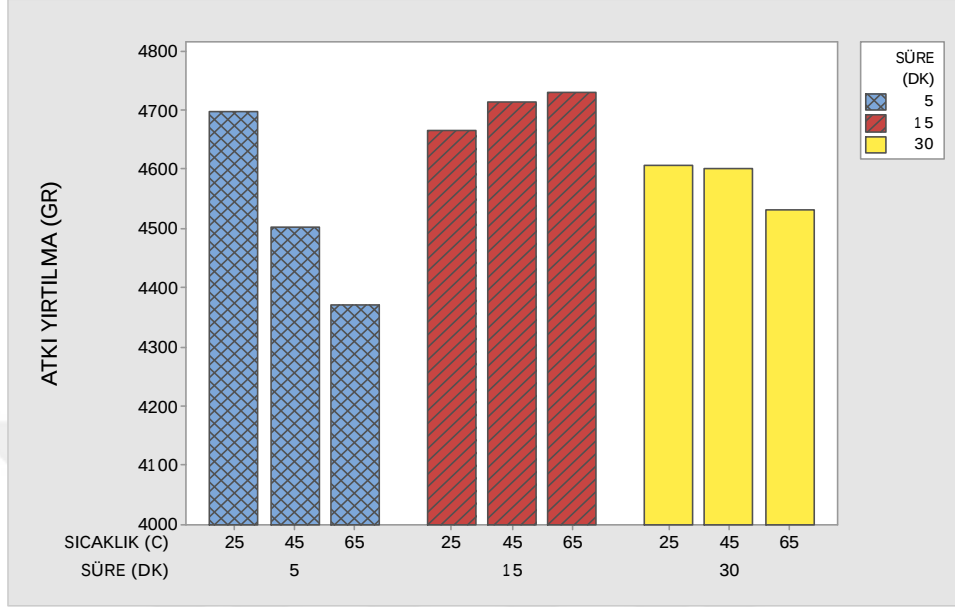
Şekil 4.9. Rins Yıkama Sonrası Atkı Kopma Sonuçları

4.1.10. Çözü Yırtılma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çözgü yırtılma mukavemetinde tüm sonuçlar 6544 gr üzerinde geldiği için Elmandorf test cihazı sonuç olarak maximum ölçebildiği 6544 gr değerini vermiştir. Bu nedenle çözgü yırtılma değerlerinde yıkamayla değişim tespit edilememiştir.

4.1.11. Atkı Yırtılma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

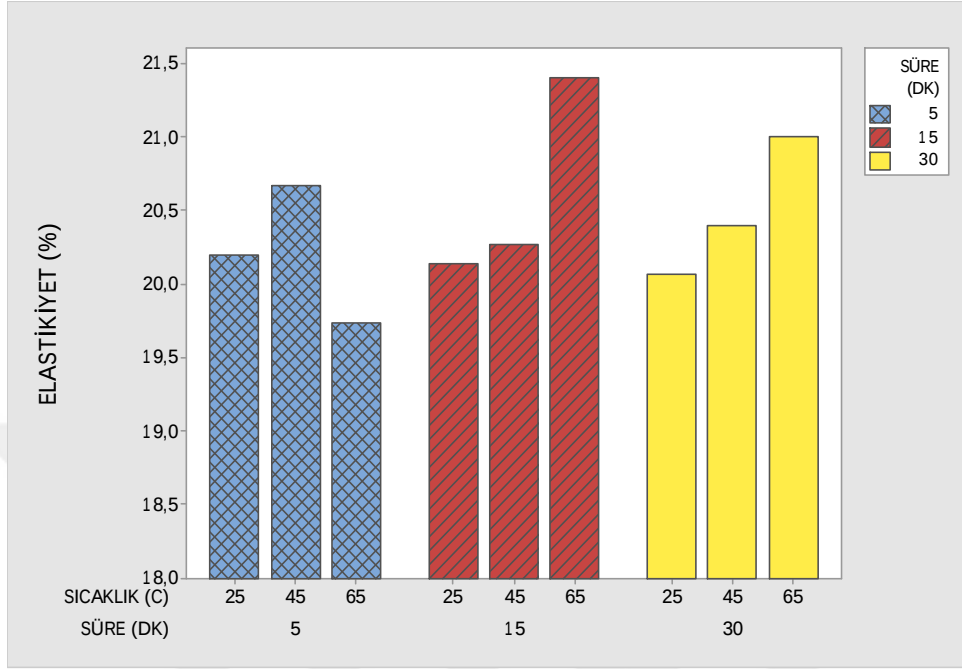
Atkı yırtılma mukavemet sonuçları Şekil 4.10'da verilmiştir. Sonuçların sıcaklık ve süreye bağlı değişimleri incelendiğinde net bir eğilim görülmemektedir.



Şekil 4.10. Rins Yıkama Sonrası Atk Yırtılma Sonuçları

4.1.12. Elastikiyet Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.11' da elastikiyet sonuçlarına göre sıcaklık ve süre ile elastikiyet sonuçlarının rins yıkama sonrası bağlantılı olmadığı görülmektedir. Yalnız grafikten görülen değerlere göre özellikle süre olarak 15 dakika ve 30 dakikadaki değerlere baktığımızda sıcaklık artışıyla birlikte elastikiyet değerlerinde de kademeli olarak artış görülmektedir. Bu nedenle sıcak*süre etkileşimi, ortaya çıkan tabloya göre endeki daralmanın süreyle artmasıyla birlikte 15 dakikadan uzun sürelerde sıcaklığa bağlı değişimler olacağı görülmektedir

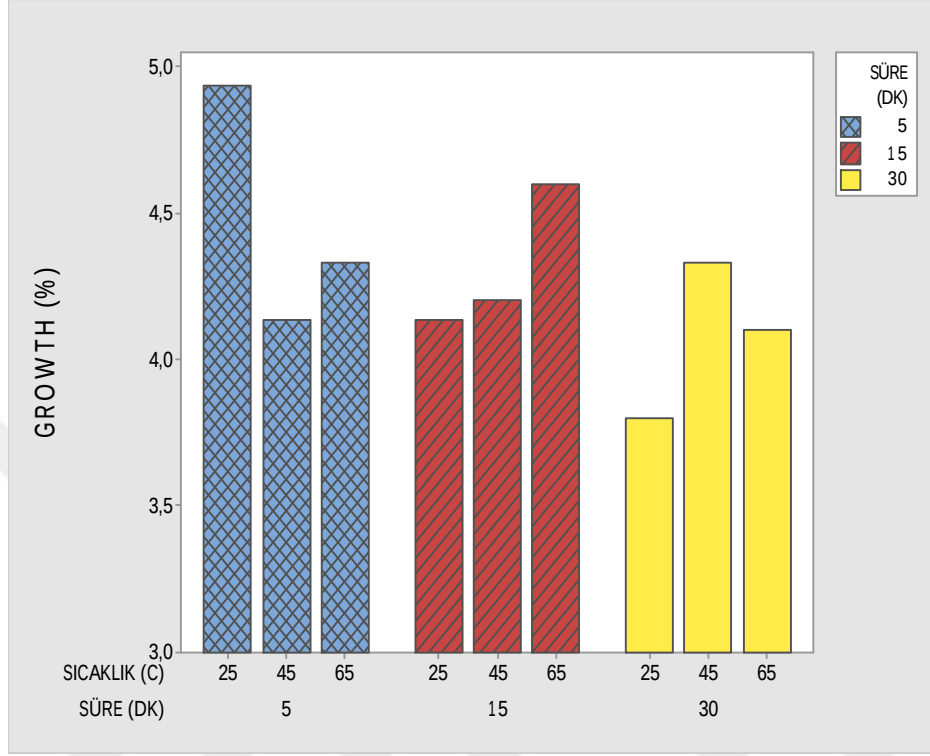


Şekil 4.11. Rins Yıkama Sonrası Elastikiyet Sonuçları

4.1.13. Kalıcı Uzama Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.12' de kalıcı uzama test sonuçlarında da sıcaklık ve süredeki değişime bağlı olarak sonuçlarda meydana gelen net bir ilişki görülmemekle birlikte, elastikiyet değerindeki benzer tablo burada da mevcuttur. Yine 15 dakikanın üzerindeki yıkama sürelerinde sıcaklığa bağlı bir hareketin gerçekleştiği görülmektedir.

15 dakika ve 30 dakikalık yıkama sürelerinde 25 °C' deki kalıcı uzama sonuçlarının en düşük değerde olduğu, 45 ve 65 °C' de ise daha yüksek sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Buna göre, kumaşın yıkama süresinin artmasıyla ortaya çıkan endeki daralmanın artışına bağlı olarak, atkıdaki esnekliğin 15 dakikalık yıkama süresinden sonra arttığı ve aynı zamanda kalıcı uzama değerlerinin de yükselme eğilimine girdiği gözlenmektedir.



Şekil 4.12. Rins Yıkama Sonrası Kalıcı Uzama (Growth) Sonuçları

4.2. Rins Yıkama Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatistiksel Analizi

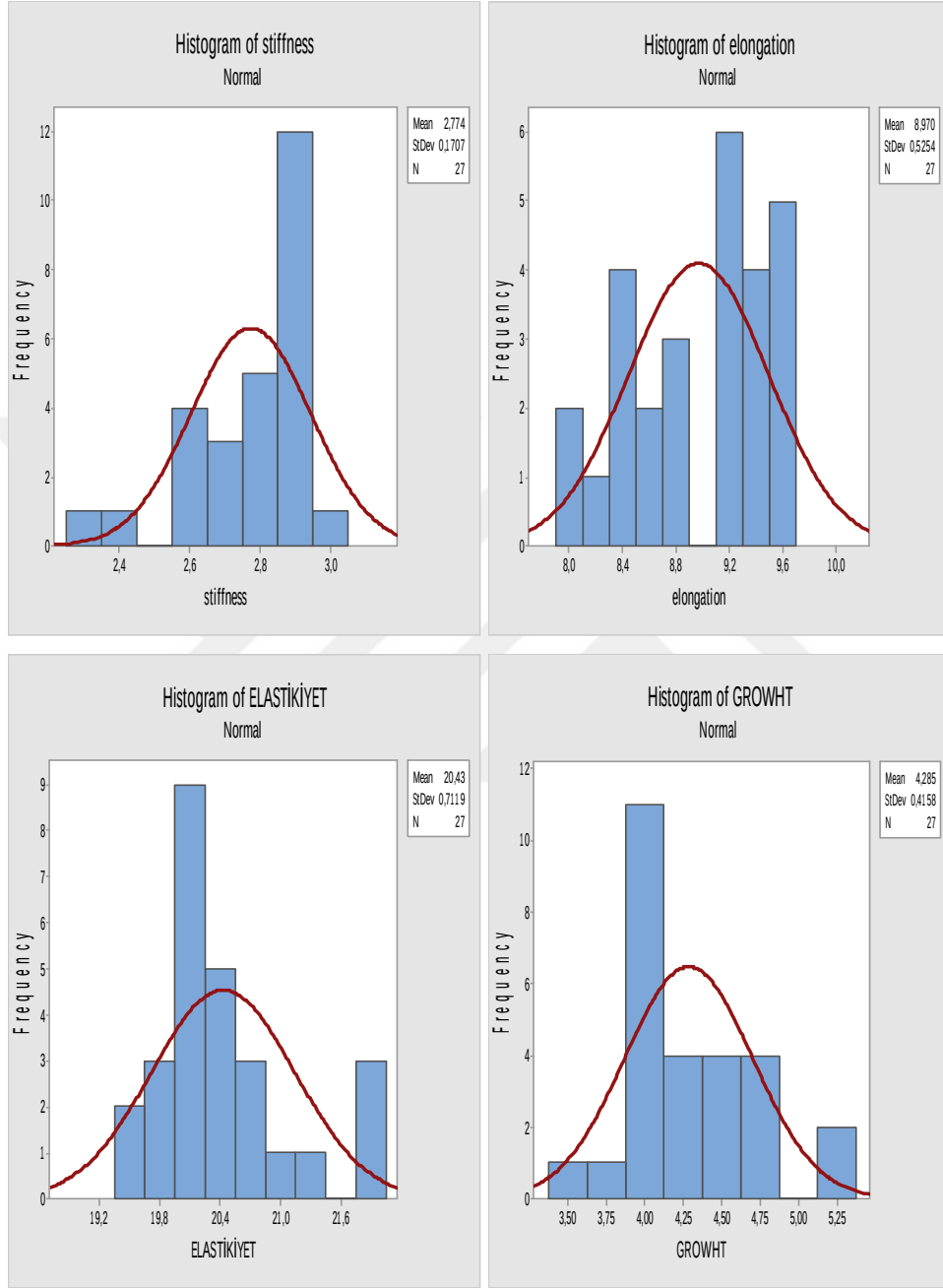
Veriler girildikten sonra, normal dağılıma uygunluğunu tespit etmek için Kolmogrov Smirnov test sonuçları çizelgede gösterilmiştir. Kolmogrov Smirnov normallik testinin sonuçlarına göre Asymp. Sigma değerinin 0.05'ten yüksek olması durumunda verilerin normal dağılıma uygun olduğu kabul edilir.

Çizelge 4.1. Normal Dağılıma Uygunluk Sonuçları

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	AY	E	G
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Normal Mean	407,96	143,95	-	-	-	8,97	2,77	97,0	43,93	4601,44	20,430	4,285
Parameters ^{a,b} Std. Deviation	3,057	,6824	,65	,24	,60	,525	,171	3,15	1,19	159,134	,7119	,4158
Most Absolute	,130	,124	,131	,166	,133	,225	,175	,094	,090	,153	,220	,235
Extreme Positive	,130	,115	,131	,130	,133	,120	,138	,072	,090	,119	,220	,235
Differences Negative	-,114	-,124	-	-	-	-	-	-	-,080	-,153	-,122	-,172
Test Statistic	,130	,124	,131	,166	,133	,225	,175	,094	,090	,153	,220	,235
Asymp. Sig. (2-tailed)	,200	,200	,200	,053	,200	,001	,034	,200	,200	,107	,002	,001

Çizelge 4.1. incelendiğinde özellikle katılık (S), çözgü uzama (WE), elastikiyet (E) ve kalıcı uzama (G) testlerinde Asymp. Sigma değerinin 0.05'den küçük olduğu ve normal dağılıma uygun olmadığı görülebilmektedir. Diğer değerlerin ise 0,05'den büyük ve normal dağılıma uygun olduğu görülmektedir. İlgili parametrelerin histogram grafikleri incelendiğinde (Şekil 4.13) katılık (S), çözgü uzama (WE), elastikiyet (E) ve kalıcı uzama (G) test sonuçlarının çan şekline oldukça yakın, tek tepe noktasına ve geniş bir dağılıma aralığına sahip olduğu görülebilmektedir. Merkezi limit teoremi normal olmayan dağılımların normale yakın kabul edilmesini sağlamakta, dolayısıyla normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir (Akgül ve Çevik, 2003).



Şekil 4.13. Katılık (Stiffness), Çözgü Uzama (Elongation), Elastikiyet ve Kalıcı Uzama (Growth) değişkenlerinin Histogram Grafikleri

Çizelge 4.2. Rins Yıkama Varyans Analiz Sonuçları a - Hata Varyanslarının Eşitliği Test Sonuçları

Levene's Test of Equality of Error Variances^a				
	F	df1	df2	Sig.
GR	1,411	8	18	,258
EN	1,284	8	18	,312
ÇÇ	,872	8	18	,557
AÇ	1,988	8	18	,108
M	1,230	8	18	,337
WE	1,298	8	18	,305
S	1,689	8	18	,169
ÇK	1,477	8	18	,233
AK	3,058	8	18	,023
AY	2,036	8	18	,100
E	2,410	8	18	,058
G	1,157	8	18	,375

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + SÜRE + SICAKLIK + SÜRE * SICAKLIK

Çizelge 4.2 (a)' da yer alan hata varyanslarının eşitliği test sonuçlarına bakıldığında atkı kopma değerlerinin varyanslarının homojen dağılım göstermediği yani p value değerinin 0.05'ten küçük olduğunu, diğer değerlerin varyanslarının ise homojen dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır (p value.>0.05). Atkı kopma mukavemeti varyansları homojen dağılmadığından, bu test için Tamhane çok değişkenli varyans analizi testleri uygulanmıştır. Diğer değerler homojen dağılım gösterdiğinden Tukey HSD testi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir (Çizelge 4.2 (c) ve (d)).

Çizelge 4.2 (b)' de etkileşim analizi sonuçları görülmektedir. Süre değişkeni için P değerlerine bakıldığında, yıkama sonrası gramaj, yıkama sonrası en, çözgü çekmesi, atkı çekmesi, dönme, çözgü uzama, katılık ve atkı kopma testlerinin 0,05'den küçük olduğu ve bu testler için anlamlı olduğunu görmekteyiz. Buna göre, süre değişkeninin ilgili testler üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Çözü kopma, elastikiyet ve kalıcı uzama testlerinde ise p değerinin 0,05'den büyük olması nedeniyle anlamlı olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.2.Devamı (b- Etkileşim Analizi Test Sonuçları)

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
SÜRE	GR	61,407	2	30,704	4,433	,027
	EN	3,147	2	1,574	5,413	,014
	ÇÇ	3,842	2	1,921	6,591	,007
	AÇ	,560	2	,280	8,308	,003
	M	2,645	2	1,323	4,186	,032
	WE	1,887	2	,944	11,582	,001
	S	,467	2	,233	17,429	,000
	ÇK	5,734	2	2,867	,309	,738
	AK	9,276	2	4,638	7,916	,003
	AY	150539,556	2	75269,778	4,112	,034
	E	,767	2	,384	1,008	,385
	G	,690	2	,345	3,177	,066
SICAKLIK	GR	3,185	2	1,593	,230	,797
	EN	1,621	2	,810	2,787	,088
	ÇÇ	1,536	2	,768	2,634	,099
	AÇ	,020	2	,010	,297	,747
	M	,272	2	,136	,430	,657
	WE	,501	2	,250	3,073	,071
	S	,020	2	,010	,737	,493
	ÇK	73,792	2	36,896	3,979	,037
	AK	7,503	2	3,751	6,403	,008
	AY	55890,667	2	27945,333	1,527	,244
	E	1,505	2	,753	1,977	,167
	G	,067	2	,034	,311	,737
SÜRE * SICAKLIK	GR	53,704	4	13,426	1,939	,148
	EN	2,106	4	,526	1,811	,171
	ÇÇ	,396	4	,099	,339	,848
	AÇ	,273	4	,068	2,027	,133
	M	,793	4	,198	,627	,649
	WE	3,321	4	,830	10,191	,000
	S	,030	4	,008	,561	,694
	ÇK	10,899	4	2,725	,294	,878
	AK	9,366	4	2,341	3,996	,017
	AY	122501,778	4	30625,444	1,673	,200
	E	4,050	4	1,013	2,660	,066
	G	1,784	4	,446	4,109	,015

Sıcaklık değişkeni için p değerlerine bakıldığında, sadece çözgü kopma ve atkı kopma testlerinin 0,05'den küçük olduğu ve anlamlı olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumda yapılan testler içinde sıcaklık değişkeninin sadece çözgü kopma ve atkı kopma değerleri üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmaktadır. Şekil 4.2.(c) 'de homojen dağılıma göre, süre değişkenini analiz etmek amacıyla poc host testlerinden Tukey HSD ve Tamhane poc host analizleri yapılmıştır. Süre değişkenleri olan 5, 15 ve 30 dk' da elde edilen sonuçların ortalamaları arasındaki farklardan yola çıkarak ikili olarak mukayeseler yapılmıştır.

Bu analizlere göre rins yıkama sonrası gramaj için 5 ve 30 dk arasındaki farkın yüksek olduğu ve yıkama süresinin kumaşın daralmasından dolayı birim alana düşen iplik sayısının da artmasıyla gramajda yükselmeye yol açtığı sonucuna varılmaktadır. En, çözgü çekmesi ve atkı çekmesi değerleri için de yine benzer durum tespit edilmiştir. Yıkama süresinin uzamasıyla birlikte özellikle 5 ve 30 dk arasındaki ortalama farkın fazla olması kumaşın boydan ve enden daralmasının süreye bağlı olarak artma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Movenet değerinde ise 15 ve 30 dk arasındaki farkın anlamlı olduğu, 30 dk' da, sürenin uzamasıyla birlikte dönme değerinin düşme eğiliminde olduğu tespit edilmektedir.

Katılık için kumaşın 5 dk ile 15, 30 dk sonuçlarının ortalama farklarının fazla olduğu, 5 dakikadaki değerlerin daha uzun sürelerle göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum ise katılık değerinin kumaşın sertliğine bağlı olduğu için, kumaş üzerindeki yumuşatma apresinin sürenin uzamasına bağlı olarak azalmasıyla açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.2. Devamı (c- Süre Değişkenine Göre Çoklu Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Multiple Comparisons							
Method	Dependent Variable		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	5 15	-2,22	1,241	0,201	-5,39	0,94
		30	-3,67*	1,241	0,022	-6,83	-0,5
		15 30	-1,44	1,241	0,489	-4,61	1,72
	EN	5 15	0,189	0,2542	0,742	-0,46	0,838
		30	,800*	0,2542	0,015	0,151	1,449
		15 30	0,611	0,2542	0,067	-0,038	1,26
	ÇÇ	5 15	0,511	0,2545	0,139	-0,138	1,161
		30	,922*	0,2545	0,005	0,273	1,572
		15 30	0,411	0,2545	0,265	-0,238	1,061
	AÇ	5 15	0,067	0,0865	0,725	-0,154	0,288
		30	,333*	0,0865	0,003	0,112	0,554
		15 30	,267*	0,0865	0,017	0,046	0,488
	M	5 15	0,389	0,265	0,329	-0,287	1,065
		30	-0,378	0,265	0,349	-1,054	0,298
		15 30	-,767*	0,265	0,025	-1,443	-0,09
	WE	5 15	-0,156	0,1346	0,494	-0,499	0,188
		30	-,622*	0,1346	0,001	-0,966	-0,279
		15 30	-,467*	0,1346	0,007	-0,81	-0,123
	S	5 15	-,2994*	0,05454	0	-0,4386	-0,1603
		30	-,2522*	0,05454	0,001	-0,3914	-0,113
		15 30	0,0472	0,05454	0,668	-0,092	0,1864
	ÇK	5 15	-1,122	1,4355	0,719	-4,786	2,541
		30	-0,667	1,4355	0,889	-4,33	2,997
		15 30	0,456	1,4355	0,946	-3,208	4,119
	AY	5 15	-178,89*	63,779	0,03	-341,66	-16,12
		30	-56,44	63,779	0,656	-219,22	106,33
		15 30	122,44	63,779	0,162	-40,33	285,22
	E	5 15	-0,4	0,2909	0,374	-1,142	0,342
		30	-0,289	0,2909	0,59	-1,031	0,453
		15 30	0,111	0,2909	0,923	-0,631	0,853
	G	5 15	0,156	0,1553	0,585	-0,241	0,552
		30	0,389	0,1553	0,055	-0,007	0,785
		15 30	0,233	0,1553	0,313	-0,163	0,63
TAMHANE	AK	5 15	0,644	0,5619	0,613	-0,888	2,176
		30	-0,789	0,5413	0,429	-2,284	0,706
		15 30	-1,433*	0,3909	0,006	-2,478	-0,389

Çizelge 4.2. Devamı (d- Sıcaklık Değişkenine Göre Çoklu Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Multiple Comparisons								
Method	Dependent Variable			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	25	45	0,11	1,241	0,996	-3,06	3,28
		45	65	-0,67	1,241	0,854	-3,83	2,5
		45	65	-0,78	1,241	0,807	-3,94	2,39
	EN	25	45	0,289	0,2542	0,505	-0,36	0,938
		45	65	0,6	0,2542	0,073	-0,049	1,249
		45	65	0,311	0,2542	0,455	-0,338	0,96
	ÇÇ	25	45	0,089	0,2545	0,935	-0,561	0,738
		45	65	0,544	0,2545	0,11	-0,105	1,194
		45	65	0,456	0,2545	0,201	-0,194	1,105
	AÇ	25	45	0,033	0,0865	0,922	-0,188	0,254
		45	65	0,067	0,0865	0,725	-0,154	0,288
		45	65	0,033	0,0865	0,922	-0,188	0,254
	M	25	45	0,244	0,265	0,633	-0,432	0,921
		45	65	0,1	0,265	0,925	-0,576	0,776
		45	65	-0,144	0,265	0,85	-0,821	0,532
	WE	25	45	-0,156	0,1346	0,494	-0,499	0,188
		45	65	0,178	0,1346	0,402	-0,166	0,521
		45	65	0,333	0,1346	0,058	-0,01	0,677
	S	25	45	-0,0433	0,05454	0,711	-0,183	0,0959
		45	65	0,0217	0,05454	0,917	-0,118	0,1609
		45	65	0,065	0,05454	0,473	-0,074	0,2042
	ÇK	25	45	2,689	1,4355	0,175	-0,975	6,353
		45	65	-1,278	1,4355	0,653	-4,941	2,386
		45	65	-3,967*	1,4355	0,033	-7,63	-0,303
	AY	25	45	51,33	63,779	0,705	-111,4	214,11
		45	65	111,33	63,779	0,216	-51,44	274,11
		45	65	60	63,779	0,622	-102,8	222,77
	E	25	45	-0,311	0,2909	0,544	-1,053	0,431
		45	65	-0,578	0,2909	0,144	-1,32	0,165
		45	65	-0,267	0,2909	0,637	-1,009	0,476
	G	25	45	0,067	0,1553	0,904	-0,33	0,463
		45	65	-0,056	0,1553	0,932	-0,452	0,341
		45	65	-0,122	0,1553	0,716	-0,519	0,274
TAMHANE	AK	25	45	1,278	0,5641	0,116	-0,257	2,812
		45	65	0,478	0,5599	0,793	-1,049	2,004
		45	65	-0,8	0,4233	0,214	-1,928	0,328

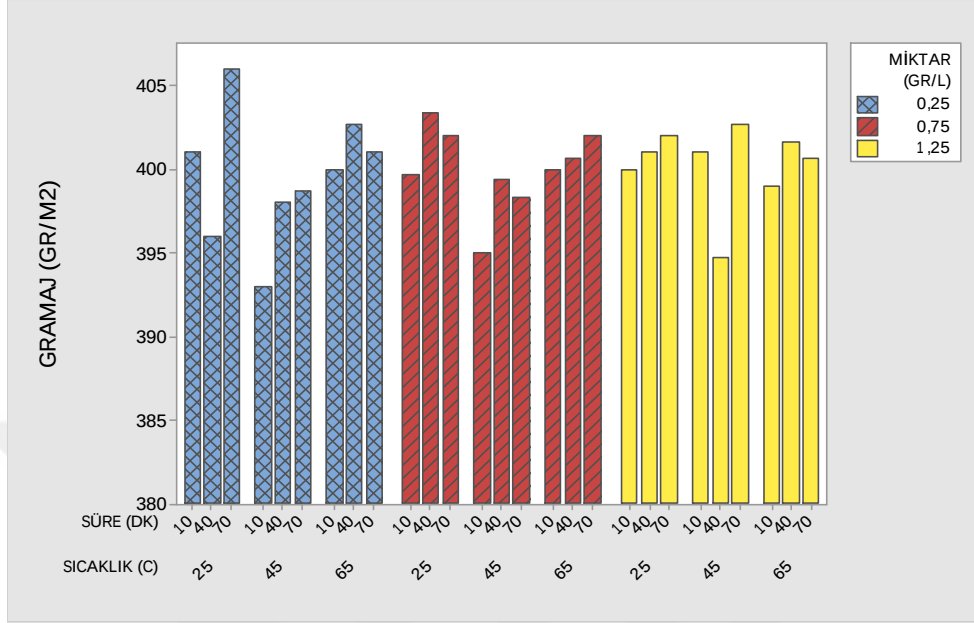
Şekil 4.3 (c)' deki çözgü uzama ve süre ilişkisine bakıldığında ise sürenin 30 dakikada olduğu andaki değerleriyle 15 ve 5 dk' ya göre ortalamaları arasındaki farkın fazla olması göze çarpmaktadır. Buna göre 30 dk' da çözgüdeki daralmanın fazla olmasıyla esnemenin de artacağı görülmektedir. Atkı kopma değerinde ise 15 ve 30 dk arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir. Şekil 4.3.(d)' de sıcaklık değişkenine göre analizler ve mukayeseler yapılmıştır. Sıcaklığa göre anlamlı olarak görülen çözgü kopma mukavemeti testinde 45 °C ile 65 °C arasında fark göze çarpmaktadır. Mukavemetin 45 °C' deki ortalamasının 65 °C' ye göre çok daha düşük olduğu görülmektedir.

4.3. Enzim Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Enzim yıkama analizi için yapılan yıkamaların reçetelerinde farklı süre, enzim miktarı ve sıcaklıklarda uygulamalar yapılarak, yıkama sonrası en, yıkama sonrası gramaj, çözgü ve atkı çekme, dönme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, atkı kopma, atkı yırtılma, çözgü yırtılma, elastikiyet, kalıcı uzama testleri sonuçları incelenmiştir. Çalışmada sonuçların daha hassas ve güvenilir hale gelmesi için testler 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır (Ek.2) . Testlerle ilgili değerlendirmeler aşağıda detaylı olarak yapılmıştır.

4.3.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Enzim yıkama reçetesiyle yapılan yıkama denemeleri sonucunda elde edilen gramaj test sonuçları Şekil 4.14 'de yer almaktadır. Sonuçlara bakıldığında enzim miktarının gramaj değerleri üzerinde pek etkisi olmadığı görülmektedir. Sıcaklık ve süre değişkenlerinin ise yıkama sonrası elde edilen gramaj değerlerini etkilediği görülmektedir.

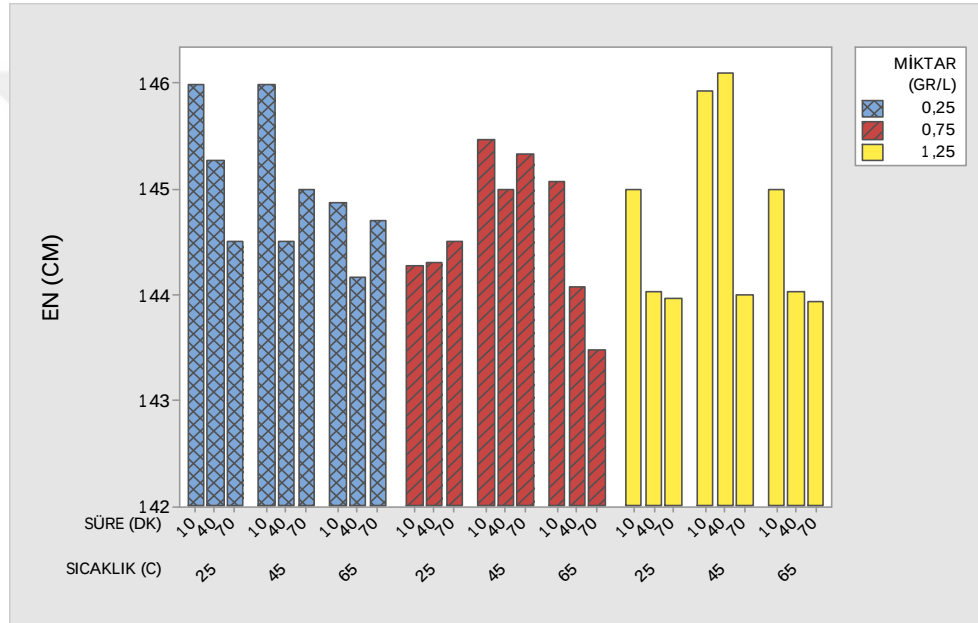


Şekil 4.14. Enzim Yıkama Sonrası Gramaj Test Sonuçları

Sıcaklık değişimine bakıldığında 45 °C ‘deki gramaj değerlerinin 25 ve 65 °C ‘deki sonuçlara göre ortalama olarak daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun muhtemel nedeni enzim aktivasyonunun sıcaklıkla değişim eğrisinde yatmaktadır. Yıkamada kullanılan nötral enzimlerin aktivasyon eğrisinde enzimlerin en etkin olduğu sıcaklık aralığında 40 – 50 C⁰ aralığında olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre 45 °C ‘de yapılan yıkamada enzimler daha aktif olarak reaksiyona girdiklerinden kumaş yüzeyindeki pamuk liflerini daha fazla parçalayarak gramaj kaybına neden olmaktadır. Süre değişimi incelendiğinde, enzim yıkama süresinin atmasıyla birlikte gramaj değerinin doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. Daha önce rins yıkamada da gördüğümüz gibi, yıkama süresinin artması ile en ve boy olarak kumaş daralarak birim alana düşen yoğunluk artmış, bunun yansıması olarak da gramaj değerlerinin artması sonucuyla karşılaşmıştır.

4.3.2. Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Enzim yıkamalar sonrası yapılan ölçüm sonuçları ortalamaları aşağıdaki Şekil 4.15' de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre en değerlerindeki değişim süre, sıcaklık ve enzim miktarı değişimlerine göre incelendiğinde buradaki en etkili faktörün süre olduğu net bir şekilde görülmektedir. Süredeki değişimle birlikte kumaş enleri kademeli bir şekilde düşme eğilimine girmektedir.

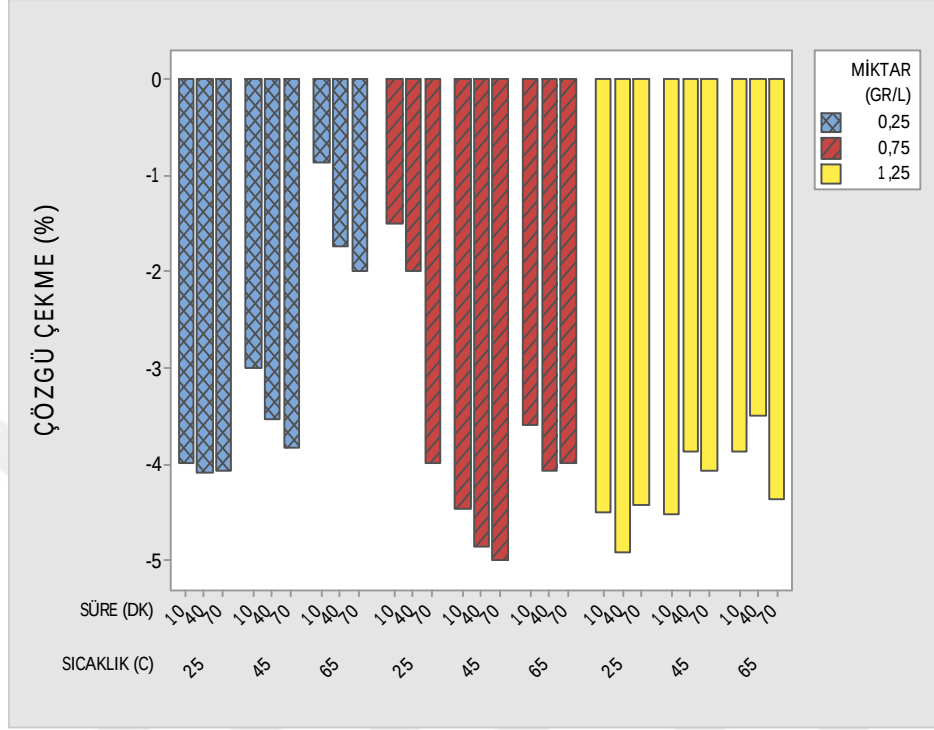


Şekil 4.15. Enzim Yıkama Sonrası En Ölçüm Sonuçları

Çözgü ve atkı iplikleri birbirlerine yaklaşarak aralarındaki mesafeleri daraltmakta ve enine kısaldığı görülmektedir. Kumaşın enine daralma miktarı yıkama süresi 70 dakikaya ulaştığında en düşük değerlerini almaktadır.

4.3.3. Çözgü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Enzim yıkama sonrasında çözgü çekmesi değerlerinin değişimine baktığımızda hem süre için hem de enzim miktarına bağlı olarak ortalama değerlerin kademeli olarak yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir.

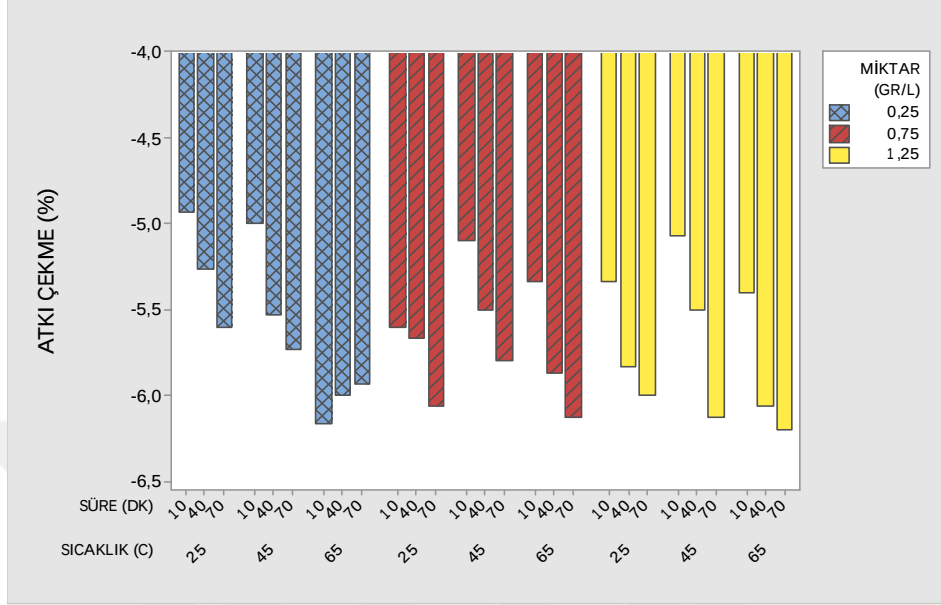


Şekil 4.16. Enzim Yıkama Sonrası Çözgü Çekmesi Sonuçları

Ortalamaları incelediğimizde en yüksek çözgü çekmesi değerinin süre için 70 dk' da, enzim miktarı için ise 1,25 gr/l ile yapılan yıkama denemelerinde olduğu görülmektedir.

4.3.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Atkı çekmesi sonuçlarının sıcaklık, süre ve enzim miktarı faktörlerine göre değişimleri şekil 4.17'de görülmektedir. Ortaya çıkan sonuçlara baktığımızda yine süre faktörünün çözgü çekmesinde olduğu gibi atkı çekmesiyle de doğru orantılı bir ilişki içinde olduğu görülmektedir.

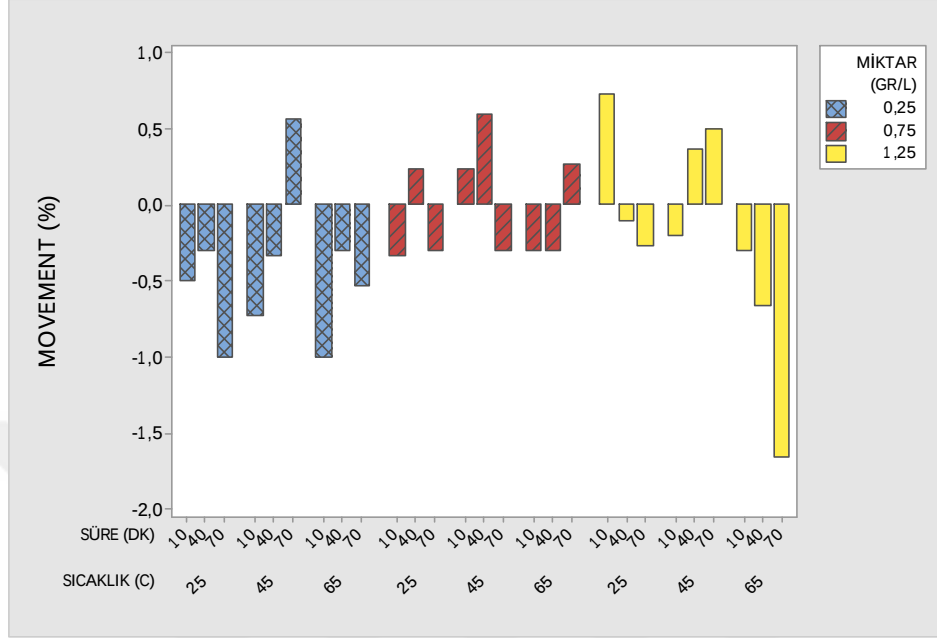


Şekil 4.17. Enzim Yıkama Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları

Yıkama süresinin artması, ipliklerin birbirine doğru yaklaşması ve kumaş eninin daralması ile birlikte çekme oranının da yükselmesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sonuçlara göre atkı çekmesinin, yıkama sonrası en ve gramaj sonuçlarıyla da doğru orantılı bir ilişki içinde olduğu görülmektedir.

4.3.5. Dönme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

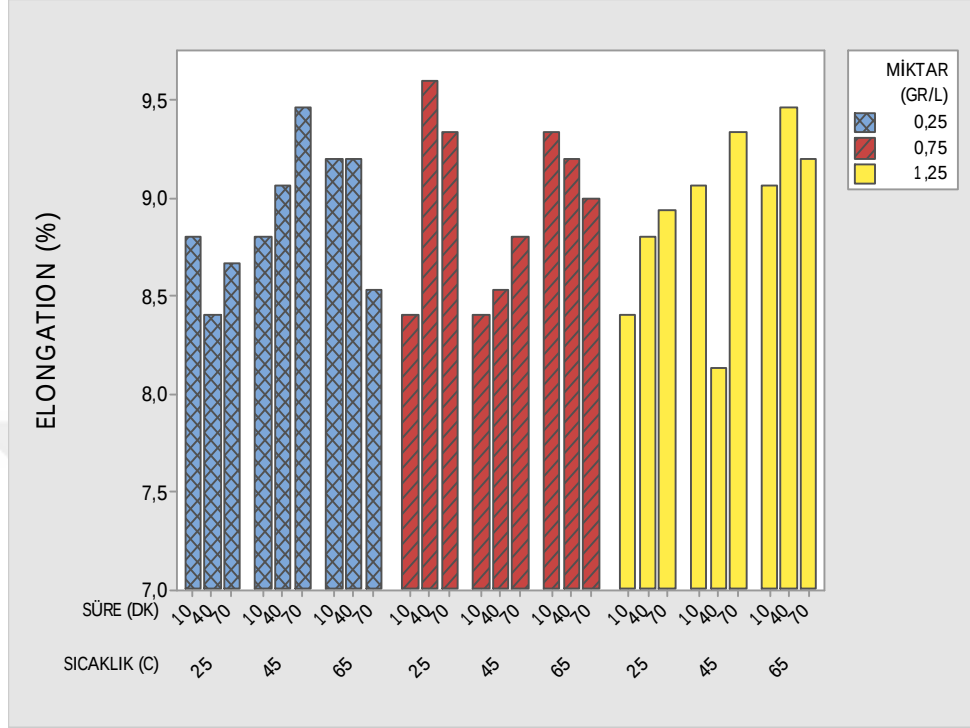
Şekil 4.18 'de bulunan dönme test sonuçlarında miktar, sıcaklık, süre faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki incelendiğinde net bir eğilim görülememiştir.



Şekil 4.18. Enzim Yıkama Sonrası Dönme Sonuçları

4.3.6. Çözü uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

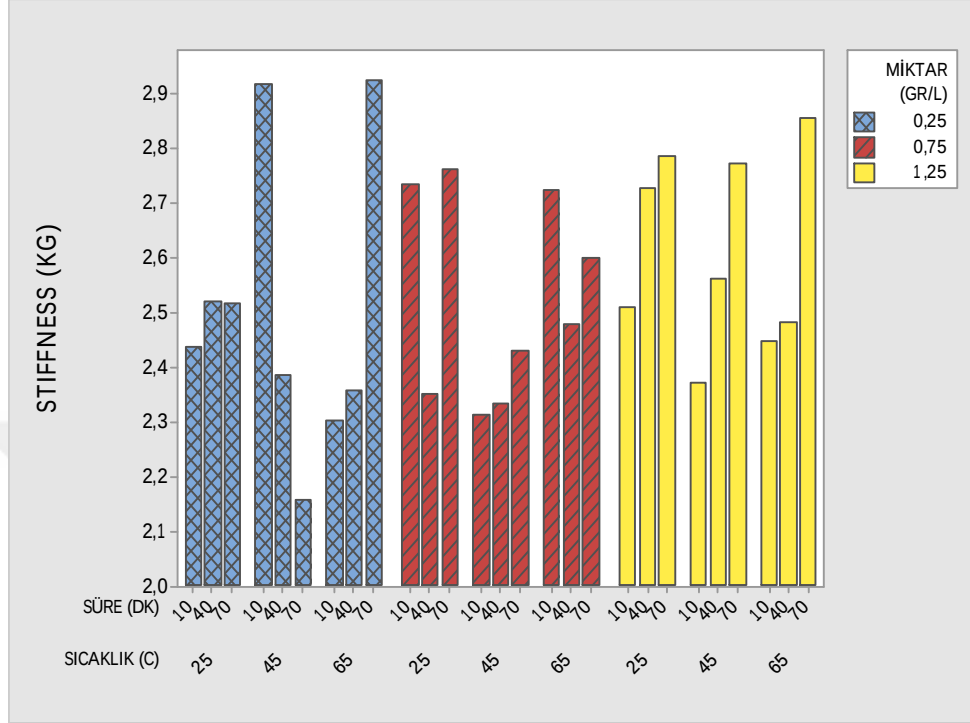
Çözgü uzama sonuçlarına göre (Şekil 4.19) yıkama süresinin artışına göre sonuçların artışa geçtiği ve bir miktar daha yükseldiği görülmektedir. Bu durum kumaşın boyuna toparlanması sonrasında esneme miktarının atmasından kaynaklanmaktadır. Sıcaklık ortalamalarına bakıldığında 25 °C ve 45 °C ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedirken 65 °C' de ise sonuçların daha yüksek geldiğini görmekteyiz.



Şekil 4.19. Enzim Yıkama Sonrası Çözümlü Uzama (Elongation) Sonuçları

4.3.7. Katılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Enzim miktarının artmasıyla birlikte kumaş katılık değerlerinde artış olduğunu Şekil 4.20’de görmekteyiz. Ortalama değerlere bakıldığında en düşük değer 0,25 gr/l denemelerinde en yüksek değerlerin ise 1,25 gr/l değerinde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar enzimim etkisinin artmasıyla birlikte kumaşa bir miktar sertleşme olduğunu göstermektedir. Süre ortalamalarına göre ise 70 dakikada kumaşın en yüksek sertlik değerlerine ulaştığı görülmektedir.

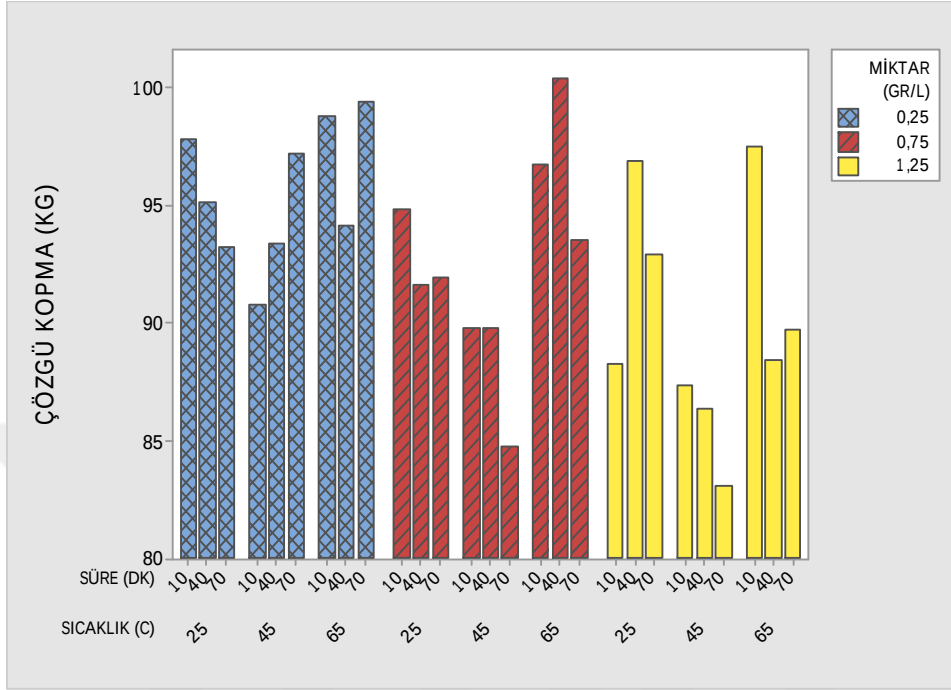


Şekil 4.20. Enzim Yıkama Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları

4.3.8. Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.21’de çözgüde kopma mukavemeti için yapılan denemelerin ortalama sonuçlarını görmekteyiz. Bu sonuçlara göre mukavemet sonuçları hem süreden hem de enzim miktarından etkilendiği görülmektedir. Burada mukavemet değerinin enzim miktarı ve yıkama süresiyle ters orantılı bir ilişki içinde olduğunu görmekteyiz.

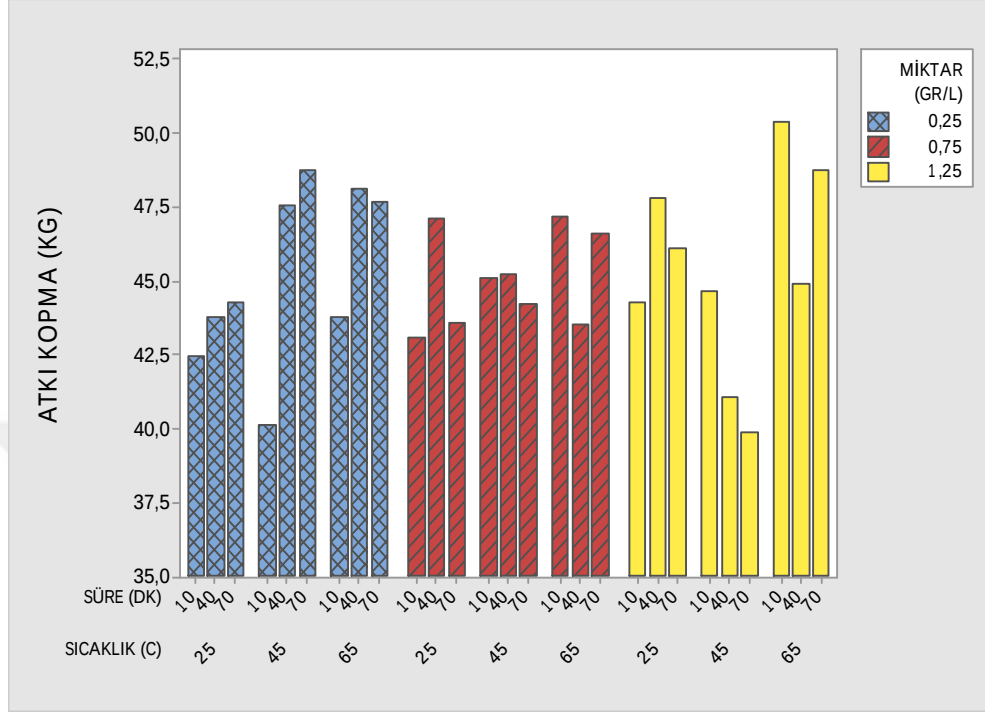
Sıcaklık değerleri ortalama sonuçlarına baktığımızda ise enzim aktivasyonunun en üstte olduğu 45 °C noktasında mukavemet değerinin ortalamada daha düşük olduğu görülmektedir. Mukavemet değerleri genel olarak 25 ve 65 °C’lerde aktivasyonun düşmesinden kaynaklı olarak daha yüksek geldiği söylenebilir.



Şekil 4.21. Enzim Yıkama Sonrası Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçları

4.3.9. Atkı Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Atkı kopma mukavemeti değerlerinde ise yine Şekil 4.22’de görüldüğü üzere sıcaklığın 45 °C olduğu deneylerde mukavemet değerlerinde hafif bir düşüş görülmektedir. Özellikle enzim miktarının 1,25 gr/l olduğu deneylerde daha net görülmektedir.

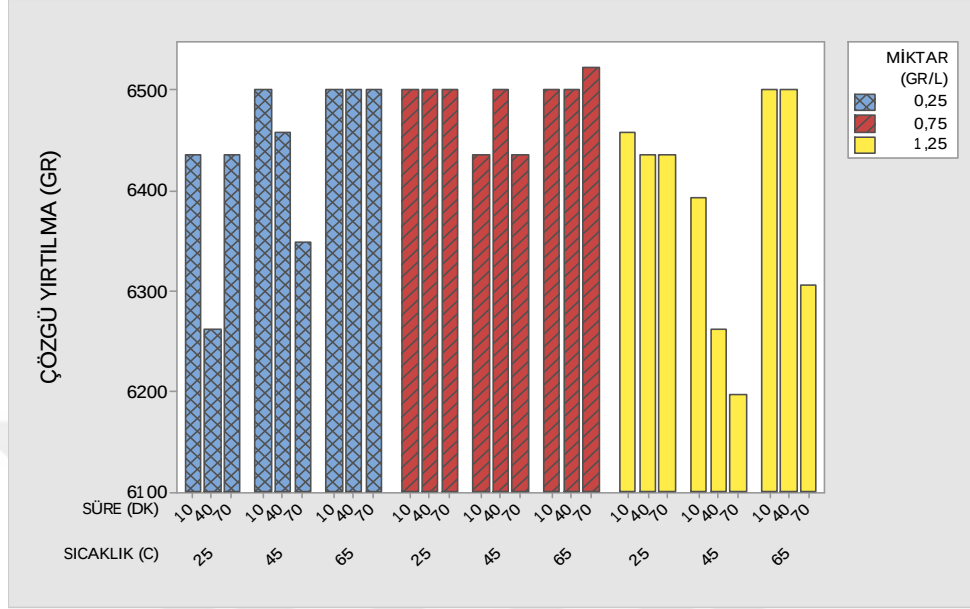


Şekil 4.22. Enzim Yıkama Sonrası Atkı Kopma Mukavemet Sonuçları

4.3.10. Çözgü Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.23’de enzim yıkamalar sonrasında yapılan çözgü yırtılma mukavemeti test sonuçları yer almaktadır. Şekilde görüldüğü üzere süre ve sıcaklık faktörlerine baktığımızda çözgü kopma değerlerine yakın bir eğilim içinde olduğu görülmektedir.

Özellikle enzim miktarının yüksek olduğu 1,25 gr/l konsantrasyonda sürenin uzamasıyla mukavemet değerlerinin düşüşe geçtiği görülmektedir. Enzim aktivasyonun maksimum olduğu sıcaklık noktası olan 45 °C de ise mukavemet değerleri şekilden de görüldüğü üzere daha düşük değerler almaktadır.

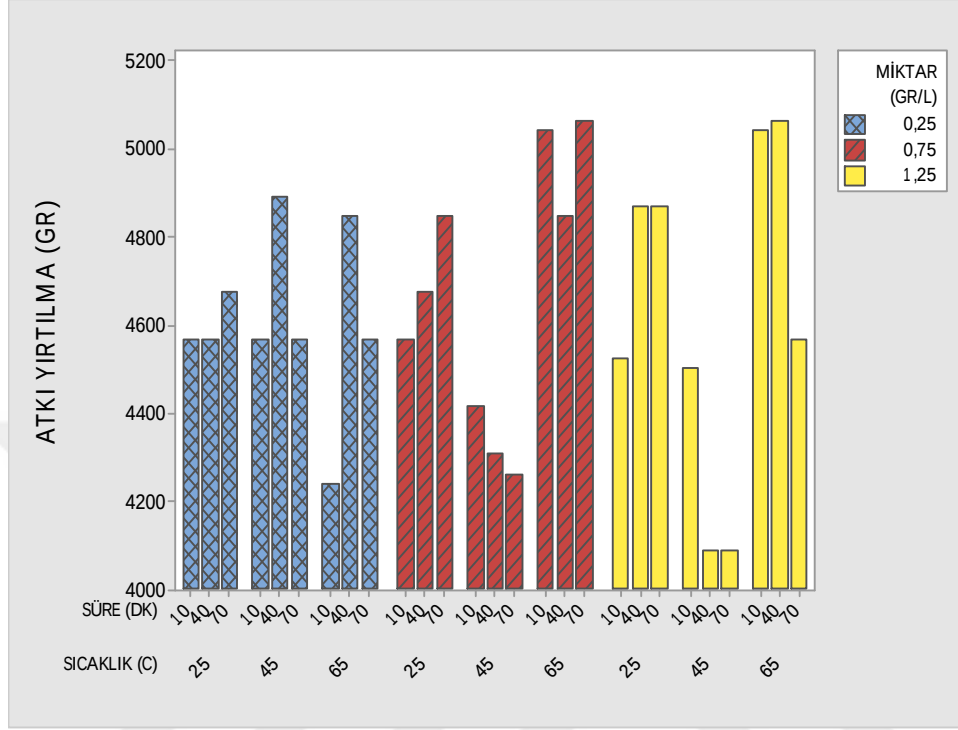


Şekil 4.23. Enzim Yıkama Sonrası Çözgü Yırılma Mukavemeti Sonuçları

4.3.11. Atkı Yırılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.24’de atkı yırılma mukavemetinin enzim yıkama denemeleri sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre sıcaklık değerlerine bakıldığında yine 45 °C sıcaklıkta mukavemetin düştüğü tespit edilmektedir.

Özellikle 0,75 gr/l ve 1,25 gr/l konsantrasyon denemelerinde sürenin artmasıyla 45 °C’ de mukavemet düşüşü net bir şekilde tespit edilmektedir. Bu sonuçlar enzimlerin bize aktivasyonlarının enzim miktarı ve süreyle mukavemet sonuçlarını kademeli olarak düşürdüğünü göstermektedir. Aynı konsantrasyonlarda 25 °C ve 65 °C ‘de ise yapılan denemelerde bu durumun aktivasyonun düşük olmasından dolayı gerçekleşmediği görülmektedir.

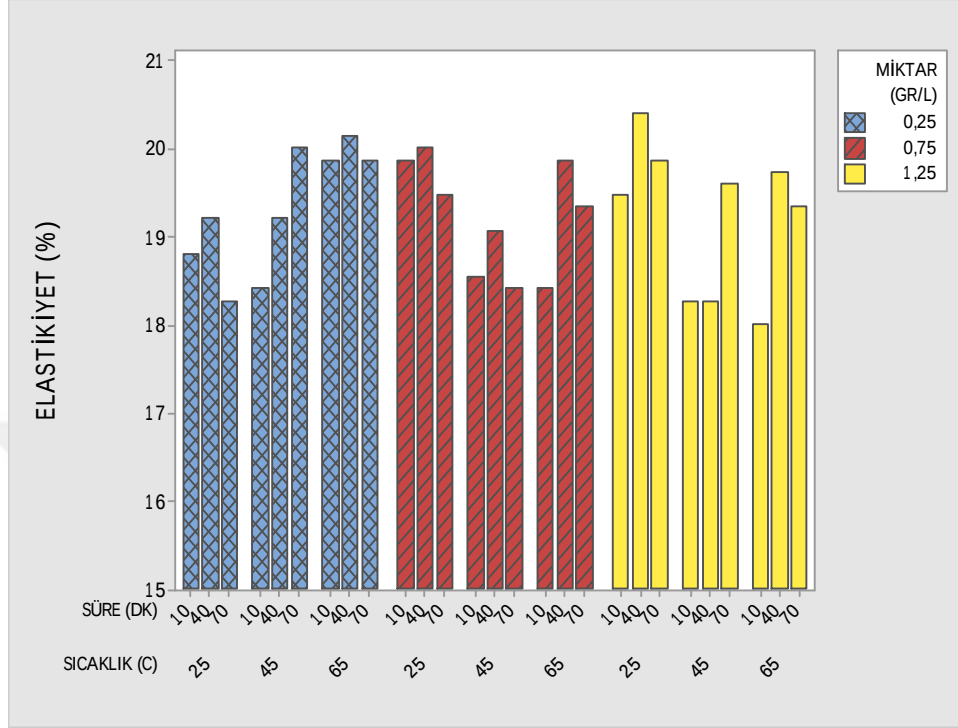


Şekil 4.24. Enzim Yıkama Sonrası Atkı Yırtılma Mukavemet Sonuçları

4.3.12. Elastikiyet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan denemelere ait elastikiyet test sonuçları aşağıdaki Şekil 4.25'te görülmektedir. Sürenin uzamasıyla birlikte elastikiyette hafif bir artış göze çarpmaktadır.

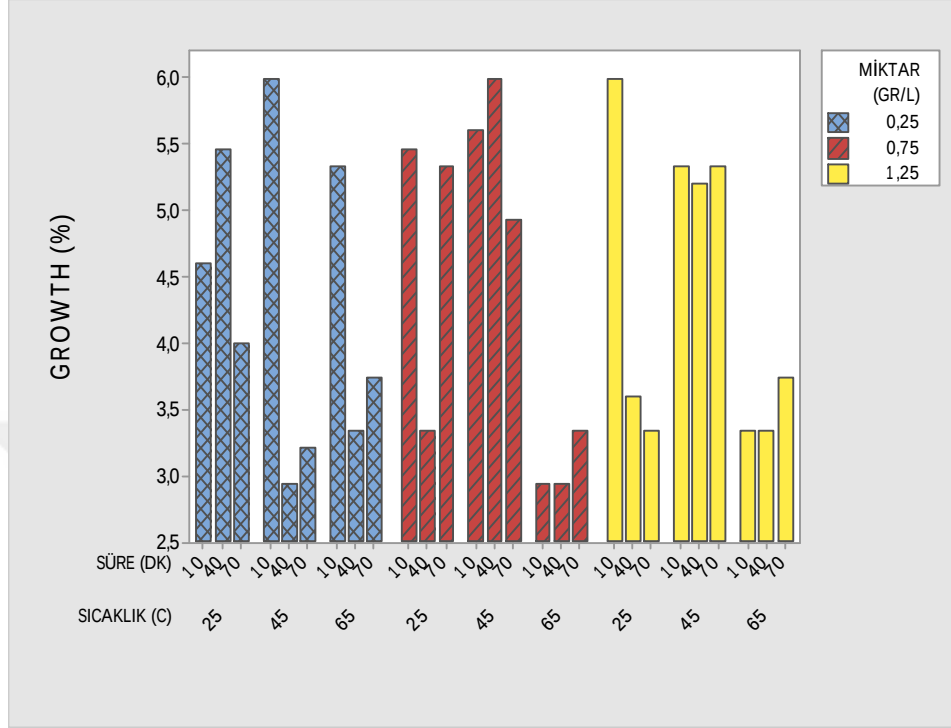
Sürenin uzamasının etkisiyle daha önceki incelememizde kumaş eninde daralma, atkı çekmesinde de artış olduğunu da görmüştük. Bu mekanizmaya bağlı olarak elastikiyette de artış gözlenmesi beklenen bir durum olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 4.25. Enzim Yıkama Sonrası Elastikiyet Sonuçları

4.3.13. Kalıcı uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.25 'de bulunan kalıcı uzama test sonuçlarında miktar, sıcaklık, süre faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki incelendiğinde net bir eğilim görülememiştir.



Şekil 4.26. Enzim Yıkama Sonrası (Kalıcı Uzama) Growth Sonuçları

4.4. Enzim Yıkama Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatiksel Analizi

MANOVA ve çoklu karşılaştırma testleri uygulanarak deneylerde kullanılan süre, sıcaklık ve enzim miktarı faktörlerinin yıkama sonrası en, yıkama sonrası gramaj, çözgü ve atkı çekme, dönme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, atkı kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, elastikiyet, kalıcı uzama testleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çizelge 4.3 (a) 'ya bakıldığında hata varyanslarının eşitliği analiz sonuçları görülmektedir. Elde edilen değerlere göre yıkama sonrası gramaj, dönme ve atkı kopma değerlerinin homojen bir dağılım gösterdiği sonucuna varılmaktadır. Buradaki p value değerinin 0,05 den büyük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Enzim Yıkama Varyans Analiz Sonuçları (a - Hata Varyanslarının Eşitliği Test Sonuçları)

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a				
	F	df1	df2	Sig.
GR	1,54	26	54	0,092
EN	5,89	26	54	0,000
ÇÇ	5,36	26	54	0,000
AÇ	5,52	26	54	0,000
M	1,69	26	54	0,052
WE	3,14	26	54	0,000
S	2,08	26	54	0,012
ÇK	2,35	26	54	0,004
AK	1,22	26	54	0,261
ÇY	5,17	26	54	0,000
AY	4,5	26	54	0,000
E	5,09	26	54	0,000
G	3,5	26	54	0,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.^a

a. Design: Intercept + SICAKLIK + SURE + MIKTAR + SICAKLIK * SURE + SICAKLIK * MIKTAR + SURE * MIKTAR + SICAKLIK * SURE * MIKTAR

Yıkama sonrası en, çözgü çekme, atkı çekme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, elastikiyet ve kalıcı uzama değerlerine bakıldığında ise p value değerinin 0,05 değerinden küçük olması nedeniyle varyans dağılımlarının homojen olmadığı sonucuna varılmaktadır. Dolayısıyla, gramaj, dönme ve atkı kopma değerleri için varyanslar homojen dağıldığından Tukey HSD poc-host testleri, yıkama sonrası en, çözgü çekme, atkı çekme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, elastikiyet ve kalıcı uzama testleri için ise varyansların homojen dağılmaması nedeniyle Tamhane çok değişkenli varyans analizleri uygulanmıştır (Çizelge 4.3 (d), (e), (f)).

Çizelge 4.3. Devamı (b- Etkileşim Analizi Test Sonuçları (Ana Faktörler))

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SICAKLIK	GR	184,469	2	92,235	59,768	0
	EN	11,245	2	5,622	318,469	0
	ÇÇ	14,205	2	7,103	399,521	0
	AÇ	2,517	2	1,258	40,285	0
	M	5,052	2	2,526	8,406	0,001
	WE	1,672	2	0,836	18,604	0
	S	0,235	2	0,118	10,957	0
	ÇK	426,736	2	213,368	31,116	0
	AK	108,856	2	54,428	27,342	0
	ÇY	107886,247	2	53943,123	39,635	0
	AY	2272264,617	2	1136132,309	237,664	0
	E	6,116	2	3,058	70,364	0
	G	28,007	2	14,003	304,914	0
SURE	GR	104,395	2	52,198	33,824	0
	EN	12,125	2	6,063	343,413	0
	ÇÇ	4,965	2	2,483	139,646	0
	AÇ	5,4	2	2,7	86,447	0
	M	0,712	2	0,356	1,185	0,314
	WE	0,54	2	0,27	6,011	0,004
	S	0,444	2	0,222	20,681	0
	ÇK	51,992	2	25,996	3,791	0,029
	AK	15,965	2	7,983	4,01	0,024
	ÇY	49453,728	2	24726,864	18,168	0
	AY	101208,469	2	50604,235	10,586	0
	E	6,981	2	3,49	80,318	0
	G	14,567	2	7,283	158,591	0
MIKTAR	GR	6,84	2	3,42	2,216	0,119
	EN	2,419	2	1,209	68,503	0
	ÇÇ	20,103	2	10,051	565,396	0
	AÇ	0,322	2	0,161	5,15	0,009
	M	2,65	2	1,325	4,409	0,017
	WE	0,037	2	0,018	0,407	0,668
	S	0,182	2	0,091	8,494	0,001
	ÇK	354,69	2	177,345	25,863	0
	AK	0,836	2	0,418	0,21	0,811
	ÇY	138725,358	2	69362,679	50,964	0
	AY	53811,58	2	26905,79	5,628	0,006
	E	0,142	2	0,071	1,636	0,204
	G	0,268	2	0,134	2,914	0,063

Etkileşim analizi sonuçlarını ana faktörler için Çizelge 4.3 (b) 'de görmektedir. Bu analizde sıcaklık, süre ve miktar değişkenlerinin p value değerine bakılarak enzim yıkamada bu parametrelerin hangi performans testleri için etkili olduğu incelenmiştir. Etkileşim analiziyle ayrıca süre*sıcaklık, süre*miktar, sıcaklık*miktar ikili etkileşimleriyle birlikte sıcaklık*süre*miktar üçlü etkileşimi de incelenmiştir (Çizelge 4.3 (c)).

Çizelge 4.3 (b) 'deki analize göre sıcaklık parametresinin P değerlerine bakıldığında yapılan tüm performans testleri için 0,05 değerinden küçük olduğu ve tüm testler için anlamlı ve etkili olduğu görülmektedir. Sıcaklık değişkeni enzim aktivasyonunu etkileyen en önemli parametrelerden biri olması nedeniyle bu aktivasyonun en yüksek olduğu noktalarda kumaş performansını daha fazla etkilediği görülmektedir.

Süre değişkeni için etkileşim analizine bakıldığında ise sadece dönme testinde P değerinin 0,05'den büyük olduğu görülmektedir. Dönme testi haricindeki tüm testlerde P değerinin 0,05'den küçük ve etkili olduğu sonucuna varılmaktadır. Belirli atkı ve çözgü sıklığında olan kumaşlar yıkama süresinin değişimiyle birlikte birim alandaki yoğunluk miktarındaki değişime bağlı olarak daralma ya da uzama eğilimine girecektir. Bu eğilimden doğal olarak kumaş performansının da etkilenmesi beklenen bir durum olacaktır.

Miktar değişkeni için ise, yıkama sonrası gramaj, çözgü uzama, atkı kopma ve elastikiyet testleri için P değerleri 0,05 değerinden büyük, diğer testler için ise 0,05 'den küçük olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre miktar parametresinin yıkama sonrası gramaj, çözgü uzama, atkı kopma ve elastikiyet için anlamlı olmadığı, bu test sonuçları üzerinde etkili olmadığı sonucuna varılmaktadır. Yapılan diğer testlerde ise (yıkama sonrası en, çözgü çekme, atkı çekme, dönme, katılık, çözgü kopma, atkı yırtılma, çözgü yırtılma ve kalıcı uzama) etkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 4.3. Devamı (c- Etkileşim Analizi Test Sonuçları (İkili ve Üçlü Etkileşimler)

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SICAKLIK * SURE	GR	36,198	4	9,049	5,864	0,001
	EN	0,503	4	0,126	7,119	0
	ÇÇ	0,687	4	0,172	9,667	0
	AÇ	0,369	4	0,092	2,957	0,028
	M	2,198	4	0,549	1,828	0,137
	WE	3,089	4	0,772	17,187	0
	S	0,391	4	0,098	9,111	0
	ÇK	234,248	4	58,562	8,54	0
	AK	55,487	4	13,872	6,969	0
	ÇY	57085,383	4	14271,346	10,486	0
	AY	517127,383	4	129281,846	27,044	0
	E	5,286	4	1,321	30,409	0
	G	2,586	4	0,646	14,075	0
SICAKLIK * MIKTAR	GR	37,309	4	9,327	6,044	0
	EN	3,376	4	0,844	47,808	0
	ÇÇ	43,116	4	10,779	606,323	0
	AÇ	1,488	4	0,372	11,909	0
	M	3,306	4	0,827	2,751	0,037
	WE	2,811	4	0,703	15,637	0
	S	0,202	4	0,051	4,709	0,002
	ÇK	196,246	4	49,061	7,155	0
	AK	120,696	4	30,174	15,158	0
	ÇY	119900,642	4	29975,16	22,024	0
	AY	1992906,272	4	498226,568	104,223	0
	E	13,049	4	3,262	75,068	0
	G	17,116	4	4,279	93,172	0
SURE * MIKTAR	GR	48,494	4	12,123	7,856	0
	EN	2,749	4	0,687	38,923	0
	ÇÇ	3,461	4	0,865	48,667	0
	AÇ	0,506	4	0,127	4,053	0,006
	M	2,344	4	0,586	1,95	0,115
	WE	0,974	4	0,243	5,418	0,001
	S	0,497	4	0,124	11,593	0
	ÇK	400,07	4	100,017	14,586	0
	AK	128,545	4	32,136	16,144	0
	ÇY	64885,16	4	16221,29	11,919	0
	AY	579329,309	4	144832,327	30,297	0
	E	2,299	4	0,575	13,227	0
	G	5,383	4	1,346	29,301	0
SICAKLIK * SURE * MIKTAR	GR	210,914	8	26,364	17,084	0
	EN	8,928	8	1,116	63,212	0
	ÇÇ	7,702	8	0,963	54,156	0
	AÇ	1,008	8	0,126	4,036	0,001
	M	6,98	8	0,872	2,903	0,009
	WE	3,103	8	0,388	8,632	0
	S	1,415	8	0,177	16,489	0
	ÇK	298,875	8	37,359	5,448	0
	AK	129,12	8	16,14	8,108	0
	ÇY	72590,173	8	9073,772	6,667	0
	AY	903263,728	8	112907,966	23,619	0
	E	5,061	8	0,633	14,557	0
	G	28,691	8	3,586	78,091	0

İkili etkileşimler içinde, sıcaklık *miktar etkileşimi tüm performans testlerinde anlamlı ve etkili olduğu görülmektedir. Bu durum enzim performansının hem sıcaklık için hem de miktar parametresinin çok önemli olduğunu göstermektedir. Sıcaklık ve enzim miktarının enzimlerin etkileşim performansı için çok önemli olduğunu, hem tekli etkileşim için hem de ikili etkileşim için göstermektedir.

Sıcaklık*süre etkileşiminde dönme testi için P değerinin 0,05'den büyük, diğer performans testleri için ise küçük olduğunu görmekteyiz. Süre*miktar etkileşiminde ise dönme değeri haricindeki tüm testlerde P value değerinin 0,05'den küçük ve etkili olduğu görülmektedir. Sıcaklık*süre*miktar üçlü etkileşimine bakıldığında da P value değerinin tüm performans testleri için anlamlı ve etkili olduğunu görmekteyiz.

Etkileşim sonuçları bizi, enzim yıkamada sıcaklık, süre ve enzim miktarının yapılan performans testlerinin tamamında çok güçlü bir şekilde etkili olduğu sonucuna götürmektedir.

Çizelge 4.3. (a)'da uygulanan Levene's test sonrasında her üç değişken için de varyansları homojen dağılan yıkama sonrası gramaj, dönme ve atkı kopma testleri için TUKEY HSD, diğer testlerin varyansları homojen dağılmadığından Tamhane testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.3 (d)'deki sıcaklığa göre yapılan çoklu karşılaştırma analizine göre yıkama sonrası gramaj değerlerinin, 45 °C' de daha düşük olduğu görülmektedir. Genel olarak kopma ve yırtılma mukavemet testlerinde de yine sıcaklık değerinin 45 °C' de karşılaştırmaların anlamlı olduğu göze çarpmaktadır. Bu noktadaki değerler düşüş eğilimindedir. Bu sıcaklık noktasında aktivasyonun yüksek olması nedeniyle gramajın, atkı, çözgü kopma ve atkı, çözgü yırtılma mukavemetlerinin 45 °C' de 25 ve 65 °C' ye göre farklı olduğu göze çarpmaktadır.

Çizelge 4.3. Devamı (d- Sıcaklık Değişkenine Göre Çoklu Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) SICA KLİK	(J) SICA KLİK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	25	45	3,37*	0,338	0	2,56	4,19
		45	65	0,37	0,338	0,521	-0,44	1,19
	M	25	45	-3,00*	0,338	0	-3,81	-2,19
		25	65	-0,281	0,1492	0,152	-0,641	0,078
	AK	45	65	0,33	0,1492	0,079	-0,03	0,689
		45	65	,611*	0,1492	0	0,252	0,971
TAMHANE	EN	25	45	0,674	0,384	0,194	-0,251	1,599
		25	65	-2,052*	0,384	0	-2,977	-1,126
		45	65	-2,726*	0,384	0	-3,651	-1,801
		25	45	-,611*	0,1818	0,004	-1,06	-0,163
		25	65	0,281	0,1636	0,25	-0,122	0,685
		45	65	,893*	0,1693	0	0,474	1,311
	ÇÇ	25	45	0,404	0,2491	0,301	-0,216	1,024
		25	65	-0,615	0,3165	0,163	-1,396	0,166
		45	65	-1,019*	0,2618	0,001	-1,671	-0,366
	AÇ	25	45	-0,104	0,1042	0,691	-0,361	0,153
		25	65	,311*	0,0995	0,009	0,066	0,557
		45	65	,415*	0,0998	0	0,168	0,661
	WE	25	45	-0,03	0,1223	0,993	-0,331	0,272
		25	65	-,319*	0,1051	0,012	-0,579	-0,058
		45	65	-,289*	0,1048	0,025	-0,548	-0,029
	S	25	45	0,123	0,05987	0,131	-0,025	0,2712
		25	65	0,02	0,05407	0,976	-0,114	0,1535
		45	65	-0,103	0,06376	0,301	-0,26	0,0545
	ÇK	25	45	2,789	1,3771	0,137	-0,611	6,189
		25	65	-2,833	1,3779	0,129	-6,235	0,568
		45	65	-5,622*	1,2792	0	-8,778	-2,466
	ÇY	25	45	48,3	25,254	0,175	-14,23	110,83
		25	65	-41	19,906	0,128	-90,12	8,12
		45	65	-89,30*	24,646	0,002	-150,4	-28,17
	AY	25	45	275,44*	57,529	0	132,1	418,83
		25	65	-125,59	60,872	0,132	-277,6	26,4
		45	65	-401,04*	74,412	0	-584,7	-217,43
	E	25	45	,622*	0,1754	0,003	0,189	1,055
		25	65	0,089	0,1876	0,952	-0,374	0,552
		45	65	-,533*	0,185	0,017	-0,99	-0,077
	G	25	45	-0,378	0,2863	0,474	-1,084	0,329
		25	65	1,015*	0,2397	0	0,421	1,608
		45	65	1,393*	0,2512	0	0,77	2,016

Çizelge 4.3. Devamı (e – Süre Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) SICAKLIK	(J) SICAKLIK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	10	40	-,96*	0,338	0,017	-1,78	-0,15
			70	-2,74*	0,338	0	-3,56	-1,93
		40	70	-1,78*	0,338	0	-2,59	-0,96
	M	10	40	-0,178	0,1492	0,463	-0,537	0,182
			70	0,037	0,1492	0,967	-0,323	0,397
		40	70	0,215	0,1492	0,328	-0,145	0,574
TAMHANE	AK	10	40	-0,896	0,384	0,06	-1,822	0,029
			70	-,981*	0,384	0,035	-1,907	-0,056
		40	70	-0,085	0,384	0,973	-1,011	0,84
	EN	10	40	,681*	0,1755	0,001	0,248	1,115
			70	,911*	0,157	0	0,524	1,299
		40	70	0,23	0,1746	0,477	-0,202	0,661
	ÇÇ	10	40	0,252	0,3245	0,826	-0,549	1,053
			70	0,604	0,2923	0,129	-0,122	1,33
		40	70	0,352	0,2576	0,445	-0,286	0,989
	AÇ	10	40	,367*	0,0969	0,001	0,127	0,607
			70	,630*	0,0898	0	0,406	0,853
		40	70	,263*	0,0711	0,002	0,087	0,439
	WE	10	40	-0,104	0,1244	0,793	-0,411	0,204
			70	-0,2	0,1026	0,161	-0,453	0,053
		40	70	-0,096	0,1192	0,808	-0,392	0,199
	S	10	40	0,0619	0,052	0,562	-0,067	0,191
			70	-0,1167	0,0651	0,219	-0,277	0,044
		40	70	-,1785*	0,05511	0,007	-0,316	-0,041
	ÇK	10	40	-0,152	1,358	0,999	-3,502	3,198
			70	1,619	1,5269	0,648	-2,154	5,391
		40	70	1,77	1,5243	0,58	-1,996	5,536
	ÇY	10	40	33,93	21,467	0,324	-19,75	87,6
			70	60,37*	22,974	0,037	2,81	117,93
		40	70	26,44	28,622	0,738	-44,18	97,07
	AY	10	40	-77,26	78,25	0,697	-270,4	115,92
			70	-4,78	76,677	1	-194	184,46
		40	70	72,48	82,067	0,763	-130	274,96
	E	10	40	-,696*	0,1862	0,001	-1,156	-0,237
			70	-,504*	0,1805	0,022	-0,949	-0,058
		40	70	0,193	0,1746	0,619	-0,238	0,623
	G	10	40	,941*	0,3061	0,01	0,185	1,696
			70	,852*	0,2655	0,007	0,195	1,508
		40	70	-0,089	0,2768	0,984	-0,774	0,596

Çizelge 4.3. Devamı (f – Miktar Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) MIKTAR	(J) MIKTAR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	0,25	0,75	-0,44	0,338	0,393	-1,26	0,37
			1,25	-0,7	0,338	0,103	-1,52	0,11
		0,75	1,25	-0,26	0,338	0,725	-1,07	0,56
	M	0,25	0,75	-,437*	0,1492	0,014	-0,797	-0,077
			1,25	-0,281	0,1492	0,152	-0,641	0,078
		0,75	1,25	0,156	0,1492	0,554	-0,204	0,515
TAMHANE	AK	0,25	0,75	0,107	0,384	0,958	-0,818	1,033
			1,25	-0,141	0,384	0,929	-1,066	0,785
		0,75	1,25	-0,248	0,384	0,795	-1,174	0,677
	EN	0,25	0,75	0,393	0,1738	0,082	-0,036	0,821
			1,25	0,333	0,2045	0,294	-0,172	0,839
		0,75	1,25	-0,059	0,2039	0,988	-0,564	0,445
	ÇÇ	0,25	0,75	0,707	0,316	0,086	-0,072	1,487
			1,25	1,215*	0,2381	0	0,616	1,813
		0,75	1,25	0,507	0,2395	0,12	-0,095	1,11
	AÇ	0,25	0,75	0,1	0,1088	0,741	-0,169	0,369
			1,25	0,152	0,119	0,503	-0,142	0,446
		0,75	1,25	0,052	0,1048	0,946	-0,207	0,311
	WE	0,25	0,75	-0,052	0,1163	0,96	-0,339	0,235
			1,25	-0,03	0,1142	0,992	-0,311	0,252
		0,75	1,25	0,022	0,1228	0,997	-0,281	0,325
	S	0,25	0,75	-0,0226	0,0637	0,979	-0,18	0,1349
			1,25	-0,11	0,0621	0,229	-0,264	0,0438
		0,75	1,25	-0,0874	0,053	0,283	-0,218	0,0433
	ÇK	0,25	0,75	4,419*	1,4173	0,01	0,898	7,939
			1,25	4,459*	1,1644	0,001	1,583	7,336
		0,75	1,25	0,041	1,5073	1	-3,688	3,77
	ÇY	0,25	0,75	-50,70*	18,797	0,03	-97,57	-3,83
			1,25	50,67	26,459	0,173	-14,71	116,04
		0,75	1,25	101,37*	22,364	0	45,3	157,44
	AY	0,25	0,75	-60,48	66,993	0,752	-226,9	105,88
			1,25	-14,56	78,716	0,997	-211,1	181,97
		0,75	1,25	45,93	90,489	0,942	-177,6	269,49
	E	0,25	0,75	0,089	0,1825	0,949	-0,361	0,539
			1,25	0,089	0,2071	0,964	-0,423	0,6
		0,75	1,25	0	0,2025	1	-0,501	0,501
	G	0,25	0,75	-0,141	0,3149	0,96	-0,918	0,637
			1,25	-0,067	0,2911	0,994	-0,785	0,652
		0,75	1,25	0,074	0,3125	0,994	-0,697	0,846

Çizelge 4.3 (e)'de süre değişkenine göre çoklu karşılaştırma analizlerini görmektedir. Gramaj testlerinde sürenin artmasıyla gramaj değerlerinde de bir artış olduğu tespit edilmiştir. Atkı ve çözgü sıklıklarının düşmesiyle birlikte, kumaştaki yoğunlukların artması neticesinde bu sonuca varıldığı düşünülmektedir. Yine bu durumun bir sonucu olarak kumaş eninin sürenin uzamasıyla daraldığı, çözgü ve atkı çekmelerinin ve çözgü uzaması değerlerinin ortalamalarına bakıldığında artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

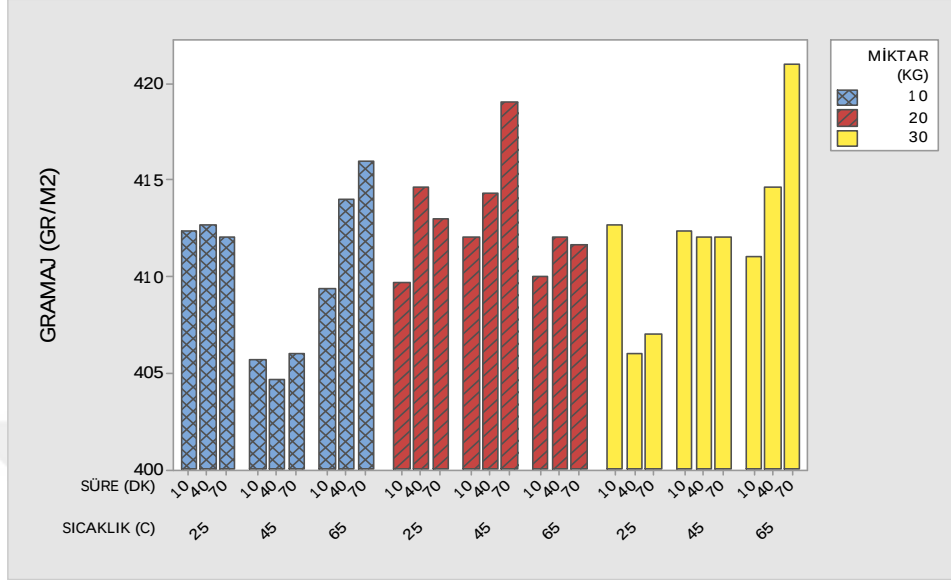
Çizelge 4.3 (f)'de miktar değişkenine göre yapılan çoklu karşılaştırma testlerine baktığımızda çözgü çekme, çözgü yırtılma ve çözgü kopma değerleri üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Genelde enzimlerin miktarının artmasıyla indigo boyalı çözgüler üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.5. Taş Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Taş yıkamada uygulanan reçetelerde farklı süre, taş miktarı ve sıcaklıklarda 3 tekrarlı denemeler yapılarak, yıkama sonrası en, yıkama sonrası gramaj, çözgü ve atkı çekme, dönme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, atkı kopma, atkı yırtılma, çözgü yırtılma, elastikiyet, kalıcı uzama testleri sonuçları detaylı olarak incelenmiştir (Ek. 3) .

4.5.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi

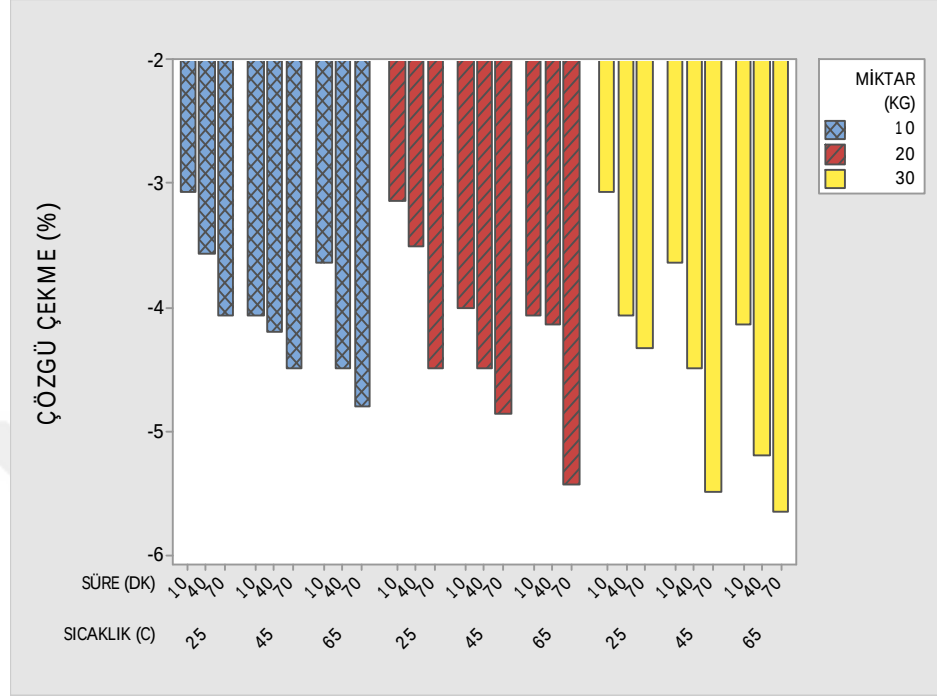
Taş yıkamalar sonrası yapılan ölçüm sonuçları ortalamaları aşağıdaki Şekil 4.27 'de yer almaktadır. Yıkama süresinde, süredeki artışla birlikte kademeli olarak gramaj değerlerinde de artış görülmektedir. Sürenin uzamasıyla birlikte kumaşta oluşan daralma gramaj değerlerinde de artışa neden olmaktadır. Bu durum, Şekil 4.28 ve Şekil 4.29' da atkı ve çözgü çekme değerlerindeki değişimin de bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.27. Taş Yıkama Sonrası Gramaj Test Sonuçları

4.5.2. Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi

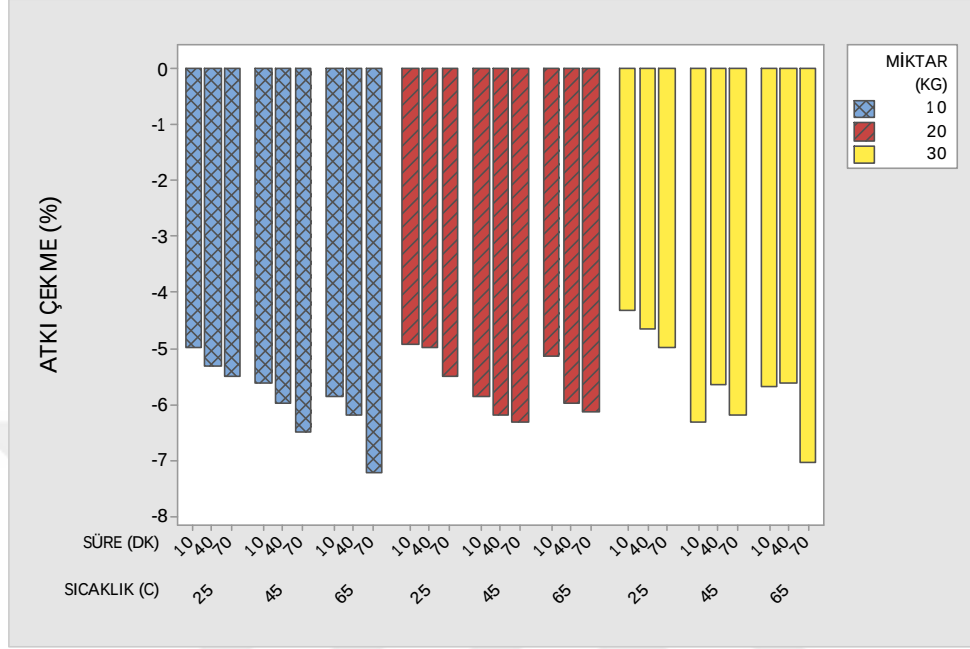
Taş yıkamalar sonrası yapılan ölçüm sonuçları ortalamaları aşağıdaki Şekil 4.28 'de yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre sürenin yıkaması sonrası enler üzerinde en etkili faktör olduğu ortaya çıkmaktadır. Yıkama süresinin artmasıyla birlikte en ve boydaki boyutsal değişimle en değerlerinde de daralmalar görülmektedir. Sıcaklık değerlerine bakıldığında da yine sıcaklığın artışıyla en değerlerinde daralma olduğu saptanmaktadır. Taş miktarının artışı ise en değerlerinde çok büyük bir değişime neden olmamaktadır.



Şekil 4.29. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Çekmesi Sonuçları

4.5.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Atkı çekmesi sonuçlarının sıcaklık, süre ve taş miktarı faktörlerine göre değişimlerini şekilde 4.30'da görülmektedir. Çözgü çekmesinde olduğu gibi atkı çekmesinde de elde edilen sonuçlar, incelenen taş miktarı, yıkama sıcaklığı ve yıkama süresi parametrelerinin test sonuçları üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Sıcaklık ve süre değişkenlerindeki yükselmenin, atkı çekme sonuçlarındaki daralma yüzdelerini de yükselttiği görülmektedir. Taş miktarındaki artışın ise ters yönde etki ettiği ve atkı çekmelerindeki daralmayı düşürdüğü görülmektedir. Taş miktarının artmasıyla birlikte kumaşın atkı ipliğinde bulunan elastana verdiği yıpratma da artmaktadır. Dolayısıyla atkı yönündeki daralma da elastanın etkisinin düşmesiyle azalmaktadır.

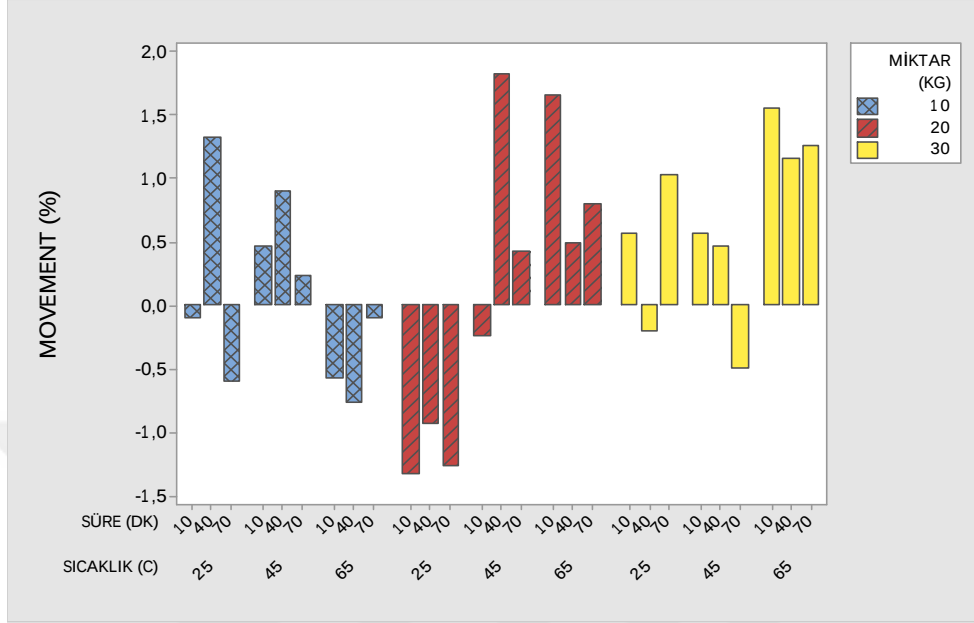


Şekil 4.30. Taş Yıkama Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları

4.5.5. Dönme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.31 'de bulunan dönme test sonuçlarında taş miktarı, yıkama sıcaklığı ve yıkama süresi faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki incelendiğinde sonuçlar üzerinde özellikle yıkama sıcaklık ve taş miktarı parametrelerinin daha etkili olduğu görülmektedir.

Test sonuçlarına baktığımızda, dönme çizgisinin taş miktarı 10 kg olduğunda dönme sonuçlarında görülen negatif (-) değerlerden, taş miktarı 20 ve 30 kg 'a çıkınca değerlerin pozitif yöne doğru (+) ilerlediğini görmekteyiz. Bu durum taş miktarının artmasıyla birlikte atkının diğer yöne daha fazla hareket ettiğini, bu nedenle dönme sonuçlarının yükseldiği sonucunu ortaya koymaktadır.

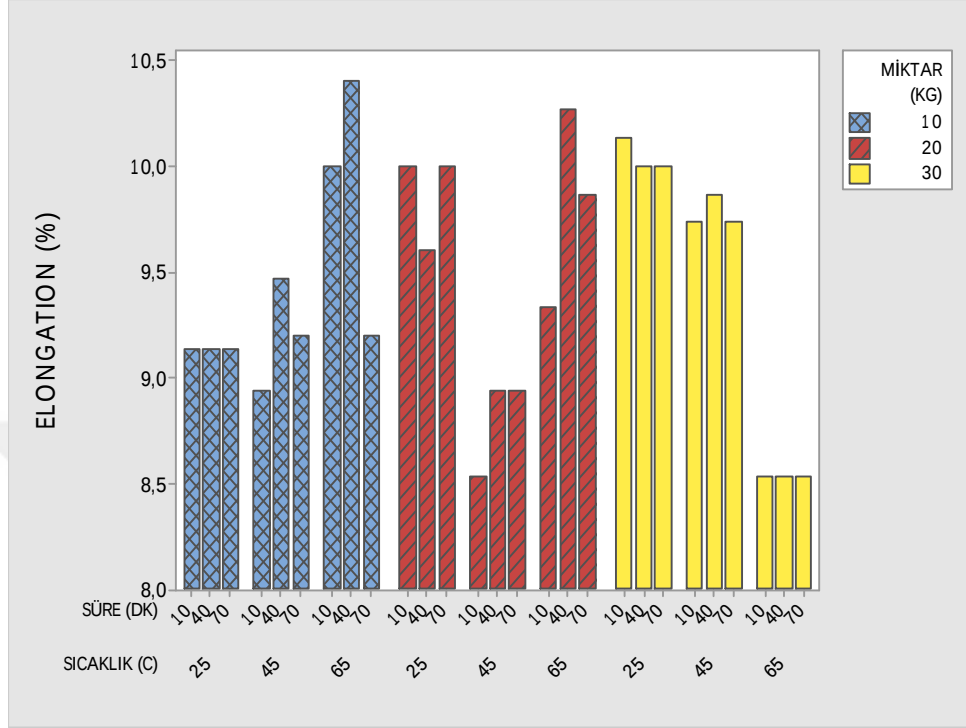


Şekil 4.31. Taş Yıkama Sonrası Dönme (Movement) Sonuçları

Sıcaklık değerlerindeki artışın da dönme sonuçları üzerinde bir miktar etkili olduğunu görmekteyiz. Sıcaklıktaki artış, taş miktarında olduğu gibi değerleri negatif (-) yönden pozitif yöne doğru kaydırmaktadır. Bu durum bize atkının bu yönde sıcaklık artışıyla birlikte hareket eğiliminde olduğunu göstermektedir.

4.5.6. Çözgü uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

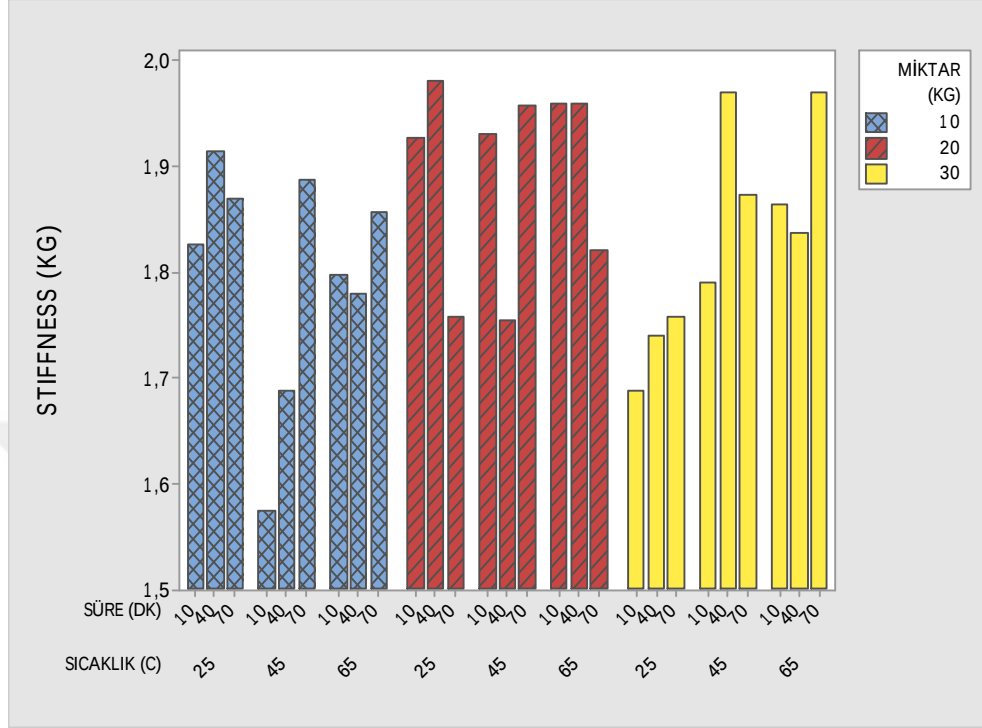
Şekil 4.32 'de bulunan test sonuçlarında miktar, sıcaklık, süre faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki incelendiğinde net bir eğilim görülememiştir.



Şekil 4.32. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Uzama (Elongation) Sonuçları

4.5.7. Katılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

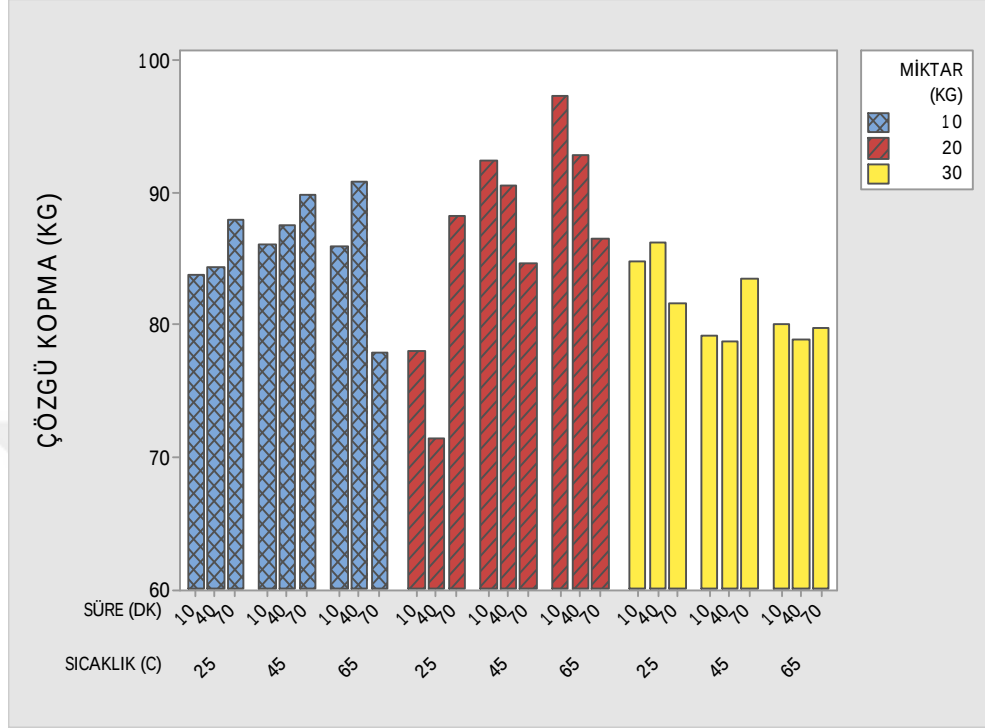
Taş yıkama süresindeki artışın katılık değerlerinde de bir miktar artışa neden olduğu görülmektedir. Ortalama değerlere bakıldığında değerlerin kademeli olarak yükseldiğini, yıkama süresinin uzamasının kumaştaki sertliğin ve katılığın artışıyla sonuçlandığını söyleyebiliriz. Katılık sonuçlarının sıcaklık, süre ve taş miktarı faktörlerine göre değişimlerini şekilde 4.33'de görülmektedir.



Şekil 4.33. Taş Yıkama Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları

4.5.8. Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

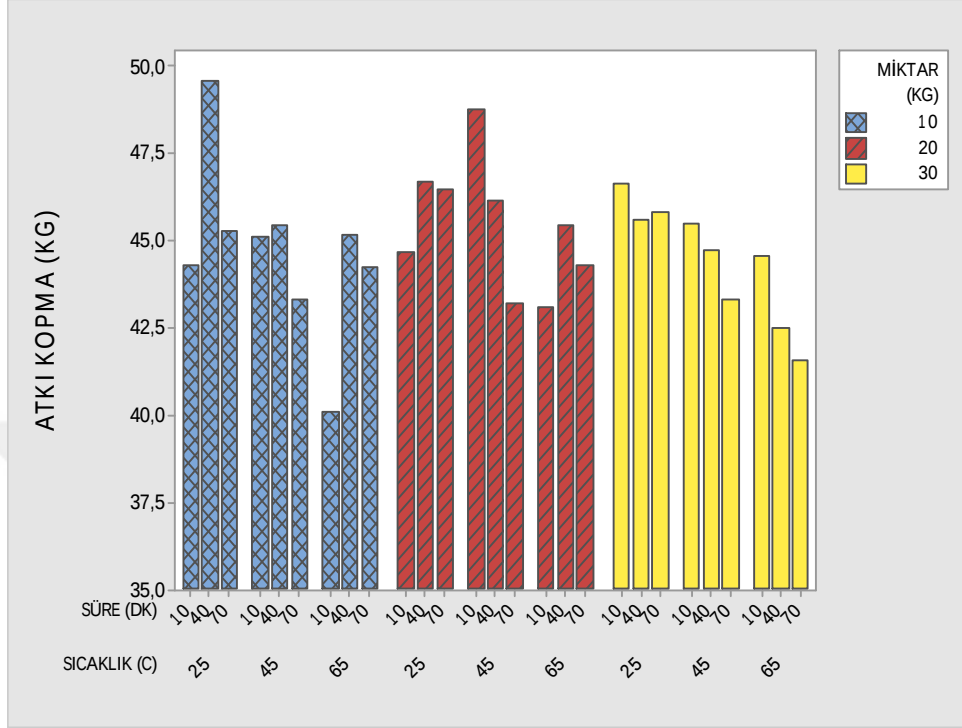
Şekil 4.34’de çözgüde kopma mukavemeti için yapılan denemelerin ortalama sonuçlarını görmekteyiz. Taş miktarına göre yapılan denemelere bakıldığında, 20 ve 30 kg taş uygulamalarında, sıcaklık ve süre atışıyla birlikte kopma değerlerinin düşüşe geçtiği net bir şekilde görülmektedir. Buna paralel bir durum atkı kopma mukavemetlerinde de 30 kg taş uygulamalarında (şekil 4.34 ‘de) görülmektedir. Buna göre, yıkamada uygulanan taş miktarının yıkama süre ve sıcaklığıyla etkileşerek 20 kg ve üzeri taş miktarlarında daha etkili hale geldiği sonucuna varabiliriz.



Şekil 4.34. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçları

4.5.9. Atkı Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

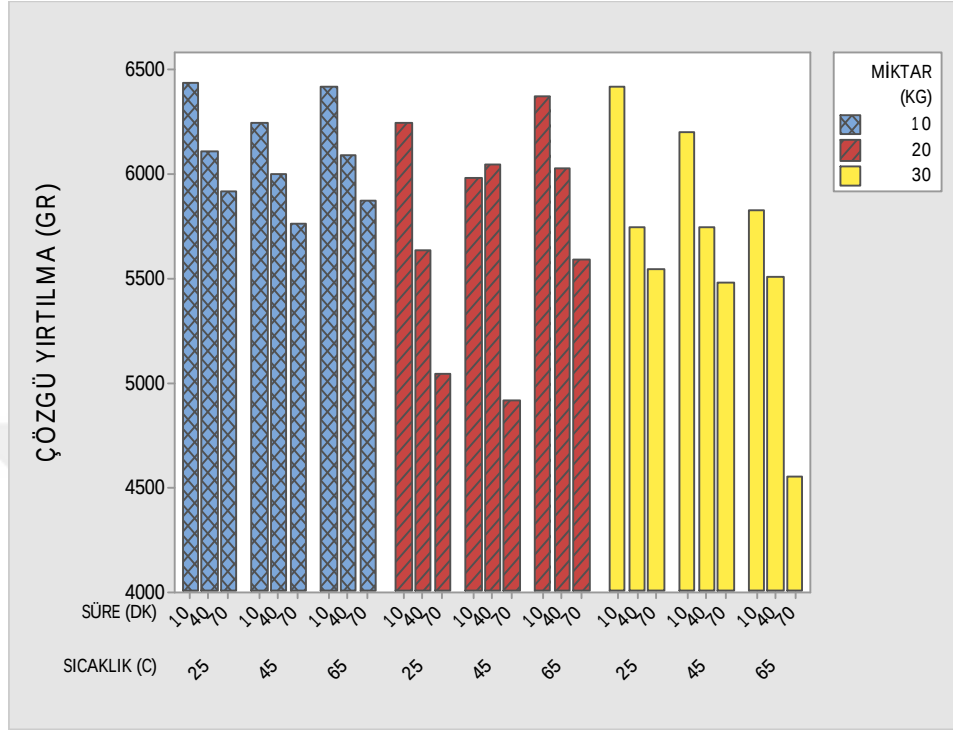
Şekil 4.35’de atkıda kopma mukavemeti için yapılan denemelerin ortalama sonuçlarını görmekteyiz. Bu sonuçlara göre, özellikle 30 kg taşla yapılan denemelere bakıldığında bu değerdeki yıkama süresi ve sıcaklığın artmasıyla birlikte sonuçların düşüş eğiliminde olduğunu görmekteyiz. 10 kg ve 20 kg ‘da yapılan yıkamalarda bu durum net olarak görülmezken 30 kg taş miktarıyla yapılan yıkamalarda sonuçlar süre ve sıcaklık artışıyla negatif olarak etkilenmektedir.



Şekil 4.35. Taş Yıkama Sonrası Atkı Kopma Mukavemet Sonuçları

4.5.10. Çözü Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi

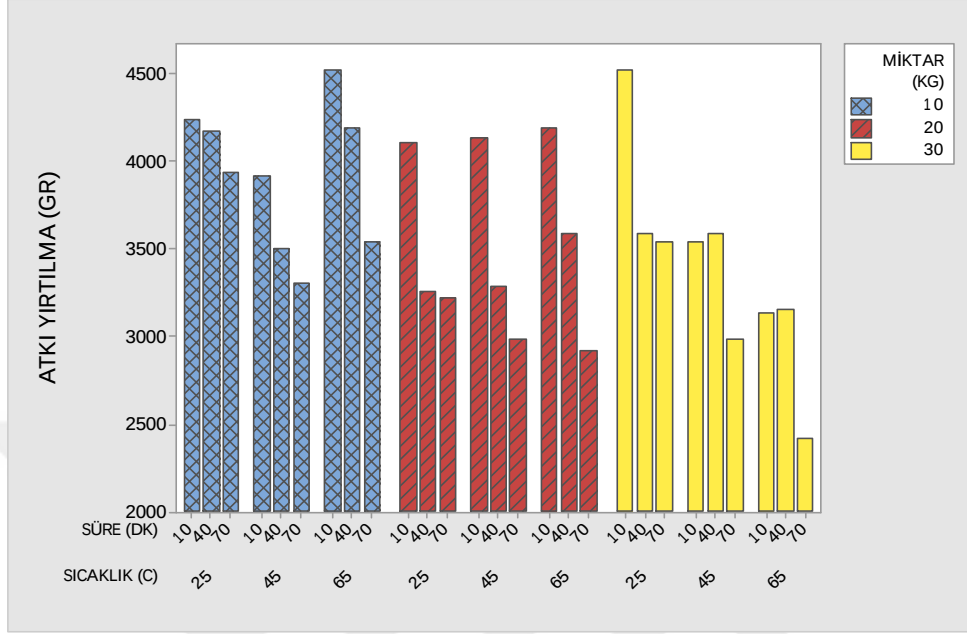
Şekil 4.36'da taş yıkamalar sonrasında yapılan çözgü yırtılma mukavemeti test sonuçları yer almaktadır. Sonuçlara göre süre ve taş miktarı parametrelerinin belirgin şekilde yırtılma mukavemetleri üzerinde etkisi görülmektedir. Süre ve miktar artışıyla birlikte taş yıkamada fiziksel olarak yıpranan kumaşın mukavemetinde düşüş net bir şekilde görülmektedir. Yıkamanın etkisinin yüksek olduğu 30 kg taş miktarı ve 70 dakika sürelerinde kumaş mukavemetleri 4544 gr değerine düşmüş, yaklaşık olarak mukavemetten 2000 gr civarında bir kayıp yaşanmıştır. Bu sonuç bize yırtılma mukavemeti üzerinde taş yıkama süre ve taş miktarının ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.36. Taş Yıkama Sonrası Çözgü Yırılma Mukavemeti Sonuçları

4.5.11. Atkı Yırılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi

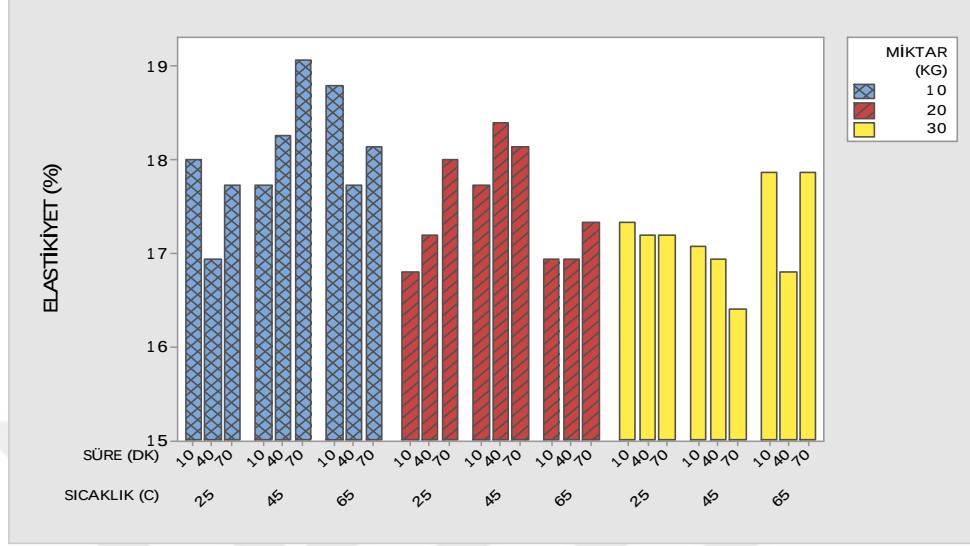
Şekil 4.37’de atkı yırılma mukavemetinin taş yıkama denemeleri sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre Şekil 4.35’de çözgü yırılma mukavemetinde gördüğümüz taş miktarı ve yıkama süresi etkisini atkı yırılma mukavemeti sonuçlarında da aynı paralelde görmekteyiz. Yıkama süre ve taş miktarındaki artışa ters yönde bir eğilimle mukavemet değerleri atkı yönünde düşüş göstermektedir.



Şekil 4.37. Taş Yıkama Sonrası Atk Yırtılma Mukavemet Sonuçları

4.5.12. Elastikiyet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

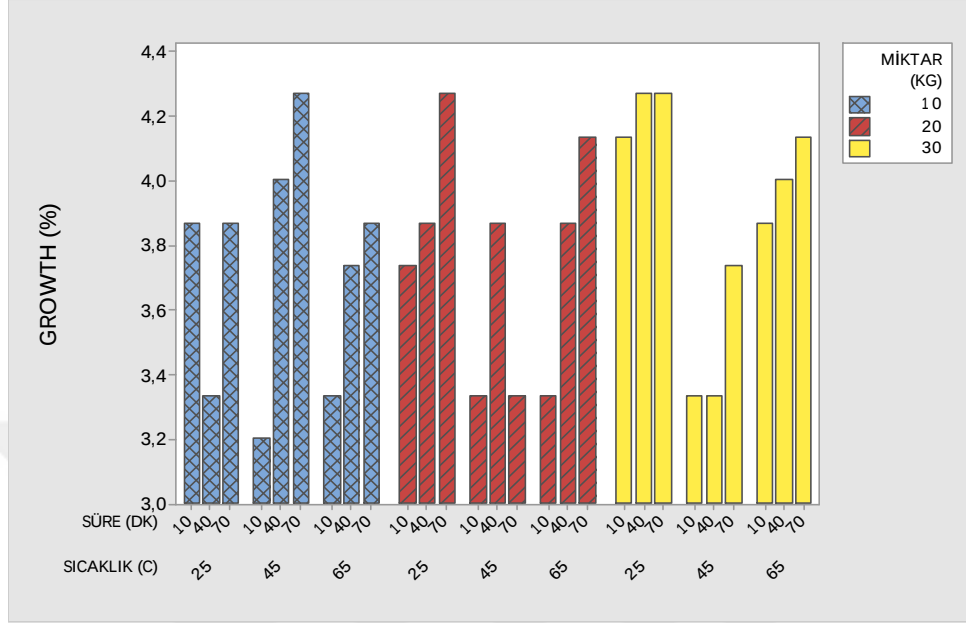
Yapılan denemelere ait elastikiyet test sonuçları aşağıdaki Şekil 4.38’de görülmektedir. Süre ve sıcaklık değişimleriyle taş yıkamada elastikiyet sonuçlarındaki değişimin net bir şekilde ilişkisi görülmemektedir. Yalnız taş miktarının artmasıyla birlikte atkı çekmesine benzer bir etkileşim elastikiyet değerlerinde de görülmektedir. Taş miktarı arttıkça elastikiyet değerlerinde negatif bir eğilim ve düşüş görmekteyiz. Bu sonuçlara göre, taş miktarının artmasıyla, atkıdaki elastanın etkisinin azaldığı görülmektedir. Buna bağlı olarak hem elastikiyet değerlerinin düşmesi, hem de yıkama sonrası atkı çekmelerindeki daralmanın azalması ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.38. Taş Yıkama Sonrası Elastikiyet Sonuçları

4.5.13. Kalıcı uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.39 'da bulunan kalıcı uzama test sonuçlarında miktar, sıcaklık, süre faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre yıkama süresinin artmasıyla birlikte kalıcı uzama değerlerinin de paralel olarak artışı tespit edilmektedir. Kalıcı uzama değerleri elastikiyet değerleriyle genel olarak paralel seyretmektedir. Elastikiyetin süreyle ilişkisine bakıldığında, 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 4.39. Taş Yıkama Sonrası Kalıcı Uzama (Growth) Sonuçları

4.6. Taş Yıkama Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatistiksel Analizi

Taş yıkama sonrasında elde edilen sonuçlar, analizlerde MANOVA ve çoklu karşılaştırma testleri uygulanarak deneylerde kullanılan süre, sıcaklık ve taş miktarı faktörlerinin yıkama sonrası en, yıkama sonrası gramaj, çözgü ve atkı çekme, dönme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, atkı kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, elastikiyet, kalıcı uzama testleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çizelge 4.4 (a)' da yer alan varyans analizi incelendiğinde, gramaj, en, çözgü çekme, atkı çekme, dönme, çözgü uzama, çözgü kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, kalıcı uzama değerleri için, taş yıkama sonrası p value değerinin 0,05 değerinden küçük gelmesi nedeniyle bu parametrelerin homojen dağılmadığı görülmektedir. Katılık, atkı kopma ve elastikiyet değerleri için ise varyanslar homojen dağıldığından Tukey HSD poc host testleri uygulanmıştır. Gramaj, en, çözgü çekme, atkı çekme, dönme, çözgü uzama, çözgü kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, kalıcı uzama testleri için ise varyansların homojen dağılmaması nedeniyle Tamhane çok değişkenli varyans analizleri uygulanmıştır (Çizelge 4.7 (c), (d), (e).

Çizelge 4.4. Taş Yıkama Varyans Analiz Sonuçları (a - Hata Varyanslarının Eşitliği Test Sonuçları)

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a				
	F	df1	df2	Sig.
GR	2,735	26	54	,001
EN	4,915	26	54	,000
ÇÇ	3,786	26	54	,000
AÇ	7,784	26	54	,000
M	3,185	26	54	,000
WE	3,036	26	54	,000
S	1,680	26	54	,054
ÇK	3,471	26	54	,000
AK	1,341	26	54	,179
ÇY	6,772	26	54	,000
AY	2,995	26	54	,000
E	,985	26	54	,502
G	1,846	26	54	,029

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + MİKTAR + SICAKLIK + SÜRE + MİKTAR * SICAKLIK + MİKTAR * SÜRE + SICAKLIK * SÜRE + MİKTAR * SICAKLIK * SÜRE

Çizelge 4.4 (b) 'de ana faktörlerin etkileşim analizi sonuçları yer almaktadır. Sıcaklık, süre ve miktar değişkenlerinin p value değerine bakılarak taş yıkamada bu parametrelerin hangi performans testleri için etkili olduğu incelenmiştir. Etkileşim analiziyle ayrıca süre*sıcaklık, süre*miktar, sıcaklık*miktar ikili etkileşimleriyle birlikte sıcaklık*süre*miktar üçlü etkileşimi de incelenmiştir (Çizelge 4.4. (c)).

Çizelge 4.4. Devamı (b- Etkileşim Analizi Test Sonuçları (Ana Faktörler))

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MİKTAR	GR	97,21	2	48,605	20,19	0
	EN	3,624	2	1,812	31,294	0
	ÇÇ	2,285	2	1,142	42,641	0
	AÇ	1,34	2	0,67	26,99	0
	M	5,194	2	2,597	9,97	0
	WE	0,125	2	0,063	1,46	0,241
	S	0,125	2	0,063	14,25	0
	ÇK	462,638	2	231,319	285,84	0
	AK	12,836	2	6,418	6,235	0,004
	ÇY	2727294,54	2	1363647,27	152,932	0
	AY	4281045,73	2	2140522,86	628,006	0
	E	10,22	2	5,11	68,079	0
	G	0,49	2	0,245	5,167	0,009
SICAKLIK	GR	95,58	2	47,79	19,851	0
	EN	15,908	2	7,954	137,375	0
	ÇÇ	12,6	2	6,3	235,152	0
	AÇ	20,418	2	10,209	411,408	0
	M	9,272	2	4,636	17,797	0
	WE	2,478	2	1,239	28,839	0
	S	0,037	2	0,018	4,177	0,021
	ÇK	140,972	2	70,486	87,099	0
	AK	97,494	2	48,747	47,356	0
	ÇY	139016,469	2	69508,235	7,795	0,001
	AY	2238726,62	2	1119363,31	328,409	0
	E	1,877	2	0,938	12,5	0
	G	1,722	2	0,861	18,167	0
SÜRE	GR	86,025	2	43,012	17,867	0
	EN	24,593	2	12,296	212,369	0
	ÇÇ	19,682	2	9,841	367,332	0
	AÇ	7,864	2	3,932	158,453	0
	M	1,509	2	0,754	2,896	0,064
	WE	0,68	2	0,34	7,908	0,001
	S	0,027	2	0,013	3,061	0,055
	ÇK	11,144	2	5,572	6,885	0,002
	AK	32,616	2	16,308	15,843	0
	ÇY	9329705,51	2	4664852,75	523,16	0
	AY	9341898,54	2	4670949,27	1370,405	0
	E	2,007	2	1,003	13,368	0
	G	2,339	2	1,169	24,667	0

Çizelge 4.4 (b) 'deki analize göre, sıcaklık parametresinin P değerlerine bakıldığında yapılan tüm performans testleri için 0,05 değerinden küçük olduğu ve tüm testler için anlamlı ve etkili olduğu görülmektedir. Süre değişkeni için etkileşim analizine bakıldığında sadece dönme testinde P değerinin 0,05'den büyük olduğu görülmektedir. Taş yıkama süresinin uzaması kumaşın fiziksel olarak yıpranma derecesini artırması nedeniyle kumaş performansına olan etkisinin sürenin uzamasıyla artması beklenen bir durumdur.

Miktar değişkenine bakıldığında ise çözgü uzama parametresi dışında tüm bağımlı değişkenlerin P value değerlerinin 0,05 değerinden daha düşük olduğu ve bu bağlamda etkili ve anlamlı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak taş miktarının değişiminin tüm değişkenler üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Taş miktarı, yıkamanın kumaş alanı üzerindeki etki miktarını ve kumaş yüzeyine temas yoğunluğunu etkilemektedir. Özellikle taş yıkamanın miktarının artmasıyla kumaşın fiziksel olarak daha fazla etkilendiği tespit edilmektedir.

Sıcaklık*süre etkileşiminde çözgü çekmesi testi için P değerinin 0,05'den büyük, diğer performans testleri için ise küçük olduğunu görmekteyiz. Miktar*süre etkileşiminde ise kalıcı uzama değeri haricindeki tüm testlerde P value değerinin 0,05'den küçük ve etkili olduğu görülmektedir. Miktar*sıcaklık değişkenlerinin ikili etkileşimleri incelendiğinde de yine P value değeri 0,05 değerinden tüm bağımlı değişkenlerde küçüktür. Dolayısıyla etkili ve anlamlı olduğu görülmektedir. Sıcaklık*süre*miktar üçlü etkileşimine bakıldığında da P value değerinin tüm performans testleri için anlamlı ve etkili olduğunu görmekteyiz (Çizelge 4.4. (c)).

Çizelge 4.3. Devamı (c- Etkileşim Analizi Test Sonuçları (İkili ve Üçlü Etkileşimler)

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MİKTAR * SICAKLIK	GR	516,642	4	129,16	53,651	0
	EN	6,405	4	1,601	27,655	0
	ÇÇ	0,615	4	0,154	5,735	0,001
	AÇ	2,634	4	0,658	26,535	0
	M	26,743	4	6,686	25,666	0
	WE	18,746	4	4,686	109,08	0
	S	0,225	4	0,056	12,816	0
	ÇK	855,54	4	213,885	264,297	0
	AK	11,187	4	2,797	2,717	0,039
	ÇY	2655287,09	4	663821,772	74,447	0
	AY	3870588,64	4	967647,16	283,897	0
	E	8,814	4	2,203	29,355	0
	G	2,046	4	0,512	10,792	0
MİKTAR * SÜRE	GR	42,864	4	10,716	4,451	0,004
	EN	8,558	4	2,14	36,952	0
	ÇÇ	1,835	4	0,459	17,12	0
	AÇ	1,075	4	0,269	10,826	0
	M	2,79	4	0,698	2,678	0,041
	WE	1,015	4	0,254	5,908	0,001
	S	0,138	4	0,035	7,883	0
	ÇK	106,437	4	26,609	32,881	0
	AK	55,163	4	13,791	13,397	0
	ÇY	898104,049	4	224526,012	25,18	0
	AY	876532,049	4	219133,012	64,291	0
	E	3,137	4	0,784	10,447	0
	G	0,363	4	0,091	1,917	0,121
SICAKLIK * SÜRE	GR	115,16	4	28,79	11,959	0
	EN	3,636	4	0,909	15,699	0
	ÇÇ	0,209	4	0,052	1,947	0,116
	AÇ	1,912	4	0,478	19,259	0
	M	5,93	4	1,483	5,691	0,001
	WE	1,525	4	0,381	8,874	0
	S	0,106	4	0,026	6,014	0
	ÇK	360,974	4	90,243	111,514	0
	AK	50,359	4	12,59	12,23	0
	ÇY	280124,346	4	70031,086	7,854	0
	AY	778772,494	4	194693,123	57,121	0
	E	2,734	4	0,683	9,105	0
	G	0,766	4	0,192	4,042	0,006
MİKTAR * SICAKLIK * SÜRE	GR	183,062	8	22,883	9,505	0
	EN	3,348	8	0,419	7,229	0
	ÇÇ	1,591	8	0,199	7,422	0
	AÇ	1,752	8	0,219	8,826	0
	M	11,024	8	1,378	5,29	0
	WE	1,474	8	0,184	4,287	0
	S	0,182	8	0,023	5,176	0
	ÇK	614,334	8	76,792	94,891	0
	AK	46,4	8	5,8	5,634	0
	ÇY	908233,432	8	113529,179	12,732	0
	AY	944539,358	8	118067,42	34,64	0
	E	4,709	8	0,589	7,842	0
	G	1,9	8	0,238	5,01	0

Çizelge 4.4. (a)'da uygulanan Levene's test sonrasında her üç değişken için de varyansları homojen dağılan yıkama sonrası katılık, elastikiyet ve atkı kopma testleri için TUKEY HSD, diğer testlerin varyansları homojen dağılmadığından Tamhane testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.4 (d)'deki miktar değişkenine göre yapılan TAMHANE çoklu karşılaştırma analizlerine baktığımızda, gramaj değişkeni için, istatistiksel olarak 10 kg' la yapılan yıkamaların 20 kg ile yapılan yıkamalarla arasındaki farkın $p < 0,05$ ($p = 0,029$) olması nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu farklar 30 kg' la yapılan yıkamalarla farkın anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Dönme analizinde ise 30 kg ile 10 kg arasındaki farkın $p < 0,05$ olması nedeni ile ($p = 0,035$) anlamlı olduğu, 20 kg 'la 10 ve 30 kg dönme değerleri arasında ise $p > 0,05$ olması nedeniyle anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmektedir. Çözüğü kopma değerlerine baktığımızda 30 kg yapılan yıkamaların hem 20 kg hem de 10 kg' da yapılan yıkamalara göre farkın her ikisine göre de p değerinin 0,05 'den küçük olması nedeniyle anlamlı olduğu görülmektedir. Taş miktarı arttıkça özellikle 30 kg taş miktarında yıpranmanın fazla olması nedeniyle mukavemet kaybındaki düşüşün artışa geçtiği buradan tespit edilmektedir. Buna benzer durum çözüğü yırtılma ve atkı yırtılma değerlerinde de mevcuttur. taş miktarının artmasıyla mukavemette kayıp yaşandığından çözüğü ve atkı yırtılma mukavemetlerinde 10 kg ile 20 ve 30 kg arasındaki farklar p -value $< 0,05$ olması nedeniyle anlamlı yönde çıkmaktadır. Tamhane analizine göre yapılan en, çözüğü çekmesi, atkı çekmesi, çözüğü uzaması, testlerinde 10kg, 20kg ve 30 kg denemeleri arasında anlamlı farklar bulunamamıştır. Burada tespit edilen anlamlı farklar, yıkamada kullanılan taşın iplik bünyesindeki elastana zarar vermesinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Taş miktarındaki artışla birlikte elastikiyet değerlerinde zıt yönde düşüş görülmektedir. Katılık analizinde ise, 20 kg ile yapılan yıkamalarda 10 ve 30 kg yıkamalarına göre ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir. 10 ve 30 kg arasındaki farkın ise p -value değeri 0,05'den büyük olması nedeniyle anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Devamı (d – Miktar Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) MIKTAR	(J) MIKTAR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	S	10	20	-,0948*	0,018	0	-0,138	-0,051
		30		-0,033	0,018	0,17	-0,076	0,0105
	AK	10	20	-,693*	0,2761	0,04	-1,358	-0,027
		30		0,248	0,2761	0,643	-0,417	0,914
	E	10	20	,548*	0,0746	0	0,368	0,728
		30		,859*	0,0746	0	0,68	1,039
TAMHANE	GR	10	20	-,263*	0,977	0,029	-5,04	-0,22
		30		-1,78	1,141	0,331	-4,59	1,04
		20	30	0,85	1,038	0,801	-1,72	3,42
	EN	10	20	-0,163	0,1911	0,782	-0,635	0,309
		30		-0,507	0,282	0,218	-1,207	0,193
		20	30	-0,344	0,2661	0,494	-1,009	0,32
	Ç.Ç.	10	20	0,193	0,1667	0,584	-0,219	0,604
		30		0,411	0,1933	0,113	-0,068	0,891
		20	30	0,219	0,2074	0,653	-0,294	0,731
	A.Ç.	10	20	-0,241	0,1627	0,376	-0,643	0,161
		30		-0,296	0,2052	0,397	-0,803	0,211
		20	30	-0,056	0,1919	0,988	-0,532	0,421
	M	10	20	-0,074	0,273	0,99	-0,752	0,604
		30		-,570*	0,2183	0,035	-1,109	-0,031
		20	30	-0,496	0,2847	0,241	-1,201	0,209
	WE	10	20	-0,096	0,1496	0,891	-0,466	0,274
		30		-0,052	0,1621	0,984	-0,453	0,35
		20	30	0,044	0,1783	0,992	-0,396	0,485
	Ç.K.	10	20	-0,859	1,6561	0,939	-4,998	3,279
		30		4,585*	0,9035	0	2,351	6,82
		20	30	5,444*	1,5869	0,005	1,452	9,437
	Ç.Y.	10	20	333,59*	105,06	0,009	71,01	596,18
		30		427,67*	109,39	0,001	153,93	701,41
		20	30	94,07	137,31	0,872	-244,7	432,85
	A.Y.	10	20	405,78*	120,41	0,004	108,21	703,34
		30		541,04*	130,74	0	217,24	864,84
		20	30	135,26	142,69	0,722	-217	487,48
	G	10	20	-0,03	0,1045	0,989	-0,287	0,228
		30		-0,178	0,1055	0,266	-0,438	0,082
		20	30	-0,148	0,1062	0,426	-0,41	0,114

Çizelge 4.3. Devamı (e – Sıcaklık Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) SICA KLİK	(J) SICA KLİK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	S	25	45	0,0041	0,018	0,972	-0,039	0,048
		45	65	-0,043	0,018	0,053	-0,086	5E-04
	AK	25	45	1,074*	0,276	0,001	0,409	1,74
		45	65	2,670*	0,276	0	2,005	3,336
	E	25	45	1,596*	0,276	0	0,931	2,262
		45	65	-,370*	0,075	0	-0,55	-0,191
TAMHANE	GR	25	45	-,222*	0,075	0,012	-0,402	-0,043
		45	65	0,148	0,075	0,125	-0,032	0,328
	EN	25	45	0,22	1,083	0,996	-2,47	2,91
		45	65	-2,19	0,912	0,06	-4,44	0,07
	Ç.Ç.	25	45	-2,41	1,154	0,121	-5,26	0,44
		45	65	,567*	0,186	0,011	0,107	1,026
	A.Ç.	25	45	1,085*	0,249	0	0,47	1,701
		45	65	0,519	0,235	0,096	-0,067	1,104
	M	25	45	,719*	0,146	0	0,358	1,079
		45	65	,919*	0,171	0	0,496	1,341
	A.Y.	25	45	0,2	0,168	0,561	-0,216	0,616
		45	65	1,052*	0,099	0	0,808	1,296
	WE	25	45	1,078*	0,147	0	0,713	1,442
		45	65	0,026	0,141	0,997	-0,325	0,377
	Ç.K.	25	45	-,630*	0,244	0,039	-1,234	-0,025
		45	65	-,781*	0,28	0,022	-1,472	-0,091
	Ç.Y.	25	45	-0,152	0,232	0,887	-0,727	0,423
		45	65	,422*	0,127	0,005	0,108	0,736
	A.Y.	25	45	0,274	0,168	0,297	-0,144	0,692
		45	65	-0,148	0,171	0,774	-0,572	0,276
	G	25	45	-2,933	1,347	0,099	-6,257	0,39
		45	65	-2,641	1,641	0,304	-6,697	1,415
	A.Y.	25	45	0,293	1,578	0,997	-3,615	4,201
		45	65	79,93	116,4	0,872	-207,3	367,2
	G	25	45	94,11	135,3	0,867	-240,1	428,3
		45	65	14,19	131,9	0,999	-311,9	340,3
	A.Y.	25	45	374,30*	111,7	0,005	98,57	650
		45	65	326,07	154	0,115	-55,74	707,9
	G	25	45	-48,22	146,9	0,983	-414	317,5
		45	65	,356*	0,103	0,003	0,101	0,61
	G	25	45	0,148	0,095	0,328	-0,086	0,382
		45	65	-0,207	0,101	0,129	-0,457	0,042

Çizelge 4.3. Devamı (f – Süre Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) SÜRE	(J) SÜRE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	S	10	40	-0,0296	0,018	0,237	-0,073	0,0138
		70		-,0437*	0,018	0,048	-0,087	-2E-04
	AK	40	70	-0,0141	0,018	0,717	-0,058	0,0294
		10	40	-,948*	0,276	0,003	-1,614	-0,283
	E	70		0,593	0,276	0,09	-0,073	1,258
		40	70	1,541*	0,276	0	0,875	2,206
TAMHANE	GR	10	40	,207*	0,075	0,02	0,028	0,387
		70		-0,178	0,075	0,053	-0,357	0,002
	EN	40	70	-,385*	0,075	0	-0,565	-0,205
		10	40	-1,11	0,871	0,505	-3,28	1,05
	Ç.Ç.	70		-2,52	1,058	0,066	-5,17	0,13
		40	70	-1,41	1,218	0,584	-4,42	1,6
	A.Ç.	10	40	,485*	0,192	0,043	0,012	0,959
		70		1,333*	0,202	0	0,833	1,833
	M	40	70	,848*	0,223	0,001	0,298	1,398
		10	40	,596*	0,133	0	0,269	0,924
	Ç.K.	70		1,207*	0,138	0	0,866	1,549
		40	70	,611*	0,148	0	0,246	0,976
	Ç.Y.	10	40	0,211	0,156	0,453	-0,174	0,596
		70		,741*	0,181	0	0,294	1,187
	A.Y.	40	70	,530*	0,173	0,011	0,103	0,956
		10	40	-0,189	0,278	0,875	-0,875	0,497
	G	70		0,144	0,261	0,927	-0,499	0,788
		40	70	0,333	0,262	0,504	-0,313	0,979
	WE	10	40	-0,207	0,171	0,542	-0,628	0,213
		70		-0,03	0,159	0,997	-0,422	0,363
	Ç.K.	40	70	0,178	0,157	0,598	-0,209	0,565
		10	40	0,693	1,759	0,972	-3,649	5,034
	Ç.Y.	70		0,856	1,405	0,906	-2,629	4,34
		40	70	0,163	1,515	0,999	-3,604	3,93
	A.Y.	10	40	359,89*	59,21	0	213,75	506,03
		70		828,93*	97,9	0	583,73	1074,1
	G	40	70	469,04*	99,79	0	219,78	718,3
		10	40	442,19*	109,1	0,001	172,68	711,69
	WE	70		831,30*	118	0	540,28	1122,3
		40	70	389,11*	108,2	0,002	121,84	656,38
	Ç.K.	10	40	-0,237	0,096	0,05	-0,474	0
		70		-,415*	0,099	0	-0,659	-0,171
	Ç.Y.	40	70	-0,178	0,095	0,189	-0,412	0,057

Çizelge 4.7 (d)'de sıcaklık değişkenine göre çoklu karşılaştırma analizlerini görmektedir. En değerlerinde sıcaklığın artışıyla ende ters yönde daralma görüldüğünden istatistiksel olarak da 25, 45 ve 65 °C değerleri arasında TAMHANE analizinde farklar anlamlı çıkmış ve bu durumu teyit etmiştir. Çözgü ve atkı çekmelerinde 25 °C' deki değerlerle 45 ve 65 °C arasındaki farka bakıldığında $p\text{-value} < 0,05$ olduğundan anlamlı çıkmaktadır. Aynı durum dönme değerinde de göze çarpmaktadır. 45 ve 65 °C arasında fark anlamlı bulunmazken 25 °C ile 45 ve 65 °C arası farklar anlamlı bulunmaktadır. Yani sıcaklığın artışı çekme ve oranlarında artışa neden olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.7 (e)' de süre değişkenine göre yapılan çoklu karşılaştırma testlerine baktığımızda en, çözgü çekme ve atkı çekme testlerinde sürenin uzamasıyla birlikte endeki ve boydaki daralmaya bağlı olarak çekme oranlarının yükselmesi, yıkama süreleri arasındaki farkların da anlamlı olmasına yol açmaktadır. 10, 40 ve 70 dakika arasında P value değerleri 0,05' den düşük çıktığı görülmektedir. Sürenin uzamasıyla birlikte, yıkamadaki taşın etkisiyle kumaşın yıpranması sonucu, yırtılma mukavemetlerindeki süreye bağlı düşüş 10, 40 ve 70 dakika arasındaki farkların anlamlı olmasına yol açmaktadır.

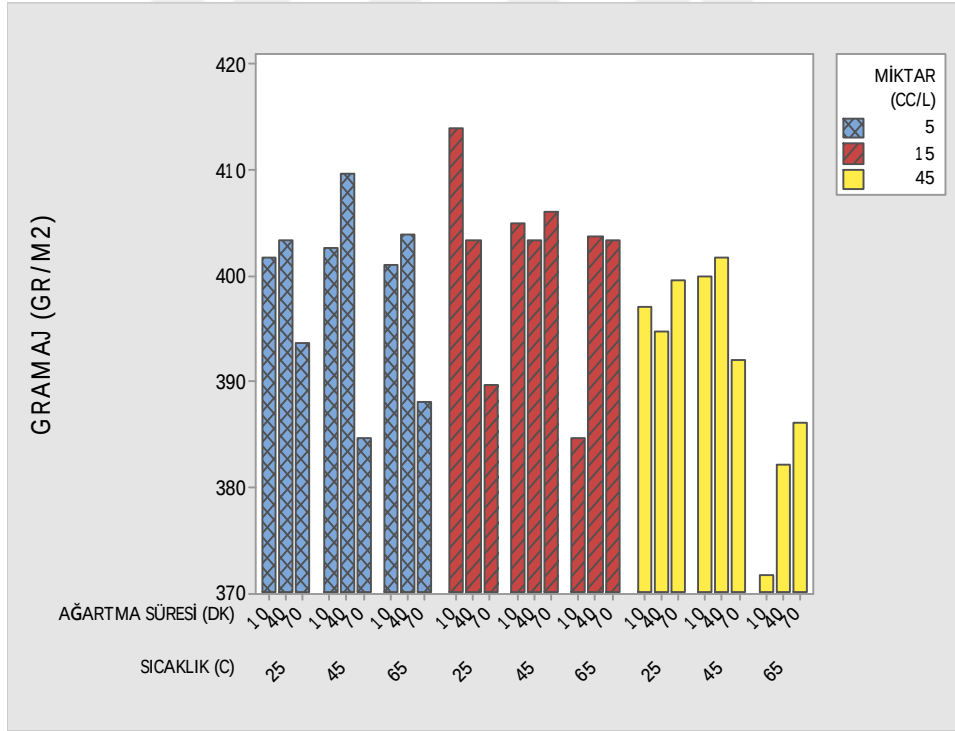
4.7. Taşlı Ağartma Yıkama Sonrasında Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan taşlı ağartma denemeleri farklı süre, miktar ve sıcaklıklarda uygulanmış olup, yıkama sonrası en, yıkama sonrası gramaj, çözgü, çekme, atkı çekme, dönme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, atkı kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, elastikiyet, kalıcı uzama test sonuçları irdelenmiştir (Ek.4). Çalışmada testlerin hassasiyetini görmek için 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır (Şekil 4.8) . Testlerle ilgili değerlendirmeler aşağıda detaylı olarak yapılmıştır.

4.7.1. Kumaş Gramaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Taşlı ağartma denemeleri sonrası elde edilen ölçüm ortalamaları aşağıdaki Şekil 4.40 'da yer almaktadır. Sonuçlara göre ağartma süresi 40 dakikaya kadar

yükselmekte olan gramaj değerlerinin, 40 dakikadan sonra düşüşe geçtiği görülmektedir. Aynı durum 45 derece sıcaklıkta da mevcuttur. 25 dereceden 45 dereceye kadar artan gramaj değerleri, sıcaklık 65 dereceye geldiğinde düşüşe geçmiştir. Gramaj değerlerindeki bu değişimin, kumaşın yıkama sonrası enindeki daralmayla paralel olarak değiştiği görülmektedir. Kumaşın yıkama sonrası en yönünde boyutsal olarak daralması 10 dakikadan 40 dakikaya kadar artışta iken (dolayısıyla gramaj değerleri de artmaktayken), 70 dakikada atkı çekmesinin daha düşük olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak da gramaj değerinde düşüş görülmüştür. Bu durum, çok uzun ağartma süresinde kumaştaki elastanın zarar görmesi sonucu oluşmuştur. Elastan etkisi azaldığı için 40 dakika ağartma süresi ve 45 derece sıcaklıktan sonra kumaştaki geri toplama oranı da düşmüştür.

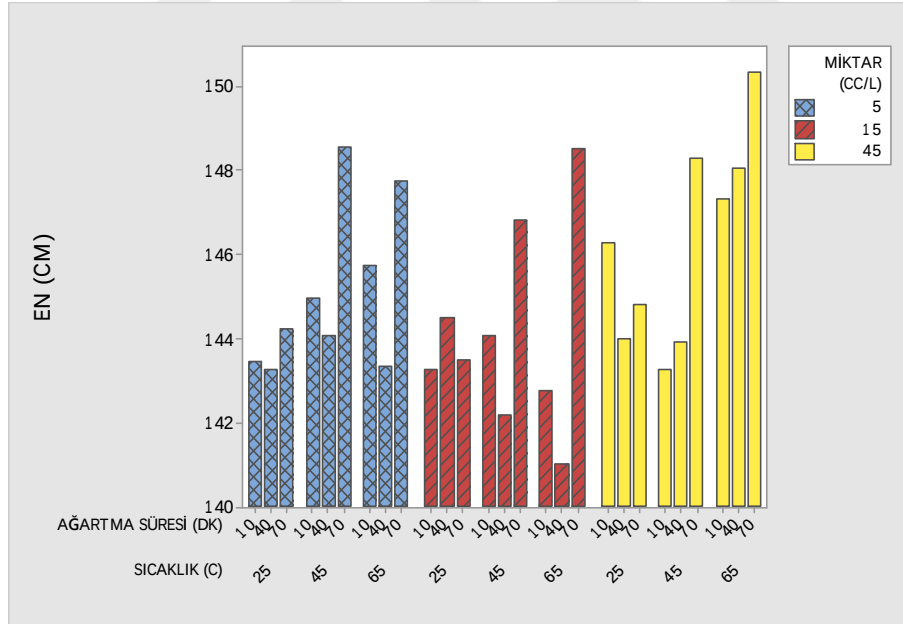


Şekil 4.40. Taşlı Ağartma Sonrası Gramaj Test Sonuçları

Şekil 4.41, Şekil 4.41 ve Şekil 4.43 'deki yıkama sonrası en, atkı çekmesi ve çözgü çekmesi sonuçlarına bakıldığında da gramaj değerine uyumlu sonuçlar görülmektedir.

4.7.2.Kumaş En Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Taş yıkamalar sonrası yapılan ölçüm sonuçları ortalamaları aşağıdaki Şekil 4.41 'da yer almaktadır. Genel eğilimin gramaj değerlerinde yapılan açıklamaya bağlı olarak önce en değerlerinde süre ve sıcaklıkla düşüş, 40 dakikadan uzun, 45 dereceden daha sıcak yıkamalarda enin genişlediği görülmektedir. Bu noktadan sonra elastanda meydana gelen hasar kumaş eninin genişlemesine neden olmuştur. Burada ortaya çıkan sonuca göre ağartmalı yıkamalarda yüksek sıcaklık ve ağartma sürelerinde elastanın zarar gördüğü ve dikkatli olunması gerektiğidir.

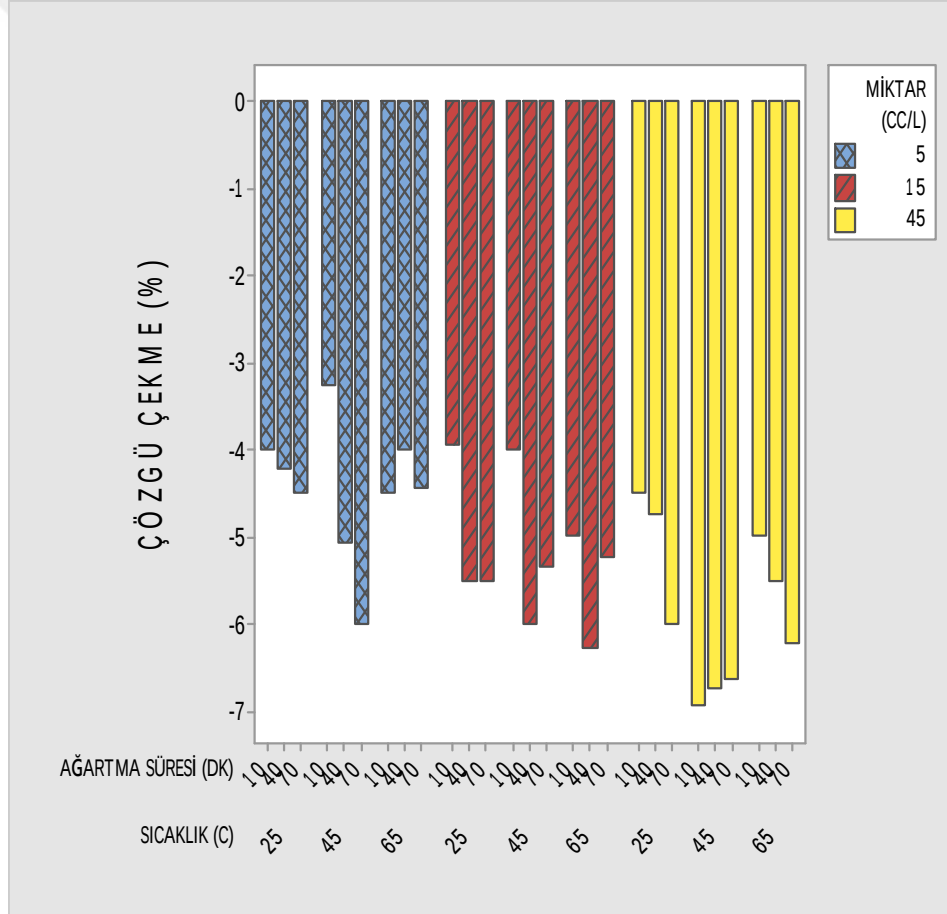


Şekil 4.41. Taşlı Ağartma Sonrası En Ölçüm Sonuçları

Elastastikiyet değerlerine bakıldığında da aynı şekilde 40 dakika ve 45 dereceden sonraki düşüş Şekil 4.50'de görülmektedir.

4.7.3. Çözü Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

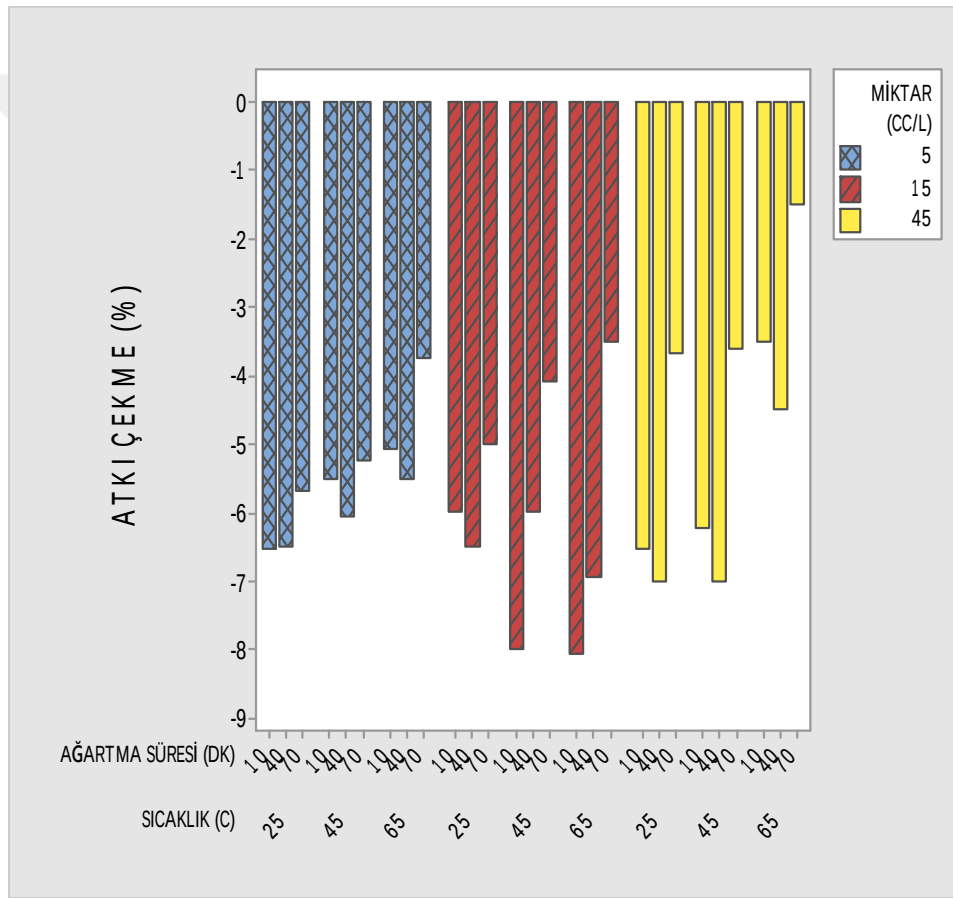
Çözgü çekmesi test sonuçları Şekil 4.42’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre çekme sonuçları genel olarak süreye bağlı olarak yükselmektedir. Ağartma süresinin artmasıyla birlikte çözgü yönünde daralma oranı da artmıştır. Sıcaklıkla değişime bakıldığında ise 45 dereceye kadar çekme test sonuçlarının yükseldiği, daha sonra düşüşe geçtiği görülmektedir. Bu durum elastandan kaynaklı olarak atkı çekmelerindeki değişimin etkisiyle çözgü çekmelerinin de bundan etkilenecek aynı yönde değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4.42. Taşlı Ağartma Sonrası Çözgü Çekmesi Sonuçları

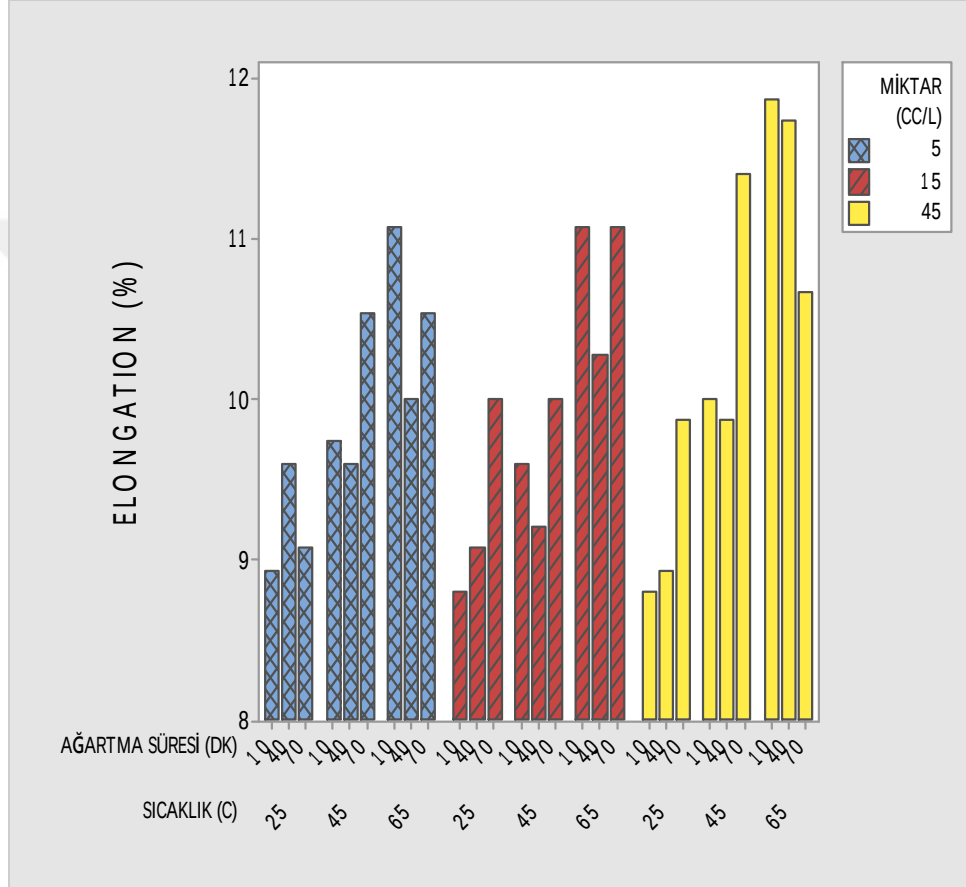
4.7.4. Atkı Çekmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Atkı çekmesi sonuçlarının sıcaklık, süre ve taş miktarı faktörlerine göre değişimlerini şekilde 4.43'de görmekteyiz. Gramaj ve en değerlerindeki eğilimde olduğu gibi, elastanın aktivitesindeki değişimin sonucu olarak, atkı çekmesinde de önce yükselme görülmüş olup, 40 dakika ve 45 dereceden sonra ende artış, gramajda düşüş, elastanın zarar görmesiyle atkı çekmesinde de düşüş görülmüştür.



Şekil 4.43. Taşlı Ağartma Sonrası Atkı Çekmesi Sonuçları

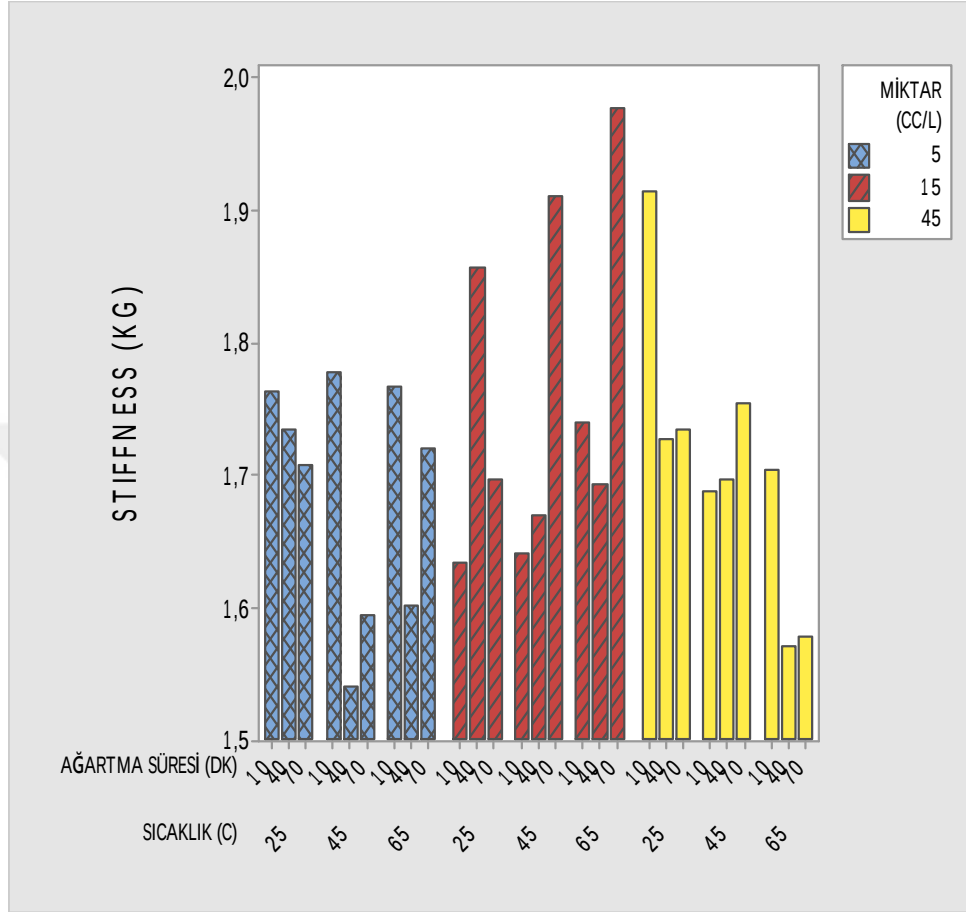
dakikadaki değerlerin 40 ve 10 dakikaya göre genel ortalamada daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum çözgüdeki daralmaya bağlı olarak esnekliğin de bu yönde süreyle artışta olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.45. Taşlı Ağartma Sonrası Çözgü Uzama (Elangation) Sonuçları

4.7.7. Katılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.46 'de bulunan test sonuçlarında miktar, sıcaklık, süre faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki incelendiğinde net bir eğilim görülemedi.

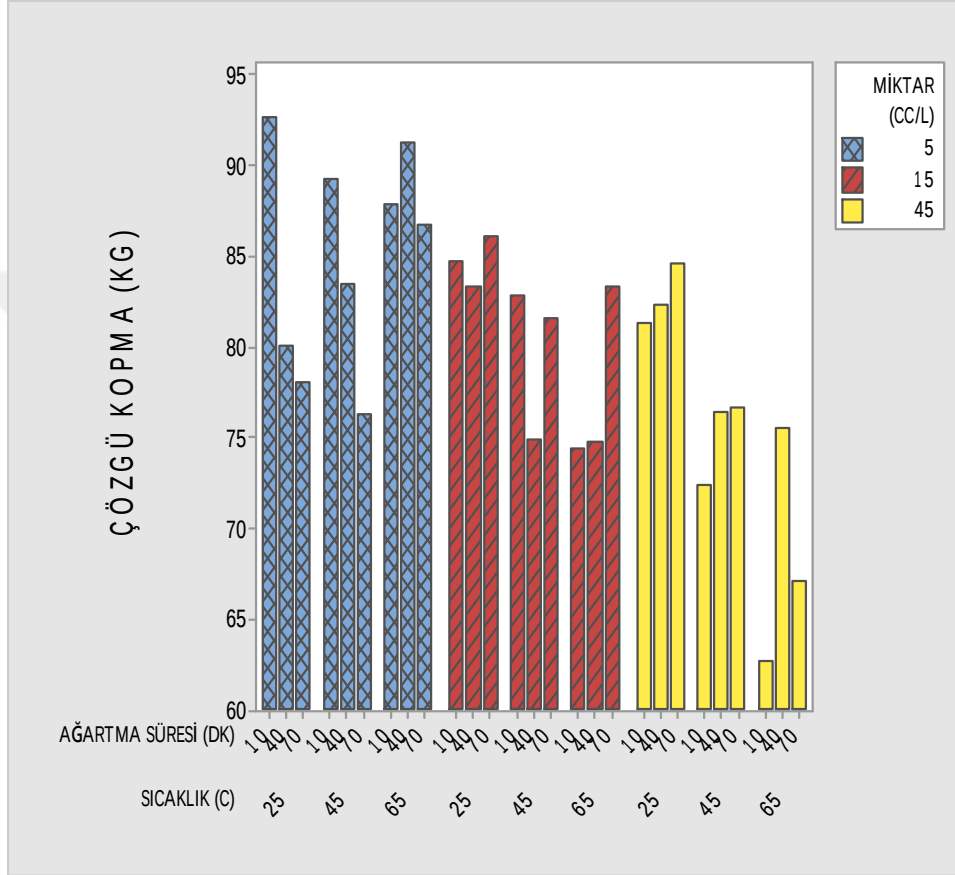


Şekil 4.46. Taşlı Ağartma Sonrası Katılık (Stiffness) Sonuçları

4.7.8. Çözü Köpme Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Şekil 4.47’de çözgüde köpme mukavemeti için yapılan denemelerin ortalama sonuçlarını görmekteyiz. Sonuçlara göre, ağartma süresi ve sıcaklıktaki artışla birlikte bir miktar çözgü köpmada da düşüş görülmektedir. Kumaşın mukavemet yönünden de yıprandığını ve mukavemetin ağartmadan dolayı düştüğü tespit edilmektedir. Özellikle ağartıcı konsantrasyonunun artmasıyla da mukavemette düşüşün daha kuvvetli olduğu görülmektedir. Konsantrasyon 5cc/l iken 85 kg ortalamalarda seyreden çözgü köpme değerleri 45 cc/l değerlerine geldiğinde 75 kg ortalamalara kadar gerilemektedir. Bu sonuca göre kullanılan

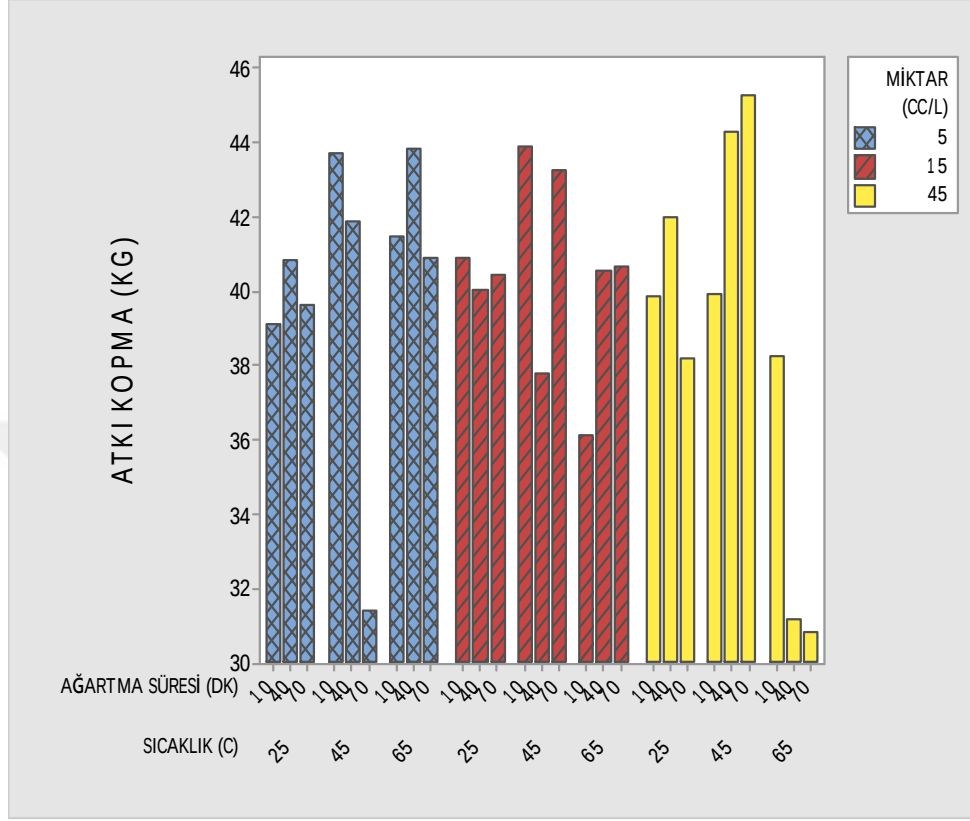
hypoklorit kimyasalının pamuk ve elastan üzerindeki yıpratma etkisinin boyutunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4.47. Taşlı Ağartma Sonrası Çözgü Kopma Mukavemet Sonuçları

4.7.9. Atkı Kopma Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

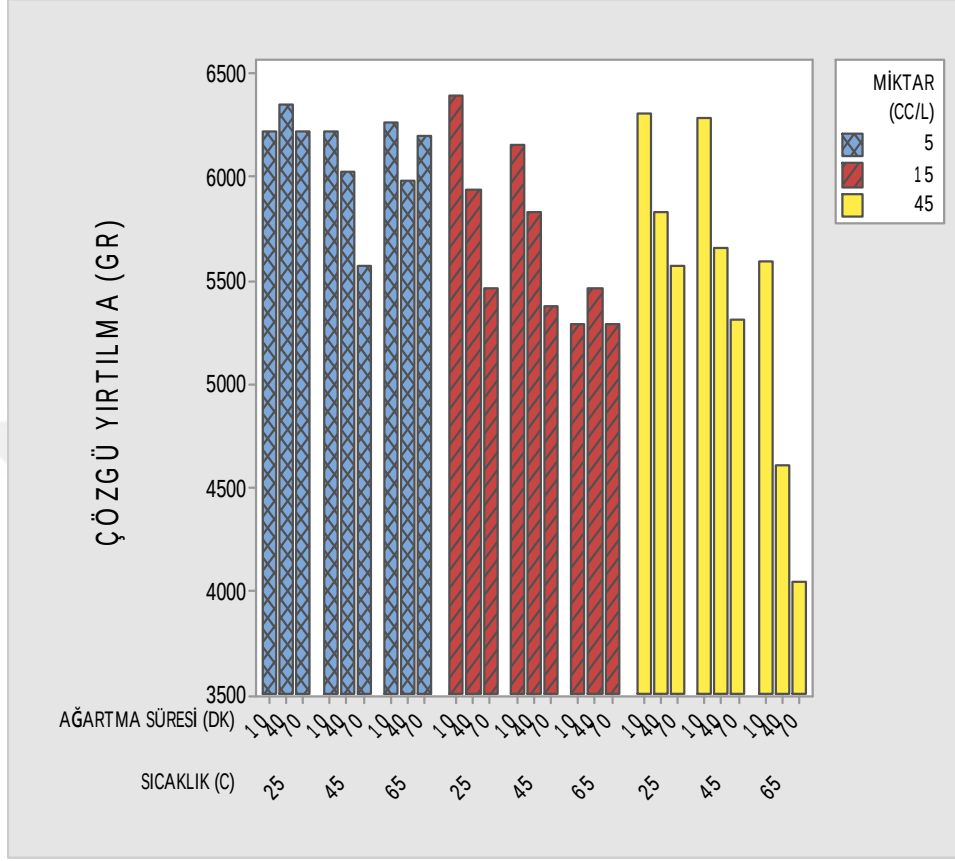
Şekil 4.48’de atkıda kopma mukavemeti için yapılan denemelerin ortalama sonuçlarını görmekteyiz. Bu sonuçlara göre, yine çözgü kopmaya benzer bir eğilim görülmektedir. Yine ağartma süresi, miktarı ve sıcaklığındaki artışların çözgü yönündeki kadar olmasa da atkı yönünde de benzer eğilimle düşüşe neden olduğu görülmektedir.



Şekil 4.48. Taşlı Ağartma Sonrası Atkı Kopma Mukavemet Sonuçları

4.7.10. Çözgü Yırılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi

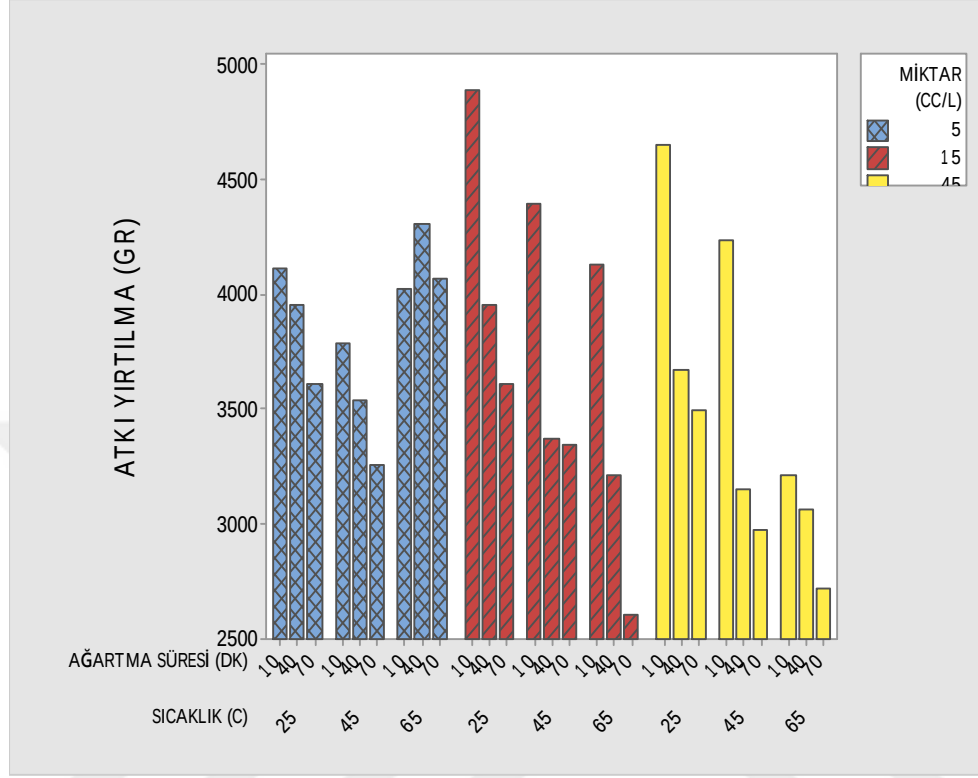
Şekil 4.49’da yapılan denemelerin çözgü yırtılma mukavemeti üzerindeki etkileri görülmektedir. Ağartma süresi, sıcaklık ve miktar parametrelerinin çözgü yırtılma mukavemetleri üzerinde de belirgin şekilde etkili olduğu görülmektedir. Buradaki değişimin kopma mukavemetlerinden daha net bir düşüşe sahip olduğu görülmektedir. Neredeyse yapılan tüm denemelerde sonucun aynı eğilimde olduğu teyit edilmektedir.



Şekil 4.49. Taşlı Ağartma Sonrası Çözümlü Yırtılma Mukavemeti Sonuçları

4.7.11. Atkı Yırtılma Mukavemeti Sonuçlarının Değerlendirilmesi

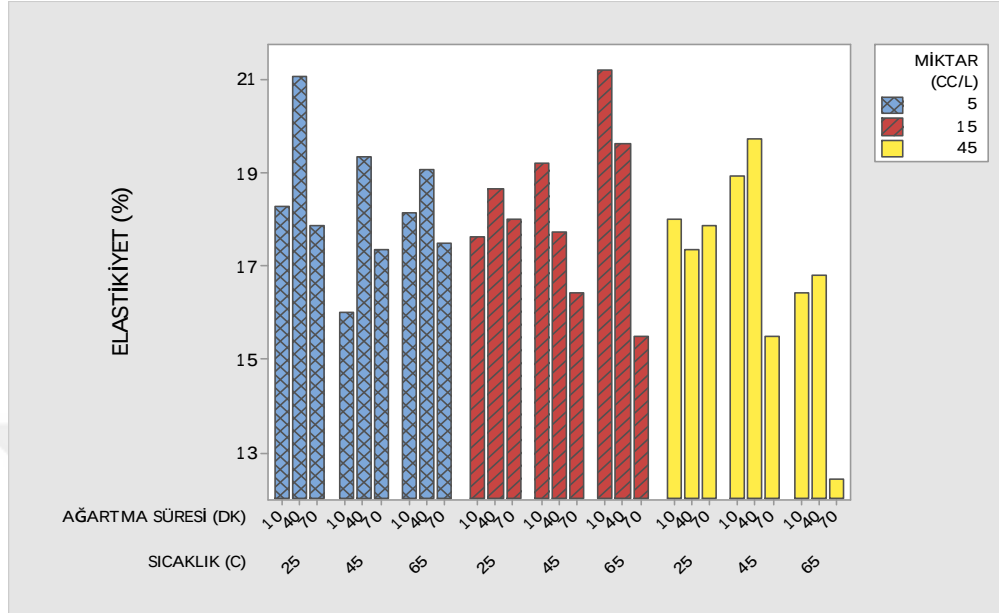
Şekil 4.50’de atkı yırtılma mukavemetinin taşlı ağartma sonuçları yer almaktadır. Çözümlü yırtılma mukavemeti test sonuçlarıyla benzer yönde eğilime sahiptir. Her üç parametrenin etkisiyle yapılan yıkamaların kumaşların mukavemetlerini belirgin şekilde düşürdüğü görülmektedir.



Şekil 4.50. Taşlı Ağartma Sonrası Atkı Yırtılma Mukavemet Sonuçları

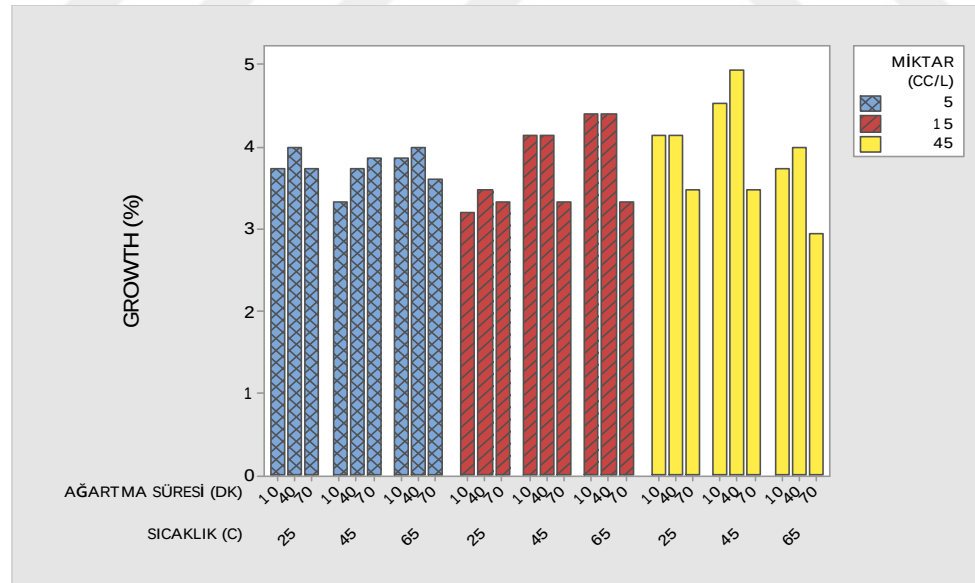
4.7.12. Elastikiyet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan denemelere ait elastikiyet test sonuçları aşağıdaki Şekil 4.51’de görülmektedir. Elastikiyet sonuçları yıkama süresinin artışıyla birlikte 40 dakikaya kadar yükselmekte iken bu sürenin uzamasıyla elastanın zarar görmesi sonucu düşüşe geçmiştir. Uzun sürelerde elastanın etkinliğinin düşmesiyle elastikiyet, atkı çekmesi ve gramaj değerleri düşmüş, kumaş eni ise genişlemiştir. Elastanın zarar görmesinde ağartıcı miktarı da etkili olmuştur. Ağartıcı konsantrasyonunun artmasıyla da yine elastikiyette düşüş görülmektedir. Özellikle en düşük sonuçların, konsantrasyonun 45 cc/l ile yapılan denemelerde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.51. Taşlı Ağartma Sonrası Elastikiyet Sonuçları

4.7.13. Kalıcı uzama Sonuçlarının Değerlendirilmesi



Şekil 4.52. Taşlı Ağartma Sonrası Kalıcı Uzama (Growth) Sonuçları

Şekil 4.52 'de bulunan kalıcı uzama test sonuçlarında miktar, sıcaklık, süre faktörleriyle elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki ilişki gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre elastanın 40 dakikaya kadar elastikiyetin artmasıyla yükselişte olan kalıcı uzama değerinin, elastanın zarar görmesiyle birlikte elastikiyetle birlikte paralel olarak düşüşe geçmiştir. Aradaki ilişki elastikiyetle paralel değişim göstermektedir. Yani oluşan mekanizmada elastikiyetin yüksek olduğu noktada esneme sonrası kumaşın geri dönmesi düşük, elastikiyetin düşük olduğu noktalarda ise esneme sonrası geri dönme oranı yüksek diyebiliriz.

4.8. Taşlı Ağartma Yıkaması Sonrasında Elde Edilen Sonuçların İstatistiksel Analizi

Yapılan taşlı ağartma denemeleri sonucunda elde edilen sonuçlar üzerinden MANOVA ve çoklu karşılaştırma testleri uygulanarak deneylerde kullanılan ağartma süresi, sıcaklığı ve ağartıcı miktarı faktörlerinin yıkama sonrası en, yıkama sonrası gramaj, çözgü ve atkı çekme, dönme, çözgü uzama, katılık, çözgü kopma, atkı kopma, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, elastikiyet, kalıcı uzama testleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Hata varyanslarının eşitliği test sonuçlarına bakıldığında (Çizelge 4.5 (a)) en, çözgü çekme, atkı çekme, çözgü uzama, çözgü yırtılma, atkı yırtılma, kalıcı uzama değerlerinin varyanslarının homojen dağılım göstermediği yani p value. Değerinin 0.05'ten küçük olduğunu, diğer değerlerin varyanslarının ise homojen dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır (p value.>0.05). Varyansları homojen dağılmayan değişkenlere Tamhane çok değişkenli varyans analizi testleri uygulanmıştır. Diğer değerler homojen dağılım gösterdiğinden Tukey HSD testi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir (Çizelge 4.5 (d), (e) ve (f)).

Çizelge 4.5. Taşlı ağartma Yıkama Varyans Analiz Sonuçları (a - Hata Varyanslarının Eşitliği Test Sonuçları)

Levene's Test of Equality of Error Variances^a				
	F	df1	df2	Sig.
GR	1,313	26	54	,197
EN	2,452	26	54	,003
ÇÇ	2,993	26	54	,000
AÇ	5,792	26	54	,000
M	1,541	26	54	,090
WE	4,517	26	54	,000
S	1,035	26	54	,444
ÇK	1,005	26	54	,479
AK	1,155	26	54	,320
ÇY	3,537	26	54	,000
AY	3,420	26	54	,000
E	1,176	26	54	,301
G	4,308	26	54	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + MİKTAR + SICAKLIK + SÜRE + MİKTAR * SICAKLIK + MİKTAR * SÜRE + SICAKLIK * SÜRE + MİKTAR * SICAKLIK * SÜRE

Çizelge 4.5 (b)' de ana faktörler için etkileşim analizi sonuçları görülmektedir. Miktar değişkeni için P değerlerine bakıldığında, yıkama sonrası dönme değişkeni haricindekilerin hepsinde, 0,05'den küçük olduğu ve bu testler için anlamlı olduğunu görmekteyiz. Buna göre, miktar değişkeninin ilgili testler üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Dönme testinde ise p değerinin 0,05'den küçük olması nedeniyle anlamlı olmadığı görülmektedir.

Benzer bir durum sıcaklık için de geçerlidir. Sıcaklık değişkeni için p değerlerine bakıldığında, sadece dönme değişkeni için 0,05'den büyük olduğu ve anlamlı olmadığını söyleyebiliriz. Bu durumda yapılan testler içinde sıcaklık değişkeninin dönme haricindeki tüm değerler üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 4.5. Devamı (b- Etkileşim Analizi Test Sonuçları (Ana Faktörler)

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MİKTAR	GR	1387,877	2	693,938	217,023	0
	EN	64,732	2	32,366	257,528	0
	ÇÇ	25,168	2	12,584	307,943	0
	AÇ	18,729	2	9,365	621,746	0
	M	0,689	2	0,345	2,979	0,06
	WE	3,675	2	1,838	47,101	0
	S	0,068	2	0,034	13,085	0
	ÇK	1255,83	2	627,915	99,702	0
	AK	40,1	2	20,05	6,979	0
	ÇY	5902060	2	2951030	146,749	0
	AY	2073714	2	1036857	94,886	0
	E	28,282	2	14,141	111,859	0
	G	0,525	2	0,263	6,65	0
SICAKLIK	GR	1316,84	2	658,42	205,915	0
	EN	51,823	2	25,911	206,172	0
	ÇÇ	8,339	2	4,169	102,03	0
	AÇ	23,924	2	11,962	794,197	0
	M	0,302	2	0,151	1,307	0,28
	WE	38,626	2	19,313	495,051	0
	S	0,047	2	0,024	9,087	0
	ÇK	454,753	2	227,376	36,104	0
	AK	129,429	2	64,715	22,526	0
	ÇY	5349181,1	2	2674590,5	133,002	0
	AY	4102404,2	2	2051202,1	187,712	0
	E	11,074	2	5,537	43,797	0
	G	0,857	2	0,429	10,85	0
SÜRE	GR	656,988	2	328,494	102,734	0
	EN	147,559	2	73,779	587,045	0
	ÇÇ	14,138	2	7,069	172,988	0
	AÇ	86,442	2	43,221	2869,582	0
	M	0	2	0	0,001	1
	WE	4,102	2	2,051	52,57	0
	S	0,07	2	0,035	13,338	0
	ÇK	10,67	2	5,335	0,847	0,43
	AK	33,322	2	16,661	5,799	0,01
	ÇY	5418269,4	2	2709134,7	134,72	0
	AY	10381078	2	5190539,1	475,002	0
	E	79,376	2	39,688	313,938	0
	G	5,764	2	2,882	72,95	0

Çizelge 4.5. Devamı (c- Etkileşim Analizi Test Sonuçları İkili ve Üçlü Etkileşimler)

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MİKTAR * SICAKLIK	GR	831,309	4	207,827	64,996	0
	EN	50,425	4	12,606	100,306	0
	ÇÇ	8,054	4	2,013	49,272	0
	AÇ	24,194	4	6,048	401,578	0
	M	4,703	4	1,176	10,163	0
	WE	3,178	4	0,795	20,367	0
	S	0,163	4	0,041	15,583	0
	ÇK	885,99	4	221,498	35,17	0
	AK	387,232	4	96,808	33,698	0
	ÇY	3882460,9	4	970615,24	48,267	0
	AY	4679573,6	4	1169893,4	107,06	0
	E	47,558	4	11,889	94,047	0
	G	4,369	4	1,092	27,65	0
MİKTAR * SÜRE	GR	874,272	4	218,568	68,355	0
	EN	4,774	4	1,194	9,497	0
	ÇÇ	6,172	4	1,543	37,761	0
	AÇ	19,8	4	4,95	328,656	0
	M	2,523	4	0,631	5,452	0
	WE	0,814	4	0,203	5,215	0
	S	0,247	4	0,062	23,669	0
	ÇK	728,678	4	182,169	28,925	0
	AK	115,595	4	28,899	10,059	0
	ÇY	1816162	4	454040,49	22,579	0
	AY	2829986,4	4	707496,61	64,745	0
	E	30,029	4	7,507	59,383	0
	G	2,627	4	0,657	16,625	0
SICAKLIK * SÜRE	GR	889,753	4	222,438	69,566	0
	EN	68,461	4	17,115	136,182	0
	ÇÇ	2,517	4	0,629	15,397	0
	AÇ	3,426	4	0,856	56,861	0
	M	2,196	4	0,549	4,746	0
	WE	7,107	4	1,777	45,544	0
	S	0,11	4	0,028	10,564	0
	ÇK	299,292	4	74,823	11,881	0
	AK	13,734	4	3,433	1,195	0,32
	ÇY	247317,16	4	61829,29	3,075	0,02
	AY	733029,78	4	183257,44	16,77	0
	E	27,789	4	6,947	54,953	0
	G	0,838	4	0,209	5,3	0
MİKTAR * SICAKLIK * SÜRE	GR	1310,321	8	163,79	51,224	0
	EN	39,98	8	4,997	39,764	0
	ÇÇ	9,788	8	1,224	29,942	0
	AÇ	11,105	8	1,388	92,166	0
	M	9,045	8	1,131	9,774	0
	WE	5,533	8	0,692	17,728	0
	S	0,173	8	0,022	8,295	0
	ÇK	206,047	8	25,756	4,09	0
	AK	405,019	8	50,627	17,623	0
	ÇY	1637949,3	8	204743,66	10,182	0
	AY	812220,67	8	101527,58	9,291	0
	E	34,967	8	4,371	34,574	0
	G	1,474	8	0,184	4,662	0

Süre değişkenindeki p değerlerine bakıldığında, dönme ve çözgü kopma dışındakilerde p değerinin 0,05'den düşük bulunduğunu etkili ve anlamlı olduğunu görmekteyiz. Bu sonuca göre taşlı ağartma yıkaması için miktar, sıcaklık ve süre parametrelerinin kumaş performansı üzerinde gayet etkili parametreler olduğu sonucuna varılmaktadır.

Bununla birlikte ikili ve üçlü etkileşimlerin yıkama sonrası test performansları üzerindeki etkisine bakarsak, miktar*sıcaklık ve miktar*süre etkileşimlerinde tüm değişkenlerin p değerinin 0,05 değerinden düşük olması itibarıyla etkili olduğu sonucuna varılmaktadır. Sıcaklık*süre değişkeninde ise atkı kopma dışındaki tüm değişkenlerde p değerinin 0,05 'den düşük olduğu ve etkili olduğu görülmektedir. Miktar*sıcaklık*süre etkileşiminde ise tüm değerlerin p değerinin 0,05'den düşük olduğu ve etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5. (c)).

4.5.(a) 'da homojen dağılıma göre, miktar değişkenini analiz etmek amacıyla poc host testlerinden Tukey HSD ve Tamhane poc host analizleri yapılmıştır. Şekil 4.5. (d)'de yer alan bu analizlerde, miktar değişkenleri olan 5, 15 ve 45 cc/l' de elde edilen sonuçların ortalamaları arasındaki farklardan yola çıkarak ikili olarak mukayeseler yapılmıştır. Bu analizlere göre taşlı ağartma yıkama sonrası çözgü çekmesi, çözgü kopma ve gramaj değişkenleri için karşılaştırma analizine göre 5, 15 ve 45 cc/l düzeylerinde, ikili karşılaştırmaların üçünde de p değerinin 0,05 değerinden düşük olduğu, etkili ve anlamlı olduğu görülmektedir. Çözgü ve atkı yırtılma mukavemetlerine bakıldığında, ağartıcı konsantrasyonun artmasıyla birlikte mukavemette kayıp yaşanması nedeniyle, özellikle 5 cc/l' den büyük olan 15 ve 45 cc/l düzeylerinde belirgin düşüş yaşanmıştır. Bu sonuca göre yapılan karşılaştırma analizinde 5cc/l ile 15 ve 45 cc/l arasındaki farkların p değerinin 0,05 den düşük ve anlamlı olduğu göze çarpmaktadır. Elastikiyet analizinde ise 5 ve 15 cc/l düzeylerinde elastikiyet seviyelerinin birbirilerine yakın olması nedeniyle karşılaştırma sonucunda p değerinin 0,05'den büyük olduğu ve farkın anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkmaktayken, 45 cc/l düzeyindeki değerler

arasındaki farka bakıldığında ise $p < 0,05$ olması nedeniyle aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. Devamı (d – Miktar Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) MIKTAR	(J) MIKTAR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	5	15	-2,70*	0,487	0	-3,88	-1,53
			45	7,11*	0,487	0	5,94	8,28
	M	15	45	9,81*	0,487	0	8,64	10,99
		5	15	,226*	0,0926	0,047	0,003	0,449
	S	45	45	0,115	0,0926	0,435	-0,108	0,338
		15	45	-0,111	0,0926	0,458	-0,334	0,112
TAMHANE	ÇK	5	15	-,0685*	0,0139	0	-0,102	-0,035
		45	45	-0,0178	0,0139	0,413	-0,051	0,0157
	AK	15	45	,0507*	0,0139	0,002	0,0172	0,0842
		5	15	4,407*	0,683	0	2,761	6,053
	E	45	45	9,633*	0,683	0	7,987	11,279
		15	45	5,226*	0,683	0	3,58	6,872
	EN	5	15	-0,085	0,4613	0,981	-1,197	1,027
		45	45	1,448*	0,4613	0,008	0,336	2,56
	Ç.Ç.	15	45	1,533*	0,4613	0,004	0,422	2,645
		5	15	0,074	0,0968	0,726	-0,159	0,307
	A.Ç.	45	45	1,289*	0,0968	0	1,056	1,522
		15	45	1,215*	0,0968	0	0,982	1,448
	WE	5	15	0,97	0,5675	0,255	-0,431	2,372
		45	45	-1,215	0,5817	0,121	-2,652	0,222
	Ç.Y.	15	45	-2,185*	0,627	0,003	-3,732	-0,638
		5	15	,752*	0,2062	0,002	0,243	1,261
	A.Y.	45	45	1,363*	0,2251	0	0,807	1,919
		15	45	,611*	0,2295	0,031	0,044	1,178
	G	5	15	0,47	0,3354	0,425	-0,366	1,306
		45	45	-0,7	0,3931	0,23	-1,685	0,285
		15	45	-1,170*	0,4652	0,045	-2,32	-0,021
		5	15	0	0,205	1	-0,506	0,506
		45	45	-0,452	0,2522	0,221	-1,078	0,174
		15	45	-0,452	0,2637	0,254	-1,104	0,201
		5	15	429,96*	90,945	0	204,06	655,87
		45	45	650,00*	147,24	0	279,05	1021
		15	45	220,04	159,45	0,439	-177	617,08
		5	15	125,67	142,98	0,767	-231,6	482,94
		45	45	384,33*	133,52	0,019	51,43	717,23
		15	45	258,67	174,56	0,374	-172,1	689,42
		5	15	0,015	0,1097	0,999	-0,259	0,289
		45	45	-0,163	0,1268	0,502	-0,481	0,155
		15	45	-0,178	0,1527	0,578	-0,555	0,199

Çizelge 4.5. Devamı (e – Sıcaklık Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) SICAKLIK	(J) SICAKLIK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	25	45	-0,89	0,487	0,171	-2,06	0,28
			65	8,07*	0,487	0	6,9	9,25
		45	65	8,96*	0,487	0	7,79	10,14
	M	25	45	-0,13	0,0926	0,348	-0,353	0,093
			65	-0,13	0,0926	0,348	-0,353	0,093
		45	65	0	0,0926	1	-0,223	0,223
TAMHANE	S	25	45	,0552*	0,0139	0,001	0,0217	0,0887
			65	,0463*	0,0139	0,004	0,0128	0,0798
		45	65	-0,0089	0,0139	0,799	-0,042	0,0246
	ÇK	25	45	4,370*	0,683	0	2,724	6,016
			65	5,493*	0,683	0	3,847	7,139
		45	65	1,122	0,683	0,237	-0,524	2,768
	AK	25	45	-1,163*	0,4613	0,038	-2,275	-0,051
			65	1,904*	0,4613	0	0,792	3,015
		45	65	3,067*	0,4613	0	1,955	4,178
	E	25	45	,504*	0,0968	0	0,27	0,737
			65	,904*	0,0968	0	0,67	1,137
		45	65	,400*	0,0968	0	0,167	0,633
	EN	25	45	-0,985	0,461	0,114	-2,14	0,17
			65	-1,959*	0,6061	0,009	-3,488	-0,431
		45	65	-0,974	0,7145	0,447	-2,742	0,794
	Ç.Ç.	25	45	,785*	0,2737	0,019	0,105	1,466
			65	0,363	0,2038	0,223	-0,14	0,866
		45	65	-0,422	0,2782	0,356	-1,113	0,268
	A.Ç.	25	45	-0,193	0,3174	0,907	-0,978	0,592
			65	-1,237*	0,413	0,014	-2,267	-0,207
		45	65	-1,044	0,4443	0,068	-2,145	0,056
	WE	25	45	-,763*	0,1533	0	-1,142	-0,384
			65	-1,689*	0,1498	0	-2,059	-1,318
		45	65	-,926*	0,172	0	-1,35	-0,501
	Ç.Y.	25	45	207,81	98,115	0,112	-34,29	449,92
			65	618,48*	152,58	0,001	237,22	999,75
		45	65	410,67*	155,07	0,034	23,97	797,36
	A.Y.	25	45	432,56*	129,29	0,005	113,57	751,54
			65	512,22*	151,67	0,004	137,03	887,42
		45	65	79,67	152,45	0,938	-297,4	456,68
	G	25	45	-0,252	0,1299	0,166	-0,574	0,07
			65	-0,119	0,1164	0,676	-0,406	0,169
		45	65	0,133	0,1417	0,727	-0,217	0,483

Çizelge 4.5. (e)' de yer alan çoklu karşılaştırma analizleri, sıcaklık değişkeni için 25, 45 ve 65 °C düzeylerinde ikili mukayeselerle yapılmış olup, varyansların homojen dağılım gösterme durumuna göre TUKEY HSD veya TAMHANE analizleri uygulanmıştır. Bu sonuçlara göre, yıkama sıcaklığının artmasıyla birlikte yaşanan elastikiyet düşüşüne bağlı olarak ende genişleme ve atkı çekmeleri oranlarında düşüş eğilimi analiz sonuçlarına net bir şekilde yansımaktadır. Şöyle ki, elastikiyet değerine bakıldığında, değerlerde kademeli olarak düşüş gerçekleşmesi neticesinde 25, 45 ve 65 °C düzeylerinin ikili mukayeselerine bakıldığında üçünde de p değerinin 0,05 den düşük olduğu ve aralarında anlamlı farkların bulunduğu görülmektedir. En ve atkı çekmelerine bakıldığında ise 25 ve 45 °C arasındaki farkın anlamlı olmadığı, buna karşın sıcaklık değeri 65 °C' ye çıktığında p değerinin 0,05 'den düşük olduğu ve aradaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir. 3 değişkende de sıcaklığın artmasının sonuçlar üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Atkı, çözgü kopma ve atkı, çözgü yırtılma mukavemet testlerine bakıldığında da sıcaklığın artmasıyla birlikte mukavemet değerlerinin kademeli olarak düşmesinin etkisiyle karşılaştırma analizlerinde artışa bağlı olarak farkların anlamlı hale geldiği sonucuna varılmaktadır. Çizelge 4.5. (f)' deki ağartma sürelerine göre yapılan çoklu karşılaştırma analizinde, ağartma süresinin artmasıyla birlikte elastanın zarar görmesi 40 dakikadan sonra gerçekleşmektedir. Bu nedenle özellikle en ve atkı çekmesi sonuçlarında yapılan analizde 10 ve 40 dakika arasındaki değerler birbirine yakın ve anlamlı olmadığı görülmekte iken 70 dakika ile 10 ve 40 dakika karşılaştırmalarında p değerinin 0,05 den küçük ve farkın anlamlı olduğunu görmekteyiz. Elastikiyet ve gramaj sonuçlarında ise 10, 40 ve 70 dakika mukayeselerinin ikili farklarının hepsinde p değeri <0,05 ve fark anlamlı çıkmaktadır. Yırtılma mukavemetlerinde de sürenin uzamasıyla birlikte mukavemetin düşmesi sonucuna istinaden, 40 ve 70 dakika sonuçları birbirine daha yakın olduğundan fark anlamlı çıkmazken, 10 dakika ile mukayese edildiklerinde fark anlamlı hale gelmektedir.

Çizelge 4.5. Devamı (f- Süre Değişkenine Göre Karşılaştırma Analizi Test Sonuçları)

Method	Dependent Variable	(I) SÜRE	(J) SÜRE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
TUKEY HSD	GR	10	40	-3,11*	0,487	0	-4,28	-1,94
			70	3,85*	0,487	0	2,68	5,02
		40	70	6,96*	0,487	0	5,79	8,14
	M	10	40	-0,004	0,0926	0,999	-0,227	0,219
			70	0	0,0926	1	-0,223	0,223
		40	70	0,004	0,0926	0,999	-0,219	0,227
	S	10	40	,0596*	0,0139	0	0,0261	0,0931
			70	-0,0048	0,0139	0,936	-0,038	0,0287
		40	70	-,0644*	0,0139	0	-0,098	-0,031
TAMHANE	ÇK	10	40	0,663	0,683	0,598	-0,983	2,309
			70	0,844	0,683	0,437	-0,802	2,491
		40	70	0,181	0,683	0,962	-1,465	1,828
	AK	10	40	0,107	0,4613	0,971	-1,004	1,219
			70	1,411*	0,4613	0,01	0,299	2,523
		40	70	1,304*	0,4613	0,018	0,192	2,415
	E	10	40	-,622*	0,0968	0	-0,855	-0,389
			70	1,719*	0,0968	0	1,485	1,952
		40	70	2,341*	0,0968	0	2,108	2,574
	EN	10	40	0,748	0,469	0,311	-0,41	1,906
			70	-2,415*	0,5288	0	-3,725	-1,105
		40	70	-3,163*	0,5639	0	-4,556	-1,77
	Ç.Ç.	10	40	,767*	0,2618	0,015	0,12	1,413
			70	,970*	0,2416	0,001	0,373	1,568
		40	70	0,204	0,2246	0,748	-0,351	0,759
	A.Ç.	10	40	0,063	0,3035	0,996	-0,692	0,818
			70	-2,159*	0,3493	0	-3,021	-1,297
		40	70	-2,222*	0,2765	0	-2,908	-1,536
	WE	10	40	0,178	0,2618	0,875	-0,47	0,825
			70	-0,363	0,2486	0,389	-0,98	0,254
		40	70	-,541*	0,2087	0,037	-1,056	-0,026
	Ç.Y.	10	40	338,04*	117,11	0,017	48,46	627,61
			70	633,04*	140,46	0	283,77	982,3
		40	70	295	152,68	0,167	-82,51	672,51
	A.Y.	10	40	577,56*	121,64	0	277,3	877,81
			70	860,22*	126,94	0	547,05	1173,4
		40	70	282,67	119,02	0,063	-11,06	576,39
	G	10	40	-0,193	0,1206	0,31	-0,49	0,105
			70	,444*	0,1083	0	0,176	0,713
		40	70	,637*	0,1012	0	0,387	0,887

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER**5.1.Çalışmanın Özeti**

Bu tez çalışmasında seçilmiş orta oz/yd² gramajlı bir denim kumaşa 4 farklı yıkama reçetesi baz alınarak, farklı koşullarda yıkamalar yapılmıştır. Çalışmada, denim yıkama endüstrisinde yoğun şekilde kullanılan, rins, enzim, taş ve taşlı ağartma yıkama reçetelerinde incelemeler yapılmıştır.

1. Rins yıkamada reçetede önemli görülen sıcaklık ve süre parametreleri üzerinde çalışmalar yapılmış olup sıcaklık için 25, 45 ve 65 °C' de, süre için 5, 15 ve 30 dakikada denemeler yapılmıştır.
2. Enzim yıkama reçetesi için sıcaklık, süre ve enzim oranları üzerinde denemeler yapılmıştır. 25, 45 ve 65 °C'de sıcaklık, 10, 40 ve 70 dakika süre ve 0,25, 0,65, 1,25 gr/l enzim konsantrasyonlarında yıkamalar uygulanmıştır.
3. Taş yıkamada 25, 45 ve 65 °C' de sıcaklık, 10, 40, 70 dakikada süre ve 10, 20 ve 30 kg taş miktarı ile yıkama denemeleri yapılmıştır.
4. Ağarmalı taş yıkama reçetesi için en etkili görülen sıcaklık, süre ve ağartıcı oranı üzerine yıkamalar uygulanmıştır. Sıcaklık 25, 45 ve 65 °C' de, 10, 40, 70 dakikada süre ve 5, 15, 45 cc/l oranlarında ağartıcı kullanılarak yıkamalar yapılmıştır.
5. Yıkamalar sonrasında kumaşın performansı test edilmek üzere 13 farklı test ve ölçüm yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar üzerinde SPSS istatistiksel veri analizi paket programı ile istatistiksel analizler uygulanmıştır.

5.2. Çalışmanın Sonuçları

Yapılan test sonuçlarına ve uygulanan istatistik analizlere göre aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

5.2.1.Rins Yıkama

1. Rins yıkama, proses adımı olarak az ve içerik olarak sade olması nedeniyle kumaş performansı üzerindeki etkisi de hafiftir. Diğer yıkamalar içinde kumaş performansı üzerinde en düşük etkiye sahip olan yıkamadır.
2. Rins yıkama sonrası elde edilen gramaj sonuçlarında, sürenin artmasına paralel olarak artış yönünde bir eğilim görülmüştür. Rins yıkama sonrası elde edilen en değerlerinin de yıkama süresinin uzamasıyla birlikte, daraldığı görülmektedir. Uygulama yapılan kumaş atkı yönünde elastan bir kumaştır. Yıkamanın etkisiyle birlikte kumaşı oluşturan atkı ve çözgü iplikleri arasındaki mesafenin daralmasıyla birlikte en sonuçlarında da değişim görülmüştür. Gramaj değerleri de bu daralmayla birlikte birim alandaki iplik sayısının artmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Sıcaklığın ise, hem en hem de kumaş gramajı üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır.
3. Çekme testlerine bakıldığında hem atkı yönünde hem de çözgü yönünde sürenin artışıyla birlikte çekme miktarlarında da artış gözlenmiştir. Kumaşlar, yıkama sonrası bünyesinde bulunan liflerin şişmesiyle birlikte, iç gerilimlerden kurtulmuş olup, bu sayede kumaşın hem eninde hem de boyunda daralma gerçeklemiştir. Çözgü çekmesinde ayrıca sıcaklığın da, 15 dakikadan daha uzun sürelerde, doğrusal bir şekilde çekme sonuçları üzerinde etkili olduğu görülmüştür.
4. Dönme sonuçlarında süre parametresine göre yıkamanın uzamasıyla birlikte dönme değerinin bir miktar azaldığı görülmektedir. Dönme değeri atkının hareketine bağlı olduğundan yıkama süresinin artmasıyla birlikte atkı daha az hareket ederek dönme değerindeki değişimin de azalmasına yol açtığı görülmektedir. Sıcaklığın ise dönme üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.
5. Çözgü uzaması testinde yıkamada özellikle 30 dakika sürelerine çıkıldığında uzama değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Bu durumdan dolayı, yıkama

sonrası elde edilen daralmanın çözgü yönündeki esnemeyi arttırdığını göstermektedir.

6. Katılık sonuçlarında sıcaklığın pek etkili olmadığı görülmektedir. Sürenin 15 dakika ve daha uzun olması durumunda ise birlikte katılık değerinin arttığı görülmektedir. yıkama süresinin kumaşın üzerinde bulunan yumuşatıcı etkisini kaybetmesinden kaynaklanmaktadır. Kumaş yıkandıkça sertleşmekte ve katılık değerleri doğal olarak daha yükseklerde gelmektedir. Mukavemet testlerinde ise rins yıkamanın çok fazla süreyle etkilenmediği görülmektedir. Sıcaklıkla etkileşimlerde ise, 45 °C' de, hem çözgü hem de atkı mukavemet değerlerinin düştüğü gözlenmiştir.
7. Elastikiyet ve kalıcı uzama sonuçlarına bakıldığında ise hem süre hem de sıcaklıkla tek başına bir ilişki içinde olmasa da süre ve sıcaklık faktörleri bir arada etkileşim içindeyken özellikle 15 dakika ve üzerindeki yıkamalarda sıcaklık artışıyla birlikte elastikiyet ve kalıcı uzama değerlerinde yükselme görülebileceği gözlenmiştir.

5.2.2. Enzim Yıkama

1. Enzim yıkamada sıcaklık ve enzim aktivasyon değişiminin kumaş performansı üzerinde çok önemli bir etken olduğu görülmüştür. özellikle sıcaklığın enzim aktivasyonunu üst seviyeye taşıdığı 45 °C sıcaklıkta, kumaş performans sonuçlarının belirgin bir şekilde etkilendiği tespit edilmiştir.
2. Enzim yıkamadaki kumaş gramajının sıcaklık değişimine bağlı olarak değiştiği, yıkama sıcaklığının gramaj üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Enzim aktivasyonunun üst düzeyde olduğu 45 °C' ye kadar gramajın azaldığı, daha yüksek sıcaklıkta ise aktivasyonun azalmasına bağlı olarak daha yüksek gramajlar ölçülmüştür. Ayrıca yıkama süresinin de gramaj üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Sürenin uzamasıyla kumaş gramaj değerleri de bu yönde artmaktadır.

3. Sıcaklık, süre ve enzim oranının, en, çözgü çekmesi ve atkı çekmesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. En değişimlerdeki en etkili parametrenin süre olduğu görülmektedir. Sürenin uzamasıyla ende daralma artarak gerçekleşmiştir. Atkı çekmelerinin de bu durumla orantılı olarak yükseldiği görülmüştür. Boyda yaşanan daralmaya bağlı olarak çözgü çekmesinde yükselme tespit edilmiştir.
4. Çözgü uzaması yıkama süresi ve yıkama sıcaklığından etkilenmektedir. Süre artışıyla uzamada artış görülmektedir. Sıcaklık artışında da yine boyuna esneme artış yönünde eğilim görülmüştür.
5. Katılık testine göre, enzim miktarının atışıyla, katılık değerlerinde de artış yani kumaşlarda sertleşme gözlenmiştir. Sıcaklık ve sürenin uzaması da katılık sonuçlarını artıran diğer parametredir.
6. Kopma ve yırtılma mukavemetlerinde en önemli faktör sıcaklıktır. Sıcaklığın enzim aktivasyonunu etkilemesi nedeniyle 45 °C' de yapılan denemelerde mukavemet olarak en düşük sonuçlar bu sıcaklıkta elde edilmiştir. 45 °C' den daha sıcak yıkamalarda enzim aktivasyonunda görülen düşme nedeniyle mukavemetlerde azalmalar görülmüştür.
7. Sürenin de enzim yıkama üzerinde etkili bir değişkendir. Enzim yıkamanın süresi uzadıkça mukavemet değerlerinde azalma görülmektedir. Enzim miktarlarının belirli bir noktaya kadar artışı mukavemette düşme yaşanmasına neden olmaktadır, sonrasında ise gelen değerlerin sabit seyrettiği görülmüştür.

5.2.3. Taş Yıkama

1. 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.

2. Yıkama sonrası boyutsal değişimin etkiyle sıcaklık ve süre artışının en değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmektedir.
3. Süre sıcaklık ve enzim 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.
4. Sıcaklık ve süre değişkenlerindeki yükselme, atkı çekme sonuçlarındaki daralma yüzdelere de yükseltmektedir. Taş miktarındaki artış ise ters yönde etki ederek atkı çekmelerindeki daralmayı düşürmektedir. Taş miktarının artmasıyla birlikte kumaşın atkı ipliğinde bulunan elastana verdiği yıpratma da artmaktadır. Dolayısıyla atkı yönündeki daralma da elastanın etkisinin düşmesiyle azalmaktadır.
5. Taş miktarındaki artışla birlikte atkının negatif (-) değerlerden, pozitif yöne doğru (+) ilerlediğini görmekteyiz. 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 olduğunu söyleyebiliriz.
6. Atkı ve çözgü kopma mukavemetlerinde taş miktarının önemli bir parametre olduğu görülmüştür. Atkı mukavemetinde 30 kg taşla yapılan yıkamalarda, çözgü kopma mukavemetinde 20 ve 30 kg taşla yapılan yıkamalarda süre ve sıcaklık artışıyla kademeli olarak düşüş görülmüştür. Buradaki taş miktarının ancak yeterli seviyede kullanılması durumunda, sıcaklık ve süre etkisinin görüldüğü sonucuna varılmaktadır.
7. 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 ve artışıyla birlikte taş yıkamada fiziksel olarak yıpranan kumaşın

mukavemetinde net bir düşüş yaşanmıştır. Taş miktarı da süre gibi yüksek ağırlıkta kullanıldığı zaman yırtılma mukavemetlerinde belirgin şekilde düşüş yaşatmaktadır.

8. Taş miktarının artmasıyla birlikte atkı çekmesine benzer bir etkileşim elastikiyet değerlerinde de görülmektedir. Taş miktarı arttıkça elastikiyet değerlerinde negatif bir eğilim ve düşüş yaşanmaktadır. Taş miktarının artmasıyla, atkıdaki elastanın etkisinin azalmaktadır. Buna bağlı olarak ölçülen elastikiyet değerlerinde de düşüş görülmüştür.
9. 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.

5.2.4. Taşlı Ağartma Yıkama

1. Taşlı ağartma yıkamada yüksek sıcaklık, süre ve ağartıcı oranında yapılan yıkamalarda kumaşın atkı ipliğindeki elastanın zarar görmesi nedeniyle kumaş performansını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.
2. Gramaj test sonuçlarında 45 °C sıcaklık değerine çıkana kadar gramaj sonuçları en ve boydaki daralmaya bağlı olarak artmaktayken, 40 dakikadan uzun yıkamalarda, sıcaklık olarak ise 45 °C' den uzun değerlerde, endeki daralmanın düşmesi neticesinde gramaj değerlerinde de düşüş görülmüştür. Bu durum elastanın zarar görmesi nedeniyle oluşmuştur.
3. Elastan etkisindeki düşüş atkı çekmesini de negatif yönde etkilemiştir. Gramaj ve en değerlerindeki eğilimde olduğu gibi, atkı çekmesinde de elastandan dolayı, önce yükselme görülmüş olup, daha sonra enin genişlemesiyle çekme oranında düşüş gerçekleşmiştir.

4. Çözü çekmesi sonuçlarını etkileyen temel parametrenin aslında ağartma süresi olduğu görülmektedir. Ağartma süresinin artmasıyla birlikte çözgü yönünde daralma oranı da artmıştır. Çözgü çekmesi sıcaklıkla değişime bakıldığında ise 45 dereceye kadar çekme test sonuçlarının yükseldiği, daha sonra düşüşe geçtiği görülmektedir. Bu durum elastandan kaynaklı olarak atkı çekmelerindeki değişimin etkisiyle çözgü çekmelerinin de bundan etkilenerek aynı yönde değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır.
5. Çözgü uzamasındaki değişimde sürenin önemli bir parametre olduğu görülmektedir. Uzun ağartma sürelerinde özellikle 40 dakika üzerinde, , çözgüdeki daralmaya bağlı olarak çözgüdeki esnekliğin de arttığı görülmüştür.
6. Sıcaklık, süre ve ağartıcı oranlarının artışıyla birlikte hem atkı hem de çözgü yönünde kopma mukavemetlerinin düşüşe geçtiği görülmüştür. Bu parametrelerin kullanımı esnasında çok dikkatli olunması gerektiği, aksi halde mukavemet oranlarının aşırı düşmesiyle kumaşın kullanılamayacak hale gelme tehlikesi yaşanabileceği sonucuna varılmaktadır.
7. Benzer durum daha belirgin şekilde atkı ve çözgü yırtılma mukavemetlerinde de görülmüştür. Yırtılma mukavemetlerinde, sıcaklık, süre ve ağartıcı miktarlarının üçünün de birbirleriyle etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan etkinin çok yüksek olduğu görülmüştür. Kumaşın ağartıcıdan ciddi şekilde etkilendiği, bu etkilenme neticesinde kumaşın mukavemetlerinde yüksek oranlarda mukavemet kayıpları ortaya çıkmaktadır.
8. Yapılan denemelere ait elastikiyet test sonuçları aşağıdaki Şekil 4.50’de görülmektedir. Elastikiyet sonuçları yıkama süresinin artışıyla birlikte 40 dakikaya kadar yükselmekte iken bu sürenin uzamasıyla elastanın zarar görmesi sonucu düşüşe geçmiştir. Uzun sürelerde elastanın etkinliğinin düşmesiyle elastikiyet, atkı çekmesi ve gramaj değerleri düşmüş, kumaş eni ise genişlemiştir. Elastanın zarar görmesinde ağartıcı miktarı da etkili olmuştur. Ağartıcı konsantrasyonunun artmasıyla, yine elastikiyette düşüş

görülmektedir. Özellikle en düşük sonuçların konsantrasyonun 45 cc/l ile yapılan denemelerde olduğu görülmektedir.

9. Kalıcı uzama ve elastikiyet arasındaki ilişki paralel değişim göstermektedir. Ağartma süresinin uzamasıyla yükselişte olan kalıcı uzama değerinin, elastanın zarar görmesiyle birlikte elastikiyetle birlikte paralel olarak düşüşe geçmiştir. Yine burada da elastanın zarar görmesi sonucu kumaşın esneme sonrası geri dönme oranlarının negatif yönde etkilendiği görülmektedir.

5.3. Daha Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Tez çalışmasında 4 farklı yıkama reçetesinde farklı parametrelerle denemeler yapılarak kumaşın fiziksel performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Daha sonra yapılacak çalışmalar için öneriler aşağıda verilmiştir;

1. Yapılan çalışmada araştırılan fiziksel test performansları yanında, kumaşın yıkama sonrası haslık performanslarındaki değişim de incelenebilir.
2. Elastan içeriği çok daha yüksek streç grubu kumaşlarla ve elastan olmayan rijid kumaşlarla mukayese edilebilir.
3. Farklı konstrüksiyonlardaki denim kumaşlar ile benzer çalışma yapılabilir.
4. Kaplamalı, over-dye metotlarıyla renklendirilmiş denim kumaşlarıyla çalışmalar yapılabilir.
5. Denim kumaşlarla yapılan çalışmalar reaktif ya da sülfür boyalı diğer kumaş türleri ile karşılaştırılabilir.
6. Yıkama türleri artırılarak daha kapsamlı bir yıkama araştırması yapılabilir. Farklı reçeteler uygulanabilir.
7. Yıkamada kullanılan parametreler artırılarak çalışmanın kapsamı artırılabilir, farklı parametrelerin aralarındaki ilişkiler incelenebilir.
8. Yapılan yıkamaların etken parametrelerdeki değişiminin kumaş rengi üzerindeki değişimi incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Acar, A., 2005. Denim Kumaş Hatalarının Optimizasyonuna Yönelik Çözüm Önerileri. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 102s.
- Akçakoca, E. P., 1999. Denim Kumaşlar ve İndigo Boyamacılığı. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 9(2):136-143.
- Akgül, A., Çevik, O., 2003. İstatistiksel Analiz Teknikleri-SPSS'te İşletme Yönetimi Uygulamaları. Emek Ofset, Ankara, 456s.
- Aslan, M., Korlu, A., 2009. Selüloz Enziminin Denim Yıkamada Kullanımı. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(1):11-23.
- Astm D3776 – 09a, 2013. Standard Test Methods for Mass Per Unit Area Weight of Fabric. ASTM International.
- Astm D3774 – 96, 2016. Standard Test Method for Width of Textile Fabric. ASTM International.
- Astm D4032 – 08, 2016. Standard Test Method for Stiffness of Fabric by the Circular Bend Procedure. ASTM International.
- Astm D3107 – 07, 2015. Standard Test Methods for Stretch Properties of Fabrics Woven from Stretch Yarns. ASTM International.
- Astm D5034 – 09, 2013. Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Textile Fabrics (Grab Test). ASTM International.
- Bağır, İ. C., 2011. Denim Yıkamada Karşılaşılan Sorunlar Ve Bunlara Yönelik Çözüm Önerileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 293s.
- 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(1):43-52.

- Çakır, N., 2010. Kot Pantolon Üretiminde Bitim İşlemlerinin ve Farklı Denim Kumaşların Fit Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 99s.
- Çetinaslan, K., Mezarcıöz, S., Çetiner, S., 2013. Yıkama İşleminin Denim Kumaşların Kopma Ve Yırtılma Mukavemetine Etkisi. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1):38-42.
- Çetiner, S., 2006. Seçilmiş Denim Kumaş Ve İpliklerinde Yıkama İşleminin Dikiş Performansına Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 48s.
- Dindar, D., 2001. 2000-2001 Moda Trendleri Ve Kot Pantolon-Mont Üretimi. Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 126s.
- Elias, K., Sarkar, J., Rahman, M., 2014. Influence Of Enzyme And Silicone Wash On The Physico-Mechanical Properties Of Non-Denim Twill Garments. International Journal Of Scientific & Technology Research.
- Kalaycı, Ş., 2009. Spss Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayınevi, Ankara, 426s.
- Karagöz, G., 2009. Denim Yıkama İşlemlerinde Ortaya Çıkan Zararlar Nedenleri ve Çözüm Olanakları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 143s.
- Karal, Ö., 1996. Denim Kumaşlarda Yıkamanın Dikiş Ve Kumaş Üzerindeki Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 139s.
- Karazincir, E., 2014. Denim Kumaşlarda Dikiş Performansının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 87s.

- Khalil, E., Sarkar, J., Rahman, M., Solaiman, M. 2014. Influence Of Enzyme And Silicone Wash On The Physicomechanical Properties of Non-Denim Twill Garments. International Journal of Scientific & Technology Research, 3(10):231-233.
- Khedher, F., Dhoub, 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.
- Korkmaz, İ. B., 2009. Denim Kumaş İmalatı Ve Üzerine Uygulanan İşlemler. Haliç Üniversitesi, Sosyal Bölümler Enstitüsü, Tekstil Ve Moda Tasarımı Anasanat Dalı, Tekstil Ve Moda Tasarımı Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 166s.
- Kunt, A., 2004. Denim Kumaşlarda Konfeksiyon Sonrası Yapılan İşlemlerin Kumaş Mekaniği Üzerine Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 84s.
- Ls&Co. Method-2, 2004. Skew Movement Method In Laundering, Levi's Strauss&Co.
- Mangat, M. M., Hussain, T., Bajzik, V., 2012. Impact of Different Weft Materials and Washing Treatments on Moisture Management Characteristics of Denim. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 7(1):38-49.
- Megep, 2006. Giyim Üretim Teknolojisi Kadın Jean Pantolon Kalıbı, Ankara.
- Montazer, M., Maryan, A. S., 2010. Influences of Different Enzymatic Treatment on Denim Garment. Humana Press, 160:2114–2128.
- Öztürk, B., Dinçel S., 2003. Türkiye’de Jean Üretimi, İthalat-İhracat Durumu, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 128s.
- Toksöz, M., Mezarcıöz, S., 2013. Denim Kumaşlara Uygulanan Özel Yıkama Uygulamaları. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(2):141-147.

- Ts En Iso 5077, 2012. Tekstil-Yıkama ve Kurutmada Boyut Değişmesinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, N., Üstüntağ, S., Örtlek, H. G., 2014. Yıkama İşlemlerinin Denim Kumaşların Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkileri, Tekstil ve Mühendis, 21(95):16-29 .
- Yildiz, Z., Dal, V., Atmaca, M., Ceviz, N., Kurtuluş, A.B., Yilmaz, A., Akçagün, E., 2014. Farklı Yıkama Türlerinin Denim Kumaşın Fiziksel Özelliklerine Etkisi. XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 399-401.
- www.itkib.org.tr, Web Sayfası, Erişim tarihi: 2016.
- www.ito.org.tr, Web Sayfası, Erişim Tarihi: 2016.
- www.mesdan.it, Web Sayfası, Erişim Tarihi: 2015.
- www.ngtex.net, Web Sayfası, Erişim Tarihi: 2015.
- www.tekstildershanesi.com.tr, Web Sayfası, Erişim Tarihi: 2016.
- www.tiniusolsen.com , Web Sayfası, Erişim Tarihi: 2015.
- www.tonello.com, Web Sayfası, Erişim Tarihi: 2015.

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet NERGİS 1981 yılında Adana’da doğdu. İlk öğrenimini Malatya’da, orta öğrenimini Sivas’ da tamamladı. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2003 yılında Gabar Tekstil Dış Ticaret, 2004-2005 yılları arasında Şahinler Holding Bilkont Entegre Tekstil İşletmelerinde satış mühendisi olarak çalıştı. 2005 yılında Bossa Denim ve Spor Giyim işletmelerinde proses kontrol ve geliştirme uzmanı olarak göreve başladı. Aynı işletmede kalite kontrol ve kalite yükseltici teknolojiler şefliği görevlerinde bulundu. 2014 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme bölümünden mezun oldu. Halen Bossa Denim İşletmesinde kalite kontrol ve güvence müdürü olarak çalışmaya devam etmektedir.



EKLER



Ek.1. Rins Yıkama Test Sonuçları

Dipnot: Test yapılan elmandorf ölçüm cihazında max 6523 gr 'a kadar ölçüm yapılabilmektedir. Rins yıkama sonrası yapılan çözgü yırtılma mukavemetinde tüm sonuçlar bu değerin üzerinde geldiğinden cihazdan test sonucu alınamamıştır.

SÜRE (DK)	SICAKLIK (C)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	AY	E	G
5	25	405	144,5	-1,0	-6,0	-1,5	8,0	2,7	95,3	44,9	4697	20,8	5,2
5	25	409	145,0	-0,6	-6,0	-0,7	8,0	2,36	100,5	46,0	4697	20,0	4,8
5	25	407	145,0	-0,5	-6,2	-1,1	8,4	2,56	98,1	45,2	4697	19,8	4,8
5	45	403	143,5	-1,0	-6,0	-1,5	9,2	2,69	91,2	42,5	4566	20,0	4,0
5	45	409	144,5	-0,1	-5,8	-0,6	9,6	2,68	95,8	42,0	4436	20,0	4,0
5	45	405	144,0	-0,6	-6,4	-1,0	9,4	2,6	93,5	42,0	4501	22,0	4,4
5	65	408	143,0	-2,0	-6,0	-0,5	9,2	2,81	99,0	44,0	4632	19,8	4,0
5	65	403	145,0	-1,2	-5,8	-1,7	8,4	2,34	96,8	44,1	4110	19,6	4,8
5	65	405	144,0	-1,0	-6,1	-1,0	8,2	2,57	97,8	44,2	4371	19,8	4,2
15	25	407	144,5	-2,0	-5,9	-0,6	9,2	2,94	98,5	41,8	4762	20,0	4,4
15	25	404	144,7	-0,5	-6,0	-1,5	9,6	2,79	95,9	45,2	4566	20,0	4,0
15	25	405	144,5	-0,9	-6,0	-1,0	9,4	2,88	96,5	43,1	4664	20,4	4,0
15	45	415	143,5	-2,0	-6,3	-1,5	8,8	2,92	92,0	43,1	4762	20,0	4,0
15	45	404	144,2	-0,6	-6,2	-2,0	8,4	2,88	99,5	43,6	4697	20,4	4,4
15	45	409	143,9	-1,4	-6,2	-1,6	8,6	2,91	95,9	43,3	4678	20,4	4,2
15	65	408	143,5	-2,5	-6,2	-0,8	8,4	2,93	96,8	43,1	4762	22,0	4,0
15	65	412	144,0	-1,0	-6,0	-2,6	8,8	2,86	103,4	43,1	4697	20,8	5,2
15	65	410	144,0	-1,7	-6,1	-1,5	8,6	2,9	99,6	42,8	4729	21,4	4,6
30	25	413	143,5	-1,5	-6,2	0,2	9,6	2,84	104,0	46,1	4827	19,6	3,6
30	25	409	143,5	-2,0	-6,5	-1,7	9,2	2,94	91,2	43,5	4371	20,4	4,0
30	25	411	143,0	-1,4	-6,4	-0,7	9,4	2,89	97,6	44,8	4620	20,2	3,8
30	45	407	143,5	-2,0	-6,5	-0,6	9,2	2,78	94,7	44,0	4632	20,0	4,0
30	45	409	144,5	-2,0	-6,0	-1,2	9,6	2,96	95,6	44,4	4566	20,8	4,8
30	45	408	144,0	-1,5	-6,1	-0,8	9,4	2,87	95,2	44,2	4601	20,4	4,2
30	65	409	142,3	-2,5	-6,8	-0,6	8,8	2,64	100,2	44,7	4371	22,0	4,0
30	65	411	144,0	-1,6	-6,3	-0,3	9,6	2,89	97,4	45,3	4697	20,0	4,0
30	65	410	143,0	-1,8	-6,5	-0,5	9,2	2,77	98,1	45,0	4530	21,0	4,3

Ek.2. Enzim Yıkama Test Sonuçları

ENZİM MİKTARI (GR/L)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
0,25	25	10	401	146	-4	-5	-1	8	2,4	93	43	6458	4566	19	5
0,25	25	10	399	146	-4	-5	-1	9	2,4	101	43	6393	4501	19	5
0,25	25	10	403	146	-4	-5	0,7	9	2,5	100	42	6458	4632	19	4
0,25	25	40	396	145	-4	-6	-1	8	2,6	98	46	6262	4566	19	6
0,25	25	40	398	145	-4	-5	-0	8	2,4	91	43	6262	4566	19	5
0,25	25	40	394	146	-4	-5	-0	8	2,6	97	43	6262	4566	19	6
0,25	25	70	406	145	-4	-6	-2	9	2,5	97	43	6458	4697	18	4
0,25	25	70	405	145	-4	-6	-0	9	2,6	94	46	6393	4632	18	4
0,25	25	70	407	145	-4	-6	-1	8	2,5	90	44	6458	4697	18	4
0,25	45	10	393	146	-3	-5	-1	9	3	93	38	6523	4566	18	6
0,25	45	10	391	146	-3	-5	-0	9	2,8	94	40	6458	4566	18	6
0,25	45	10	395	146	-3	-5	-1	9	2,9	86	42	6523	4566	18	6
0,25	45	40	398	145	-3	-5	-1	9	2,4	94	49	6458	4892	19	3
0,25	45	40	398	145	-4	-6	-0	9	2,4	93	46	6458	4892	19	3
0,25	45	40	398	145	-4	-6	-0	9	2,3	93	47	6458	4892	19	3
0,25	45	70	399	145	-4	-6	0,2	10	2	98	50	6393	4566	20	3
0,25	45	70	400	145	-4	-6	1,3	10	2,3	98	48	6262	4566	20	3
0,25	45	70	397	145	-4	-6	0,2	9	2,1	96	48	6393	4566	20	3
0,25	65	10	400	145	-1	-6	-0	9	2,4	95	44	6523	4240	20	5
0,25	65	10	400	145	-1	-7	-2	9	2,2	99	44	6523	4240	20	6
0,25	65	10	400	145	-1	-6	-1	9	2,3	102	44	6458	4240	20	5
0,25	65	40	403	144	-2	-6	-0	10	2,4	96	48	6523	4827	20	3
0,25	65	40	402	144	-2	-6	-0	9	2,3	94	48	6458	4892	20	4
0,25	65	40	403	144	-2	-6	-1	9	2,4	92	49	6523	4827	20	3
0,25	65	70	401	145	-2	-6	-1	9	2,9	97	48	6458	4566	20	4
0,25	65	70	400	145	-2	-6	-0	8	3	99	48	6523	4566	20	4
0,25	65	70	402	145	-2	-6	-1	8	2,9	103	47	6523	4566	20	4

Ek.2. Enzim Yıkama Test Sonuçları (Devamı)

ENZİM MİKTARI (GR/L)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
0,25	25	10	401	146	-4	-5	-1	8	2,4	93	43	6458	4566	19	5
0,25	25	10	399	146	-4	-5	-1	9	2,4	101	43	6393	4501	19	5
0,25	25	10	403	146	-4	-5	0,7	9	2,5	100	42	6458	4632	19	4
0,25	25	40	396	145	-4	-6	-1	8	2,6	98	46	6262	4566	19	6
0,25	25	40	398	145	-4	-5	-0	8	2,4	91	43	6262	4566	19	5
0,25	25	40	394	146	-4	-5	-0	8	2,6	97	43	6262	4566	19	6
0,25	25	70	406	145	-4	-6	-2	9	2,5	97	43	6458	4697	18	4
0,25	25	70	405	145	-4	-6	-0	9	2,6	94	46	6393	4632	18	4
0,25	25	70	407	145	-4	-6	-1	8	2,5	90	44	6458	4697	18	4
0,25	45	10	393	146	-3	-5	-1	9	3	93	38	6523	4566	18	6
0,25	45	10	391	146	-3	-5	-0	9	2,8	94	40	6458	4566	18	6
0,25	45	10	395	146	-3	-5	-1	9	2,9	86	42	6523	4566	18	6
0,25	45	40	398	145	-3	-5	-1	9	2,4	94	49	6458	4892	19	3
0,25	45	40	398	145	-4	-6	-0	9	2,4	93	46	6458	4892	19	3
0,25	45	40	398	145	-4	-6	-0	9	2,3	93	47	6458	4892	19	3
0,25	45	70	399	145	-4	-6	0,2	10	2	98	50	6393	4566	20	3
0,25	45	70	400	145	-4	-6	1,3	10	2,3	98	48	6262	4566	20	3
0,25	45	70	397	145	-4	-6	0,2	9	2,1	96	48	6393	4566	20	3
0,25	65	10	400	145	-1	-6	-0	9	2,4	95	44	6523	4240	20	5
0,25	65	10	400	145	-1	-7	-2	9	2,2	99	44	6523	4240	20	6
0,25	65	10	400	145	-1	-6	-1	9	2,3	102	44	6458	4240	20	5
0,25	65	40	403	144	-2	-6	-0	10	2,4	96	48	6523	4827	20	3
0,25	65	40	402	144	-2	-6	-0	9	2,3	94	48	6458	4892	20	4
0,25	65	40	403	144	-2	-6	-1	9	2,4	92	49	6523	4827	20	3
0,25	65	70	401	145	-2	-6	-1	9	2,9	97	48	6458	4566	20	4
0,25	65	70	400	145	-2	-6	-0	8	3	99	48	6523	4566	20	4
0,25	65	70	402	145	-2	-6	-1	8	2,9	103	47	6523	4566	20	4

Ek.2. Enzim Yıkama Test Sonuçları (Devamı)

ENZİM MİKTARI (GR/L)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
1,25	25	10	400	145	-5	-6	1,3	8	2,3	87	46	6458	4501	19	6
1,25	25	10	399	145	-5	-6	0,7	8	2,7	90	43	6458	4566	20	6
1,25	25	10	401	145	-5	-5	0,2	8	2,5	88	44	6458	4501	20	6
1,25	25	40	401	144	-5	-6	-1	9	2,7	92	49	6393	4892	20	3
1,25	25	40	400	144	-5	-6	0,2	9	2,7	101	47	6458	4827	20	4
1,25	25	40	402	144	-5	-6	0,3	9	2,8	98	48	6458	4892	21	4
1,25	25	70	402	144	-5	-6	-1	9	3	91	45	6393	4892	20	3
1,25	25	70	400	144	-4	-6	-1	9	2,8	96	47	6458	4827	20	4
1,25	25	70	404	144	-5	-6	0,7	9	2,6	92	46	6458	4892	20	3
1,25	45	10	401	146	-4	-5	-1	9	2,4	91	44	6393	4566	18	5
1,25	45	10	401	146	-5	-5	-0	9	2,4	86	45	6393	4305	18	5
1,25	45	10	401	146	-5	-5	0,3	9	2,4	85	45	6393	4632	18	6
1,25	45	40	395	146	-4	-6	0,5	8	2,6	90	40	6262	3914	18	5
1,25	45	40	393	146	-4	-6	0,4	8	2,6	84	41	6262	4110	18	5
1,25	45	40	396	146	-4	-6	0,2	8	2,5	85	42	6262	4240	18	5
1,25	45	70	403	144	-4	-6	0,9	9	2,8	81	40	6197	3914	20	6
1,25	45	70	403	144	-4	-6	0,1	9	2,7	82	38	6197	4110	20	5
1,25	45	70	402	144	-4	-6	0,5	10	2,9	86	41	6197	4240	20	5
1,25	65	10	399	145	-4	-6	-1	9	2,5	97	52	6458	5023	18	3
1,25	65	10	398	145	-4	-6	0,2	9	2,5	98	50	6523	5023	18	3
1,25	65	10	400	145	-4	-5	-0	9	2,4	97	50	6523	5088	18	4
1,25	65	40	402	144	-4	-6	-2	9	2,5	91	43	6523	5023	20	3
1,25	65	40	403	144	-4	-6	-0	10	2,5	84	47	6458	5088	20	3
1,25	65	40	400	144	-4	-6	-0	10	2,5	90	45	6523	5088	20	4
1,25	65	70	401	144	-5	-6	-2	9	2,9	86	50	6328	4566	19	4
1,25	65	70	400	144	-4	-6	-1	9	2,9	89	48	6262	4566	20	4
1,25	65	70	401	144	-4	-6	-2	9	2,9	94	49	6328	4566	19	4

Ek.3. Taş Yıkama Test Sonuçları

MİKTAR (KG)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
10	25	10	412	145	-3	-5	-0	9,2	1,8	83	44	6458	4240	18	4
10	25	10	411	145	-3	-5	-0	9	1,8	84	43	6393	4240	18	3,6
10	25	10	414	145	-3	-5	-0	9,2	1,9	84	46	6458	4240	18	4
10	25	40	413	145	-4	-5	1	9,2	1,9	84	49	6067	4240	17	3,2
10	25	40	412	144	-4	-6	1,5	9,2	2	85	50	6197	4175	17	3,6
10	25	40	413	146	-4	-6	1,5	9	1,9	84	50	6067	4110	17	3,2
10	25	70	412	145	-4	-6	-0	9,2	1,8	88	46	5871	3914	18	4
10	25	70	412	145	-4	-6	-2	9,2	1,9	89	45	5871	3914	18	3,6
10	25	70	412	145	-4	-6	-0	9	1,9	87	45	6002	3975	18	4
10	45	10	405	146	-4	-6	0,1	9,2	1,5	86	44	6262	3914	18	3,2
10	45	10	405	146	-4	-6	0,5	8,8	1,6	87	47	6262	3914	18	3,2
10	45	10	407	146	-4	-6	0,8	8,8	1,6	85	44	6197	3914	18	3,2
10	45	40	404	145	-4	-6	0,7	9,2	1,6	88	46	6067	3457	18	4
10	45	40	405	145	-4	-6	1	9,6	1,8	87	47	6002	3588	18	4
10	45	40	405	145	-4	-6	1	9,6	1,6	88	44	5936	3457	18	4
10	45	70	406	144	-5	-7	0,4	9,2	1,9	90	43	5741	3327	19	4,4
10	45	70	407	144	-5	-7	0,2	9,2	1,9	90	42	5675	3261	19	4,4
10	45	70	405	144	-5	-7	0,1	9,2	1,9	90	45	5871	3327	19	4
10	65	10	409	145	-4	-6	-1	10	1,8	86	41	6393	4501	19	3,6
10	65	10	409	145	-4	-6	-1	10	1,8	86	39	6458	4566	19	3,2
10	65	10	410	145	-4	-6	-0	10	1,8	86	41	6393	4501	18	3,2
10	65	40	412	143	-5	-6	-1	10	1,8	91	45	6197	4175	18	4
10	65	40	414	143	-5	-6	-1	10	1,8	91	46	5871	4175	18	3,6
10	65	40	416	143	-4	-6	-1	10	1,8	91	45	6197	4240	18	3,6
10	65	70	416	143	-5	-7	-0	9,2	1,9	77	44	5871	3522	18	4
10	65	70	416	143	-5	-8	-0	9,2	1,8	78	44	5871	3588	18	4
10	65	70	416	143	-5	-7	-0	9,2	1,9	78	44	5871	3522	18	3,6

Ek.3. Taş Yıkama Test Sonuçları (Devamı)

MİKTAR (KG)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
20	25	10	410	146	-3	-5	-1	9,6	2	78	44	6197	4110	17	3,6
20	25	10	409	146	-3	-5	-1	10	1,8	79	45	6262	4044	17	4
20	25	10	410	146	-3	-5	-2	10	2	77	45	6262	4175	16	3,6
20	25	40	415	145	-4	-5	-2	9,6	2	71	47	5610	3261	17	4
20	25	40	412	145	-4	-5	-1	9,6	2	71	47	5675	3261	18	3,6
20	25	40	417	145	-4	-5	-1	9,6	2	72	47	5610	3261	17	4
20	25	70	413	145	-5	-6	-1	10	1,9	88	47	5088	3261	18	4,4
20	25	70	412	145	-5	-6	-2	9,6	1,7	88	47	4958	3131	18	4
20	25	70	414	145	-5	-6	-0	10	1,7	88	45	5088	3261	18	4,4
20	45	10	410	145	-4	-6	-0	8,4	1,9	92	49	6002	4110	18	3,2
20	45	10	414	145	-4	-6	-1	8,8	1,9	91	50	5936	4175	18	3,2
20	45	10	412	145	-4	-6	-0	8,4	2	94	47	6002	4110	18	3,6
20	45	40	415	144	-5	-6	1,5	8,8	1,8	90	46	6067	3261	18	4
20	45	40	414	145	-5	-6	2	9,2	1,6	91	47	6067	3327	19	4
20	45	40	414	144	-5	-6	2	8,8	1,9	91	45	6002	3261	18	3,6
20	45	70	420	144	-5	-7	0,5	9,2	2	85	43	4892	3001	18	3,2
20	45	70	415	144	-5	-7	0,5	8,8	1,9	85	44	4952	2935	18	3,2
20	45	70	422	144	-5	-6	0,3	8,8	2	84	42	4892	3001	18	3,6
20	65	10	410	145	-4	-5	2	9,6	2	96	43	6328	4175	17	3,2
20	65	10	409	145	-4	-5	1,5	9,2	2	99	44	6328	4240	17	3,6
20	65	10	411	145	-4	-5	1,5	9,2	1,9	96	42	6458	4175	17	3,2
20	65	40	413	144	-4	-6	0,1	10	2	92	45	6002	3588	17	4
20	65	40	412	144	-4	-6	0,5	10	2	92	46	6067	3522	17	4
20	65	40	411	144	-4	-6	0,9	10	1,9	94	45	6002	3653	17	3,6
20	65	70	410	144	-6	-6	1	9,6	1,9	86	45	5545	2935	17	4
20	65	70	414	144	-6	-6	0,5	10	1,8	87	46	5675	3002	17	4,4
20	65	70	411	144	-5	-6	0,9	10	1,8	87	42	5545	2805	18	4

Ek.3. Taş Yıkama Test Sonuçları (Devamı)

MİKTAR (KG)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
30	25	10	413	147	-3	-5	0,8	10	1,7	86	47	6393	4501	17	4
30	25	10	412	146	-3	-5	0,8	10	1,7	82	47	6393	4566	18	4,4
30	25	10	413	147	-3	-4	0,1	10	1,7	86	46	6458	4501	17	4
30	25	40	407	146	-4	-5	-1	10	1,8	87	46	5871	3588	17	4,4
30	25	40	405	146	-4	-5	0,2	10	1,7	87	46	5675	3588	17	4
30	25	40	406	146	-4	-5	0,5	10	1,8	85	45	5675	3588	18	4,4
30	25	70	409	145	-4	-5	1,1	10	1,7	82	45	5545	3588	17	4,4
30	25	70	405	144	-5	-5	1	10	1,8	81	46	5545	3588	17	4
30	25	70	407	145	-5	-5	1	10	1,8	82	46	5545	3458	17	4,4
30	45	10	412	145	-4	-7	0,2	9,6	1,8	80	46	6197	3522	17	3,2
30	45	10	413	145	-4	-6	1	10	1,8	78	47	6197	3588	17	3,2
30	45	10	412	145	-4	-7	0,5	9,6	1,8	80	44	6197	3522	17	3,6
30	45	40	409	146	-5	-6	0,2	9,6	2	79	45	5675	3588	17	3,2
30	45	40	416	146	-5	-6	1	10	2	79	46	5871	3588	17	3,2
30	45	40	411	145	-5	-6	0,2	10	2	79	44	5675	3588	17	3,6
30	45	70	412	144	-6	-6	-0	10	1,9	84	44	5219	3001	16	3,6
30	45	70	412	144	-6	-6	-1	9,6	2	84	44	5349	2935	16	3,6
30	45	70	412	144	-6	-6	-1	9,6	1,8	84	42	5871	3001	16	4
30	65	10	411	145	-4	-6	2,8	8,4	1,9	80	45	5806	3261	18	4
30	65	10	411	145	-4	-6	1	8,4	1,8	80	45	5806	3131	18	4
30	65	10	411	145	-4	-6	0,9	8,8	1,9	81	44	5871	3001	18	3,6
30	65	40	414	145	-5	-6	1,2	8,4	1,9	80	43	5480	3196	17	4
30	65	40	414	145	-5	-6	2	8,8	1,8	78	41	5545	3261	17	4
30	65	40	416	145	-5	-6	0,3	8,4	1,8	78	44	5480	3001	16	4
30	65	70	423	142	-6	-7	0,6	8,4	2	79	42	4566	2413	18	4
30	65	70	421	142	-6	-7	2	8,8	2	80	42	4501	2413	18	4
30	65	70	419	142	-6	-7	1,2	8,4	2	80	41	4566	2413	18	4,4

Ek.4. Taşlı Ağartma Yıkama Test Sonuçları

MİKTAR (CC/L)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
5	25	10	402	144	-4	-7	0,6	8,8	1,7	93	40	6197	4110	18	4
5	25	10	400	143	-4	-7	1	9,2	1,8	90	41	6262	4110	18	3,6
5	25	10	403	144	-4	-7	1	8,8	1,8	95	37	6197	4110	19	3,6
5	25	40	403	143	-4	-7	0,8	9,6	1,7	80	41	6328	3914	20	4
5	25	40	404	143	-5	-7	1	9,6	1,7	79	40	6393	3979	22	4
5	25	40	403	144	-4	-7	1,5	9,6	1,8	81	41	6328	3979	21	4
5	25	70	394	144	-5	-6	0,9	9,2	1,7	78	39	6197	3653	18	3,6
5	25	70	395	144	-5	-6	0,2	8,8	1,6	80	42	6262	3522	18	4
5	25	70	392	144	-5	-6	0,5	9,2	1,8	77	37	6197	3653	18	3,6
5	45	10	403	144	-3	-6	0,7	9,6	1,8	90	44	6262	3979	16	3,2
5	45	10	405	145	-4	-6	0,5	9,6	1,8	91	46	6197	3718	16	3,6
5	45	10	400	145	-3	-6	1	10	1,8	86	42	6197	3653	16	3,2
5	45	40	410	144	-5	-6	1,8	9,6	1,5	83	42	6067	3653	20	4
5	45	40	408	144	-5	-6	2	9,6	1,6	81	41	6002	3522	19	3,6
5	45	40	411	144	-5	-6	1,5	9,6	1,5	87	43	6002	3457	19	3,6
5	45	70	384	149	-6	-6	1,2	11	1,6	76	30	5414	3196	18	3,6
5	45	70	389	149	-6	-5	1,5	10	1,6	73	32	5871	3392	17	4
5	45	70	381	148	-6	-5	1	10	1,6	80	32	5414	3196	17	4
5	65	10	401	146	-5	-5	2,1	11	1,8	89	41	6328	4110	18	4
5	65	10	400	146	-5	-5	2	11	1,8	89	41	6262	3979	18	3,6
5	65	10	402	146	-5	-5	2	11	1,7	86	43	6197	3979	18	4
5	65	40	404	143	-4	-6	1,1	10	1,6	91	44	6067	4305	19	4
5	65	40	403	143	-4	-6	0,5	10	1,5	93	43	5871	4305	19	4
5	65	40	405	144	-4	-6	1,5	10	1,7	90	45	6002	4305	19	4
5	65	70	388	148	-4	-4	1	11	1,7	88	42	6393	4110	18	3,6
5	65	70	386	148	-5	-4	1	10	1,7	89	40	6197	3979	17	3,6
5	65	70	390	148	-5	-4	0,8	10	1,8	83	40	6002	4110	17	3,6

Ek.4. Taşlı Ağartma Yıkama Test Sonuçları (Devamı)

MİKTAR (CC/L)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
15	25	10	414	143	-4	-6	2	8,8	1,6	84	41	6393	4827	17	3,2
15	25	10	416	143	-4	-6	0,5	8,8	1,7	84	43	6393	4892	18	3,2
15	25	10	412	144	-4	-6	1,5	8,8	1,6	86	39	6393	4958	18	3,2
15	25	40	403	145	-6	-7	1	9,2	1,9	84	40	5936	3979	19	3,6
15	25	40	402	145	-6	-7	0,5	8,8	1,9	84	41	6002	3979	18	3,2
15	25	40	405	145	-6	-7	0,5	9,2	1,8	82	39	5871	3914	19	3,6
15	25	70	389	144	-6	-5	2	10	1,7	87	43	5414	3522	18	3,2
15	25	70	389	144	-6	-5	1,5	10	1,7	87	40	5480	3653	18	3,6
15	25	70	391	144	-6	-5	2	10	1,7	84	38	5480	3653	18	3,2
15	45	10	406	144	-4	-8	1	9,6	1,7	83	44	6262	4305	20	4,4
15	45	10	404	144	-4	-8	0,8	9,6	1,6	80	44	6002	4566	19	4
15	45	10	405	144	-4	-8	1,5	9,6	1,7	85	44	6197	4305	19	4
15	45	40	403	142	-6	-6	0,3	9,2	1,7	76	41	5741	3392	18	4,4
15	45	40	402	142	-6	-6	0,5	9,2	1,6	71	39	5871	3522	18	4
15	45	40	405	143	-6	-6	0,1	9,2	1,7	78	34	5871	3196	18	4
15	45	70	406	146	-6	-4	1,1	10	1,9	81	44	5219	3327	17	3,6
15	45	70	405	147	-5	-4	1	9,6	2	80	43	5414	3392	16	3,2
15	45	70	407	147	-6	-4	1,5	10	1,8	83	43	5480	3327	16	3,2
15	65	10	385	143	-5	-8	-0	11	1,7	74	37	5414	4175	21	4,4
15	65	10	383	143	-5	-8	-0	11	1,7	76	37	5219	4110	22	4,4
15	65	10	386	143	-5	-8	0,3	11	1,8	73	34	5219	4110	21	4,4
15	65	40	404	141	-6	-7	1	10	1,7	74	39	5610	3392	20	4,4
15	65	40	402	141	-6	-7	0,7	10	1,7	80	41	5545	3196	19	4,4
15	65	40	405	141	-7	-7	1,5	10	1,7	71	42	5219	3066	20	4,4
15	65	70	403	149	-5	-4	0,6	11	2	83	41	5219	2609	16	3,2
15	65	70	402	148	-6	-4	0,5	11	2	81	43	5414	2609	16	3,6
15	65	70	405	149	-5	-4	1	11	2	86	39	5219	2609	15	3,2

Ek.4. Taşlı Ağartma Yıkama Test Sonuçları (Devamı)

MİKTAR (CC/L)	SICAKLIK (C)	SÜRE (DK)	GR	EN	ÇÇ	AÇ	M	WE	S	ÇK	AK	ÇY	AY	E	G
45	25	10	397	146	-5	-7	0,8	8,8	1,9	82	39	6328	4566	18	4,4
45	25	10	399	147	-5	-7	0,8	8,8	2	83	42	6393	4827	18	4
45	25	10	395	146	-4	-7	0,6	8,8	1,9	80	38	6197	4566	18	4
45	25	40	395	144	-5	-7	0,6	8,8	1,7	82	44	5741	3718	17	4,4
45	25	40	391	144	-5	-7	0,5	8,8	1,7	80	41	5871	3653	18	4
45	25	40	398	145	-5	-7	0,8	9,2	1,8	85	41	5871	3653	17	4
45	25	70	400	145	-6	-4	0,7	10	1,7	84	38	5414	3457	18	3,6
45	25	70	397	145	-6	-4	0,5	10	1,8	82	36	5871	3522	18	3,6
45	25	70	402	145	-6	-4	1	9,6	1,7	87	40	5414	3522	18	3,2
45	45	10	400	143	-7	-6	0,4	10	1,7	72	40	6393	4305	19	4,8
45	45	10	400	143	-7	-7	0,3	10	1,7	71	39	6262	4110	19	4,4
45	45	10	400	144	-7	-6	0,9	10	1,7	75	41	6197	4305	19	4,4
45	45	40	401	144	-7	-7	1,7	10	1,7	77	44	5545	3066	20	5,2
45	45	40	402	144	-7	-7	1,5	9,6	1,7	80	43	5871	3196	20	4,8
45	45	40	402	144	-7	-7	2,2	10	1,7	72	46	5545	3196	20	4,8
45	45	70	391	149	-7	-4	1	12	1,8	76	47	5088	2870	16	3,6
45	45	70	392	148	-7	-4	0,2	11	1,8	75	46	5414	3196	16	3,2
45	45	70	393	148	-7	-4	1,6	12	1,7	78	44	5414	2870	15	3,6
45	65	10	372	147	-5	-4	2,1	12	1,7	58	37	5675	3261	16	4
45	65	10	370	148	-5	-4	2	12	1,7	66	40	5545	3196	16	3,6
45	65	10	373	147	-5	-4	1,5	12	1,7	63	38	5545	3196	17	3,6
45	65	40	382	148	-6	-5	1,1	12	1,6	75	33	4501	2935	16	4
45	65	40	384	148	-5	-5	1	12	1,6	78	29	4827	3066	17	4
45	65	40	380	148	-6	-5	0,5	12	1,6	73	32	4501	3196	17	4
45	65	70	386	151	-6	-2	1	11	1,6	66	32	3718	2609	12	3,2
45	65	70	387	150	-6	-2	1	10	1,6	70	31	4305	2609	13	2,8
45	65	70	385	150	-7	-2	1,3	11	1,6	65	30	4110	2935	12	2,8