

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAMAŞIR MAKİNELERİNDE YIKAMANIN ETKİLERİNİ
GÖSTEREBİLECEK TEST STANDARDI GELİŞTİRME**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İlkan ERDEM**

Anabilim Dalı : Tekstil Mühendisliği

Programı : Tekstil Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yeşim BECEREN

TEMMUZ 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAMAŞIR MAKİNELERİNDE YIKAMANIN ETKİLERİNİ
GÖSTEREBİLECEK TEST STANDARDI GELİŞTİRME**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İlkan ERDEM
(503081813)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Temmuz 2010

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Yeşim BECEREN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Cevza CANDAN (İTÜ)
Prof. Dr. Seyhan ONBAŞIOĞLU (İTU)**

TEMMUZ 2010

Aileme ve sevdiklerime,

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışmasını yöneten, olumlu eleştirileri ve önerileri ile katkıda bulunan değerli hocalarım Sn. Yrd. Doç Dr. Yeşim BECEREN'e ve Sn. Yrd. Doç Dr. U. Kıvanç ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve büyük katkılar sağlayan Sn. Başak ARSLAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Özellikle üniversite hayatım ve tüm yaşantım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve bugünlere gelmemi sağlayan AİLEME ve kardeşime teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan ve destek olan Arçelik A.Ş. Çamaşır Makinesi İşletmesine, başta Sn. Emre ÖZTÜRK olmak üzere Arçelik Çamaşır Makinesi İşletmesi Sistem Geliştirme Takımı üyelerine, Sn. Gökhan ÖZGÜREL'e ve Sn Atilla UZ ile Sn. Salih ARSLANTAŞ'a şahsında teşekkür ederim.

Deneyisel çalışmalardaki katkılarından dolayı Sn. Şenol ÇAVUŞOĞLU' na, Sn. Sevgi TEKİROĞLU' na ve Sn Zerrin YILMAZ'a teşekkür ederim.

Çalışmanın birçok aşamasında değerli katkılarını esirgemeyen Sn. Meryem GÜÇLÜ Hanıma ve sahibi olduğu Vivai Emprime Firması'nın çalışanlarına ve numune üretiminde destek olan Sn. Hakan AVCI' ya teşekkürü bir borç bilirim.

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2010

İlkan ERDEM

Tekstil Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	1
1.2 Literatür Özeti	3
1.2.1 Tekstil malzemeleri	3
1.2.2 İpliklerin kesişmesi ve bağlantı yapması yolu ile elde edilenler.....	3
1.2.3 İpliklerin bağlantı yapmadığı dokular	4
1.2.4 Lif topluluklarının oluşturduğu dokular	4
1.2.5 Lifli tabakalar	5
1.2.6 Lifli olmayan yüzeyler.....	5
1.3 Yıkamanın Tekstil Malzemeleri Üzerindeki Etkileri	5
1.3.1 Boncuklanma.....	6
1.3.2 Baskı sökülmesi.....	9
1.3.3 Çekme	11
1.3.4 Kumaş kopma mukavemeti.....	12
1.3.5 Kumaş yırtılma mukavemeti	12
1.3.6 Kumaş patlama mukavemeti	14
2. YIKAMA İLE MEYDANA GELEN TEKSTİL HASARLANMASININ TEST YÖNTEMLERİ VE NUMUNELERİ.....	15
2.1 Empa Test Kumaşları	16
2.1.1 Empa 300-302 mukavemet kumaşları	16
2.1.2 Empa 304 iplik kaybı kumaşı.....	16
2.1.3 Empa 307 poka-dot kumaşı	17
2.1.4 Empa 320 çekme kumaşı	17
2.1.5 Empa 250-255 boncuklanma kumaşları	18
2.2 Hasar Ölçme Numunelerini ve Metotlarını İçeren Patent Başvuruları	19
2.2.1 Empa 304 kumaşını tarifleyen patent özeti (US7219542).....	19
2.2.2 Kumaş renk ölçüm sistemi patent özeti (WO2009071424).....	20
2.2.3 Kumaş renk rehberini anlatan patent özeti (WO2009065663)	21
2.2.4 Çamaşır değerlendirme ve ağartıcı indikatör kumaşı (US5064440)	22
3. MALZEME VE METOT.....	25
3.1 Malzeme.....	25
3.1.1 Ön çalışma	25
3.1.2 Numune geliştirme çalışmaları	29

3.1.2.1 Hazırlık aşaması.....	30
3.1.2.2 Deney tasarımı aşaması.....	32
3.2 Metot	34
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	37
4.1 Ön Çalışma	37
4.1.1 Koyu renkli numunelerin sonuçları.....	38
4.1.1.1 Siyah baskılı numune testlerinin sonuçları.....	39
4.1.1.2 Boncuklanma çorabı testleri sonuçları.....	42
4.1.1.3 Diğer numunelerin sonuçları.....	44
4.1.2 Açık renkli numunelerin sonuçları.....	44
4.1.2.1 Beyaz baskılı numune testlerinin sonuçları.....	44
a) Pigment baskılı numunelerin sonuçları.....	44
b) Kabartma baskılı numunelerin sonuçları.....	49
4.1.2.2 Diğer numunelerin sonuçları.....	49
a) Nonwoven tela.....	49
b) Flok baskılı kumaşlar.....	49
4.2 Hazırlık Çalışmaları	49
4.2.1 Çizgili baskıların sonuçları.....	51
4.2.1.1 Viskon likra içerikli kumaşlar.....	51
a) Siyah zemin renkli kumaşlar.....	51
b) Beyaz zemin renkli kumaşlar.....	53
4.2.1.2 Pamuk içerikli örme kumaşlar.....	56
4.2.1.3 Pamuklu dokuma kumaşların sonuçları.....	57
4.2.1.4 Pamuklu ve likra içerikli dokuma kumaşların sonuçları.....	58
4.2.2 Küçük puanlı baskılı kumaşların sonuçları	59
4.2.3 Büyük puanlı baskıların sonuçları	61
4.2.4 Çorap numunelerinin sonuçları.....	62
4.2.5 Hazırlık çalışmaları genel sonuçları.....	63
4.3 Deney Tasarımı Testleri	63
4.3.1 Pamuk örme beyaz baskı sonuçları.....	66
4.3.2 Pamuk örme sarı baskı sonuçları	67
4.3.3 Viskon likra örme beyaz baskılı numune sonuçları.....	68
4.3.4 Viskon likra örme siyah baskılı numune sonuçları.....	70
4.3.5 Viskon/likra kırmızı baskılı numunelerin sonuçları.....	72
4.3.6 Pamuk dokuma kırmızı baskılı kumaşların sonuçları	74
4.3.7 Pamuk dokuma sarı baskılı numunelerin sonuçları	75
4.3.8 Çorap numunelerinin sonuçları.....	76
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	79
5.1 Genel Değerlendirmeler	79
5.2 Ana Yıkama Suyu Miktarı Farkını Gösterebilen Numuneler.....	80
5.3 Sıcaklık Farkını Gösterebilen Numuneler	82
5.4 Mekanik Hareket Oranındaki Farkı Gösterebilen Numuneler	82
5.5 Süre Değişimi Etkisini Gösterebilen Numuneler.....	82
5.6 Tüm Yıkama Parametrelerindeki Değişimi Gösterebilen Numuneler	83
5.7 Öneriler.....	83
5.7.1 Kombine numune setinden oluşan ölçme yöntemi	83
5.7.1.1 Kombine numune seti için kumaş hazırlama ve deney talimatı	83
5.7.2 Tek bir numuneden oluşan ölçme yöntemi	84
5.7.2.1 Tek numuneli metot için kumaş hazırlama ve deney talimatı	85
5.8 Özet	85

5.9 Gelecekte Yapılabilecek Çalışmalar.....	88
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	91

KISALTMALAR

EMPA	: EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs und Forschungsanstalt) Test Malzemeleri Şirketi
WFK	: WFK Test Malzemeleri Şirketi
MH	: Mekanik Hareket
K1	: Koşul 1
K2	: Koşul 2
K3	: Koşul 3
K4	: Koşul 4
K5	: Koşul 5
IEC	: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
CIE	: Uluslararası Aydınlanma Komisyonu
Y	: CIE 1931 XYZ Renk Uzayında Bir Tristimulus Değeri
ISO	: Uluslararası Standart Organizasyonu
ANOVA	: Varyans Analizi
BS	: İngiliz Standardı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Farklı liflerin tüylenme oluşturma yatkınlıkları [3]	7
Çizelge 2.1 : Skaladaki sayıların L,a,b ifadeleri [17]	22
Çizelge 3.1 : Ön çalışma testlerinde kullanılan numuneler	28
Çizelge 3.2 : Çorap bilgileri	29
Çizelge 3.3 : Çapraz baskılı pigment baskılı test numuneleri.....	30
Çizelge 3.4 : Kabartma etkili pigment baskılı numunelere ait özellikler	31
Çizelge 3.5 : Coolmax çorap özellikleri	32
Çizelge 3.6 : Deney tasarımı testlerinde kullanılacak çizgili baskılı numuneler	32
Çizelge 3.7 : Deney tasarımı testlerinde kullanılan çorapların özellikleri	33
Çizelge 4.1 : Program bilgileri	38
Çizelge 4.2 : Siyah baskılı kumaşların 5 yıkama sonu renk ölçüm değerleri.....	40
Çizelge 4.3 : Çorapların boncuklanma sonuçları	43
Çizelge 4.4 : 5 Yıkama sonu beyaz baskılı kumaşların renk ölçüm değerleri.....	46
Çizelge 4.5 : 5 Yıkama sonu 5 koşulda yıkanan numunelerin renk ölçüm sonuçları	46
Çizelge 4.6 : Hazırlık aşaması yıkama parametreleri.....	50
Çizelge 4.7 : Beyaz baskılı viskon/likra kumaşların renk ölçüm farkı sonuçları	52
Çizelge 4.8 : Beyaz baskılı viskon kumaşların ANOVA analizi sonucu	53
Çizelge 4.9 : Siyah baskılı viskon/likra kumaşların renk ölçüm değerleri farkı.....	54
Çizelge 4.10 : Siyah renk baskılar ANOVA analizi.....	54
Çizelge 4.11 : Siyah üzerine kırmızı baskı viskon/likra kumaşların renk ölçüm değerleri farkının ANOVA analizi sonucu	55
Çizelge 4.12 : % 100 pamuklu beyaz ve kırmızı baskılı örme kumaşların renk ölçüm değerleri farkı sonuçları	56
Çizelge 4.13 : % 100 pamuklu beyaz baskılı örme kumaşların ANOVA analizi	56
Çizelge 4.14 : Pamuklu dokuma kumaşların beş yıkama sonundaki renk ölçümü değerlerinin orijinal ölçümden farkları	57
Çizelge 4.15 : Pamuklu dokuma kumaşların çizgili baskılarının renk ölçüm	58
farklarının ANOVA analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.16 : Pamuklu likra içerikli kumaşların renk ölçüm değerleri farkı sonuçlarının ANOVA analizi sonuçları	59
Çizelge 4.17 : Puanlı baskıların renk ölçümü farklarının sonuçları.....	60
Çizelge 4.18 : Başarı elde edilen çizgili baskı numuneleri.....	63
Çizelge 4.19 : Başarı elde edilen coolmax çorap numunesi	63
Çizelge 4.20 : Deney dizaynı program parametre sınırları.....	64
Çizelge 4.21 : Deney tasarımı testleri ve yıkama parametreleri özellikleri.....	65

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Bez ayağı dokuma yapısı [1].....	4
Şekil 1.2 : Süprem örme [1].....	4
Şekil 1.3 : Farklı standartlarda kullanılan yırtılma testi numuneleri [11]	13
Şekil 1.4 : Elmatear cihazı [11].....	13
Şekil 2.1 : Poliamid iplik kaybı kumaşı [14]	16
Şekil 2.2 : Poka dot kumaşı [14]	17
Şekil 2.3 : Empa 320 pamuklu çekme kumaşı [14].....	18
Şekil 2.4 : Empa 250 boncuklanma seti [14]	19
Şekil 2.5 : Empa 252 boncuklanma kumaşı [14]	19
Şekil 2.6 : Empa 304 iplik kaybı kumaşı [15]	20
Şekil 2.7 : Yıkanacak kumaş ve orijinal tutulacak kumaş [16].....	21
Şekil 2.8 : Renk skalası [17]	22
Şekil 3.1 : Pigment ve aşındırma baskılı beyaz viskon kumaş	26
Şekil 3.2 : Su bazlı pigment ve aşındırma baskılı kahverengi viskon kumaş.....	26
Şekil 3.3 : Ahtapot baskı makinesi [19]	27
Şekil 3.4 : Kırmızı flok baskılı beyaz viskon kumaş.....	28
Şekil 3.5 : Boncuklanma çorabı	29
Şekil 3.6 : Coolmax-tactel- pamuk çoraplar	29
Şekil 3.7 : Beyaz zemin viskon/likra kumaşlar.....	33
Şekil 3.8 : Spektral fotometre [20].....	35
Şekil 3.9 : Boncuklanma ölçme fotoğrafları [14].....	36
Şekil 4.1 : 5 Adet yıkama sonrası 3 kere fikse edilmiş baskılı numuneler.....	39
Şekil 4.2 : 3 Kere fikse edilmiş numuneler boxplot grafiği.....	40
Şekil 4.3 : % 85-%70-%50 MH koşullarında yıkanmış kumaşların resimleri.....	41
Şekil 4.4 : Ana yıkama su miktarı 17-27 litre koşullarında yıkanmış numuneler.....	41
Şekil 4.5 : Koşul 1-2-3-4-5' de yıkanmış çoraplar.....	42
Şekil 4.6 : K1-K2' de yıkanmış çorapların görünümü.....	43
Şekil 4.7 : Yıkanmamış, K1-2-3-4-5' te yıkanmış baskılı viskon kumaşlar.....	45
Şekil 4.8 : 3 Kere fikse edilmiş numuneler boxplot grafiği.....	47
Şekil 4.9 : K3-K5' de yıkanmış 3 fikseli beyaz baskılı numuneler.....	48
Şekil 4.10 : Beş yıkama sonunda viskon/likra içerikli kumaşların görünümü.....	52
Şekil 4.11 : Viskon/likra beyaz baskı boxplot resmi.....	53
Şekil 4.12 : K1, K3 ve K4'te yıkanmış numunelerin boxplot resmi.....	55
Şekil 4.13 : Beş ayrı koşulda yıkanmış büyük puanlı numuneler.....	61
Şekil 4.14 : K1 ve K2' de beşer kez yıkanmış coolmax çoraplar.....	62
Şekil 4.15 : Pamuk örme çok fikseli beyaz baskı pasta dilim grafiği.....	66
Şekil 4.16 : Pamuk örme çok fikse beyaz baskı t-testi kutu grafiği.....	67
Şekil 4.17 : Pamuk örme çok fikse sarı baskı pasta dilimi grafiği.....	68
Şekil 4.18 : Az fikseli beyaz baskılı viskon/likra kumaşların pasta grafiği.....	69
Şekil 4.19 : Viskon/likra az fikse beyaz baskı ana etkiler grafiği.....	70

Şekil 4.20 : Viskon/likra az fikseli siyah baskılı numunelerin pasta dilimi resmi.....	71
Şekil 4.21 : Viskon/likra az fikse siyah baskı ana etkiler grafiği.....	71
Şekil 4.22 : Beyaz zemin kırmızı baskı viskon/likra kumaş pasta grafiği.....	73
Şekil 4.23 : Siyah zemin kırmızı baskı viskon/likra kumaş pasta grafiği.....	74
Şekil 4.24 : Pamuk dokuma az fikse kırmızı baskı pasta dilimi grafiği.....	75
Şekil 4.25 : Çok fikseli sarı baskılı pamuk dokuma kumaşların pasta dilim grafiği..	76
Şekil 4.26 : Su miktarı farkını gösteren çorap numuneleri.....	77
Şekil 5.1 : Beş litre su farkının çorap üzerindeki etkisi.....	81
Şekil 5.2 : Su miktarı farkını gösteren sarı baskılı pamuk örme numuneler.....	81
Ek A :	91
Ek B.1 :	92
Ek B.2 :	93

ÇAMAŞIR MAKİNELERİNDE YIKAMANIN ETKİLERİNİ GÖSTEREBİLECEK TEST STANDARDI GELİŞTİRME

ÖZET

Beyaz eşya sektörünün önemli bir bölümünü teşkil eden çamaşır makinelerinin günümüzde yıkama performansı sınıfları çoğunlukla A sınıfı düzeyindedir, ancak her makinenin yıkama süresi, yıkama sıcaklığı ve çamaşırlara verdiği mekanik etki oranı farklıdır. Makineler daha az enerji harcayan ve böylece dünya kaynaklarını daha az tüketen cihazlar haline gelirken, yıkama performansı deklarasyonu bir rekabet kıstası olmaktan çıkmıştır. Bu nedenle, pazara sunulan ürünlerin rekabet edebilirliklerinin artırılması amacıyla, ürünler üzerinde ek özellikler (özel tekstil programları, kısa süreli programlar) sunulmaya başlanmıştır. Kazandırılan bu özellikler, “yıkama performansını artırıyor ve tekstil hasarlanmalarını azaltıyor” söylemleriyle desteklenmektedir. Tam otomatik çamaşır makinelerinde yıkanma esnasında, çamaşırlarda görülen değişimler, artık beyaz eşya sektöründe bir rekabet unsuru haline gelmiştir.

Bilindiği gibi komple bir yıkama işleminde, tekstil malzemeleri üzerine etkiyen beş önemli faktör bulunmaktadır. Bu faktörler sıcaklık, mekanik etki, su miktarı, kimyasal etki ve yıkama süresidir. Bu etkiler sonucunda tekstil malzemeleri üzerinde doğal olarak birtakım yıpranmalar görülür. Farklı çamaşır makineleri giysileri farklı yıkama parametrelerine sahip programlarda ve farklı yapıdaki tamburlarda yıkamaktadır. Bu nedenle yıkamaların çamaşırlar üzerindeki etkileri de farklı farklı olmaktadır. Yıkama performansının bir pazarlama unsuru olmaktan çıktığı ve makinelerin enerji ve su tüketimlerinin limitlere ulaştığı düşünüldüğünde, birçok beyaz eşya firmasının tekstil ürünlerini daha çok koruyacak programlar hazırlaması; makine ve programlar üzerine patentler, sertifikalar alması ve bu ticari yarışta tekstil hasarlanmasını azaltmayı bir pazarlama unsuru olarak kullanması rekabet gücünü artırmaktadır.

Yıkama esnasında çamaşır makinelerinin tekstil malzemelerine verebileceği hasarların ölçülebilmesi ve bu anlamda çamaşır makinelerinin yıkama esnasında tekstil ürünleri üzerindeki etkilerinin düzeyi bakımından kıyaslanabilmeleri amacıyla yapılan çalışmalar EMPA önderliğinde gelişmeye devam etmekte, patentler alınmakta ve standarda yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Ancak geliştirilen test metotları ve test numuneleri, her yıkama parametresine karşı hassas değildir ve uzun yıkamalar gerektirmektedir. Yalnızca mekanik harekete karşı hassas numuneler ile farklı programlar kıyaslanmaktadır. Bu numunelerden biri sürtünmeye ve mekanik harekete karşı hassas olan iplik kaybı numunesidir. Sıcaklık artışından etkilenmeyecek bir numunedir. Çok gevşek dokunmuş olan bu numune, normal hayatta kullanılabilecek bir kumaş özelliği taşımamaktadır. Bu dezavantajın yanında oldukça uzun yıkamalar sonucu programlar ayırt edilebilmektedir. Örnek olarak mukavemet kaybı numunesini ile programların ayırt edilebilmesi için 25 ya da 50 yıkama yapılması gerekmektedir. Bu dezavantajların ortadan kaldırılarak birçok

yıkama parametresine birden hassas olan numune veya numuneler ile yıkama programlarının kısa sürede, pratik ve ekonomik şekilde ayırt edilebilmesi için bu proje gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, baskı sökülmesinin veya bunun yanında boncuklanma etkisinin gösterge olarak kullanılabilceği, birçok yıkama faktörüne ya da tüm yıkama faktörlerine karşı hassas olabilecek ve ileride tekstil standartlarına dahil edilebilecek test numuneleri geliştirilmiştir

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerin ilk kısmında pazarda hazır satılmakta olan birtakım kumaşlar alınmış ve ayrıca yıkama sırasında çok şekil değiştirip esneyebilecek viskon/likra içerikli örme kumaşlar üzerine de baskı işlemi uygulanarak uygun numunelerde baskı sökülmesi, boncuklanma, renk kaybı gibi etkilere bakılmıştır. Bu aşamada programların farkını ayırt edebileceği düşünölen kumaşlar seçilmiş ve deneysel çalışmaların ikinci kısmında tekrarlı sonuç verebilecek son ürünlerin elde edilmesi için geliştirme aşamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın son kısmında, bir deney tasarımı oluşturulup 34 farklı koşulda beşer adet yıkama yapılarak, farklı yıkama parametrelerinin ana etkileri ve birbirleri ile etkileşimleri analiz edilmiştir. Analiz sonucu, tek adet test numunesi ile bütün yıkama parametrelerinin az ve çok seviyelerinin kumaşlar üzerindeki etkileri bakımından farkı homojen şekilde ölçölebilmştir. Beyaz renkli viskon/likra kumaş üzerinde siyah renkli baskıdan oluşan bu numune ile sıcaklık, süre, mekanik hareket oranı ve su miktarı parametrelerindeki değişiklikler belli hassasiyetlerde ölçölebilmştir.

Analiz sonuçlarından elde edilen diğer bir sonuç ise iki adet farklı baskılı numunenin sıcaklık ve süre ile mekanik hareket ve su miktarı etkilerine hassas olmasıdır. Bu sayede beyaz baskılı siyah renkli viskon/likra kumaş ile sarı renk baskılı siyah renkli pamuk örme kumaşlar kullanılarak daha hassas ölçömlerin yapılabilmesi ve tüm yıkama parametrelerinin az ve çok seviyelerinin ölçölebileceği bir metot oluşturulabilmesidir.

Çalışmanın ilk aşamasında piyasadan hazır alınarak testlere başlanan çorap numunesi, çalışmalar kapsamında geliştirilmiş ve üretilmiştir. Son aşamada elde edilen çorap numuneleri özel olarak su miktarındaki değişime karşı oldukça hassas sonuçlar vermiştir. Çorap numuneleri ile de görsel olarak istisnasız beş litrelik yıkama suyu miktarı ayırt edilebilmiştir.

DEVELOPING TEST STANDARD TO ASSESS THE EFFECTS OF WASHING IN WASHING MACHINES

SUMMARY

Recently, washing performance of washing machines has been in the same range of level, but washing effects on textile materials differ from machine to machine. By the researches on decreasing the electrical consumption of machines, washing performance of washing machines has become a common property for all machines. Therefore, in order to market their products, manufacturers of washing machines change their tendency to the effects of washing processes on textile materials.

As it is known in the art, mechanical movement, temperature of water, chemical effects of washing process, water quantity and also the washing time affects textile materials in a bad way during washing. The ratio of mechanical movement, temperature range, washing time and the structure of washing machines, change from brand to brand. Therefore, the effects of washing process change on different machines. Thus, machine manufacturers try to produce machines washing more gently and to market their products in that way. For this reason, there should be a standard testing method of washing machines all over the world.

EMPA is a leader one in the world that is developing new test equipments and methods to assess the severity of washing conditions. Moreover, different companies try to develop such kind of testing equipments and try to patent their technologies and methods. Although the researches continue, there still does not exist a perfect testing equipment and method to assess the severity of washing process fast and exactly. Some of the testing equipment of EMPA institute are only sensitive to the mechanical movement rate of the tub of the machine. One of those fabrics is EMPA 304 in which effects of washing is measured by yarn lose but this fabric is not affected by temperature change. There is also a control fabric to assess the breaking strength loss but one of the disadvantages of those fabrics is the need of washing 25 or 50 times. In order to be able to create testing equipment that is sensitive to all the parameters of washing at the same time and create a practical and economical testing method to differentiate different washing programmes by using the effects on studied textile materials as indicators, this thesis study is established. Regarding this aim, by using the print loss and pilling as indicators, testing fabrics that can be filed as an international testing standard in the future, can be used to assess the differences of all the washing parameters in the same testing equipment.

For the aim of the thesis studies, at first different textile structures containing different kinds of fibers are bought from the market. Knitted fabrics are more flexible and can be deformed by washing easier than woven fabrics. Furthermore, fabrics containing viscose fibers can be easily affected by washing because of fiber properties. Therefore, at the beginning, fabrics containing viscose fibers are printed and all fabrics are washed in order to choose the useful fabrics for the aim of the thesis by measuring color loss, degree of pilling formation and print loss. Then, some

fabrics are chosen for further development and different kinds of fiber and print types are tested in the testing conditions whose washing parameters borders are limited more.

During the development processes, some printed fabrics are eliminated and chosen fabrics are tested in a design of experiments. By that design of experiments, 34 different kinds of testing conditions are established and not only the main effects of washing parameters are assessed, but also the interactions between those parameters are assessed. At the end of experiments, there are two different testing equipments regarding the aim of the work on the hand.

By using viscose/lycra containing fabrics printed black are used as a unique testing equipment which shows the changes of washing parameters in a homogeneous distribution.

By using the yellow printed cotton fabric and white printed viscose/lycra containing fabrics, the changes on washing temperature, water quantity, mechanical action level and washing time can be assessed in a sensitive way.

Furthermore, socks knitted from 65, 32, 3 % Polyester, Nylon, Lycra containing yarns can be used to differentiate the water quantity change that is 5 liters.

To sum up, by only one fabric or by a group of fabric, changes on washing parameters can be differentiated and different washing conditions could be compared.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Beyaz eşya sektörünün önemli bir kısmını teşkil eden çamaşır makinelerinin yıkama performansları günümüzde genellikle A sınıfındadır. Bu nedenle, bu sektörde rekabet edebilmek ve güçlü olabilmek için üreticiler daha az enerji tüketen ya da daha özel programlar içeren ve tekstil malzemelerini daha az hasarlandıran çamaşır makineleri üretmeye başlamıştır. Tambur formu gibi makine yapısında ya da sıcaklık, mekanik hareket oranı gibi yıkama parametrelerinde gerçekleştirilen değişiklikler sayesinde üreticiler tekstil ürünlerini daha çok koruyacak yıkama programları ve makineler geliştirmişlerdir.

Bilindiği gibi bir yıkama işleminde tekstil malzemeleri üzerinde etkin beş adet unsur bulunmaktadır. Bu etkenler kimyasal etki, mekanik etki, sıcaklık, su miktarı ve süredir. Bu faktörler, tekrarlı yıkama işlemleri uygulandığında tekstil ürünleri üzerinde birtakım yıpranmalara neden olabilmektedir.. Farklı marka çamaşır makinelerinin ya da farklı yıkama programlarının bu tekstil ürünleri üzerindeki etkileri ise farklı olmaktadır. Bunun nedeni farklı yapıdaki ve hacimdeki tamburların farklı süreler boyunca döndürülmesi, farklı sıcaklıklarda yıkama yapılması, yıkama suyu miktarlarının farklı olması, deterjan miktarının oranı ya da yıkama sürelerinin farklı olmasıdır. Bu bağlamda çamaşır makinelerinin ya da farklı yıkama programlarının, yıkama sonucu tekstil ürünleri üzerindeki etkileri bakımından birbirleri ile kıyaslanabilmeleri için çeşitli enstitü ve firmalar referans olabilecek ve belli çalışmalar sonucunda standart bir test numunesi haline gelebilecek test kumaşları geliştirmektedirler. İsviçre'deki EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs und Forschungsanstalt) Test Malzemeleri Şirketi bu konuda öncü denilebilecek ve yıkama sonucu tekstil malzemelerinde görülebilecek farklı değişimlere karşı hassas test bezleri üreten ve geliştiren bir firmadır. Ancak mevcut test malzemeleri ile tüm yıkama parametrelerine karşı hassas ölçüm yapılamamaktadır. Bunun yanında, hassas ölçüm yapılabilmesi için uzun yıkamalar gerekmekte ve numune maliyetleri yüksektir. Örnek olarak mukavemet kaybının ölçüldüğü kontrol kumaşı ile 25 ya da

50 adet yıkama yapılmak zorundadır. Ayrıca EMPA 'nın geliştirdiği ve ileride Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) standardına dahil edilmesi düşünülen iplik kaybı numunesi, yalnızca mekanik hareket seviyesindeki değişime ve bunu dolaylı olarak etkileyen yıkama süresine bağlıdır. Bu kumaş sıcaklık değişiminden etkilenmemektedir.

“Miele” firması özel bir tambur formuna sahip bir çamaşır makinesi ile giysileri daha çok koruyarak yıkadığı iddiasını, Almanya’da bulunan WFK Test Malzemeleri Şirketi’ nin (WFK) onayladığı bir sertifika ile korumaktadır. WFK, bu sertifikayı sağlarken, referans olabilecek birtakım test kumaşları ile yıkamalar yapmakta ve tekstil ürünleri üzerinde yıkama sırasında görülebilecek değişimleri ölçmektedir.

Tekstil ürünlerinde yıkama sonucu kopma, yırtılma gibi mukavemet kaybı değişimini ölçme yöntemi ile yıkama şiddetini derecelendirebilme olanağı sağlayan WFK’ nın ürettiği mukavemet kumaşı ile de 25 ya da 50 adet yıkama sonucunda yıkama programının tekstil ürünleri üzerindeki etkisi ölçülebilir. Bu nedenle testin gerçekleştirilebilmesi için uzun süre, kaynak ve malzeme gereklidir.

Mevcut durumda, her yıkama parametresine karşı hassasiyeti olmayan ve çok sayıda yıkama yapılması zorunluluğu doğuran test numunelerinin varlığı, farklı programların tekstil yıpranması bakımından kıyaslanabilmesini güçleştirmekte ve yeterli sonuç vermemektedir. Tüm yıkama parametrelerine aynı ekipman üzerinde hassasiyetin yakalandığı bir test numunesi ya da test numuneleri ile daha az sayıda yıkama sonucu, farklı yıkama programlarının ayırt edilebilmesini sağlayacak ve ileride test standardı haline gelebilecek bir test ekipmanı ve test metodu oluşturmak, bu tez çalışmasının amacıdır. Böylece, yıkama sırasında test numuneleri üzerinde meydana gelecek baskı sökülmesi, boncuklanma gibi yıpranmalar, indikatör olarak kullanılarak, tüm yıkama parametrelerine karşı hassas test numuneleri ile beş adet yıkama sonunda farklı marka çamaşır makinelerinin ya da farklı yıkama programlarının, yıkama sırasında çamaşırları yıprandırma oranları belirlenebilecektir.

1.2 Literatür Özeti

1.2.1 Tekstil malzemeleri

Tekstil ürünleri, son haline ulaşmadan önce birtakım formlarda bulunur ve bazı işlemlerden geçerek kumaş ve giysi formuna ulaşır. Tekstil yapıları aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Lif
- İplik
- Kumaş
- Giysi [1].

Tekstil malzemeleri giysi haline gelmeden önce kumaş formundadır. Kumaşlar, direkt olarak liflerin ya da ipliklerin birleştirilmesi ile üretilir. Elde edilen kumaşlar sonradan boyanabilir veya daha iplik ya da lif halinde iken boyanmış olabilir. Kumaşların üzerine buruşmazlık, alev almazlık gibi performans sağlayabilecek ya da tüylendirme gibi şeftali tüyü görsel efekti sağlayabilecek bitim işlemleri uygulanabilir. Giysi haline dönüşmek için serim, kesim ve dikim gibi konfeksiyon işlemlerinden geçirilecek kumaşların üzerine daha önce baskı da uygulanıp renklendirme işlemleri gerçekleştirilebilir.

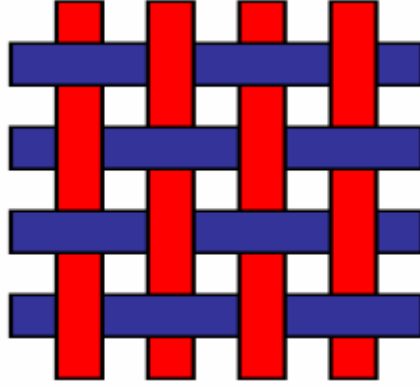
Prof. Dr. Emel ÖNDER'in ders notlarında belirttiği gibi tekstil kumaş yapıları aşağıdaki gibi listelenebilir [1]:

1.2.2 İpliklerin kesişmesi ve bağlantı yapması yolu ile elde edilenler

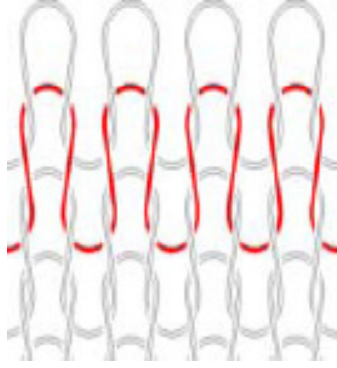
İpliklerin kesişmesi ya da bağlantı yapması yolu ile elde edilen kumaş yapıları dörde ayrılır:

- Dokuma
- Örme
- Dantel
- Tığ

En temel ve geleneksel tekstilleri içeren gruptur. Tasarımcıya pek çok yol ile kumaşı kontrol etme şansı sunar. Aşağıda temel dokuma ve örme kumaş yapılarının resimleri görülmektedir [1].



Şekil 1.1 : Bez ayağı dokuma yapısı [1]



Şekil 1.2 : Süprem örme [1]

1.2.3 İpliklerin bağlantı yapmadığı dokular

İplikler bir yüzey halinde bağlantı yapmaksızın dizilmektedir. Yapıştırma iplik yüzeyleri oluşturulur [1].

1.2.4 Lif topluluklarının oluşturduğu dokular

Tek tek lifler ya da filamentler bir tülbent formunda düzenlenirler ve çeşitli yöntemlerle bir araya getirilirler. Bu yöntem ile elde edilen kumaşlar:

- İğneli Keçe
- Su Jetli Keçe
- Yapıştırılmış filament lifli keçe
- Yün keçedir [1].

1.2.5 Lifli tabakalar

Bu kategoride:

- Deri
- Kağıt

bulunur [1].

1.2.6 Lifli olmayan yüzeyler

Bu kategoride bulunan tekstil yüzeyleri aşağıda sıralanmıştır:

- Plastik Film
- Kauçuk Yüzeyler
- Köpük Yüzeyler [1].

1.3 Yıkamanın Tekstil Malzemeleri Üzerindeki Etkileri

Tekstil malzemelerinin temizlenmesinde, kumaş yapısı ve kir tipinin yanında yıkama parametreleri de etkilidir. Bu parametreler mekanik karıştırma oranı, su sıcaklığı, kirin sökülmesine ve suda çözünmesine yardımcı olan katkı kimyasalları ve yıkama süresidir [2].

Mekanik hareket oranı ya da sıcaklık gibi yıkama parametrelerinde meydana gelecek artış ile tekstil malzemelerinin temizlenme oranı artar iken, kumaşlar üzerindeki aşındırma etkisi de artış gösterecektir. Bu nedenle farklı yıkama programları ve çamaşır makineleri tekstil malzemeleri üzerinde farklı etkilere neden olacaktır.

Yıkama sırasında ve sonrasında kumaşlar ve lifler üzerinde kimyasal ve fiziksel birtakım değişimler görülür. Bu etkiler birbirinden farklı olmalarının yanında, birbirlerini etkiler niteliktedir. Kimyasal etkiler sonucu liflerin mukavemeti düşer ve bu da liflerin iplikleri, ipliklerin de kumaşı oluşturması nedeni ile kumaşın mukavemetinin düşmesine neden olur.

Bilindiği gibi, lifler polimer zincirlerden meydana gelir. Johansson ve Somasundaran (2007), liflerde yıkama ile meydana gelen hasarları incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre depolimerizasyon sonucu polimer zincirlerde hasar meydana gelir ve liflerin mukavemeti zayıflamaya başlar. Tekstil liflerinde bulunan bu polimer zincirlerde

suyun absorplanmasını sağlayan, boyar maddeler ve bitim işlemlerinde kullanılan kimyasallar ile bağ oluşturulmasını sağlayan reaktif gruplar bulunur. Bu reaktif gruplar, güneş ışığı, kir, yıkama ve temizleme ürünleri tarafından saldırıya uğrarlar ve liflerin mukavemetinin zayıflamasına neden olurlar. Ayrıca bu etkileşim, bağ kurulan boyar maddeler ve aprelerde bulunan kimyasalların liften uzaklaşmasına neden olur. Liflerde bulunan polimer zincirler arasında çapraz bağlar bulunur. Bu çapraz bağlar tekrarlı yıkamalar sonunda ya da saldırgan deterjanlar ile muamele sonucu koparlar. Özellikle elastan liflerde meydana gelecek kopmalarda, lifler elastikiyetini kaybeder. Genellikle tekstil liflerinin camsı geçiş sıcaklığı 70 °C civarındır. Bu sıcaklığın üzerinde yapılan yıkamalarda liflerde geri dönüşü mümkün olmayan değişimler ve hasarlanmalar meydana gelebilir [2].

İplikleri ve kumaşları oluşturan liflerin daha önce bahsedilen kimyasal değişimlerinden başka, suyun şişirme etkisi, mekanik hareket ve sıcaklık gibi etkiler nedeniyle birtakım fiziksel değişimleri de görülür. Bu değişimler, kumaşların boyutsal ve görünümsel özelliklerinde değişim ile sonuçlanır.

Kimyasal ve fiziksel etkiler sonucu liflerde ve dolayısı ile kumaşlarda birtakım görünümsel ve yapısal değişiklikler meydana gelir. Meydana gelebilecek yüzeysel bozulmalar ve boyutsal değişiklikler ilerleyen bölümde daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

1.3.1 Boncuklanma

Boncuk, kumaş yüzeyinin üzerinde ucu çengel oluşturan lifler tarafından birbirine dolanmış lif topağının tutulmasıyla meydana gelir. Bu problem 1980'li yıllarda yüksek mukavemetli ve düşük incelikteki polyester liflerinin gelişmesiyle daha belirgin hale gelmiştir. Bu boncuklar kumaşların birbirine veya farklı yüzeylere sürtünmesiyle ortaya çıkar. Boncuklanmanın ortaya çıkması için stapel liflerden eğrilmiş iplikler ve liflerin kumaş yüzeyine kolay ulaşabilmesine izin verebilecek kadar gevşek dokunmuş kumaşlar kullanılmalıdır. Lifi kumaş yüzeyine ulaşabilmesinde lif ve iplik parametreleri, eğrilme yöntemleri, kumaş dokuma yapısı ve kumaşa uygulanan bitim işlemleri etkilidir [3].

Boncuklanma mekanizması dört aşamada açıklanır:

1. Kumaş yüzeyinde tüylülük oluşumu

2. Kumaş yüzeyinde oluşan tüylerin birbirine dolaşması
3. Bu dolaşan bölgelerin yoğunlaşarak küçük boncuklar oluşturmaları
4. Boncukların dökülmeleri [3].

Tüyenme genellikle giysilerin ceplerinde, yakalarında düşük miktarda aşınma ile meydana gelir.

Boncuklanma miktarı üzerinde etkili birçok faktör vardır. Kumaşlar üzerine etkiyen sürtünme ve aşınma gibi dış etkilerin yanında tekstil parametreleri de boncuklanma üzerinde büyük öneme sahiptir.

Kumaşlarda tüylülük oluşumuna farklı liflerin etkisini gözlemlemek için gerçekleştirilen testlerde altı farklı lif seçilmiş ve bunların kumaşın tüyenmesi üzerindeki etkileri karşılaştırılmış [3].

Çizelge 1.1 : Farklı liflerin tüyenme oluşturma yatkınlıkları [3]

Farklı Liflerin Tüyenme Oluşturma Yatkınlıkları		
Lif	Kopma Mukavemeti (g/den)	Tüy (mg)
Naylon	4,5	6
Viskoz	2,6	4,4
Dakron	3,9	3,1
Orlon	2,2	3,1
Yün	1,4	0,4
Asetat	1,4	0,4

Çizelgede görüldüğü üzere düşük mukavemete sahip yün ve asetat liflerinden oluşan kumaş, tüyenme açısından en düşük eğilimi göstermiştir. Ancak Dakron (PET), viskozdan daha yüksek mukavemete sahip olmasına karşın daha düşük tüyenme eğilimi göstermiştir. Bunun nedeni, mukavemetin tek başına boncuklanma üzerinde etkili olmamasıdır [3].

Lifler arası sürtünme liflerin kumaşın yüzeyine çıkabilmesinde en önemli parametrelerden biridir. Naylonun lifler arası sürtünmesi çok azdır ve lifler kolaylıkla kumaş yüzeyine çıkabilirler. Ayrıca liflerin sertliği de etkili bir parametredir ve lif modülü olarak ele alınabilir. Naylonun sertliği düşüktür ve bütün bu etkenler sonucunda naylon yüksek miktarda tüylülük oluşturur [3].

İpliğin inceliğinin boncuklanma miktarı üzerindeki etkisinin incelendiği Richards'ın (1962) çalışmasında, bütün kumaş ve iplik parametreleri sabit tutulduğunda ipliğin inceliğiyle boncuklanmanın artış göstereceği iddia edilmiştir [3].

Göktepe'nin (2002) çalışmasına göre ise iplik numarası değişken faktör olarak ele alındığında, farklı kalınlıkta iplikler ile dokunan kumaşlarda, boncuklanma oranı bakımından boncuklanma kutusu ve boncuklanma tamburu ölçümlerinde herhangi bir farklılık görülmezken Martindale ile yapılan ölçümlerde iplikler kalınlaştıkça boncuklaşmanın arttığı görülmüş [4].

Literatürdeki çalışmalarda ortak olarak görülen ise iplik büküm faktörünün artması ile boncuklanma eğiliminin düşmesidir. Büküm sayısı fazlaştıkça liflerin kumaş yüzeyine ulaşabilmeleri zorlaşmakta ve tek katlı ya da çok katlı ipliklerde boncuklanma oranı düşmektedir.

Shakankery, Kulkarni'nin yaptığı çalışmalar sonunda, bez ayağı kumaşın yerine daha çok örtme faktörüne sahip kumaşların kullanılması ile boncuklanmanın düşeceği iddiasını belirtmiştir [3].

Shakankery'nin belirttiği, Vermys 'in çalışmasına göre, kumaşlara uygulanan bitim işlemleri boncuklanma üzerinde diğer faktörlerden daha büyük rol oynamaktadır. Liflerin iplik içerisinde kalmasına ve yüzeyden tüylerin uzaklaşmasına neden olan bitim işlemleri boncuklanmayı azaltıcı yönde etkimektedir [3].

Candan ve diğerleri (2000), ring ve open-end ipliklerden örülmüş süprem ve lakost deseninde kumaşları 2 hafta boyunca standart atmosferik koşullarda kuru rahatlamaya bırakmışlar ve sonrasında bu kumaşlara yıkama ve kurutma işlemlerini uygulamışlardır. Böylece, üretim esnasında kumaşlarda biriken gerilimin daha sonra kumaşın gördüğü işlemler sonucu azalması ile meydana gelen boyutsal çekmenin tamamlanmasını sağlamışlar ve bu kumaşlardaki boncuklanma oluşumunu incelemişlerdir [5].

Boncuklanma ölçümü sonucunda open-end ipliklerden üretilmiş kumaşların ring ipliklerden üretilmiş olanlara göre daha az boncuklanma oluşturduğunu gözlemlemişler. Bunun nedenini ise daha kompakt bir yapıya sahip olan ring ipliklerin, gevşekçe sarılmış liflerden oluşan open-end ipliklere göre hav dayanımının daha yüksek olmasına dayandırmaktadırlar [5].

Ortlek ve Onal (2007) çalışmalarında, dört çeşit eğirme yöntemine göre elde edilmiş iplikleri boncuklanma oluşturmaları bakımından kıyaslamışlar ve Ring>Kompakt>OE>Vortex boncuklanma eğilimi sırasını oluşturmuşlardır. OE ipliklerin kuşak gibi sarılmış liflere sahip olmalarına rağmen vortex ipliklerden daha kötü boncuklanma dayanımına sahip olmalarının nedenini, vortex eğrilmiş ipliklerde daha uzun sarılmış lif bölgelerinin olmasına bağlamışlardır. Deneysel çalışmalar sonunda boyanmamış vortex ipliklerin, boyanmış olanlara göre daha fazla boncuklaşma meydana getireceğini vurgulamışlardır. Bunun nedenini ipliğin sıkı şekilde paketlenmesi olarak belirtmişlerdir. Tüylülük indeks değerleri ve boncuklanma değerlerinin birbirine paralellik gösterdiğini ve ipliğin yüzeyi ne kadar tüylüyse iplikte o kadar çok boncuklanma meydana geldiğini vurgulamışlardır [6].

1.3.2 Baskı sökülmesi

Pigment baskıcılık en basit ve eski yöntemlerden biri olmasına karşın, tekstil malzemelerine en çok uygulanan baskı yöntemidir. Son 10-15 yıl içerisindeki pazar eğilimlerine baktığımızda pigment boyarmaddelerin toplam dünya pazarının %46'sını içerdiği görülür.

Pigment baskının esaslı suda çözünmeyen ve tekstil liflerine karşı afinitesi olmayan renkli pigmentlerin binderler yardımıyla lif yüzeyine bağlanmasına dayanır. Baskı ve kurutma işlemlerinden sonra yapılan fiksaj işlemi ile binderler pigmentleri bir film tabakası ile liflere bağlarlar. Bu nedenle fiksaj işlemi pigmentlerin liflere tutunmasında büyük önem taşır [7].

Pigment boyarmaddelerin kumaşa yapışmasını sağlayan binderler, çeşitli suni reçine ön kondensatları veya polimerizatlarından oluşan, ince kıvamlı, sütümsü görünüşte, sulu dispersiyonlardır. % 40-45 kuru madde içerirler. Binderler monomerlerin polimerizasyonu sonucu elde edilirler. Monomer seçimi, film yumuşaklığı ve viskoelastikiyeti üzerinde önemli rol oynar. Piyasada bulunan genel binder tipleri aşağıda listelenmiştir.

- Akriyat esaslı
- Butadien esaslı
- Poliüretan esaslı

Binderler liflere H-Bağları ve fiziksel adsorpsiyon kuvvetleri ile bağlanırlar. Bazı binderler aynı zamanda reaktif grup da içerdiğinden bu gruplar üzerinden liflere kovalent bağlar ile bağlanırlar. Binderler yüksek ısı ve uygun katalizör ortamında suda çözünmeyen polimer maddelere dönüşürler ve bu şekilde boyarmaddeyi elyafa bağlarlar.

Bu avantajlara rağmen en önemli sorun sürtme haslığıdır. Sürtme haslığının düşük olması çamaşır makinesinde yıkama sırasında mekanik hareket nedeni ile meydana gelebilecek baskı sökölme oranını artıracaktır [7].

Bir pigment baskı patı reçetesinde genel olarak binderler, kıvamlaştırıcılar, köpük kesiciler, emülgatörler, yumuşatıcılar ve çapraz bağlayıcılar yani fiksatorler kullanılır. Fiksatorler, genellikle kendi kendine çapraz bağlanamayan binderler için tercih edilirler. Ancak sentetik lif içeren kumaşlarda olduğu gibi bazı durumlarda kendi kendine çapraz bağlanan binder kullanımı bile pigment baskı haslığının düşük olmasına neden olur. Bu nedenle, istenilen haslık değerlerinin yakalanabilmesi için baskı patına fiksator eklenir [7].

Ancak bu tez çalışmasında istenilen durum, baskıların belirli koşullarda çabuk bir şekilde sökölüp yıkama şiddetini gösterebilmesidir. Bu nedenle hazırlanan baskı reçetelerinde fiksator kullanılmamıştır.

Kabartma baskı tekniği ile elde edilen mamullerin, baskı yüksekliğinin artması ve baskının şişmesi nedeni ile yıkama ve sürtme haslıkları oldukça düşüktür. Kabartma oranı arttıkça, yükseklik ve şişkinlik artacağı için haslıklar azalmaktadır [8].

Kabartma maddesi izobütan ve polivinildenklorit maddelerinden meydana gelir. Çok küçük boyutlarda olan mikro kapsülden meydana geldiğinden baskının uygulanması ve patın akışı sırasında herhangi bir zararı olmaz. Fiske sırasında ısı ile genişleyerek baskının kabarmasını sağlar [8].

Pigment baskıda sürtme haslığı üzerinde parçacık büyüklüğünün, şeklinin ve sertliğinin büyük önemi vardır [7]. Bu nedenle hazırlanan baskılar içerisinde kabartma efekti sağlanmış pigment baskılar da gerçekleştirilmiştir. Kabartma efekti ile baskıların yükselmesi sağlanmış ve makine içerisindeki mekanik hareketten daha kolay etkilenmesi düşünülmüştür.

1.3.3 Çekme

Giysiler, yıkama gibi ıslak işlem ve kurutma gibi ısı işlem gördüklerinde, boyutsal olarak küçülürler. Bu küçülme belirli bir oranda meydana gelir ve bir süre sonra azalır. Küçülme ile iplikler birbirine daha çok yaklaşır ve kumaş sıkılaşır. Giysilerde meydana gelen bu boyutsal olarak küçülme olayına çekme denir.

Kumaşlarda çekmenin farklı nedenleri vardır ve bu nedenler göz önünde bulundurularak çekme dörde ayrılabilir.

- i. Liflerin şişmesi nedeni ile meydana gelen çekme
- ii. Keçeleşme ile meydana gelen çekme
- iii. Stres azalması ile meydana gelen çekme
- iv. Sıcaklık ile sentetik liflerde meydana gelen çekme

Giysiler ve kumaşlar yıkama gibi ıslak işlem gördüklerinde, liflerde şişme meydana gelir. Bu şişme sonucu liflerin çapı artar. Ancak bu çap artışı sonucu ipliklerin çapı artmaz. Çünkü iplikler bükümlü ve sabit yapıdadır. Bu nedenle iplikler kasılır ve boyca küçülür, ancak kumaşların kuruması esnasında iplikler eski hallerine sürtünme ve sıkışma nedeniyle dönemezler. Böylece kumaşlarda çekme meydana gelir.

Keçeleşme tipi çekme, yün gibi pulcuklu liflerden oluşan giysilerde meydana gelir. Mekanik hareketin artması ile lifler birbirine pulcuklar sayesinde dolanır ve kumaş içerisine doğru yönelirler. Böylece kumaşta küçülme meydana gelir. Keçeleşmenin geri dönüşü yoktur.

Stres azalması tipi çekme, kumaşlarda üretim esnasında ipliklere etkiyen kuvvetlerden dolayı biriken gerilmenin, giysinin bakımı sırasında azalması ile meydana gelir.

Sıcaklık ile liflerin küçülmesi sonucu meydana gelen çekme, sentetik liflere özgüdür. Liflerin camsı geçiş sıcaklığı genellikle 70 °C civarındadır. Bu sıcaklık değerinin üzerinde liflerde meydana gelecek değişimler kalıcı olabilir [9].

L. Onal ve C. Candan, pamuk ve pamuk/polyester karışımı lifler içeren, farklı yapıda ipliklerden ve farklı kumaş sıklıklarından oluşan üç ayrı süprem kumaşı tekrarlı yıkama ve kurutma işlemlerine tabi tutmuşlardır ve işlemler sonunda boyutsal değişimi ölçmüşler. Open end iplikler, ring ipliklere göre daha esnek, düzgün ve

hacimli oldukları için bu tür ipliklerden üretilmiş kumaşlar daha az çekmektedir. Ayrıca daha sıkı örülen kumaşlarda enine çekme daha fazladır [10].

1.3.4 Kumaş kopma mukavemeti

Giysiler, son kullanım amaçları doğrultusunda birtakım özelliklere sahip olmalıdırlar. Kumaşlar, iç giyim ve günlük giyim haricinde, koruma ve iş giysilerinde, mobilya kaplamalarında ve teknik tekstil ürünlerinde kullanılırlar. Bu kadar geniş kullanım alanına sahip olmak, giysilerin ömürleri boyunca farklı yönlerde ve boyutlarda kuvvet etkileri altında kalacaklarını belirtir [11].

Tekstil ürünlerinin üretimlerinden sonra gördükleri en sık bakım işlemi yıkamadır. Ancak, yıkama işlemleri daha önce bahsedilen mekanik, termal ve kimyasal birtakım etkiler sonucu kumaşları yıpratır. Bu yıpranma sonucunda kumaşlarda performans kaybı yaşanır [12].

Kumaş kopma mukavemeti, dokuma kumaşlar ve bazı ince nonwoven kumaşlar için test edilebilir.

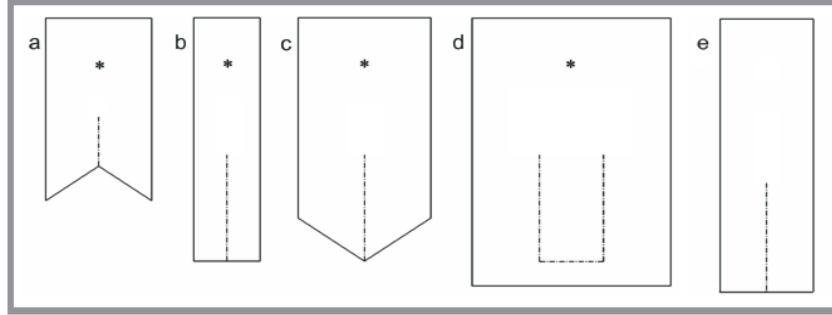
Shurkian, Amirbayat ve Gong, pamuk/polyester karışımı ipliklerden oluşan gömleklik kumaşların bir kısmını buruşmazlık dayanımı için reçine ile muamele etmişler ve diğer kısmına ise herhangi bir işlem uygulamamışlar. Bu iki kumaşa tekrarlı olarak yıkama işlemleri uygulayıp, yıkamanın kumaşların fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişler. Kopma mukavemeti açısından bakıldığında, tekrarlı yıkama ile mukavemet düşmektedir. Buruşmazlık apresi uygulanmış kumaşın mukavemet değerleri, uygulanmamış kumaşa nazaran daha düşük çıkmıştır. Kopma uzaması açısından değerlendirildiğinde, kumaşın ıslak ve kuru koşullarda mekanik harekete maruz kalıp yumuşaması ve rahatlaması sonucu kopma uzaması 10. yıkamaya kadar hızlı artış göstermiş ve 10. yıkamadan sonra yavaşlayarak dengeye oturmuş [12].

1.3.5 Kumaş yırtılma mukavemeti

Üniformalar ve özellikle koruyucu giysiler, kullanım amacına hizmet etmeleri düşünüldüğünde, birtakım standartlara uygun özelliklere sahip olmalıdır. Bu özelliklerden biri yüksek mekanik dayanım, özellikle yırtılma ve aşınma dayanımıdır. Yırtılma mukavemeti, bu giysilerin yanında özellikle çadırlarda,

tentelerde, sırt çantalarında, şezlong örtülerinde ve şemsiyelerde kullanılan kumaşların dayanımı bakımından önem kazanır [11].

Dinamik ve statik olmak üzere iki farklı yırtılma kuvveti dayanımı vardır. Bu dayanımlar için standartlarda farklı ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Statik yırtılma dayanımı ölçümü için beş ayrı standart kullanılabilir. Bu standartlarda kullanılan beş farklı test numunesinin resimleri sırası ile şekil 1.3'te görülmektedir [11].



Şekil 1.3 : Farklı standartlarda kullanılan yırtılma testi numuneleri [11]

Dinamik yırtılma dayanımı için bir test metodu mevcuttur. Bu metotta, ana eleman olarak balistik sarkaç içeren bir cihaz kullanılır. Hazırlanan numuneye ani kuvvet uygulanarak yırtılma dayanımı test edilir. Bu test için kullanılan test cihazının resmi aşağıda Şekil 1.4'te görülmektedir [11].



Şekil 1.4 : Elmatear cihazı [11]

Shurkian, Amirbayat ve Gong, pamuk/polyester karışımı ipliklerden oluşan gömleklik kumaşlara tekrarlı yıkama işlemleri uyguladıklarında, atkı yönündeki yırtılma mukavemetinin, çözgü yönündeki yırtılma mukavemetinden daha yüksek çıktığını görmüşler. Bunun nedeni, çözgünün dokuma işlemleri sırasında mukavemetli olmasının istemesinden dolayı, atkı yönünde test yapılırken daha mukavemetli çözgülerin yırtılması ve atkı mukavemet sonucunun yüksek çıkmasıdır. Ayrıca buruşmazlık apresi uygulanmış kumaşta lif ve iplik sürtünmesi daha fazla

olduğu için yırtılma dayanımı azalır. Tekrarlı yıkama sonucunda yırtılma mukavemeti çok olmamakla birlikte düşük eğilimde azalma gösterir [12].

1.3.6 Kumaş patlama mukavemeti

Kullanım ve yıkama sırasında tekstiller germe, dönme, eğilme, kayma ve sıkışma gibi etkilere maruz kalır ve mukavemetleri düşer. Patlama mukavemeti kumaşa çok yönlü uygulanan kuvvete karşı kumaşın dayanımını gösteren bir büyüklüktür. Örne kumaşlarda iplikler birbirini kesmediğinden kopma ve yırtılma mukavemetleri yerine patlama mukavemetine bakılır.

Patlama mukavemeti lif çeşidine, iplik tipine, kumaş konstrüksiyonuna ve apre çeşidine bağlıdır. İplik numarası büyüdükçe patlama mukavemeti artar. Örne kumaşlarda mukavemet düşük, uzama fazladır [13].

2. YIKAMA İLE MEYDANA GELEN TEKSTİL HASARLANMASININ TEST YÖNTEMLERİ VE NUMUNELERİ

Hazır giyim ürünleri, son müşteriye ulaştıktan sonra yıkama, kuru temizleme, ıslak temizleme ve ütüleme gibi birtakım bakım işlemleri görürler. Yıkama işlemi ise, giysilere en çok uygulanan ve kumaşlar üzerinde kuru temizleme ve ıslak temizlemeye göre daha çok etkili olan bakım işlemidir. Bu nedenle yıkama işleminin tekstil malzemeleri üzerinde yukarıda bahsedilen etkileri önem kazanır.

2000’li yılların başlarına kadar, çamaşır makinesi üreticilerinin rekabet alanında fark yaratma çabaları sonucu çamaşır makinelerinin su, enerji tüketimleri ve yıkama performansları birtakım limitlere ulaşmıştır. Bu nedenle üreticiler, tüketiciler açısından büyük önem taşıyan yıkama sırasında tekstil malzemeleri üzerinde oluşan şekil deformasyonu ve mukavemet kaybı gibi değişimlere daha çok önem vermeye başlamışlar ve çamaşırı daha çok koruyarak yıkayan makineler üretmeye çabalamışlardır.

Üreticiler ve marka sahipleri, çamaşırları daha çok koruyarak yıkayan çamaşır makinelerini nasıl test ederek bu iddialarını koruyacaklardır? Bu soruya cevaben birtakım test enstitüleri ve test malzemeleri şirketleri ve ayrıca üniversiteler, farklı parametrelere sahip yıkama programlarını ve farklı çamaşır makinelerini bu anlamda kıyaslayabilme şansı sağlayacak test numuneleri ve metotları geliştirmeye başlamışlardır.

Bu amaçla birtakım test numuneleri ve yöntemleri ortaya çıkaran ve halen çalışmalarını sürdüren en önemli firmalardan biri İsviçre’de bulunan EMPA’ dır. Geliştirilen numuneler arasında boncuklanma etkisi ile farklı programları ayırt edebilmeyi sağlayan kumaşlar ve metotlar ile yıkama sırasında kumaştan uzaklaşan iplik sayısını ölçerek kıyaslama yapma şansı sağlayan test numuneleri en önemli örnekler arasındadır. Ayrıca farklı programların çamaşırı yıpratma bakımından kıyaslanabilmesini sağlayan, kopma ve yırtılma mukavemetleri ölçüm bezleri de kullanılan önemli örnekler arasındadır.

Bahsedilen şirket ve enstitülerin mevcut ürünleri dışında başka firmalar tarafından başvurusu yapılmış ya da patenti alınmış test numunesi geliştirme çalışmaları da görülmektedir. EMPA tarafından satışı gerçekleştirilen ürünler ile bu ve benzeri diğer firmalar tarafından başvuru ya da patent haline dönmüş başvurularında tariflenen numuneler aşağıda listelenerek daha ayrıntılı açıklanmıştır.

2.1 Empa Test Kumaşları

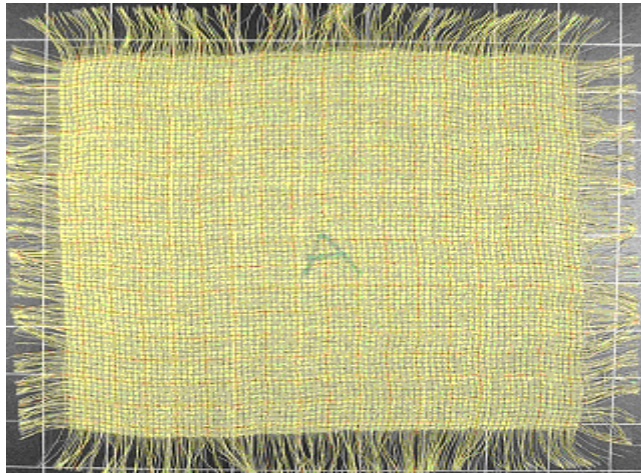
EMPA' nın geliştirdiği test numuneleri ve bu kumaşların ölçülme metotları aşağıda ayrıntılı şekilde tarif edilmiştir. Her ürünün, EMPA tarafından verilmiş 3 basamaklı bir sayı ile belirtilen kodu vardır.

2.1.1 Empa 300-302 mukavemet kumaşları

Üzerinde yeşil çizgiler ile bölgelere ayrılmış, beyaz pamuklu kumaşlardan oluşur. EMPA 300 kumaşı 130 cm x 80 cm boyutlarındadır ve 130 cm x 60 cm boyutlarında olan EMPA 302 kumaşı ağartılmış ve optik beyazlatıcı kullanılmış kumaştır.

Yeşil çizgi ile ayrılmış bölgeler yıkama işlemlerinden sonra kesilerek yırtılma ve kopma mukavemeti testinde kullanılacak şeritler haline getirilir. 1, 25 ve 50 yıkama sonrası ölçümler alınarak yıkama şiddeti değerlendirilir [14].

2.1.2 Empa 304 iplik kaybı kumaşı



Şekil 2.1 : Poliamid iplik kaybı kumaşı [14]

Test numunesi yıkanmaya başlamadan önce atkı ya da çözgü olarak 499 adet iplik içermektedir. Her yıkama sonunda test numunesinde kalan iplikler sayılır ve

numuneden ayrılan iplik sayısı belirlenir. Yüzde iplik kaybı miktarı bulunarak mekanik hareketin ve yıkama işleminin şiddeti derecelendirilebilir.

2.1.3 Empa 307 poka-dot kumaşı

Poka Dot kumaşı, üzerinde küçük mavi noktalı pigment baskı içeren poliamid liflerden oluşan dokuma kumaştır.



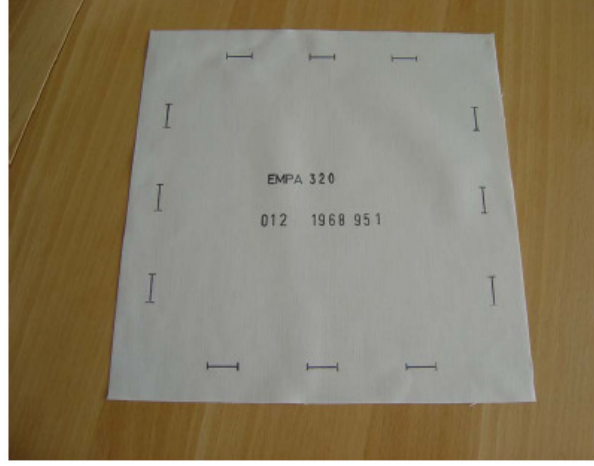
Şekil 2.2 : Poka dot kumaşı [14]

Yıkama sonrasında kumaş üzerinde bulunan pigment baskılar sökülerek zemin renginin ortaya çıkması sağlanır. Spektral fotometre ile renk ölçümü yapılarak, renk değişimi miktarı ile mekanik hareketin etkisi değerlendirilir.

34 cm x 34 cm ve 17 cm x 17 cm boyutlarında iki farklı tipi vardır. Yıkamalar sırasında test dolgu yükleri arasına atılarak test edilebilir [14].

2.1.4 Empa 320 çekme kumaşı

EMPA 320, 30 cm x 30 cm boyutlarında müşteriye sunulan pamuklu çekme kumaşıdır.



Şekil 2.3 : Empa 320 pamuklu çekme kumaşı [14]

Kumaşın üzerinde işaretli noktalar arası, yıkama öncesi ve sonrası ölçülerek, yüzde boyut değişimi hesaplanarak kumaştaki çekme miktarı belirlenir.

2.1.5 Empa 250-255 boncuklanma kumaşları

EMPA 250 Boncuklanma seti içerisinde farklı yapılarda, farklı cins liflerden oluşan kumaşlar ve günlük giysi örnekleri bulunmaktadır. Bir EMPA 250 boncuklanma paketi içerisinde:

- Pembe kumaş % 100 pamuk,
- Beyaz body,
- Bir çift siyah çorap % 98 pamuk % 2 elastan,
- Siyah külot,
- Kırmızı tişört % 98 pamuk, % 5 elastan,
- Puanlı baskılı süprem kumaş % 100 pamuk.

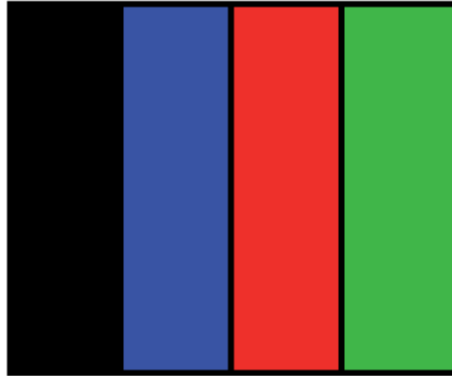
bulunmaktadır [14].



Şekil 2.4 : Empa 250 boncuklanma seti [14]

Boncuklanma değerlendirmesi için bu kumaşların bir kısmının, datacolor cihazı ile renk değişimi ölçülürken, üzerinde baskı bulunmayan ve boncuklanma görülen kumaşlar ve giysiler ise görsel boncuklanma kiti ile değerlendirilir.

EMPA 252-253 Boncuklanma kumaşları, baskılı süprem kumaşlardır. Datacolor cihazı ile ölçülerek değerlendirilmektedir. 253 kumaşı, ön boncuklandırma işlemine tabi tutulmuştur.



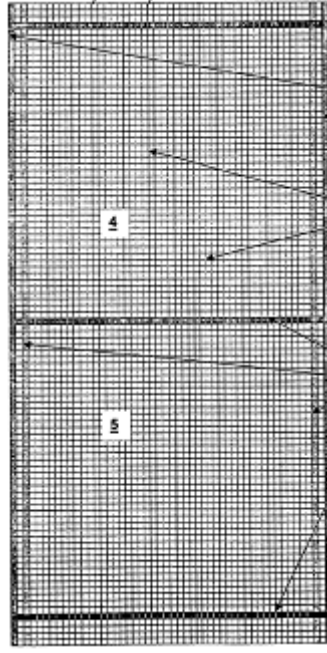
Şekil 2.5 : Empa 252 boncuklanma kumaşı [14]

EMPA 254-255 Kumaşları beyaz süprem boncuklanma kumaşlarıdır. 252 ve 254 Kumaşları ile özdeşirler, ancak üzerlerinde baskı bulunmamaktadır. 255 Kumaşı, çamaşır makinesinde ön boncuklanma işlemine tabi tutulmuştur [14].

2.2 Hasar Ölçme Numunelerini ve Metotlarını İçeren Patent Başvuruları

2.2.1 Empa 304 kumaşını tarifleyen patent özeti (US7219542)

Yıkama, temizleme ya da kurutma makinelerinden kaynaklanan mekanik etkinin ölçülebilmesini sağlayan test malzemesini içermektedir.

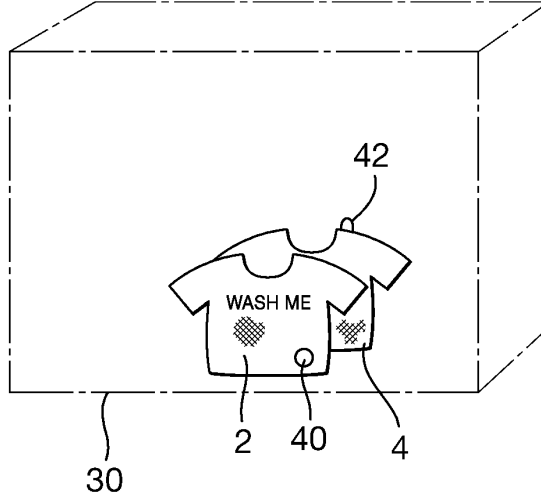


Şekil 2.6 : Empa 304 iplik kaybı kumaşı [15]

Kullanılan malzeme gevşek dokuma kumaş olup ipliklerin kolayca sayılabilmesi için farklı renklerde iplikler kullanılarak dokunmuştur. Mekanik hareketin etkisi, kumaşta bulunan ipliklerin sökülme ve uzaklaşma miktarına bakılarak derecelendirilir [15].

2.2.2 Kumaş renk ölçüm sistemi patent özeti (WO2009071424)

UNILEVER firmasının 11 Haziran 2009 tarihli patent başvurusu, yıkama ile kumaşlarda meydana gelebilecek renk değişiminin ölçülebilmesi amacıyla en az iki adet renkli kumaşın kullanıldığı kumaş renk rehberini içermektedir. Bu kumaşlardan biri yıkama işlemine tabi tutulurken diğer kumaş herhangi bir ıslak işlem görmeden muhafaza edilmektedir. Yıkama işlemleri bittikten sonra iki kumaş karşılaştırılarak yıkamanın renkli kumaşa verdiği zarar ortaya çıkarılmaktadır.



Şekil 2.7 : Yıkanacak kumaş ve orijinal tutulacak kumaş [16]

Müşterinin uygulayıp takip edebileceği bir rehber paketi içermektedir. Kumaştaki renk kaybının pratik şekilde ölçülebilmesi için farklı L,a,b değerlerini içeren renk çizelgesi mevcuttur.

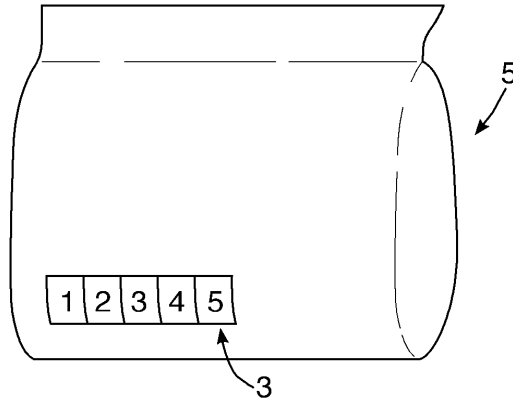
Kullanılan kumaşlar temel olarak selülozik, polyester, naylon elastan, akrilik ya da pamuk liflerinden tercihen pamuk ya da polyesterden oluşmaktadır. Kumaş yapı olarak dokumadır ve bez ayağı, dimi ya da saten yapısında dokunmuştur. Ayrıca kumaş 90 °C 'de yıkanabilir ve 150 °C 'de kurutulabilir.

Selülozik kumaşlara afinitesi yüksek olan reaktif boyalar, bu cinsteki liflerden oluşmuş kumaşlar için tercih edilmişlerdir. Polyester gibi lifler için ise sentetik liflerin boyanmasında kullanılan dispers boyalar tercih edilmiştir. Testlerde kullanılacak deterjanın anyonik veya katyonik olmasına bağlı olarak kullanılan boyaların da anyonik veya katyonik özellikte olmalarına dikkat edilmiştir. Eğer farklı özellikte boya ve deterjan kombinasyonu kullanılırsa, deterjan, boyaların kumaştan sökülmesine neden olup yıkama sonucunu etkileyecektir [16].

2.2.3 Kumaş renk rehberini anlatan patent özeti (WO2009065663)

Bilindiği gibi giysiler için yıkama sonunda oluşacak renk kaybı ve değişimi tüketiciler açısından son derece önemlidir. Bu nedenle yıkama için kullanılan kimyasalların giysilerdeki rengi koruma kabiliyetinin ve giysilerin renklerinin yıkama haslıklarının iyi olması gerekmektedir. UNILEVER firmasının buluşu, yıkama kimyasallarının kumaş rengini koruma kabiliyetleri bakımından ve kumaşların renk bakımından yıkama haslıklarının kontrol edilebileceği, üzerinde

farklı renklerin ya da aynı rengin farklı L, a, b değerlerindeki tonlarını içeren bir skalasına ve yıkama kompozisyonuna sahip bir kumaş renk rehberini içermektedir.



Şekil 2.8 : Renk skalası [17]

Yukarıdaki resimde, 5 numara ile gösterilmiş plastik çantanın üzerinde, farklı L, a, b değerlerinde renklere sahip 5 adet ünitelerden oluşan bir skala görülmektedir. Bu ünitelerin örnek L, a, b değerleri aşağıda Çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Skaladaki sayıların L,a,b ifadeleri [17]

Derece	L*	a*	b*
1	10	0,5	-4
2	12	0,5	-2
3	14	0,5	0
4	16	0,5	2
5	18	0,5	4

Bu paketin içerisinde, renk değişimi testi sırasında kullanılacak yıkama kompozisyonu bulunmaktadır. Bu kimyasal kompozisyonunun amacı kontrollü bir test gerçekleştirilebilmesini sağlamak ve değişkenleri kontrol edebilmektir [17].

2.2.4 Çamaşır değerlendirme ve ağartıcı indikatör kumaşı (US5064440)

Yıkama çözeltisinin ağartıcı aktivitesinin ölçülebilmesi için bir veya daha fazla boyanmış kumaşı içeren test malzemesi anlatılmaktadır. Ağartıcı aktivitesini gösteren parça kumaşlar klorlu ağartıcılara karşı farklı dayanıma sahip farklı renk kombinasyonunda boyalarla boyanmıştır.

Her biri farklı klorlu ağartıcı dayanımına sahip boyalarla boyanmış olan kumaş, yıkama ile klorlu ağartıcıya maruz kaldığında ilk renk kaybı en az dayanıma sahip boyada meydana gelecektir. Bir sonraki yıkamada biraz daha fazla dayanıma sahip boyada sökülme meydana gelecektir ve son kalan boyaya kadar işlemler devam

ettirilir. Böylece yıkama çözültisinin ağartıcı aktivitesi yıkama ile renk kaybının takip edilmesiyle belirlenecektir

Yapılan literatür araştırmaları ve mevcut çalışmalar göz önünde bulundurularak, çamaşır makinelerinin yıkama sırasında tekstil ürünleri üzerindeki etkilerini, farklı yıkama programları veya farklı çamaşır makineleri arasında kıyaslama sağlayabilecek düzeyde gösterebilecek test numuneleri olmasına karşın, doğru sonuç alınabilmesi veya farkın ortaya çıkartılabilmesi için çok sayıda yıkamaya ihtiyaç duyulması ve az sayıdaki yıkamalar ile yıkama etkilerini derecelendirmenin çok tekrarlanabilir sonuç vermemesi nedeni ile yıkama parametrelerinin etkisini daha kısa sürede, daha tekrarlanabilir ve yüksek netlikte verebilecek test numuneleri geliştirilmek istenmiştir. Literatür araştırmaları sırasında yıkama parametrelerinin tekstil ürünleri üzerinde baskı sökülmesi, çekme, boncuklanma gibi Şekil deformasyonuna ve kopma, yırtılma dayanımında azalma gibi mukavemet kaybına neden olduğu görölmüştür. Bu noktadan hareket ile, malzeme-metot ve deneysel çalışmalar kısmında anlatılacağı üzere, görsel ve enstrümantal ölçümün kolaylığı nedeni ile baskısının sökülmesi ve boncuklanması sonucu yıkama etkilerini kıyaslama Şansı sunabilecek test numuneleri geliştirilmeye başlanmıştır [18].

3. MALZEME VE METOT

3.1 Malzeme

Çalışma kapsamında öncelikle tezin amacına yönelik geliştirilecek kumaşlar belirlenmeye çalışılmıştır. Numune geliştirme aşamalarında ise bir önceki çalışmada belirlenmiş kumaşlar geliştirilip etki gösteren yıkama parametreleri değiştirilerek, sonuçların daha net görülebilmesi ve daha standart numunelerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Amaç en kısa sürede, tüm yıkama parametrelerinin etkilerini ortaya çıkarabilmek olduğundan, çalışmalara örme viskon/likra içerikli kumaşlar alınarak başlanmıştır. Bunun nedeni, örme kumaşların ve özellikle viskon içerikli olanların oldukça esnek olması ve yıkama sırasında çok kolay şekil değiştirebilmesidir. Çalışmanın diğer aşamalarında daha stabil olan ve ileride standart bir kumaş haline dönüşebilmesi muhtemel dokuma kumaşlar da dahil edilmiştir. Örme kumaşların avantajı, yıkama işlemlerinden daha çok etkilenmeleri iken dokuma kumaşların avantajı da daha stabil olmaları ve daha standart test numunesi oluşturmaya olanak vermeleridir. Tüm test aşamaları boyunca test edilen kumaşların haricinde, standart test ağırlığını sağlayabilmek için, metot bölümünde bahsedilen ve çamaşır makinalarında performans testleri için kullanılan Uluslararası Elektroteknik Komisyonu 60456 standardında varolan havlu ve yastık kılıfı, dolgu yükü olarak kullanılmıştır.

3.1.1 Ön çalışma

Çamaşır makinelerinde yıkama, literatürde özetlendiği gibi tekstiller üzerinde boyutsal stabilitenin bozulması (çekme, dönme vb.), yüzeysel değişimler (boncuklanma, renk kaybı, tüylenme, baskı sökülmesi vb.) ve mukavemet kaybı (kopma, yırtılma) gibi değişimlere neden olur. Bu değişimler üzerinde sıcaklık, mekanik hareket, yıkama süresi, su miktarı gibi yıkama parametreleri etkilidir. Bu nedenle yıkama parametrelerinin tekstil hasarlanmaları üzerindeki etkilerini ayırt ederek programları kıyaslama şansı sağlayabilecek test numuneleri geliştirebilmek amacıyla yıkama sırasında meydana gelen baskı sökülmesinin ve boncuklanma

oluşumunun indikatör olarak kullanılabilceği numunelerin tasarlanmasının gerçekleştirilmesi amacıyla

- Baskı firmalarına çeşitli tiplerde baskılar yaptırılmış;
- Çeşitli özelliklerde ve farklı yıkama parametrelerine hassas olup değişik tekstil hasarlanmalarına uğrayabilecek kumaşlar temin edilmiştir.

Bir emprime firmasına çeşitli özelliklerde çizgili baskılı test numuneleri yaptırılmıştır. Yıkama sırasında kumaşlara etkiyecek mekanik harekete, su miktarı, sıcaklık gibi etkilere karşı duyarlı olmasını sağlamak amacı ile kumaşlara pigment baskı, aşındırma baskı ve titanyum içeren su bazlı pigment baskı uygulanmıştır.



Şekil 3.1 : Pigment ve aşındırma baskılı beyaz viskon kumaş

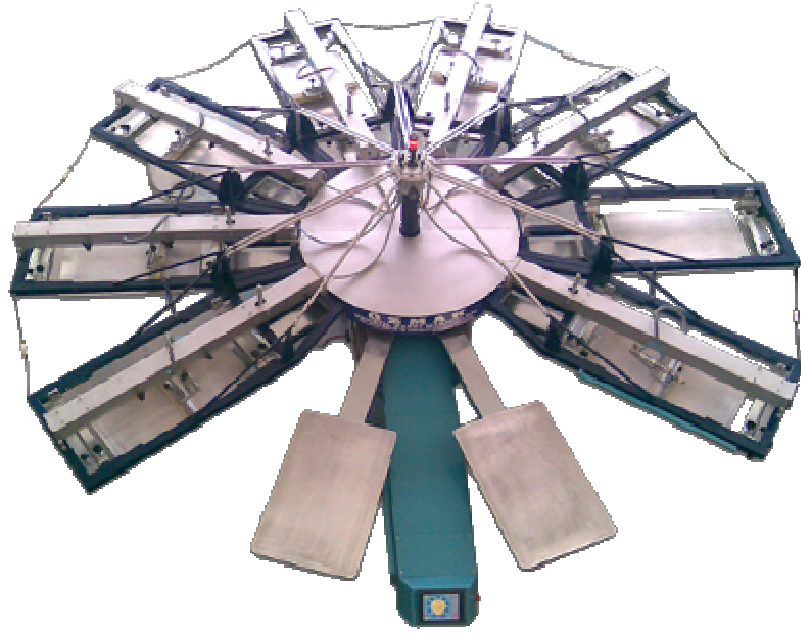
Zemin olarak kahverengi ve beyaz renklere viskon içerikli kumaşlar kullanılmıştır. Beyaz viskon kumaş üzerine renk kontrastı oluşturmak üzere siyah renkte pigment baskı ve kırmızı renkte aşındırma baskı; kahverengi kumaş üzerine ise yine renk kontrastı oluşturmak üzere beyaz su bazlı pigment baskı ve kırmızı aşındırma etkili pigment baskılar uygulanmıştır.



Şekil 3.2 : Su bazlı pigment ve aşındırma baskılı kahverengi viskon kumaş

Beyaz kumaşlara ayrıca mavi pigment baskı ile kabartma efektli baskı uygulanmıştır. Bu uygulama literatürde bahsedilen EMPA 306 Poka-Dot kumaşa benzer bir desende üretilmiştir ancak kumaş üzerinde bulunan baskı sürtünme etkisinin artırılması için kabartma efekti uygulanmış bir kumaştır.

Baskı uygulaması ahtapot baskı makinelerinde gerçekleştirilmiştir. Ahtapot kolları gibi uzanan makine uzuvlarının üzerine kumaş yerleştirilerek üzerinden pat geçirilir. Bir ahtapot baskı makinesi şekli aşağıda görülebilir.



Şekil 3.3 : Ahtapot baskı makinesi [19]

Baskı patı verilen kumaşlar, baskının lif üzerine daha sıkı tutunabilmesi için, fikse işleminden geçirilirler. Fikse işlemi sırasında kumaşlar 170-180 °C sıcaklıkta bulunan fırınlardan geçirilir. Bu işlem tekrarlanarak fikse oranının artırılması sağlanır. Literatürde açıklandığı gibi pigment baskılar için yıkama haslıgını etkileyen en önemli faktörler binder tipi ve fikse miktarıdır. Bu nedenle, yıkama etkilerini en hassas şekilde gösterebilecek kumaşların bulunabilmesi için, farklı oranlarda fikse uygulanmış numuneler temin edilmiştir. Buna göre 2 ve 3 kez fikse uygulanmış kumaşlar üretilmiştir. Binder tipini değiştirmektense fikse süresini değiştirmek daha pratik bir metottur. Böylece farklı sayıda fikse işlemi uygulanmış kumaşları kıyaslama sağlama şansı elde edilmiştir.

Bir tekstil baskı firmasından ise beyaz ve kahverengi kumaşlar üzerine uygulanmış flok baskılı numuneler temin edilmiştir. Beyaz viskon kumaş üzerine kırmızı baskılı, kahverengi viskon kumaş üzerine mavi baskılı numuneler yaptırılmıştır.



Şekil 3.4 : Kırmızı flok baskılı beyaz viskon kumaş

Flok baskısı sırasında kumaşlara farklı sayıda fikse işlemi uygulanarak ayrı bir set oluşturulmuştur. Böylece 1 ve 2 kez fikse uygulanmış numunelerin potansiyel olanları belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu ürünlerin haricinde çeşitli firmalardan ve mağazalardan yünlü çekme etkisini sağlayabilecek kumaş, lacivert kot kumaş, mavi EMPA kot kumaşı, siyah kot kumaş, siyah boncuklanma çorabı, mor keten kumaş ve beyaz tela kumaş alınmıştır. Ön çalışma denemeleri için kullanılan numuneler aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 3.1 : Ön çalışma testlerinde kullanılan numuneler

BASKILI NUMUNELER			DİĞER NUMUNELER				
Pigment Baskı	Flok Baskı	Kabartma Baskı	Nike Spor Çorap	Yünlü Dokuma	Kot Kumaşlar	Nonwoven Tela	Keten Kumaş

Ön çalışma aşamasında öncelikle nike drifit marka çorap beş ayrı koşulda yıkanmak üzere temin edilmiştir. Bu çorap ile elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak bir çorap firmasına süprem deseninde farklı lif içeriklerinde çoraplar yaptırılarak su miktarı farkının görülebileceği koşullarda testler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5 : Boncuklanma çorabı

Çorap firmasına yaptırılan çorapların resimleri ise aşağıda görülmektedir.



Şekil 3.6 : Coolmax-tactel- pamuk çoraplar

Test edilen çorapların içerik bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 3.2 : Çorap bilgileri

Çorap İsmi	Lif İçeriği	Desen	İplik Tipi
Nike Drifit	% 62/37/1 PES/Naylon/Likra	Süprem	Gipe
Coolmax	% 67/30/3 PES/Naylon/Likra	Süprem	Gipe
Tactel	% 97/3 Naylon/Likra	Süprem	Gipe
Pamuk	% 80/17/3 Pamuk/Naylon/Likra	Süprem	Gipe

Coolmax isimli çorap numunelerinin ipliği, polyester ipliği etrafında sarılmış likra ve naylon liflerden oluşmuştur. Bu çorapbın tamamında gipe ipliği kullanılmıştır.

3.1.2 Numune geliştirme çalışmaları

Ön çalışma ile elenmiş numunelerin haricinde tez amacını gerçekleştirmek üzere

kullanılabilecek kumaşların, numune geliştirme aşamalarında daha çabuk, net ve tekrarlanabilir sonuç verebilecek numuneler haline getirilebilmeleri amacı ile yıkama parametreleri ve numune parametreleri değiştirilerek test kumaşları üretilmiştir. Bu amaçla farklı içeriklerde kumaşlara, farklı fiske değerlerinde baskılar yaptırılmış ve ön çalışmada farklı içeriklerde denenmiş çoraplar içerisinden belirlenen çoraplar testlere dahil edilmiştir.

Numune geliştirme aşamaları hazırlık aşaması, deney tasarımı aşaması ve doğrulama aşamalarından oluşmaktadır

3.1.2.1 Hazırlık aşaması

Ön çalışmada belirlenmiş kumaşların birtakım özellikleri ve yıkama parametreleri değiştirilerek hazırlık aşamasında geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. Çapraz çizgili pigment baskılı numunelere ait özellikler ve kodlama aşağıdaki çizelgede görülmektedir.

Çizelge 3.3 : Çapraz baskılı pigment baskılı test numuneleri

Numune Kodu	Lif İçeriği	Kumaş Yapısı	Kumaş Rengi	Fikse Süresi (dk)	İplik Numarası
PDB2	%100 Pamuk	Dokuma	Beyaz	2	50/1
PDS2	%100 Pamuk	Dokuma	Siyah	2	50/1
PLDB2	%97 Pamuk % 3 Likra	Dokuma	Beyaz	2	50/1
PLDS2	%97 Pamuk % 3 Likra	Dokuma	Siyah	2	50/1
PÖB4	%100 Pamuk	Örme	Beyaz	4	30/1
PÖS4	%100 Pamuk	Örme	Siyah	4	30/1
VLÖB4	%97 Viskon % 3 Likra	Örme	Beyaz	4	30/1
VLÖS4	%97 Viskon % 3 Likra	Örme	Siyah	4	30/1

Kabartma etkili pigment baskı uygulanmış numunelere ait özellikler ve kodlama aşağıdaki çizelgede görülmektedir.

Çizelge 3.4 : Kabartma efektli pigment baskılı numunelere ait özellikler

Numune Kodu	Lif İçeriği	Kumaş Yapısı	Kumaş Rengi	Desen Tipi	Fikse Oranı	Fikse Süresi	İplik No
PDKA	%100 Pamuk	Dokuma	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Az	45 sn	50/1
PDKÇ	%100 Pamuk	Dokuma	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Çok	1 dk	50/1
PDBA	%100 Pamuk	Dokuma	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Az	45 sn	50/1
PDBÇ	%100 Pamuk	Dokuma	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Çok	1,25 dk	50/1
PÖKA	%100 Pamuk	Örme	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Az	1 dk	30/1
PÖKÇ	%100 Pamuk	Örme	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Çok	1,5 dk	30/1
PÖBA	%100 Pamuk	Örme	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Az	1,5 dk	30/1
PÖBÇ	%100 Pamuk	Örme	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Çok	2 dk	30/1
PLDKA	%97 Pamuk % 3 Likra	Dokuma	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Az	45 sn	50/1
PLDKÇ	%97 Pamuk % 3 Likra	Dokuma	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Çok	1 dk	50/1
PLDBA	%97 Pamuk % 3 Likra	Dokuma	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Az	45 sn	50/1
PLDBÇ	%97 Pamuk % 3 Likra	Dokuma	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Çok	1,25 dk	50/1
VLÖKA	%97 Viskon % 3 Likra	Örme	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Az	1 dk	30/1
VLÖKÇ	%97 Viskon % 3 Likra	Örme	Beyaz	Küçük Noktacıklı	Çok	1,5 dk	30/1
VLÖBA	%97 Viskon % 3 Likra	Örme	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Az	1,5 dk	30/1
VLÖBÇ	%97 Viskon % 3 Likra	Örme	Beyaz	Büyük Noktacıklı	Çok	2 dk	30/1

Baskılı numunelerinin haricinde, boncuklanma kontrolü için ön çalışmada olumlu sonuç alınmış Coolmax çoraplar da hazırlık aşamasına dahil edilmiştir.

Bu çorapların özellikleri aşağıdaki çizelgede görülebilir.

Çizelge 3.5 : Coolmax çorap özellikleri

Lif İçeriği %	Desen	İplik Tipi	İplik No (Nm)	Renk	İlmeğe Sıra Sıklığı (ilmeğe/cm)	İlmeğe Çubuk Sıklığı (ilmeğe/cm)	İlmeğe İplik Uzunluğu (cm)
67/30/3 PES/PA/Likra	Süprem	Gipe	33	Siyah	14	10	~0,55

Koyu renkliler ve açık renkliler olmak üzere iki ayrı grup oluşturulmuştur. Baskılı numuneler baskı rengine göre gruplara ayrılmıştır. Koyu renkli baskılar koyu renkli grubunda, açık renkliler ise açık renkli grubunda yıkanmıştır. Çoraplar siyah renkli olduğu için koyu renkli numuneler grubu ile yıkanmıştır.

3.1.2.2 Deney tasarımı aşaması

Deney tasarımı aşaması için, bir önceki test aşaması olan hazırlık çalışmalarında test edilen kumaşlardan başarılı olanlar seçilmiş ve bu son test aşamasına dahil edilmiştir. Sonuçlar incelenerek çizgili baskılarda bir düşük fikse değerinin de uygulanması uygun görüldüğünden iki adet fikse değerinde çizgili baskılar yaptırılmış, çorap numuneleri iki ayrı sıklıkta ördürülmüş ve çizgili baskılara parlak bir renk olan sarı renkli baskı da eklenmiştir. Buna göre bu test aşaması için kullanılan baskılı kumaşların ayrıntıları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 3.6 : Deney tasarımı testlerinde kullanılacak çizgili baskılı numuneler

Numune Kodu	Lif İçeriği	Kumaş Yapısı	Baskı Renkleri	Kumaş Rengi	Fikse Süresi	İplik Numarası
PDA	%100 Pamuk	Dokuma	Sarı/Kırmızı	Siyah	1,5 dk	50/1
PDÇ	%100 Pamuk	Dokuma	Sarı/Kırmızı	Siyah	2 dk	50/1
PÖA	%100 Pamuk	Örme	Sarı/Beyaz	Siyah	3,5 dk	30/1
PÖÇ	%100 Pamuk	Örme	Sarı/Beyaz	Siyah	4 dk	30/1
VLÖBA	Viskon/Likra	Örme	Siyah/Kırmızı	Beyaz	3,5 dk	30/1
VLÖBÇ	Viskon/Likra	Örme	Siyah/Kırmızı	Beyaz	4 dk	30/1
VLÖSA	Viskon/Likra	Örme	Beyaz/Kırmızı	Siyah	3,5 dk	30/1
VLÖSÇ	Viskon/Likra	Örme	Beyaz/kırmızı	Siyah	4 dk	30/1

Hazırlık aşamasında test edilen çizgili ve kabartma baskılı numunelerden kabartma

baskılı kumaşlar ile olumlu sonuç elde edilemediği ayrıntılı olarak sonuçlar bölümünde açıklanmıştır. Bu nedenle deney tasarımı aşamasında yalnızca çizgili baskılı kumaşlar test edilmiştir.



Şekil 3.7 : Beyaz zemin viskon/likra kumaşlar

Her yıkama koşulu için her numune çeşidinden makine içerisine 3’ er adet atılmıştır. Her numunenin üzerinde iki ayrı renkte baskı bulunmaktadır. Her renk için yıkama öncesi 6 adet nokta belirlenip orijinal renk ölçümü alınmıştır. Böylece yıkama sonu bu noktalar ölçülerek net bir renk değişim sonucu elde edilebilecektir.

Baskılı kumaşların yanında ayrıca yine hazırlık aşaması testlerinde başarılı olan “Coolmax” isimli çorapların benzer içeriğinde ancak daha kalın iplikten oluşan ve gevşek ve daha gevşek sıklıkta örülmüş numuneleri de testlere dahil edilmiştir. Bu numuneler ile su miktarının beş litre olduğu koşullar arasındaki farkın görülebilmesi düşünülmektedir. Bu nedenle hazırlık aşamasında yedi litrelik su miktarı farkının görülebildiği durumdan daha zorlayıcı bir durum olan beş litrelik su miktarı farkının görülebilmesi için daha kalın iplikten oluşan, gevşek ve daha gevşek sıklıkta örülmüş çorap numuneleri yaptırılmıştır. Bu çorapların özellikleri aşağıdaki tabloda görülebilmektedir.

Çizelge 3.7 : Deney tasarımı testlerinde kullanılan çorapların özellikleri

Çorap İsmi	Lif İçeriği %	Desen	İplik Tipi	İplik No (Ne)	Renk	Sıra Sıklığı (ilme/cm)	Çubuk Sıklığı (ilme/cm)	İlme İplik Uzunluğu (cm)
Çorap 1	67/30/3 PES/PA/LİKRA	SÜPREM	GİPE	18	LACİVERT	14	10	0,52
Çorap 2	67/30/3 PES/PA/LİKRA	SÜPREM	GİPE	18	LACİVERT	14	10	0,47

Tablodan görülebileceği gibi, iplik kalınlığı 18’ e çıkmıştır. Çorabın tamamında gipe

iplik kullanılmıştır. Bu iplikte polyester içerikli ipliğin etrafında sarılmış likra ve naylon liflerden oluşmaktadır. Aynı sıklıkta çorap örüldüğü halde, bir ilmeğin uzunluğu kısalmıştır. Böylece çorap daha gevşek hale gelmiştir ve liflerin ipliklerden uzaklaşması literatür bölümünde açıklandığı gibi hem kalın iplik kullanılmasından dolayı hem de ilme iplik uzunluğunun kısılmasından dolayı artmıştır. Bu özellikler sayesinde kumaşın yüzeyinde daha fazla tüy oluşması sağlanmıştır.

Testler sonunda numunelerin renkleri ölçülmektedir. Bu ölçüm sırasında “Y” değeri temel alınmaktadır. Bu değer ile insan gözünün parlaklığa olan hassasiyeti arasında bir korelasyon bulunmaktadır. Bu durum metot bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu nedenle deney tasarımı aşaması için baskı yaptırılan kumaşlara ayrıca sarı renkli baskı da uygulanmıştır. Çünkü sarı rengi, parlak bir renktir ve “Y” değeri de parlaklığa hassas olduğundan koşullar arası farkı gösterebileceği düşünülmüştür.

Her yıkama işlemi için deterjan olarak standart IEC A* deterjanı tercih edilmiştir. Bir kilo gram yük için 5 gram deterjan konulması tercih edildiğinden testler sırasında 4 kilo gram yük için 20 gram deterjan kullanılmıştır.

3.2 Metot

Bu tez çalışmasında temel prensip, yıkama parametrelerinin tekstil malzemeleri üzerindeki etkilerini, farklı yıkama programlarını tekstil hasarlanması bakımından kıyaslamak olduğundan, yıkama öncesi ve sonrası kontroller yapılmaktadır. Bu nedenle boncuklanma, baskı sökülmesi gibi farklı tekstil etkileri, yıkama öncesinde ve sonrasında belli standartlara uygun olarak ölçülmüştür.

Çalışmanın amacı, yıkamanın etkilerini, tüm yıkama parametrelerini göz önünde bulundurarak farklı programları ve makineleri daha kısa sürede net kıyaslamak olduğundan, her testte toplam 5'er adet yıkama yapılmıştır. Beş yıkama sonunda ve ara değerlendirmeler ile sonuçlar elde edilmiştir.

Baskılı numunelerin yıkama öncesi ve sonrası karşılaştırılabilmesi için spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Renk ölçümü sırasında L, a, b renk uzayında ölçüm sonuçları elde edilir ve buradan bir “Y” değerine ulaşılır. Kumaşlar, yıkama

sonrası baskı sökülmesi bakımından kıyaslanırken renk ölçümü ile elde edilen “Y” değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.8 : Spektral fotometre [20]

“X,Y ve Z” standart tristimulus renk değerleridir. Standart renk değerleri kısımları ise tristimulus değerleri kullanılarak hesaplanan ve “x, y, z “ile gösterilen koordinatlardır.

Standart spektral değerlerinden “y” insan gözünün hassasiyet (duyarlılık) eğrisine uygun olarak kabul edildiği için, standart renk değerlerinden Y açıklık (parlaklık) için ölçü olarak kabul edilir. Açıklık CIE-Renk tablosuna dikey olan 3. bir boyut olarak düşünülebilir.

Diğer ışık kaynakları için de her zaman $Y=100$ 'dür. Fakat değerlerinde bazı sapmalar olabilir. CIE-uzaysal renk diyagramında; bir rengin bulunduğu noktanın, siyaha olan uzaklığı “Renk parlaklığı (Renk Açıklığı)” ‘dır. Renk parlaklığının sembolü Y’dir. $Y=0$ olması mutlak siyah; $Y= 100$ ise tam beyazdır.

Açıklık (parlaklık) derecesinin spektral eğrisi; standart spektral değer fonksiyonlarından y’ye eşdeğer olarak kabul edilmektedir. Çünkü 2°’lik bakış açısı altında yeşil primer rengin standart spektral eğrisi “y”nin, insan gözünün parlaklık duyarlılığına uyduğu araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır [21].

Boncuklaşma kıyaslaması yapılabilmesi için aşağıda belirtilen standarda uygun boncuklanma fotoğrafları kullanılmıştır. Ölçüm çizelgesinde 5 en az boncuklanma, 1 en çok boncuklanmayı ifade etmektedir.



Şekil 3.9 : Boncuklanma ölçme fotoğrafları [14]

1. Baskılı numunelerin yıkama öncesinde ve sonrasında datacolor cihazı ile renk ölçümleri gerçekleştirilip, CIE renk ölçüm sisteminde tristimulus Y değerleri elde edilmiştir. Tristimulus değerlerindeki değişim miktarına bakılarak yıkamanın şiddeti ve tekstil malzemeleri üzerindeki baskı yıpratma etkisi ortaya çıkarılmak istenmiştir. Ölçüm için CIE Nr. 15.2, 1986 metodu kullanılmıştır.
2. Boncuklanma çorabı numunelerinin boncuklanma sonuçları ise yıkama öncesi ve sonrası ISO 12945-2:2000 standardına uygun fotoğraflar ile görsel değerlendirilerek elde edilmiştir.
3. Tüm numunelerin yerleşimi, deterjan hazırlanması vs. IEC 60456 – ed5 standardı referans alınmıştır.
4. Su, IEC 60456 standardında bahsedilen BS EN 60734:2003 Method B yöntemine uygun ve belirtilen özelliklerde hazırlanmıştır.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Programlar arasındaki yıkama şiddeti farkını gösterebilecek numunelerin elde edilmesi için farklı tipte ve özellikte kumaşlardan, tez amacına ulaştırabilecek olanların seçilebilmesi için deneysel çalışmalar, ön çalışma ve numune geliştirme çalışmaları olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bu çalışmalar ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.1 Ön Çalışma

Yıkama parametrelerinin tekstil ürünleri üzerindeki yıpratma etkilerinin, farklı yıkama programlarını kıyaslamada kullanılabilmesi için geliştirilecek test kumaşlarının belirlenebilmesi amacı ile yıkamaya karşı dayanıksız olan viskon kumaşlara baskı yaptırılmış ve piyasada hazır satılan ürünler temin edilerek ön çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu ön çalışma sonrası istenilen sonucu verebilecek belli derecede fikse edilmiş baskıya sahip kumaşlar ve diğer ürünler belirlenerek geliştirme çalışmalarına devam edilmiştir.

Testlere başlanmadan önce, renk ölçümü sonuçlarını etkilememesi adına numuneler açık renkli ve koyu renkli olmak üzere gruplandırılarak iki set halinde yıkamalar gerçekleştirilmiştir.

Renk ölçümü sırasında spektral fotometre cihazı ile alınan yansıma değerleri (Y) Minitab programı ile analiz edilmiştir. Buna göre yansıma değerlerinin standart sapmasının ve koşullar arasındaki farkın görülebileceği grafikler elde edilmiştir. Ayrıca Anova analizi yapılmıştır. Bu analiz ile tekstil renk solmasına yıkama profillerinin etkisinin olup olmadığı, P değeri kontrol edilerek karar verilir. P değeri “fark vardır” iddiası durumunda alınacak riski gösterir. Genel kabul, %5’den büyük riskin alınmamasıdır. Dolayısıyla, P değeri 0,05’ten küçükse, diğer bir ifade ile “fark vardır kabulü durumunda alınacak risk %5’ten küçükse” analiz edilen koşullar arasında fark vardır denebilir. Analizde kontrol edilmesi gereken diğer bir değer ise R değeridir. R değeri, incelenen parametrelerin yani koşulların, sonuç üzerindeki

etkisinin büyüklüğünü gösterir. Örnek olarak, R değeri %90 düzeyinde olan bir analiz, incelenen parametreler üzerindeki değişikliğin sonuç üzerinde yaratacağı değişikliği %90 oranında açıklar. R değeri ne kadar büyükse model o kadar sağlıklıdır ve sonuç üzerinde etkin parametrelerin incelendiğini gösterir.

Farklı yıkama parametrelerinin farklı numuneler üzerindeki etkilerinin görülebilmesi ve kıyaslama şansı sağlayabilecek kumaşların belirlenebilmesi amacı ile sıcaklık, mekanik hareket oranı ve ana yıkama suyu miktarı gibi yıkama parametreleri değiştirilerek beş farklı yıkama koşulu oluşturulmuştur. Tüm numuneler Çizelge 4.1’de görülen koşulların her birinde en az beşer adet yıkama işlemine tabi tutulmuş ve beş yıkama sonunda gerekli ölçümler yapılmıştır.

Çizelge 4.1 : Program bilgileri

Test Koşulları	Koşul 1	Koşul 2	Koşul 3	Koşul 4	Koşul 5
Sıcaklık (°C)	40	40	40	40	60
Süre (dk)	115	115	115	115	115
Mekanik Hareket (%MH)	85	85	70	50	70
Ana Yıkama Su Miktarı (L)	17	27	17	17	17

Coolmax, Tactel ve pamuk içerikli çoraplar yalnızca koşul 1 ve koşul 2 programlarında yıkanmıştır.

Farklı yıkama programlarını veya farklı çamaşır makinelerini kıyaslama şansı sağlayabilecek potansiyel numunelerin belirlenebilmesi amacı ile gerçekleştirilen ön çalışma sırasında boya lekelemesinin önüne geçebilmek amacı ile numuneler açık ve koyu renkliler olmak üzere iki ayrı grupta yıkama işlemlerine tabi tutulup deneyler sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.1.1 Koyu renkli numunelerin sonuçları

Koyu renkli ve açık renkli çamaşırların beraber yıkanması durumunda, koyu renkli numunelerin boyar madde bırakması ve bunun sonucunda açık renkli numunelerin boya alıp renk ölçümü sonuçlarını etkilemesi koşulu göz önünde bulundurularak, testlerin olabildiğince doğru sonuç verebilmesi amacı ile numuneler koyu ve açık

renkli olarak iki grupta test edilmiştir. Koyu renkli numunelerin sonuçları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.1.1.1 Siyah baskılı numune testlerinin sonuçları

İki fikse ve üç fikse uygulanmış numuneler test edilmiş ve bu numunelerin bazı yıkama parametreleri değişimine hassaslık gösterip birtakım etkileri göstermede başarılı oldukları görülmüştür. Ancak üç kere fikse edilmiş test numuneleri, standart sapması daha düşük ve parametreler arası farkı daha net gösteren sonuçlar vermiştir. Resimde ayrı ayrı tüm koşullarda beş kere yıkanmış 3 fikseli numuneler görülmektedir:



Şekil 4.1 : 5 Adet yıkama sonrası 3 kere fikse edilmiş baskılı numuneler

- Koşul 4' te yıkanan numune en az hasar gören kumaştır ve koşul 4'e bakıldığında mekanik hareketin % 50 olduğu görülür.
- Koşul 2' de ise beyazlık ve tüylenme en üst seviyede görülmüş ve bu koşuldaki 27 l ana yıkama suyu miktarının etkisi bariz şekilde ortaya çıkmıştır.

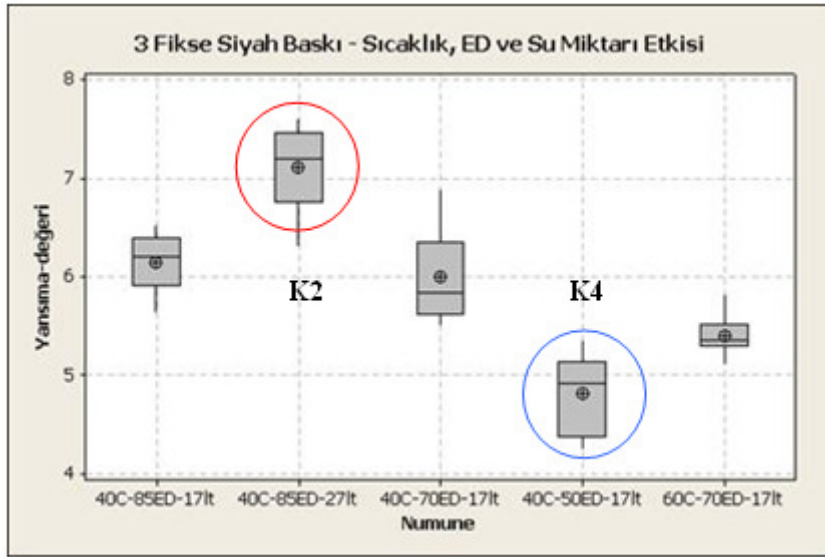
Beş ayrı koşulda yıkanmış siyah baskılı kumaşların renk ölçüm cihazı ile alınmış renk ölçüm sonuçları Şekil 5.2'deki boxplot grafiğinin ile daha net karşılaştırılabilir. Buna göre bütün koşullar arasında fark görülebilmektedir. Sıcaklığın en fazla olduğu koşul 5 ile yıkanan beyaz baskılı numunelerde en çok hasarlanma görülürken, siyah baskılı numunelerde su miktarının ve mekanik hareketin en fazla olduğu koşul 2' de en çok hasarlanma görülmüştür.

Spektral fotometre ile alınan renk ölçüm yansıma değerleri sonucu elde edilen bilgiler aşağıdaki çizelgede görülebilir.

Çizelge 4.2 : Siyah baskılı kumaşların 5 yıkama sonu renk ölçüm değerleri

Fikse Miktarı	Fonksiyon	Koşul-1	Koşul-2	Koşul-3	Koşul-4	Koşul-5
2 Fikse	Ortalama	8,47	9,47	8,11	7,77	7,25
	Standart Sapma	1,02	0,39	1,43	1,15	0,65
3 Fikse	Ortalama	6,15	7,11	6	5,4	4,81
	Standart Sapma	0,3	0,44	0,47	0,21	0,41

Elde edilen renk ölçüm sonuçları göz önünde bulundurulduğunda standart sapmanın en düşük olduğu fikse miktarı üç fiksedir. Bu numunelerin sonuçları incelendiğinde koşullar arası farkı göstermede başarılı olduğu görülebilir.



Şekil 4.2 : 3 Kere fikse edilmiş numuneler boxplot grafiği

Koşulların ortalama yansıma değerlerinin (Y) görüldüğü Şekil 4.2’de en az hasarlanma koşul 4’te meydana gelmiş ve sıcaklığın en yüksek olduğu koşul 5 bu numunelerde baskın çıkmamıştır. Koyu renk baskının yansıma değeri daha düşük çıkmaktadır. Bu nedenle koşul 4’te en küçük yansıma değeri en az hasarlanma anlamına gelmektedir.

Üç Kere fikse edilmiş ve koşul 1, koşul 3 ve koşul 4’te beş kere yıkanmış siyah baskılı numuneler Şekil 4.3’te soldan sağa görülebilir.



Şekil 4.3 : % 85-%70-%50 MH koşullarında yıkanmış kumaşların resimleri

Koşul 1 % 85, koşul 3 % 70 ve koşul 4 % 50 mekanik hareket oranına sahiptir. Numunelerin MH farkını ayırt etmede başarılı olduğu görülmüştür. Bu numunelerin renk ölçüm sonuçları Minitab ile analiz edildiğinde mekanik hareket oranını ayırt etmede başarılı olduğu Ek B1 a) da görülebilir. Ekteki data incelendiğinde P değerinin “0” olması koşullar arası farkın ayırt edilebildiğini göstermektedir. Ayrıca R değerinin % 69 büyüklüğünde olması, sonuç üzerinde etkin olan doğru parametreler ile çalışıldığını ve parametrelerdeki değişikliğin sonuç üzerinde yüksek oranda değişiklik meydana getirdiğini kanıtlar.

Koşul 1 ve koşul 2 arasında on litre ana yıkama suyu miktarı farkı bulunmaktadır. Bu koşullarda yıkanmış numuneler birlikte incelendiğinde baskılı numuneler on litre su miktarı farkını göstermede başarılıdır.



Şekil 4.4 : Ana yıkama su miktarı 17-27 litre koşullarında yıkanmış numuneler

Bu durumun Minitab Anova analizi sonucu Ek B1 b) de ayrıntılı olarak görülebilir. P değeri “0” olduğundan koşullar arası fark görülebilmektedir iddiası doğru kabul edilmektedir. R değerinin % 63 olması da sonuç üzerinde etkin parametreler ile çalışıldığını kanıtlamaktadır.

Koşul 3 ve koşul 5’ te yıkanmış numuneler incelendiğinde, numuneler 20 °C’ lik sıcaklık farkını göstermede başarılı olmuşlar ancak, standart sapması çok yüksek ve birbiri ile çakışabilen sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumun analiz sonucu Ek B1 c)de görülmektedir. P değeri, koşullar arasındaki fark vardır iddiasının doğruluğunu kanıtlayamamış ve 0,06 değeri ile 0,05 barajının altında kalmıştır. Ayrıca R değeri, % 38 olduğundan parametrelerdeki değişikliğin sonuç değişikliği üzerindeki etkisi düşüktür.

Genel olarak sonuçlara bakıldığında 3 kere fikse edilmiş siyah baskılı test numuneleri, mekanik hareket oranı ve su miktarı farkını ayırt edebilmektedir.

4.1.1.2 Boncuklanma çorabı testleri sonuçları

Ayrıntıları Çizelge 4.1’de belirtilmiş beş ayrı koşulda yıkanan çorapların resimleri aşağıda görülmektedir.



Şekil 4.5 : Koşul 1-2-3-4-5’ de yıkanmış çoraplar

Resimden de görülebileceği üzere numuneler arasında boncuklanma oranı bakımından fark bulunmaktadır. Koşul 2’ de yıkanmış numunede mekanik hareketin ve su miktarının fazla olmasının etkisiyle boncuklanma oranı en fazla ikinci çorapta görülmüştür.

Koşul 2’de yıkanmış numunede boncuklanma seviyesi beş yıkama sonunda 2 olarak görülmüştür. Koşul 1’de yıkanmış numunede ise beş yıkama sonunda boncuklanma seviyesi 3-4’tür. Çoraplar su miktarı farkını göstermede başarılı olmuşlardır.

Çizelge 4.3 : Çorapların boncuklanma sonuçları

Yıkama Koşulu	Boncuklanma Seviyesi
40C - 85ED - 17 1	3-4
40C - 85ED - 27 1	2
40C - 70ED - 17 1	3-4
40C - 50ED - 17 1	4
60C - 70ED - 17 1	3-4

Ancak K1, K3 ve K5 arasındaki % ED farkını ve sıcaklık farkını göstermede yetersiz kalmıştır.

Bu çoraplardaki sonuçlar göz önünde bulundurularak üretilen üç farklı içerikteki çoraplar ile koşul 1 ve koşul 2 parametrelerine sahip programlarda yapılan testler sonucunda % 67 PES, % 30 PA, %3 Likra içeriğine sahip “Coolmax” çoraplar ile 10 litre su farkı ayırt edilebilmektedir. Testler siyah dolgu yükü ve beyaz dolgu yükü ile yapılmıştır. Siyah dolgu yükü ile yapılan testler sonucunda istenilen sonuç elde edilememiştir. Beyaz dolgu yükü ile yapılan testler sonucunda, üzerleri tüylenen siyah çoraplar üzerlerine beyaz lifleri toplamış ve böylece daha beyaz hale gelen çorapların daha ağır koşulda yıkandığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.6 : K1-K2’ de yıkanmış çorapların görünümü

4.1.1.3 Diğer numunelerin sonuçları

Yünlü keçeleşme numunesinin, renk kaybının ölçüldüğü kot numunelerinin ve mor renkli keten içerikli numunelerinin beşer yıkama sonunda elde edilen sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

1. Beş adet yıkama sonunda kumaşlarda keçeleşme görülmüştür. En çok keçeleşme su miktarı ve mekanik hareketin maksimum olduğu Koşul 2' de meydana gelmiştir. Numunenin koşullar arasında fark gösterebileceği ve geliştirilebileceği düşünülmüştür.
2. Mavi renkli EMPA kot kumaşı ile piyasadan temin edilen siyah ve lacivert renkli kot numunelerinin, beş farklı koşulda yıkanmalarından sonra numunelerden datacolor cihazı ile alınan renk ölçümü değerlerine bakılarak, kumaşların, koşullar arasındaki yıkama parametreleri farkını göstermede yetersiz oldukları görülmüştür.
3. Yukarıda resmi görülen mor keten kumaşlar ile beş ayrı koşulda yapılan yıkamalar sonunda renk değeri bakımından numuneler arasında büyük bir fark bulunmamaktadır. Bu nedenle, kumaşlar koşullar arası farkı ayırt etmede yetersiz kalmışlardır.

4.1.2 Açık renkli numunelerin sonuçları

Beyaz ve kırmızı renkli baskı uygulanmış kahverengi viskon içerikli kumaşların, mavi renkli kabartma baskı uygulanmış beyaz renkli viskon kumaşların ve beyaz renkli nonwoven tela kumaşların beşer yıkama sonunda yapılan ölçümler sonucu, beyaz renk baskılı kumaşlar potansiyel kumaşlar olarak belirlenmiştir.

4.1.2.1 Beyaz baskılı numune testlerinin sonuçları

a) Pigment baskılı numunelerin sonuçları

Koyu renkli viskon kumaş üzerine gerçekleştirilen beyaz renkli su bazlı pigment baskı ve kırmızı renkli aşındırma baskılı kumaşlar, belirtilen parametrelere sahip programlarda yıkanmışlar ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir. Farklı fikselerde elde edilen kumaşlardan üç kere fikse edilmiş numuneler, yıkama programlarını kıyaslama bakımından en iyi sonucu vermişlerdir.



Şekil 4.7 : Yıkanmamış, K1-2-3-4-5' te yıkanmış baskılı viskon kumaşlar

Üç kere fikse edilmiş kumaşlar iki kere fikse edilmiş kumaşlara göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Bir kez fikse edilmiş numuneler her durumda sonucu göstermekte yetersizdir.

Üç Kere fikse edilmiş ve beş ayrı koşulda test edilmiş numunelerin beşer yıkama sonundaki resimleri Şekil 4.7'de görülmektedir.

- Koşul 4' ün, siyah baskılı numunede görüldüğü gibi en iyi koşul olduğu beyaz baskılı numuneler ile de ortaya çıkarılabilmektedir.
- Koşul 5 (Sıcaklık 60 °C), siyah baskılı numunelerden farklı olarak beyaz baskılı numuneler için en kötü koşul olmuştur. Buna göre beyaz baskılı numunelerin sıcaklığa hassas olduğu söylenebilir.

Ayrıntıları belirtilen koşullarda yıkanan numunelerin renk ölçüm ile alınan yansıma değerleri sonucu ortalamaları ve standar sapmaları aşağıdaki çizelgede görülebilir:

Çizelge 4.4 : 5 Yıkama sonu beyaz baskılı kumaşların renk ölçüm değerleri

Fikse Sayısı		Koşul 1		Koşul 2		Koşul 3
1 Fikse	Ortalama	41,17	Ortalama	35,39	Ortalama	45,49
	Standart Sapma	9,1	Standart Sapma	7,67	Standart Sapma	6,12
2 Fikse	Ortalama	67,98	Ortalama	67,84	Ortalama	68,88
	Standart Sapma	2,52	Standart Sapma	3	Standart Sapma	1,83
3 Fikse	Ortalama	69,73	Ortalama	66,95	Ortalama	69,31
	Standart Sapma	1,29	Standart Sapma	2,4	Standart Sapma	0,69

Bu sonuçlara göre bir kere fikse edilmiş numunelerin standart sapmasının çok yüksek olduğu görülebilir. Beyaz baskıda daha önce belirlendiği gibi sıcaklığın yüksek olduğu ve mekanik hareketin düşük olduğu koşullar ile su miktarının fazla olduğu koşul 2 hariç diğer koşulların ayırt edilebilirliği düşüktür.

Bir kez fikse edilmiş numuneler ile olumlu sonuç alınmadığından iki ve üç kere fikse edilmiş numunelerin beş koşul için elde edilen renk ölçüm sonuçları aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

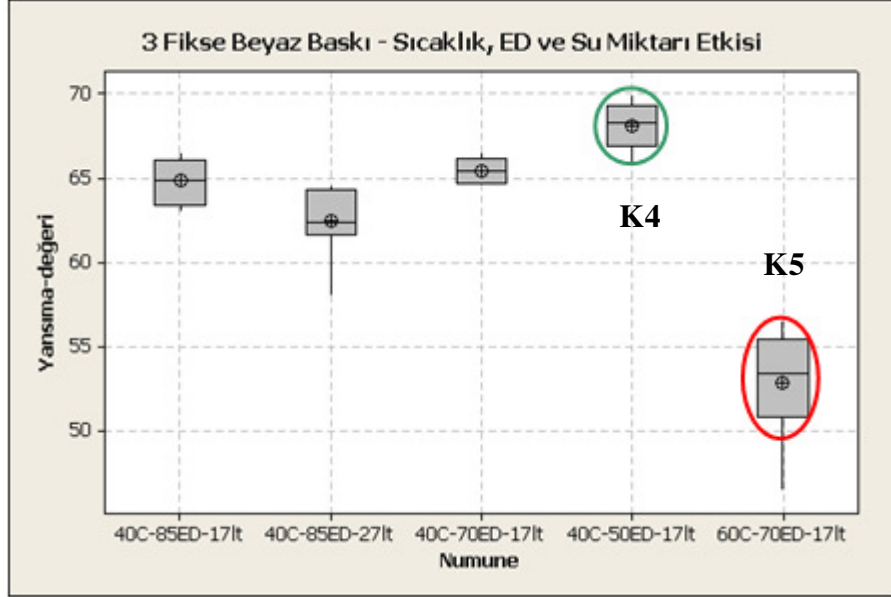
Çizelge 4.5 : 5 Yıkama sonu 5 koşulda yıkanan numunelerin renk ölçüm sonuçları

Fikse Sayısı	Fonksiyon	Koşul 1	Koşul 2	Koşul 3	Koşul 4	Koşul 5
2 Fikse	Ortalama	67,98	67,84	68,88	68,44	54,06
	Standart Sapma	2,52	3	1,83	1,34	2,15
3 Fikse	Ortalama	69,73	66,95	69,31	70,72	60,58
	Standart Sapma	1,29	2,4	0,69	1,16	2,28

Çizelgede görülen sonuçlara göre iki kere fikse edilmiş numuneler ile ilk dört koşulda yıkanmış kumaşların ayırt edilebilirliği düşüktür. Ancak üç kere fikse edilmiş kumaşlar ile beş koşul arasındaki fark belirlenebilmektedir. Bu kumaşların zayıf tarafı K1, K3 ve K4 arasındaki mekanik hareket oranı farkını gösterecek kadar başarılı olmamasıdır.

Beş koşulda yıkanmış numunelerin renk ölçümü ile alınan Y değerlerinin Minitab ile analiz edilmesi sonucu koşullar arası fark olup olmadığını gösterebilecek boxplot grafiği Şekil 4.8'de görülebilir. Buna göre K4'ün yansıma değerleri ortalaması en yüksek değeri almıştır. Y değerinin yüksek olması beyaz baskıda az kirlenme

anlamına gelmektedir. Buna göre K5'te yıkanmış numune en düşük Y değerini alırken standart sapması yüksek bir sonuç ortaya çıkmıştır. Koşul 1, 2 ve 3 arasında fark görülemediği şekile bakılarak söylenebilir.



Şekil 4.8 : 3 Kere fikse edilmiş numuneler boxplot grafiğı

Koşul 1, koşul3 ve koşul 4' te yıkanmış numuneler kendi aralarında incelendiğinde, numunelerin yıkama ED' si farkını ayırt etmede yetersiz kaldığı görülür. Bu üç koşulda yıkanmış numunelerin Minitab analiz sonucu Ek B2 a) da görülebilir. P değeri 0,05 barajının oldukça yukarısında kalmış ve kumaşların koşullar arası hasarlanma miktarı farkını ayırt etme gücünün düşük olduğunu göstermiştir. R değeri % 18 gibi düşük bir değer olarak yıkama parametrelerinin sonuca etkisinin çok düşük olduğunu kanıtlamıştır.

Koşul 3 (40 °C) ve koşul 5 (60 °C)' te yıkanmış numuneler kendi aralarında incelendiğinde, yıkama sıcaklığının etkisi görülebilir. Şekil 5.9'da görülebileceğı gibi beyaz baskılı numuneler sıcaklık farkını ayırt etmede başarılı sonuçlar vermiştir. Bu durumun Minitab ile analizi Ek B2 c) de incelendiğinde P değerinin "0" olduğu ve kumaşların yıkama koşulları arasındaki farkı göstermede başarılı olduğu görülür. Ayrıca R değeri % 87 gibi yüksek bir değer olarak doğru parametreler üzerinde çalışıldığını, yıkama profillerindeki farkların "Y" değerinde meydana gelecek değişiklik üzerindeki etkisinin % 87 olduğunu kanıtlar.



Şekil 4.9 : K3-K5’ de yıkanmış 3 fikseli beyaz baskılı numuneler

Koşul 1 ve koşul 2’ de yıkanmış numuneler incelendiğinde, kumaşlar 10 litre ana yıkama suyu miktarı farkını göstermede yetersiz kalmışlardır. Anova analizi sonucu Ek B2 b) de incelenebilir. Bu analiz sonucunda P değerinin 0,012 ile 0,05 barajını aştığı ve koşullar arası farkı ayırt edebileceği görülür, ancak R değerindeki düşüklük (% 32) parametrelerdeki değişikliğin sonuç üzerinde çok etkili olmadığını gösterir. Bu nedenle kumaşların bu koşullar arası farkı göstermede çok etkili olmadığı söylenebilir.

Beş adet yıkama sonucu numunelerin su miktarı ve mekanik hareket oranı parametrelerindeki değişimleri göstermede yetersiz kalmaları sonucu testin 10 adet yıkamaya kadar uzatılması düşünülmüş ve yapılan beş adet ek yıkama sonucu numunelerin farkı göstermede daha başarılı olduğu ancak çok büyük bir gelişme sağlanamadığı kaydedilmiştir. Sonuç Ek A daki yansıma değerleri boxplot grafiği incelendiğinde 5 yıkamadan 10 yıkamaya çıkmak yansıma değerleri arasındaki farkın artmasını sağlayamamış ve bu nedenle çok yıkama yapılmasının bir fayda sağlamayacağı, aynı zamanda tez amacı ile de ters düşeceğinden daha kısa yıkamalarda farkın gösterilmeye çalışılması amaçlanmıştır. Yıkama sayısını artırmanın standart sapmayı düşereceği ise grafikteki dikdörtgenlerin küçülmesinden anlaşılmaktadır. Daha küçük bir dikdörtgen her sonucun ortalama değerine yakın olduğunu gösterir.

Ekte görülebileceği gibi iki durumda da koşul 4 en hassas yıkama, koşul 5 en kötü yıkama sonucunu vermiştir. 10 Adet yıkamaya gidildiğinde numunelerin renk ölçüm sonuçlarında standart sapma düşmüştür. 10 yıkama sonunda koşullar arasında

görülen renk ölçüm değerleri fark miktarı, 5 yıkama sonucu görülen fark değerlerine göre büyük bir artış göstermemiştir.

İki fikseli numunelerde standart sapma yüksektir. Genel olarak 3 fikseli numuneler diğer numunelere göre parametreler arasındaki farkı göstermede daha başarılıdır.

b) Kabartma baskılı numunelerin sonuçları

Beyaz noktacıklı baskılı numuneler üç adet koşulda yıkanmış ve numunelerin yıkama etkilerini göstermede yeterli olmadıkları görülmüştür.

Numunelerin mekanik hareketin etkisini göstermeleri için geliştirme yapılması planlanmaktadır.

4.1.2.2 Diğer numunelerin sonuçları

a) Nonwoven tela

Beyaz tela kumaşlar, beş ayrı koşulda beşer kez yıkandıktan sonra incelenmiş ve koşul 2' de yıkanan numunede çatlama ve delinme görülmüştür. Yıkama sonrası resimleri Ek A'da görülebilir. Ancak baskılı numuneler ve boncuklanma çorabı ile yapılan testlerde daha net sonuçlar elde edildiğinden çalışmanın devamında bu numunenin kullanılması düşünülmemiştir.

b) Flok baskılı kumaşlar

Bir ve iki kere fikse olmak üzere farklı sayılarda fikse işlemi görmüş flok baskılı numuneler ile yapılan testler sonucunda, fikse sayısının flok liflerinin dökülmesinde belirsiz sonuçlar vermesi nedeni ile flok lifleri üzerindeki kontrolün düşük olduğu düşünülmüş ve numune geliştirme aşamasında flok lifler ile devam edilmemeye karar verilmiştir. Bu kumaşların beş yıkama sonrası durumlarını gösteren resim Ek A da görülebilir.

4.2 Hazırlık Çalışmaları

Ön çalışma sonucunda tez amacına hizmet edebileceği görülen kumaşlar ve ürünler belirlenip birtakım parametreler değiştirilerek veya korunarak daha net sonuç verebilecek hale getirilmeye çalışmıştır.

Pigment baskılı numuneleri üç kere fikse etme, ön çalışma sonunda görüldüğü gibi en tutarlı ve net sonucu verdiği için aynı oranda fikse edilmiş örme ve dokuma kumaşlar ile devam edilmek istenmiştir. Viskon içerikli örme kumaşlar ile ön

çalışma sonunda elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak bu içerikte aynı özelliklerde kumaşlar çalışmaların devamında kullanılmış ve bunun yanında pamuk içerikli örme ve dokuma kumaşlar daha standart ve oturmuş bir ürün elde etmek amacı ile çalışmalara dahil edilmiştir.

Boncuklanma çorabı ile ön çalışma sonunda 10 litre ana yıkama suyu miktarı farkı yıkamalar arasında ayırt edilebildiğinden bu çoraba benzer özelliklerde ve lif içeriğine sahip diz altı çoraplar elde edilip ön çalışmaya dahil edilmişti. Bu çoraplar içerisinde Coolmax çoraplar numune geliştirme çalışmalarına dahil edilebilir çoraplar olarak seçilmiştir.

Kabartma baskı uygulanarak noktacıklı desende elde edilen kumaşlar ile ön çalışma sonucunda beklenen sonuç üretim aşamasındaki problemlerden ve az sayıda numune olmasından dolayı görülemedi. Ancak numuneler hazırlık aşamasına başlamadan önce tekrar üretilerek iki ve üç kere fikse edilmiş ve bu duruma göre yeni numuneler ile testler gerçekleştirilmiştir. Bu testlerin sonucuna göre yeni numunelerin özelliklerine karar verilerek farklı büyüklüklerde nokta içeren desenlere sahip numuneler belirlenen fikselerde üretilmiş ve hazırlık aşamasına dahil edilmiştir.

Bu aşamada, farklı özelliklerde ve içeriklerde kumaşlara baskılar uygulanarak en uygun sonucu verebilecek kumaşların belirlenmesine çalışılmıştır. Malzeme ve metod bölümünde hazırlık aşaması için kodları belirtilen numuneler, yıkama parametreleri arasında bulunan farkın azaltılıp daha zorlayıcı test koşullarında test edilmiştir. Testler arası farkın görülüp görülemeyeceği ve bu durumda geliştirilmesi gereken kumaşların ve değiştirilmesi gereken özelliklerin belirlenmesi sağlanmak istenmiştir. Bu amaç ile ön çalışmada hazırlanan yıkama koşullarının sıcaklık, mekanik hareket oranı ve ana yıkama su miktarı gibi parametreleri değiştirilerek yeni test koşulları hazırlanmıştır. Bu koşullar aşağıdaki çizelgede görülebilir.

Çizelge 4.6 : Hazırlık aşaması yıkama parametreleri

Test Koşulları	Tset (°C)	Süre (dk)	Mekanik Hareket (%MH)	Tambur dönme / durma süresi (sn)	Ana Yıkama Su Miktarı (litre)
Koşul 1	40	135	95	21/1	18
Koşul 2	40	135	95	21/1	25
Koşul 3	40	135	75	17/5	18
Koşul 4	40	135	55	12/10	18
Koşul 5	55	135	75	17/5	18

Hazırlık aşaması için, malzeme ve metot bölümünde ayrıntılı olarak açıklandığı üzere, çizgili baskılı, kabartma baskılı kumaşlar ile çorap numuneleri test edilmiş ve test sonuçları ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

4.2.1 Çizgili baskıların sonuçları

Malzeme ve metot bölümünde görülebileceği üzere siyah ve beyaz renkli kumaşlar üzerine zıt renklerde gerçekleştirilmiş verev çizgili baskılı numuneler, metot bölümünde ayrıntıları görülebilen beş ayrı yıkama koşulunda test edilmiştir. Bu yıkama koşullarından koşul 1, 3 ve 4 arasında mekanik hareket oranı bakımından fark bulunmaktadır. Birinci koşul en fazla mekanik hareket, 3. koşul orta seviyede ve 4. koşul en az mekanik hareket ile yıkama yapılan algoritmanın olduğu koşullardır. Bu nedenle hazırlık aşamasında test edilen numunelerin, bu koşullar sonucundaki durumları ölçülerek mekanik hareketin numuneler ile ayırt edilebilirliği açığa çıkarılmış olacaktır. Su miktarındaki 5 litrelik farkın numuneler bakımından ortaya çıkarılabilmemesinin incelenebilmesi için koşul 1 ve koşul 2 algoritmaları ile yapılan yıkamaların sonuçlarını incelemek gereklidir. Sıcaklık farkının ayırt edilebilirliğinin ölçülebilmesi için, diğer parametrelerin aynı olduğu ancak sıcaklık bakımından 15 °C' lik farkın bulunduğu koşul 3 ile koşul 5 ile yıkama sonunda elde edilen sonuçların karşılaştırılması gereklidir. Bunlar göz önünde bulundurularak çizgili baskılı kumaşları ile ediletilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

4.2.1.1 Viskon likra içerikli kumaşlar

a) Siyah zemin renkli kumaşlar

Viskon/likra içerikli kumaşlar genel olarak parametrelerdeki değişimlere en hassas davranan numunelerin elde edilmesini sağlayarak en başarılı sonuçları vermişlerdir.



Şekil 4.10 : Beş yıkama sonunda viskon/likra içerikli kumaşların görünümü

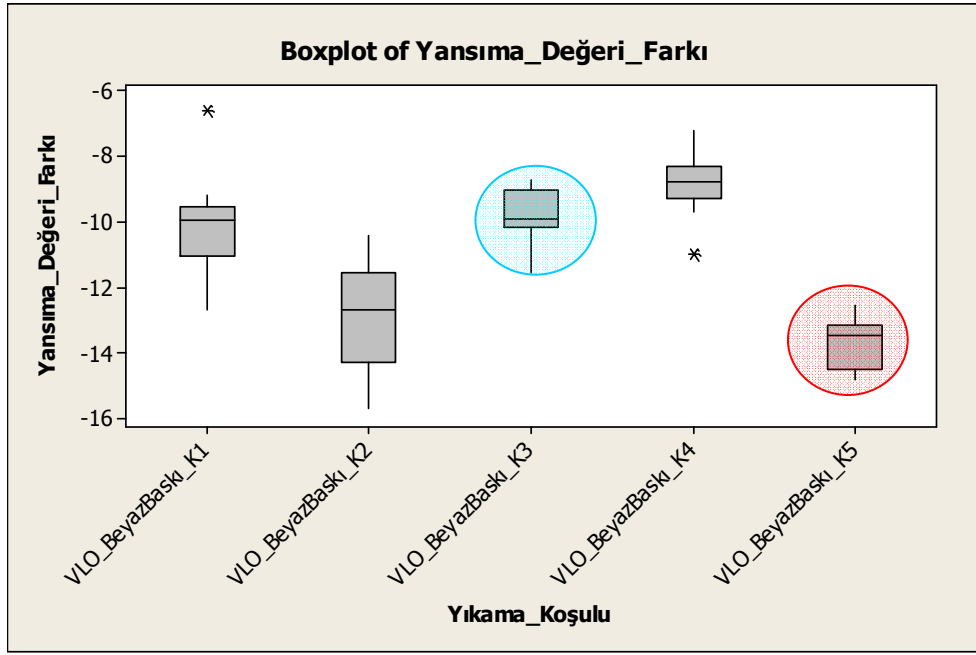
Sıcaklığın en fazla olduğu koşul 5 ile yıkanan numuneler, renk parlaklığı farkı en çok görülen kumaşlardır. Beş koşulda da yıkanan numunelerin renk ölçüm sonuçlarının özetlendiği tablo aşağıda görülmektedir.

Çizelge 4.7 : Beyaz baskılı viskon/likra kumaşların renk ölçüm farkı sonuçları

Baskı Rengi	Parametre	K1	K2	K3	K4	K5
Beyaz Baskı	Y değeri Farkı	-10,11	-12,93	-9,76	-8,77	-14,71
	Standart Sapma	1,17	0,58	0,52	0,49	1,36
Kırmızı Baskı	Y değeri Farkı	2,82	3,56	3,06	2,84	2,87
	Standart Sapma	0,17	0,09	0,17	0,12	0,21

Tabloda görülen K1, K2 renk sonuçları incelendiğinde beyaz baskının ve kırmızı baskının su miktarı farkını göstermede başarılı olmadığı anlaşılabilir. K1, K3 ve K4 incelendiğinde ise özellikle kırmızı baskılı numunelerin mekanik hareket oranını ayırt etmede çok iyi sonuç vermediği görülür. Ancak K3 ve K5 incelendiğinde ise 15 °C'lik sıcaklık farkını ayırt etmede çok başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak su miktarı farkı ve mekanik hareket farkını ayırt etmede başarı elde edilemezken, sıcaklık farkını net gösterdiğinden viskon/likra içerikli kumaşlar üzerine, bir sonraki aşamada gerçekleştirilecek testlere dahil etmek için siyah ve kırmızı renkli baskıların uygulanması uygun görülmüştür.

Beş yıkama sonunda alınan renk ölçüm değerlerinin, koşullar arası kıyaslamayı kolaylaştırması için Minitab programı boxplot analizi sonucu aşağıda görülmektedir.



Şekil 4.11 : Viskon/likra beyaz baskı boxplot resmi

Analiz sonucu da, farklı koşullar arası sıcaklık farkını göstermede numunelerin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Sıcaklık farkının çok iyi ayırt edilebildiği bu numuneler ile elde edilen sonuçların ANOVA analizi sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.8 : Beyaz baskılı viskon kumaşların ANOVA analizi sonucu

Baskı Rengi	Koşullar	P	% R
	K1-K2	0	47,03
Beyaz	K1-K3-K4	0	25,73
	K3-K5	0	88,72

K3 ve K5 arasındaki sıcaklık farkının, P değerinin sıfır olması ile, numuneler tarafından ayırt edilebildiği anlaşılır. Bu aşamadan sonra asıl kriter olan R değerinin yüksekliğinden, sonuçların açıklanabilmesi üzerinde bu kumaşlar için renk ölçüm değerlerinin yüksek oranda etkin olduğu anlaşılır. Kırmızı renkli baskılar ise su miktarı farkını gösterme dışında başarılı bir sonuç vermemiştir.

b) Beyaz zemin renkli kumaşlar

Beyaz zemin renkli viskon/likra içerikli kumaşların üzerine siyah ve kırmızı renkli baskılar gerçekleştirilmişti. Hazırlık aşamasının daha önce özetlenen farklı parametrelerine sahip yıkama koşullarında beşer kez yıkanan bu numunelerin siyah baskı için elde edilen ortalama renk ölçüm değerleri farkı sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.9 : Siyah baskılı viskon/likra kumaşların renk ölçüm değerleri farkı

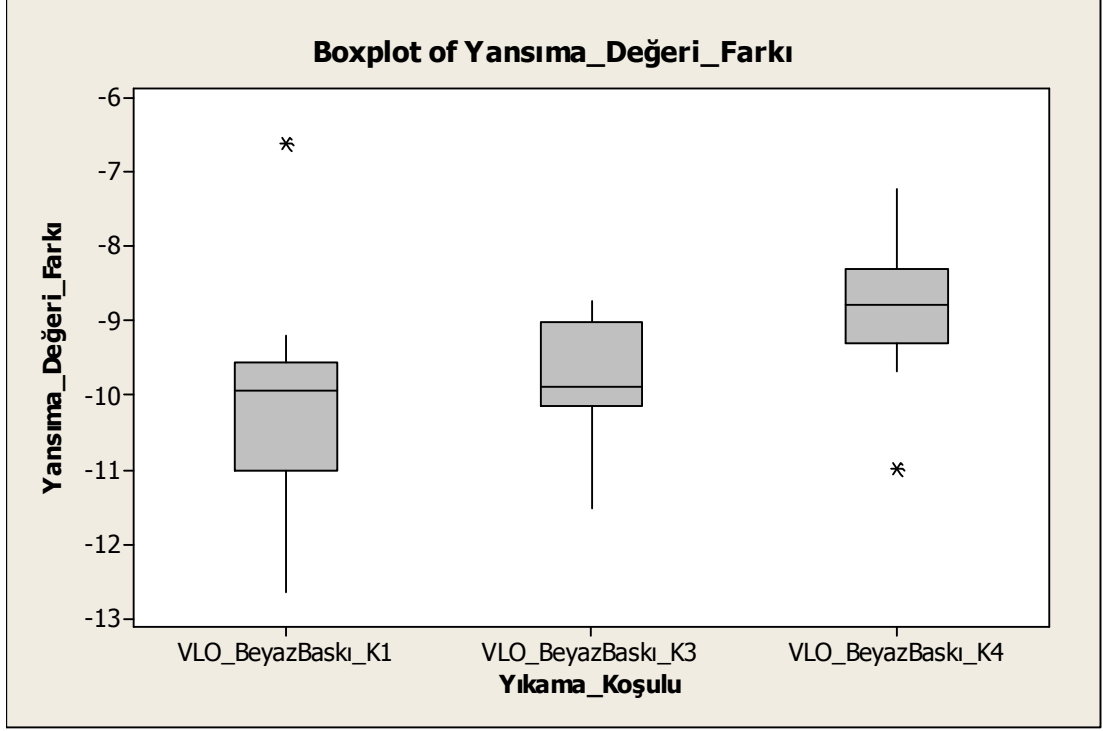
Baskı Rengi	Parametre	K1	K2	K3	K4	K5
Siyah Baskı	Y değeri Farkı	2,63	3,3	2,84	2,09	2,9
	Standart Sapma	0,14	0,1	0,09	0,11	0,24
Kırmızı Baskı	Y değeri Farkı	0,11	0,81	0,25	-0,13	0,13
	Standart Sapma	0,06	0,21	0,18	0,13	0,37

Tablodan görüleceği üzere, koyu renk baskılar, açık renk zemini örtmüş ve yıkamalar sonunda elde edilen “Y” değeri farkı düşük çıkmıştır. Daha net bir yorumun yapılabilmesi için ANOVA analizi sonuçlarına bakılmalıdır. ANOVA analizi sonucu aşağıdaki tabloda görülebilir.

Çizelge 4.10 : Siyah renk baskılar ANOVA analizi

Baskı Rengi	Koşullar	P	% R
Siyah	K1-K2	0	68,63
	K1-K3-K4	0	58,04
	K3-K5	0,606	0

K1 ve K2 ‘de yıkanan siyah baskılı viskon/likra numunelerin analiz sonucu incelendiğinde, kumaşlar su miktarı farkını ayırt etmede başarılıdır. K1, K3 ve K4, mekanik hareket farkının ayırt edilebilirliğinin ölçülebileceği koşullardır. Bu koşullarda yıkanan numunelerin analiz sonucu incelendiğinde mekanik hareket farkının ayırt edilebilmesi belli derecede mümkündür. Boxplot grafiği’nin incelenmesi ile yüksek ve düşük mekanik hareket oranında renk ölçüm sonuçlarının saçınıklığı incelenebilir. Sonuçların birbiri ile çakıştığı ve çok net bir sonuç vermediği görülür. Boxplot analizi resmi aşağıda görülmektedir.



Şekil 4.12 : K1, K3 ve K4'te yıkanmış numunelerin boxplot resmi

Kırmızı renkli baskılar ile çok net sonuçlar elde edilememiştir. Bunun nedeni aşındırma baskı uygulanmaso sonrası zeminin aşınması ve yıkama işlemi sonunda renk farkının görülebilmesi şansının düşmesidir. Ancak yine de ANOVA analizi sonucu incelendiğinde su miktarı farkının ayırt edilebilmesinde umut verici sonuçlar görülmektedir.

Çizelge 4.11 : Siyah üzerine kırmızı baskı viskon/likra kumaşların renk ölçüm değerleri farkının ANOVA analizi sonucu

Baskı Rengi	Koşullar	P	% R
Siyah Üzerine Kırmızı	K1-K2	0	72,5
	K1-K3-K4	0,001	15,37
	K3-K5	0	36,49

Tablodan görüldüğü üzere, K1 ve K2 arasındaki 10 litre ana yıkama suyu farkı ayırt edilebilmektedir. R değeri % 72,5 gibi yüksek bir değer çıkarak, renk değerleri sonuçlarındaki farklılık üzerinde, kumaş parametrelerinin yükek oranda etkili olduğunu kanıtlamaktadır.

4.2.1.2 Pamuk içerikli örme kumaşlar

Deney setindeki örme kumaşlar, viskon/likra veya diğer bir lif tipi olan % 100 pamuk içerikli kumaşlar olacak şekilde hazırlanmıştı. % 100 pamuk içerikli örme kumaşlar, malzeme ve metot bölümünde belirtilen koşullarda beşer kez yıkanmış ve beş yıkama sonunda elde edilen renk ölçüm değerlerinin orijinal ölçümlerden farkı aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.12 : % 100 pamuklu beyaz ve kırmızı baskılı örme kumaşların renk ölçüm değerleri farkı sonuçları

Baskı Rengi	Parametre	K1	K2	K3	K4	K5
Beyaz Baskı	Y değeri Farkı	-7,81	-8,53	-7,29	-6,21	-10,48
	Standart Sapma	0,64	0,2	0,27	0,6	0,08
Kırmızı Baskı	Y değeri Farkı	2,6	3,3	2,48	1,96	2,36
	Standart Sapma	0,22	0,11	0,2	0,16	0,23

Tabloda K3 ve K5 renk ölçüm sonuçları incelenerek, beyaz baskının, sıcaklık farkının ayırt edilmesinde kullanılabileceği açıkça görülür. Diğer parametrelerin ayırt edilmesinde ise herhangi bir umut verici sonuç görülmemiştir. Sıcaklık farkının ayırt edilebilirliğinin daha net söylenebilmesi ve tüm koşulların etkisinin açığa çıkarılabilmesi için ANOVA analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonucu aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 : % 100 pamuklu beyaz baskılı örme kumaşların ANOVA analizi

Baskı Rengi	Koşullar	P	% R
Beyaz	K1-K2	0,003	16,09
	K1-K3-K4	0	38,77
	K3-K5	0	94,7

Sıcaklık farkının ayırt edilebilirliğinin ölçülebileceği K3 ve K5 koşullarının ANOVA analizi sonucu incelendiğinde R değerinin son derece yüksek olan % 95' e yaklaştığı ve sıcaklık faktörünün, renk ölçüm sonuçlarındaki değişimi yüksek oranda açıklayabileceği anlaşılır. Ancak pamuklu örme kumaşların siyah ve kırmızı baskılarının diğer parametrelerdeki farkı göstermede başarılı olmadığı göz önünde bulundurularak bir sonraki aşama olan deney tasarımı çalışmalarında sıcaklık parametresindeki farkı gösterebileceği düşünülen beyaz baskılı kumaşların test edilmesi uygun bulunmuştur.

Renk ölçümü sırasında ölçtüğüm “Y” değerinin, insan gözünün parlaklığa olan hassaslığı ile arasında bir bağlantı olduğu belirtilmişti. Bu nedenle yeni baskı yapılacak pamuklu örme kumaşlarda, parlak bir renk olan sarı renkli baskının da kumaş üzerine uygulanarak, kumaşların yıkamalar sonucunda daha iyi bir sonuç verip vermeyeceği deney tasarımı aşamasında görülmek istenmiştir.

4.2.1.3 Pamuklu dokuma kumaşların sonuçları

Siyah/kırmızı ve beyaz/kırmızı baskılı pamuklu dokuma kumaşların hazırlık aşaması koşullarında beşer kez yıkanması sonucu yapılan renk ölçümlerinin özet sonucu aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.14 : Pamuklu dokuma kumaşların beş yıkama sonundaki renk ölçümü değerlerinin orijinal ölçümden farkları

Baskı Rengi	Parametre	K1	K2	K3	K4	K5
Beyaz Baskı	Y değeri Farkı	-9,29	-9,64	-9,79	-8,88	-12,96
	Standart Sapma	0,34	0,18	0,69	0,89	1,39
Siyah Üzerine Kırmızı Baskı	Y değeri Farkı	2,73	2,45	1,99	1,9	2,64
	Standart Sapma	0,18	0,26	0,24	0,22	0,33
Siyah Baskı	Y değeri Farkı	1,9	2,72	1,83	1,68	1,69
	Standart Sapma	0,17	0,29	0,2	0,34	0,14
Beyaz Üzerine Kırmızı Baskı	Y değeri Farkı	0,13	0,14	0,24	0,27	0,19
	Standart Sapma	0,13	0,14	0,24	0,27	0,19

Bu sonuçlar ayrıntılı olarak incelendiğinde, pamuklu dokuma kumaşların siyah renkli kumaş üzerindeki kırmızı baskılı numunelerinin K1 ve K3 arasındaki mekanik hareket farkını ayırt etmede başarılı olabileceği anlaşılabilir. Ancak daha düşük mekanik hareket seviyesine sahip olan K4’ te yıkamanın K3’te yıkamaya yakın bir değerde renk ölçüm sonucu verdiği görülmektedir. Bu nedenle mekanik hareket farkını ayırt etmede kullanılabileceği düşünülen siyah kumaş üzerine kırmızı baskılı numunenin, düşük mekanik hareket seviyesinde başarılı olamayacağı anlaşılır.

Sonuçların ANOVA analizi sonucu aşağıdaki tabloda incelenebilir.

Çizelge 4.15 : Pamuklu dokuma kumaşların çizgili baskılarının renk ölçüm farklarının ANOVA analizi sonuçları

Baskı Rengi	Koşullar	P	% R
Beyaz	K1-K2	0,135	2,73
	K1-K3-K4	0,017	8,49
	K3-K5	0	47,55
Siyah	K1-K2	0	44,29
	K1-K3-K4	0,257	1,07
	K3-K5	0,223	1,11
Siyah Üzerine Kırmızı	K1-K2	0,021	9,17
	K1-K3-K4	0	55,19
	K3-K5	0	30,03
Beyaz Üzerine Kırmızı	K1-K2	0	63,17
	K1-K3-K4	0,067	4,84
	K3-K5	0	57,61

Sonuçlar incelendiğinde siyah kumaş üzerine uygulanan kırmızı baskının mekanik hareket farkını gösterme amacıyla kullanılabilir potansiyel bir kumaş olduğu % 55 civarındaki R değeri ile anlaşılır. Diğer sonuçlar incelendiğinde % 60 gibi yüksek oranlarda R değeri elde edilen koşullar arası farklar görülmektedir. Ancak diğer kumaşlar ile bu koşullar arası fark daha net görülebildiğinden bu parametrelere sahip kumaşlar üretmeye gerek kalmamıştır.

Parlak bir renk olan sarı renkli baskının da siyah renkli olan bu kumaş üzerine uygulanarak deney tasarımı aşamasında test edilmesi planlanmıştır. Bu çalışmaların sonuçları DOE aşamasının sonuç kısmında incelenebilir.

4.2.1.4 Pamuklu ve likra içerikli dokuma kumaşların sonuçları

Pamuklu ve likra içerikli kumaşlar, hazırlık aşaması koşullarında beşer kez yıkandıktan sonra yapılan renk ölçümleri sonucunda herhangi bir olumlu sonuç elde edilememiştir. Ölçüm değerleri üzerinde yapılan ANOVA analizi sonucu aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.16 : Pamuklu likra içerikli kumaşların renk ölçüm değerleri farkı sonuçlarının ANOVA analizi sonuçları

Baskı Rengi	Koşullar	P	% R
Beyaz	K1-K2	0	31,66
	K1-K3-K4	0,059	5,19
	K3-K5	0	29,89
Siyah	K1-K2	0	68,33
	K1-K3-K4	0,268	0,95
	K3-K5	0,157	2,23
Siyah Üzerine Kırmızı	K1-K2	0	43
	K1-K3-K4	0,521	0
	K3-K5	0,013	12,92
Beyaz Üzerine Kırmızı	K1-K2	0	68,79
	K1-K3-K4	0	21,89
	K3-K5	0	59,64

Analiz sonuçlarından bazı R değerleri yüksek olarak gözükse de, çalışmanın diğer bazı kumaşları ile aynı koşullar arasındaki fark daha net ayırt edilebildiğinden ve bu dokuma kumaşlarda yıkama sırasında kırıklar meydana gelmesi nedeni ile sonuçların olumsuz çıkmasından dolayı pamuklu likra kumaşlar ile çalışmaya devam etmeme kararı yerindedir.

4.2.2 Küçük puanlı baskılı kumaşların sonuçları

Küçük puanlı baskılı kumaşlar, üzerlerine kabartma baskı uygulanmış numunelerdi. Amaç kabarmış baskıların, sıcaklık, mekanik hareket, su miktarı gibi parametreler ile kumaş yüzeyinden kolay uzaklaşabilmesini sağlamaktı. Bu amaçla gerçekleştirilen ve iki ayrı fikse miktarı içeren kumaşlar ile yapılan testler sonucunda genel olarak herhangi bir yüksek başarı elde edilememiştir. Fikse miktarı artırılarak daha yüksek hale getirilen ve parçacık büyüklüğü artırılan kabartma baskıların sürtme haslığı düşürülmeye çalışılarak yıkama hareketlerinden daha çok etkilenmesi sağlanmak istenmiş ancak olumlu bir sonuç alınamamıştır.

Yıkamalar sonucunda yapılan ölçümler sonucunda, küçük boncuklu baskıların kumaş yüzeyinden ya sökülüp gittiği ya da tamamen kaldığı görülmektedir.

Fikse miktarının değiştirilerek orta seviyede dayanıklı bir test numunesinin oluşturulabileceği düşünülse de hali hazırdaki kumaşların fikse miktarları arasındaki düşük seviye göz önünde bulundurularak potansiyeli olan bir numunenin oluşturulmasının güçlüğü görülmüş ve bu kumaşlar ile diğer çalışmalara devam etmeme kararı alınmıştır. Yıkamalar sonundaki renk ölçümü değerlerinin, orijinal renk ölçümü değerlerinden farklarının özetlendiği tablo aşağıda incelenebilir.

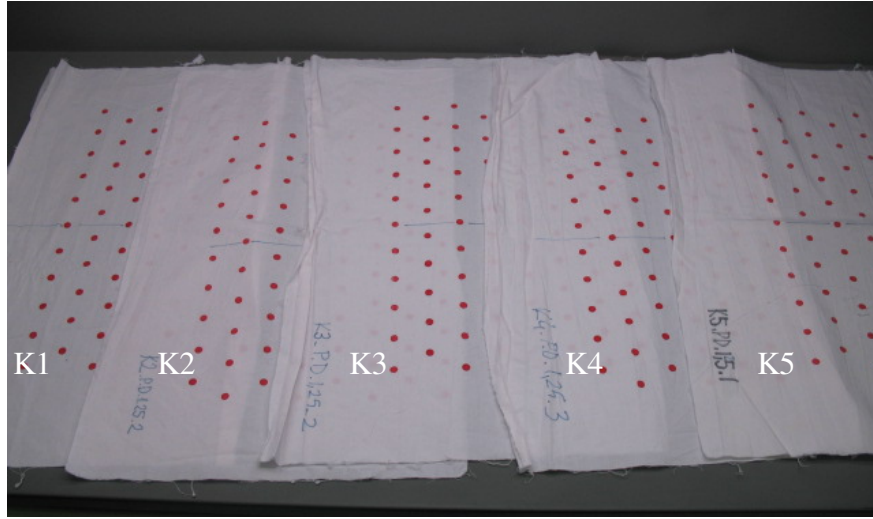
Çizelge 4.17 : Puanlı baskıların renk ölçümü farklarının sonuçları

Kumaş Cinsi	Fikse Miktarı	Parametre	K1	K2	K3	K4	K5
Pamuklu Dokuma	Az Fikse	Y Değeri farkı	-1,36	-1,78	-1,29	-1,21	-0,75
		Standart Sapma	0,43	0,26	0,45	0,26	0,43
	Çok Fikse	Y Değeri farkı	-3,38	-3,74	-3,06	-2,55	-2,55
		Standart Sapma	0,24	0,41	0,29	0,4	0,4
Pamuk/Likra Dokuma	Az Fikse	Y Değeri farkı	-4,67	-5,4	-3,8	-3,34	-5,3
		Standart Sapma	0,44	0,6	0,39	0,65	0,67
	Çok Fikse	Y Değeri farkı	-6,23	-7,5	-5,92	-5,68	-6,52
		Standart Sapma	0,25	0,4	0,28	0,57	0,24
Pamuklu Örne	Az Fikse	Y Değeri farkı	-2,72	-4,3	-1,88	-1,9	-1,12
		Standart Sapma	0,56	0,52	0,27	0,51	0,69
	Çok Fikse	Y Değeri farkı	-5,06	-6,44	-4,37	-3,78	-4,17
		Standart Sapma	0,4	0,47	0,31	0,35	0,23
Viskon/Likra Örne	Az Fikse	Y Değeri farkı	0,58	-2,02	1,09	0,5	-1,3
		Standart Sapma	0,81	1,69	0,49	1,6	0,4
	Çok Fikse	Y Değeri farkı	-4,84	-6,27	-4,99	-4,17	-6,7
		Standart Sapma	0,41	0,49	0,26	0,33	0,47

Renk ölçüm sonuçları ayrıntılı olarak incelendiğinde koşullar arası farkı gösterebilecek başarılı bir sonuç alınamayacağı anlaşılabilir. “Y” değerleri arasındaki farklar az olmakla birlikte, K1, K3 ve K4 gibi koşullar arası farkı gösterebilecek derecede renk ölçüm farkı elde edilememiştir.

4.2.3 Büyük puanlı baskıların sonuçları

Renk ölçümüne gerek kalmadan, göz ile görerek hasarlı veya sağlam noktaların sayılabilmesi ile programlar arasındaki farkın ayırt edilebileceği düşünülerek yaptırılan büyük puanlı baskılı kumaşlar, yapılan yıkamalar sonucunda koşullar arası farkı göstermede maalesef başarısız olmuşlardır. Ağır koşullarda yıkanan numuneler üzerindeki noktalar tamamen uzaklaşmakta ve kumaş üzerinde yalnızca bir iz bırakmakta, hafif koşullarda yıkanan numunelerde ise noktalar kalmakta ancak noktalar üzerinde çatlaklar meydana gelmekte ve noktaların yüksekliği azalmaktadır. Bu nedenle göz ile ayırt edilebilecek herhangi bir durum ortaya çıkmamaktadır. Beş ayrı koşulda yapılan yıkamalar sonucunda puanları kumaş üzerinde kalan numunelerin resmi aşağıda görülmektedir.



Şekil 4.13 : Beş ayrı koşulda yıkanmış büyük puanlı numuneler

Resimde de daha net görüldüğü gibi, beş ayrı koşulda yıkanmış numuneler arasında göz ile ayırt edebilmeye izin verecek bir durum söz konusu değildir. Aynı şekilde fikse miktarı biraz düşürülerek üretilen büyük noktalı kumaşlarda da beş ayrı yıkama sonrasında noktaların tamamı sökülüp, ancak izleri sabit durmaktadır. Bu nedenle büyük puanlı baskılı kumaşlar ile çalışmaya devam etmeme kararı uygun bulunmuştur.

4.2.4 Çorap numunelerinin sonuçları

Ön çalışmada Nike marka dri-fit model çorap ile yapılan denemeler sonucunda olumlu sonuçların alınmasının ardından, tezin amacına hizmet edebileceği düşünülen benzer içerikte olan coolmax çoraplar ile naylon ve pamuk içerikli çorap numuneleri ördürülerek testler gerçekleştirilmiştir. Nike marka çorap numunelerinin su miktarını ayırt etmede başarılı oldukları ön çalışma sonrasında elde edilen önemli bir sonuçtu. Bu sonuç göz önünde bulundurularak yine aynı koşullarda yani 10 litre su farkının olduğu koşullarda yeni çoraplar test edilmiş ve “Coolmax” çoraplar ile başarı elde edilmiştir. Aynı çoraplar ile hazırlık aşaması K1 ve K2 arasındaki 7 litrelik su miktarı farkı koşullarında testler gerçekleştirilmiş ve numunelerin 7 litrelik su miktarı farkını gösterip gösteremeyeceği görülmek istenmiştir. Bu amaç ile yapılan testler sonucunda “Coolmax” çorapların başarılı oldukları görülmüştür.

“Coolmax” çorapların üzerleri, yıkama etkileri nedeniyle tüylenerek boncuklanma oluşumu başlamıştır. Bu tüylerin üzerine ise, yıkama yükü içerisinde bulunan beyaz ve açık renkli kumaşların lifleri takılıp birikerek, çoraplar üzerinde çıplak göz ile kolaylıkla ayırt edilebilen boncuk benzeri lif toplulukları oluşturmuşlardır. Aşağıdaki resimde K1 ve K2 koşullarında beşer kez yıkanmış “Coolmax” çorapların durumları görülmektedir.



Şekil 4.14 : K1 ve K2’ de beşer kez yıkanmış coolmax çoraplar

Şekilden anlaşılacağı gibi, K1’ de yıkanmış çoraplar üzerinde çok daha fazla beyaz lif topluluk bölgeleri oluşmuştur. Böylece iki program arasındaki farkın ayırt edilebilmesi mümkün hale gelmiştir.

4.2.5 Hazırlık çalışmaları genel sonuçları

Hazırlık aşamasında yapılan testler sonucunda başarı elde edilen baskılı numuneler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Çizelge 4.18 : Başarı elde edilen çizgili baskı numuneleri

Numune Kodu	Lif İçeriği	Kumaş Yapısı	Kumaş Rengi	Fikse Süresi	İplik Numarası
PDS2	%100 Pamuk	Dokuma	Siyah	2 dk	50/1
PÖS4	%100 Pamuk	Örme	Siyah	4 dk	30/1
VLÖB4	Viskon/Likra	Örme	Beyaz	4 dk	30/1
VLÖS4	Viskon/Likra	Örme	Siyah	4 dk	30/1

Testler sonucunda başarılı olan çorap numunesi özellikleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.19 : Başarı elde edilen coolmax çorap numunesi

Lif İçeriği %	Desen	İplik Tipi	İplik No (Ne)	Renk	İlmeğin Sıra Sıklığı (ilmeğin/cm)	İlmeğin Çubuk Sıklığı (ilmeğin/cm)	İlmeğin İplik Uzunluğu (cm)
67/30/3 PES/PA/LİKRA	SÜPREM	GİPE	24	SİYAH	14	10	~0,55

Başarı elde edilen çorap numunesi özellikleri göz önünde bulundurularak, deney tasarımı aşamasında 5 litre su miktarı farkı koşulları test edileceğinden, numunenin daha çabuk tüylenebilmesini sağlamak amacı ile aynı içerikteki daha kalın iplikten oluşan, eldeki çoraptan daha gevşek ve biraz daha gevşek örülmüş çorap numuneleri üretilmiş ve test edilmiştir. Bu testlerin sonuçları aşağıdaki bölümde açıklanmıştır.

4.3 Deney Tasarımı Testleri

Deney tasarımı aşamasında, daha önceki bölümlerde sıcaklık, mekanik hareket ve su miktarı gibi parametrelerin değiştirilerek birtakım başarılı sonuçların elde edilmesinin üzerine yıkama parametreleri sınırları daha zorlayıcı olan ve yıkama süresinin de bir parametre olarak eklendiği koşullarda testler gerçekleştirilmiştir.

Bu aşamada değiştirilen parametreler sıcaklık, mekanik hareket, su miktarı ve program süresidir. Belirli derecede başarı elde edilmiş numuneler deney tasarımı aşamasında daha zorlayıcı koşullarda denenmiştir. Bu nedenle bu yıkama

parametrelerinin sınırları düşürülmüştür. Değiştirilen yıkama parametrelerinin maksimum ve minimum değerleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.20 : Deneş dizaynı program parametre sınırları

Parametre	Sınırlar
Sıcaklık	40 – 55 °C
Mekanik Hareket	% 95 - 75
Su Miktarı	5 litre
Program Süresi	155 – 195 dk

Bu sınırlar göz önünde bulundurularak Minitab programı ile deney tasarımı oluşturulmuş ve her koşulun ayrıntılı etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Minitab programı deney tasarımı oluştururken farklı parametrelerin yüksek ve düşük seviyelerini baz alarak her koşulun birbirlerine olan etkilerini de inceleme şansı vermektedir. Böylece iki ya da daha fazla parametrenin birbirlerine olan etkilerini devre dışı bırakarak daha net sonuç görebilme şansı sağlamaktadır. Buna göre Minitab programı ile hazırlanan deney tasarımı aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.21 : Deneş tasarımı testleri ve yıkama parametreleri özellikleri

Test Sayısı	Sıcaklık	% MH	Su Miktarı	Program Süresi
1	45	75	11	155
2	55	75	11	155
3	45	95	11	155
4	55	95	11	155
5	45	75	16	155
6	55	75	16	155
7	45	95	16	155
8	55	95	16	155
9	45	75	11	195
10	55	75	11	195
11	45	95	11	195
12	55	95	11	195
13	45	75	16	195
14	55	75	16	195
15	45	95	16	195
16	55	95	16	195
17	45	75	11	155
18	55	75	11	155
19	45	95	11	155
20	55	95	11	155
21	45	75	16	155
22	55	75	16	155
23	45	95	16	155
24	55	95	16	155
25	45	75	11	195
26	55	75	11	195
27	45	95	11	195
28	55	95	11	195
29	45	75	16	195
30	55	75	16	195
31	45	95	16	195
32	55	95	16	195
33	50	85	13,5	175
34	50	85	13,5	175

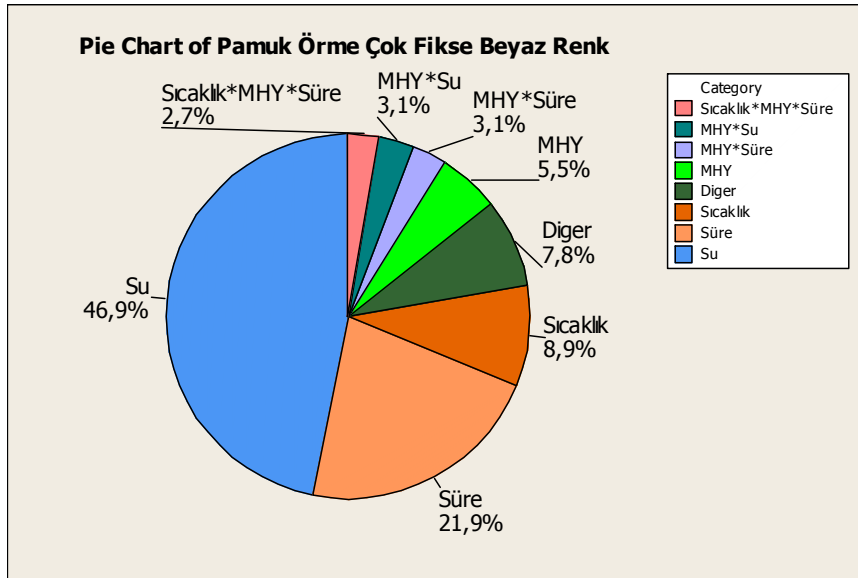
Tablodan görülebileceği gibi son iki koşul, tüm parametrelerin orta noktalarını içeren koşul ve tekrarıdır. Bu iki testin haricinde on altı adet farklı koşul bulunmaktadır ve bu koşulların da tekrarları eklendiğinde toplamda 34 test bulunmaktadır. Bu testlerin sonuçları aşığıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.3.1 Pamuk örme beyaz baskı sonuçları

Minitab programı ile oluşturulan ve 34 koşuldan oluşan deney setinde, her koşulda beşer adet yıkama gerçekleştirilmiştir. Beş yıkama sonunda alınan renk ölçümü değeri ile numunenin orijinal renk değeri arasındaki fark her koşul için ayrı ayrı alınmış ve analiz edilmiştir. Analiz sırasında Minitab programı ile deney tasarımı analizi gerçekleştirilerek sonuçlar üzerinde etkili faktörler belirlenip bir model oluşturulmuştur. Bu modele göre de genel doğrusal model analizi gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlara her yıkama parametresindeki değişimin kumaşlar tarafından belirlenebilme yüzdelere göre pasta dilimleri oluşturulmuştur.

Üzerine beyaz baskı uygulanmış pamuklu örme kumaşların iki ayrı fikse görmüş numuneleri ayrı ayrı analiz edildiğinde çok fikse görmüş numunelerin farkı göstermede daha başarılı olduğu ve daha tekrarlanabilir sonuç verdiği görülür. Deney tasarımı analizi sonucunda “P” değerinin sıfır olduğu ve “R” kare değerinin de yüksek olduğu görülür.

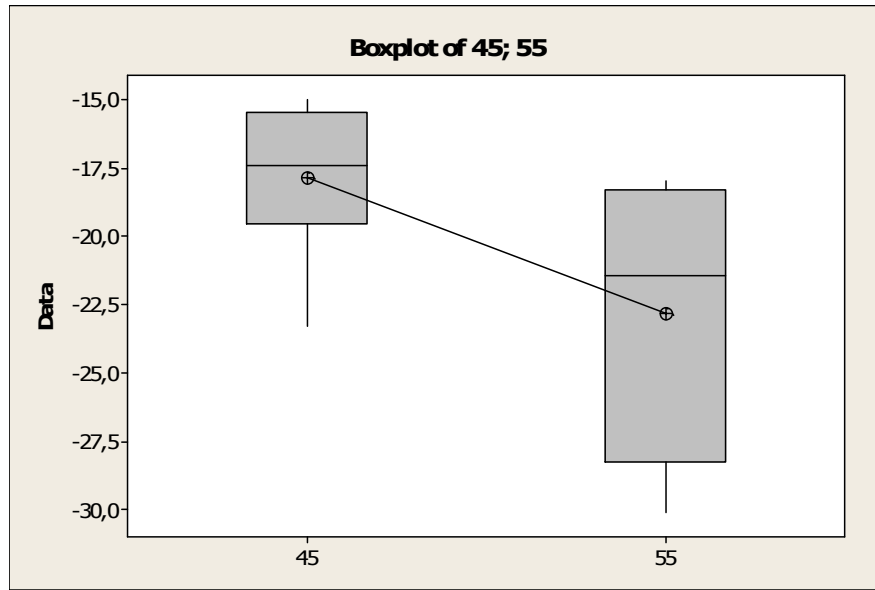
Pamuk örme çok fikse uygulanmış beyaz baskının pasta dilim grafiği aşağıdaki resimde görülmektedir.



Şekil 4.15 : Pamuk örme çok fikseli beyaz baskı pasta dilim grafiği

Şekilden görüldüğü üzere, pamuk örme üzerindeki beyaz baskı, su miktarı farkına ve süre farkına karşı hassas davranmıştır. Bunların yanında sırasıyla sıcaklık ve mekanik hareket farkını da belli derecede gösterebilmektedir. Genel olarak bütün yıkama etkilerini gösterebilmekte olmasının yanında az fikseli numunelere göre

yüksek tekrarlanabilirlik sonucu vermektedir. Daha önceki çalışmaların sonuçlarına göre beyaz baskı sıcaklığa karşı hassas bulunmuştur. Deney tasarımı analizi sırasında bütün etkilerin ve etkileşimlerin bir arada incelenmesinden ve aynı zamanda sıcaklık farkının on dereceye kadar düşürülmesinden dolayı numunelerde sıcaklığa karşı hassasiyet, su miktarından daha az olarak görülmüştür. Ancak yapılan t-testinde görüldüğü üzere, iki farklı koşulda yıkanan numunelerin renk ölçüm sonuçları ortalaması arasında belirgin bir fark bulunmaktadır. Sıcaklığa karşı hassasiyetin su miktarına göre düşük olması yalnızca aradaki renk ölçüm değeri farkının büyüklüğünün farklı olmasındandır. T testi sonucuna göre numuneler arasında fark vardır iddiası doğru bulunmaktadır. Numuneler arasındaki saçınıklığın yüksek olması ve böylece standart sapmanın yükselmesi nedeni ile pasta dilimi grafiğinde sıcaklık yüzdesi düşük görülmektedir. Sıcaklık farkı için gerçekleştirilen t testi durumu ve kutu grafiği aşağıdaki resimde görülmektedir.



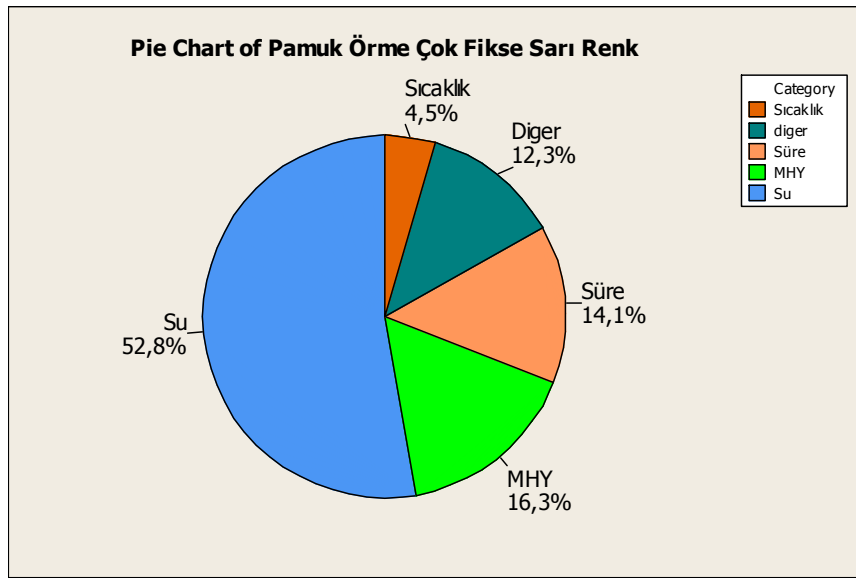
Şekil 4.16 : Pamuk örme çok fikse beyaz baskı t-testi kutu grafiği

Az fikse görmüş beyaz baskılı pamuk örme kumaşlarda ise yıkama parametreleri arasındaki farkların belirlenebilmesi güçleşmiş, tekrarlanabilirlik düşmüş ve deney tasarımı analizi sonucunda “R” kare değeri düşük bulunmuştur.

4.3.2 Pamuk örme sarı baskı sonuçları

Sarı baskı uygulanmış pamuklu örme kumaşların iki ayrı fikse görmüş numunelerinin 34 ayrı koşul sonunda elde edilen renk ölçüm değerleri farkları ayrı ayrı analiz edildiğinde çok fikse görmüş numunelerin farkı göstermede daha başarılı olduğu ve

daha tekrarlanabilir sonuç verdiği görülür. Her iki numune de temel yıkama parametreleri farkını göstermede başarılı olmuşlardır. Ancak çok fiksli numune, mekanik hareket farkına karşı daha hassas bir sonuç vermiştir. Su miktarı ve süre farkını test numunelerinin büyük bir kısmı gösterebilirken mekanik hareket ve sıcaklık farkını gösterebilen numuneler sınırlıdır. B u nedenle çok fiksli sarı baskılı pamuk örme numune mekanik harekete karşı hassas olduğundn dolayı test yönteminde bulunması gereken numunelerden biri olarak seçilmiştir. Deney tasarımı analizi sonucunda elde edilen modele uygun gerçekleştirilen genel doğrusal model pasta dilimi grafiği aşağıda görülmektedir.



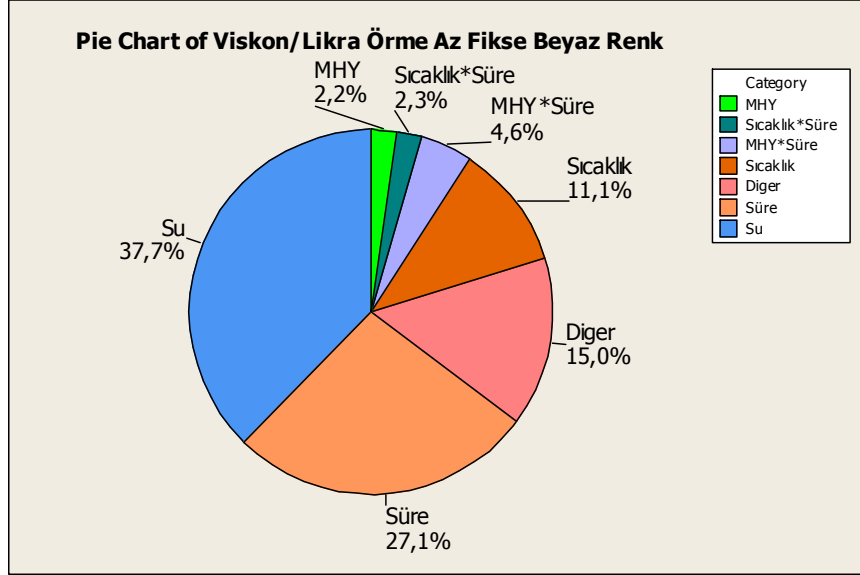
Şekil 4.17 : Pamuk örme çok fikse sarı baskılı pasta dilimi grafiği

Pasta dilimi grafiğinden görüldüğü üzere su miktarı farkı diğer parametrelere nazaran çok yüksek bir oranda görülebilmektedir. Bu nedenle çok fikse görmüş sarı baskılı pamuk örme numune ölçme metodunda bulunabilecek numunelerin başında gelmektedir.

4.3.3 Viskon likra örme beyaz baskılı numune sonuçları

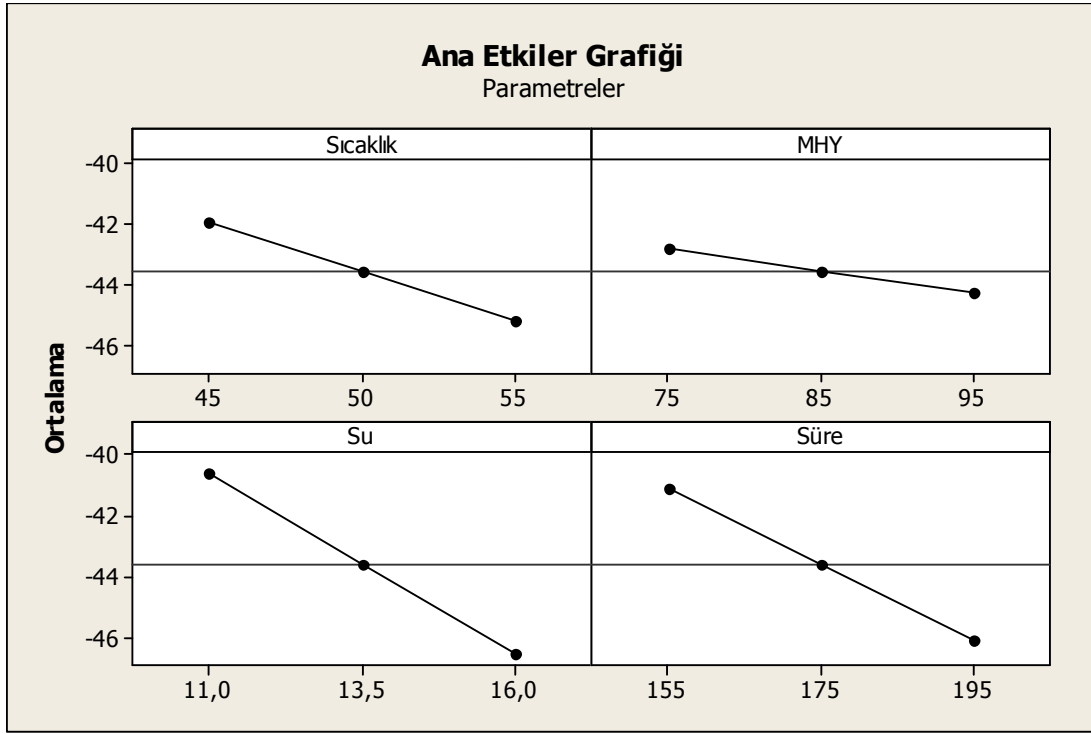
Ön çalışma ve hazırlık çalışmalarında da görüldüğü üzere beyaz baskılı viskon/likra içerikli kumaşlar sıcaklık parametresine her zaman hassas bulunmuştur. Deney tasarımı çalışmalarında sıcaklık farkı on dereceye kadar düşürülmesine rağmen siyah zemin üzerine gerçekleştirilmiş beyaz baskılı viskon kumaşlar belli derecede sıcaklık etkisi farkını gösterebilmişlerdir. Az fiksli numuneler çok fiksli viskon umunelerden daha net sonuçları gösterebilmiş ve daha tekrarlanabilir sonuçlar

vermişlerdir. Az fikseli numune için deney tasarımı analizi sonucu oluşturulan modelin genel doğrusal modele dönüştürülmesi sonucu çizilen pasta grafiği resmi aşağıda görülmektedir.



Şekil 4.18 : Az fikseli beyaz baskılı viskon/likra kumaşların pasta grafiği

Ayrıca az fikseli viskon/likra içerikli kumaşların deney tasarımı analizi sonucu “R” kare değeri yine yüksek bulunmuş ve genel olarak sıcaklık, su miktarı ve süre farkını gösterebilmede başarılı olmuşlardır. Baskı işlemi uygulanması sırasında fikse fırını ısıtıcılarından ve baskı makinesi uygulama farklılıklarından kaynaklanan problemler nedeni ile numunelerin kendi içlerinde tekrarlanabilirlikleri çok yeterli bulunmamıştır. Bu nedenle üretim aşaması esnasında fikse fırını ve baskı patı çekme miktarı kontrol altına alınarak daha tutarlı sonuçların elde edilebileceği açıktır.



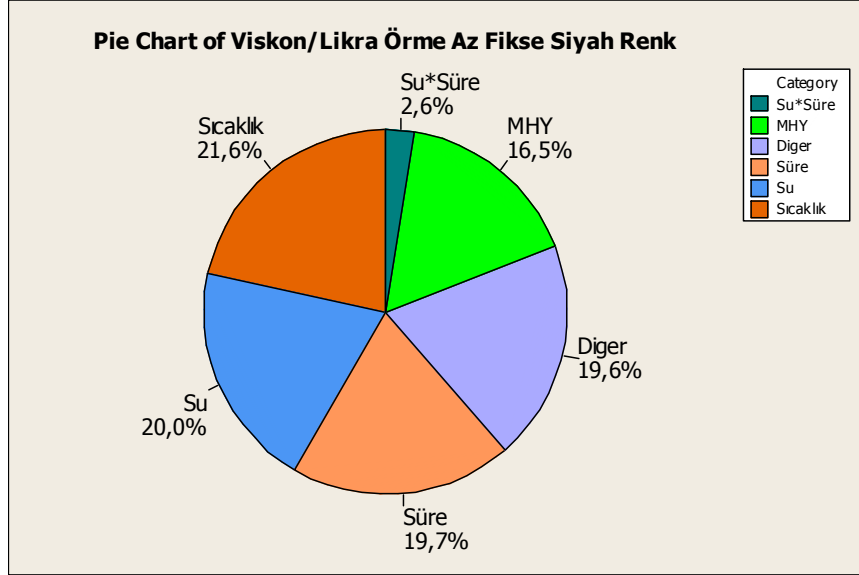
Şekil 4.19 : Viskon/likra az fikse beyaz baskı ana etkiler grafiği

Sıcaklık derecesindeki farkın en net görülebildiği numunelerden biri olan viskon/likra beyaz baskılı numunenin ölçme metoduna dahil edilebileceği belirlenmiştir.

4.3.4 Viskon likra örme siyah baskılı numune sonuçları

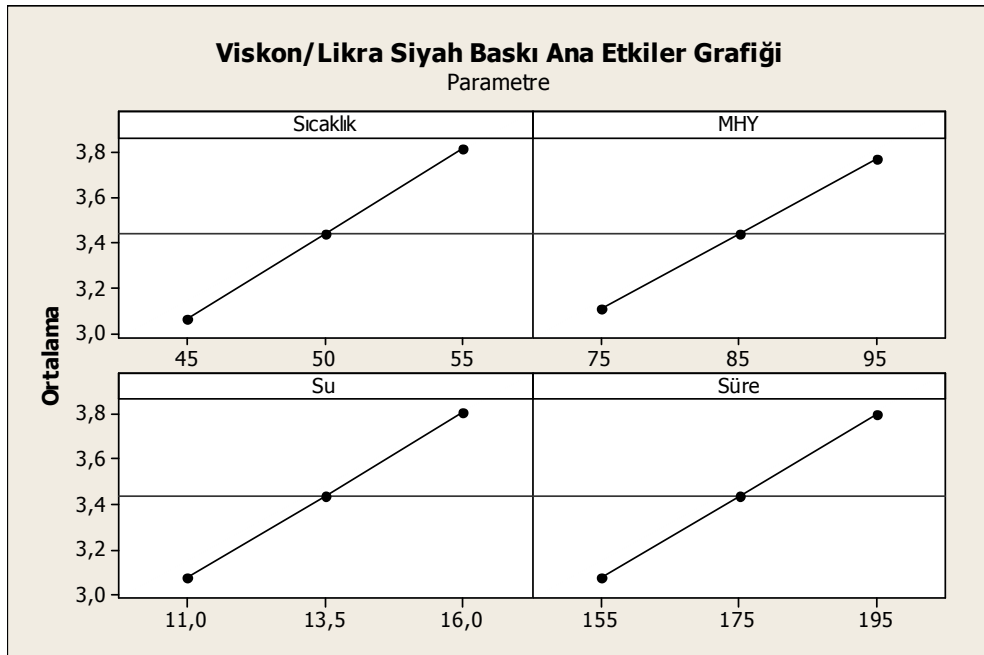
Açık renk zemin viskon/likra kumaş üzerine gerçekleştirilen siyah renk baskı, zemini iyi kapatabildiğinden ve koyu rengin “Y” değerinin düşük olmasından kaynaklanan, yıkama sonrası renk ölçüm değeri farkının az olması, koşullar arası farkın görülebilmesini zorlaştırmasına rağmen, siyah renk baskılı numuneler, deney tasarımı koşulları arasındaki farkı ve bütün yıkama parametreleri arasındaki farkı göstermede en başarılı sonuçları vermiştir. Siyah renk baskı, beyaz renkli zemini örtmede başarılı olduğundan, numune yıkama öncesi renk ölçüm değerleri arasındaki standart sapma çok düşüktür. Bu durumda numune üretim değişkenliğini oldukça düşürmektedir. Deney tasarımı testleri sırasında, 34 adet koşulda yapılan yıkamalar sonunda alınan ve numunelerin orijinal durumlarından alınan renk ölçüm değerleri arasındaki farklara deney tasarımı analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda az fikseli ve çok fikseli numunelerin her ikisi de yıkama parametreleri arasındaki farkı gösterebilmiş ve analiz sonucunda yüksek “R” değerleri bulunmuştur. Analize göre renk ölçüm farkları üzerinde etkili parametreleri içeren bir model oluşturulmuş ve bu

modele uygun genel doğrusal model meydana getirilmiştir. Bu model göz önünde bulundurulup elde edilen pasta grafiği ile az fikseli viskon/likra kumaşların hangi parametrelere hasas oldukları aşağıdaki grafikte görülmektedir.



Şekil 4.20 : Viskon/likra az fikseli siyah baskılı numunelerin pasta dilimi resmi

Beyaz zemin viskon/likra içerikli kumaşların az fikseli ve siyah baskılı numuneleri, bütün yıkama parametrelerinin farklarını bir arada, yüksek ve homojen şekilde gösterebilmiştir. Bu nedenle, komple bir yıkama işleminin etkilerini başarılı ve tutarlı şekilde gösterebilecek kombine bir test numunesi olmuştur.



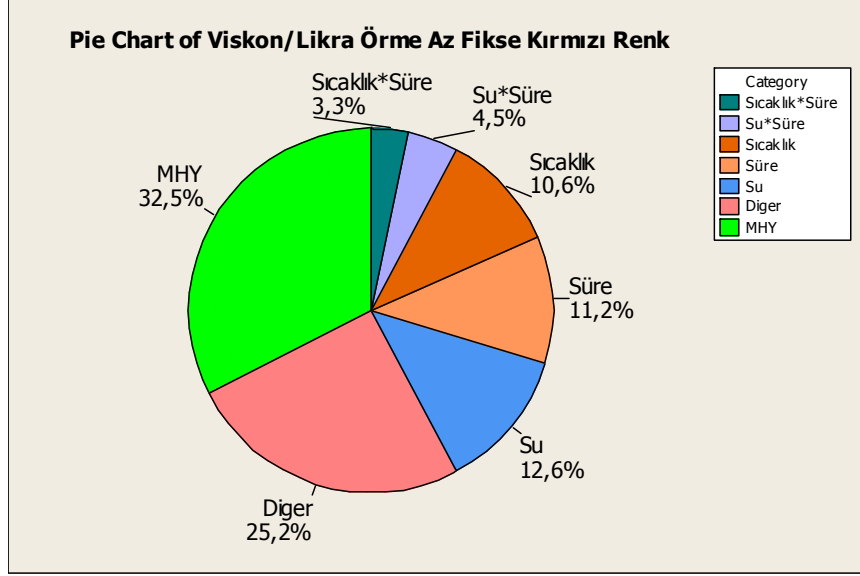
Şekil 4.21 : Viskon/likra az fikse siyah baskı ana etkiler grafiği

Ana etkiler grafiğinden de görüldüğü üzere, az fikseli siyah baskılı numuneler, bütün ana etkilerdeki değişimi, homojen bir şekilde gösterebilmiş ve aradaki farkın renk ölçüm sistemiyle ayırt edilebilmesine olanak tanımıştır. Bu numunenin en büyük problemi, koyu renk baskının açık renk zemini iyi örtmesinden ve koyu renk baskının renk ölçüm değerinin küçük olmasından dolayı, fark aralığının düşük olmasıdır. Ancak bu duruma rağmen, üretim değişkenliği ve farklı koşullar arasındaki renk ölçüm farkını gösterebilmede oldukça tutarlı ve başarılı sonuçlar vermiştir. Bu nedenlerden dolayı oluşturulacak ölçme metodunda bu numunenin kombine bir numune olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

4.3.5 Viskon/likra kırmızı baskılı numunelerin sonuçları

Viskon likra içerikli siyah ve beyaz renkli zemine sahip kumaşlara aynı özellikte kırmızı renkli aşındırma baskılar uygulanmıştır. Yıkamalar sonucu alınan renk ölçüm değerleri ile orijinal renk ölçüm değerleri arasındaki farklar minitab programı ile analiz edilip bir model oluşturulmuştur.

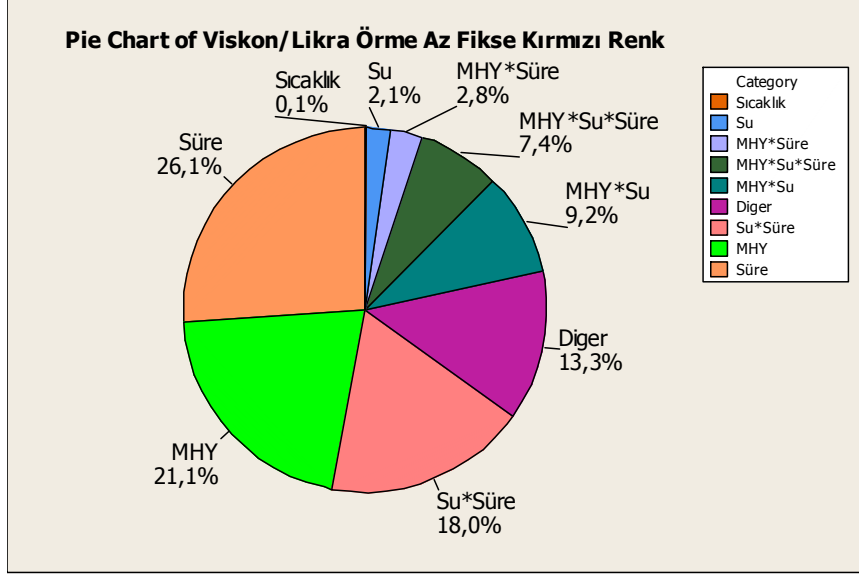
Beyaz zemin üzerine uygulanan kırmızı baskılı numunelerin, yıkama öncesi ve beş yıkama sonrası alınan renk ölçümleri arasındaki farklar analiz edildiğinde, numunenin mekanik hareket oranındaki değişime karşı hassas olduğu ancak az fikseli ve çok fikseli numunelerin her ikisinde de sonuçları açıklama oranının düşük olduğu görülür. Ayrıca numunelerin tekrarlanabilirlikleri incelendiğinde, aynı koşullarda yıkanan farklı numunelerin farklı sonuçlar verebildiği, bu nedenle standart bir numune olma şanslarının düşük olduğu söylenebilir. Analiz sonucu elde edilen modelin, genel doğrusal modele dönüştürülmesi ile elde edilen pasta grafiği resmi aşağıdadır.



Şekil 4.22 : Beyaz zemin kırmızı baskılı viskon/likra kumaş pasta grafiği

Grafikten anlaşılacağı gibi, ana etkilerin pastadaki dilim yüzdeleri toplamı düşüktür. Bu etkilerin haricinde açıklanamayan diğer faktörler de oldukça etkilidir. Numunelerin tekrarlanabilirliği de düşüktür.

Siyah zeminli viskon/likra kumaşlar üzerine uygulanmış kırmızı baskılı numunelerin, yıkama öncesi ve beş adet yıkama sonrası alınan renk ölçüm değerleri farkı analiz edildiğinde ise, az fikseli numunelerin yıkama parametrelerindeki değişimi oldukça yüksek oranda gösterebildiği ve “R” kare değerinin 81 olduğu bulunur. Buna göre oluşturulan genel doğrusal model ve pasta dilimi grafiği incelendiğinde numunelerin yine mekanik hareket seviyesindeki değişime karşı hassas oldukları görülür. Pasta dilim grafiği aşağıdaki resimde görülmektedir.

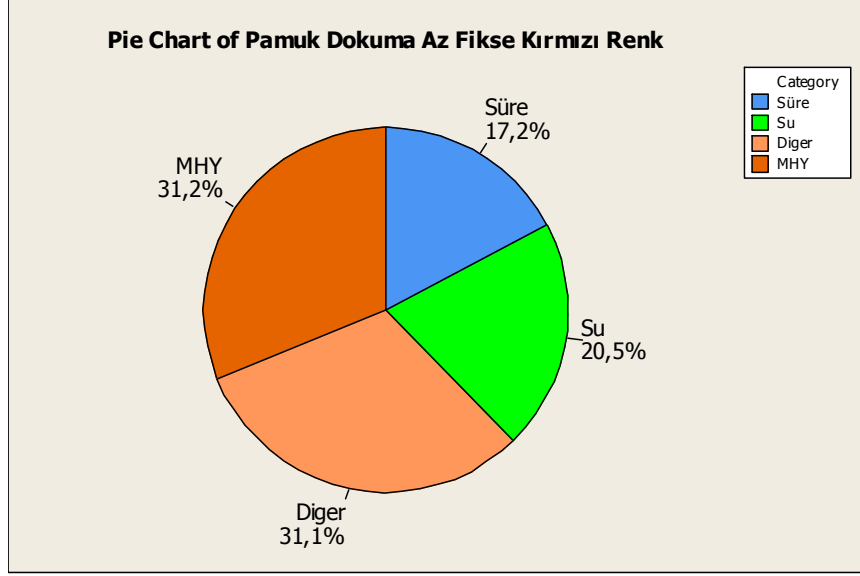


Şekil 4.23 : Siyah zemin kırmızı baskılı viskon/likra kumaş pasta grafiği

Mekanik hareket ve süredeki değişime karşı hassas olan bu numuneler, sıcaklık ve su miktarına karşı oldukça düşük sonuçlar vermiştir. Ancak daha önce sıcaklık ve su miktarına karşı hassas olduğu görülen pamuk örme sarı baskılı numune ya da beyaz baskılı viskon/likra kumaş ile birlikte bir test seti oluşturulabilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece her koşula karşı ayrı ayrı hassas olan iki ya da üç adet numuneden oluşan bir test seti elde edilmiştir. Her yıkama parametresine karşı hassas olan kombine viskon/likra siyah baskılı numunenin haricinde ayrıca kombine bir set oluşturan bu numuneler ile birlikte tezin amacına hizmet edebilecek iki ayrı sonuç elde edilmiştir.

4.3.6 Pamuk dokuma kırmızı baskılı kumaşların sonuçları

Pamuk içerikli dokuma kumaşlarda, kırmızı baskılı aşındırma baskıydı. Zemindeki boya uzaklaştırılarak, koyu renk zeminin açık renk bir baskı ile kapatılması sağlanmıştı. Ancak yöntemin diğer bir sonucu olarak da baskını uzaklaşması durumunda, farklı renkteki zeminin görülebilmesi mümkün olmayacak ve yıkama öncesi renk ölçüm değeri ile yıkama sonu renk ölçüm değeri arasındaki fark azalacaktır. Deney tasarımı testleri sonucunda yıkama öncesi ve yıkama sonrası alınan renk ölçüm sonuçları analiz edilerek bir model oluşturulmuştur. Bu modelde etkili faktörler belirlenmiş ve varsa etkileşimleri de hesaba katılmıştır. Bunun sonucuna göre de genel doğrusal model oluşturulmuş ve bu modele göre pasta dilim grafiği çizilmiştir.



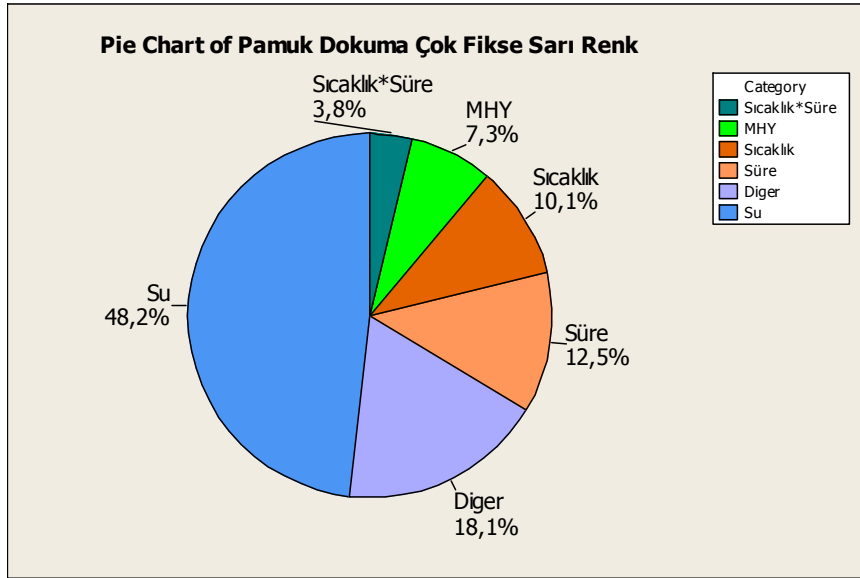
Şekil 4.24 : Pamuk dokuma az fikse kırmızı baskı pasta dilimi grafiği

Şekilden de görülebileceği üzere, kırmızı baskılı pamuk dokuma kumaş beklendiği ve amaçlandığı gibi mekanik hareket etkisini yüksek bir oranda gösterebilmiştir. Ancak yine grafikte görülebileceği gibi üç adet yıkama parametresi haricinde etkili diğer faktörlerin açıklanamaması kumaşın, güvenilir sonuç verme kapasitesini düşürmüştür. Ayrıca dokuma kumaşların en büyük problemi, su miktarı azaldığında kırık oluşturması ve bu kırıkların zemini ortaya çıkararak test sonucunu yanıltmasıdır. Örnek olarak yüksek sıcaklıkta yıkanan bir numune ile düşük su miktarında yıkanan bir numune incelendiğinde, arada beş litrelik bir fark bile olsa yüksek sıcaklıkta yıkanan numuneye nazaran çok düşük sonuçların elde edimesidir ki bu da iki farklı koşulun kıyaslanmasını engellemektedir. Bu nedenle mekanik hareket oranındaki değişime karşı hassas olmasına rağmen açıklanamayan diğer faktörlere karşı da hassas olması ve su miktarındaki değişimin yanıltıcı etkisi nedeni ile kırmızı baskılı pamuk dokumanın numune setine dahil edilmemesi uygundur.

4.3.7 Pamuk dokuma sarı baskılı numunelerin sonuçları

Sarı baskı uygulanmış pamuk dokuma kumaşların, yıkama öncesi ve yıkama sonrası renk ölçüm değerleri arasındaki farklara deney tasarımı analizi uygulanarak bir model oluşturulmuştur. Bu mdele uygun genel doğrusal model meydana getirilmiş ve pasta dilimi grafiği çizilmiştir. Çok fikseli sarı baskılı pamuk dokuma numunenin, az fikseli sarı baskılı pamuk dokuma numunelere göre üretim değişkenliği daha düşük

ve sonuçları açıklama oranı daha yüksektir. Çok fikseli kumaşların pasta dilimi grafiği aşağıda görülmektedir.



Şekil 4.25 : Çok fikseli sarı baskılı pamuk dokuma kumaşların pasta dilim grafiği

Şekilde görülebileceği gibi, sarı baskılı pamuk dokuma numuneler, su miktarı etkisine karşı hassas bulunmuş ve diğer etkileri yüksek oranda gösterememişlerdir. Su miktarı ile birlikte başka etkileri de gösterebilen ve su miktarındaki farkı daha net gösterebilen başka numunelerin olması nedeni ile sarı baskılı pamuk dokuma numunelerin test setine dail edilmemesi uygun görülmüştür.

4.3.8 Çorap numunelerinin sonuçları

Ön çalışma ve hazırlık aşamasındaki testlerde on litre ve yedi litre miktarındaki su farkını gösterebilmekte başarılı olmuş çorap numunelerinin iplik numaraları kalınlaştırılarak ilmek iplik uzunlukları düşürülmüştü. Böylece tüylenme miktarlarını artması sağlanacaktı. Deney tasarımı testleri sonucunda, çorap numunelerinin görsel kontrolleri gerçekleştirilmiş ve her durumda istisnasız beş litrelik ana yıkama suyu miktarını gösterebilmişlerdir.

İki ayrı sıklıkta üretilmiş çoraplar arasında tüylenme miktarı bakımından bir fark bulunamamış ve her iki çorap da su miktarı farkını gösterebilmiştir.



Şekil 4.26 : Su miktarı farkını gösteren çorap numuneleri

Şekilde de görülebildiği gibi, sağdaki çorap daha fazla tüylenmiş ve üzerinde farklı renkteki beyaz lifleri daha çok toplamıştır. Böylece koyu renk zemin üzerinde açık renk tekstil lifleri, soldaki beş litre daha az su ile yıkanmış çoraba göre daha çok toplanmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmaları sonunda, tüm yıkama parametrelerindeki değişimi, az sayıda yıkama sonucuna net bir şekilde göstererek, farklı programları kıyaslama şansı sağlayabilecek test numunelerinin üretilmesi amacı, bu çalışma kapsamında başarıya ulaşmıştır. Beyaz renkli viskon/likra kumaş üzerine siyah renk baskı uygulanmış kumaşlar, bütün yıkama parametrelerindeki değişimleri homojen şekilde gösterebilmiş ve düşük üretim değişkenliği ile ölçme metodunda kullanılacak test numunesi olmuştur. Öneriler bölümünde ölçme metodu anlatılacak olan bu kumaşların yanında elde edilen diğer sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

5.1 Genel Değerlendirmeler

Aşındırma baskı, zemin boyasını aşındırdığından, üretim değişkenliği düşük numunelerin üretilmesini sağlamasına rağmen, yıkama sırasındaki etkiler nedeni ile aşınım zemini gösteremediğinden yıkama sonu renk ölçüm değerleri, yıkama öncesi değerlerden çok farklı bulunamamıştır.

Koyu renk zemin üzerine açık renkli baskı uygulanmış numunelerde, açık renkli baskılar koyu zemini iyi kapatamadığından yüksek üretim değişkenliği görülmüştür. Ancak yıkama öncesi ve yıkama sonrası renk ölçüm değerleri arasında büyük farklar bulunduğu için, yıkama parametrelerindeki değişimleri daha net göstermişlerdir.

Açık renk zemin üzerine koyu renk baskı uygulanmış numunelerde, koyu renk baskı zemini iyi kapattığı için çok düşük üretim değişkenliği elde edilmiş ve daha standart numuneler üretilmiştir.

Ticari bir marka çorap ile başlanan testler sonucu bocuklanma, tüylenme etkisinin indikatör olarak kullanılması amaçlanmış ve deney tasarımı testleri sonucunda polyester/naylon/likra içerikli kumaşlar ile 5 litre ana yıkama suyu miktarı farkı ayırt edilebilir hale gelmiştir. Bu çorapların haricinde denenen pamuk, naylon içerikli çoraplar ile herhangi bir sonuç elde edilememiştir.

Dokuma kumaşlar örme kumaşlar göre daha sert tutumlu ve kırılğan olduklarından su miktarındaki azalma ile pamuk içerikli dokuma kumaşlarda kırılmalar meydana gelmekte ve bu durum da diğer yıkama parametrelerindeki değişimlerin ölçülebilmesini zorlaştırmaktadır.

Genel olarak açık renkli baskılarda yıkama sonu değişim daha fazla olmakta ve standart sapma yükselmektedir. Ancak yıkama parametreleri arasındaki farkın görülebilmesi kolaylaşmaktadır.

Az fikseli numunelerde, fikseden kaynaklanan hatalar, fırında kalma süresinin kısalması nedeni ile çok fikseli numunelere göre daha azdır. Ancak fikse çok düşürüldüğü zaman, üretim değişkenliği, baskının kurumaması ve tutunamaması nedeni ile artmaktadır ve yıkama parametrelerindeki değişimlere karşı hassasiyet düşmektedir.

Ön çalışma, hazırlık çalışmaları ve deney tasarımı çalışmaları sonucunda, her yıkama parametresi için başarı elde edilen numuneler aşağıda parametrelere göre açıklanmıştır. Bu numuneler ile hazırlanan ölçme seti için ölçme metodu öneriler bölümünde açıklanmaktadır.

5.2 Ana Yıkama Suyu Miktarı Farkını Gösterebilen Numuneler

Çorap numuneleri ve sarı baskılı çok fikse görmüş pamuk örme numuneler su miktarındaki değişimi başarılı bir şekilde ayırt edebilmeyi sağlamışlardır.

Çorap numuneleri, 5 litre fazla suyun olduğu her koşulda, daha fazla tüylenmiş ve üzerinde daha fazla beyaz renkli lif biriktirmiştir. Böylece görsel olarak su etkisinin olduğu kolaylıkla görülebilmektedir.



Şekil 5.1 : Beş litre su farkının çorap üzerindeki etkisi

Çorap üretimi, baskılı ve büyük kumaş üretimine göre, malzeme ve işçilik maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda çok daha ucuzdur. Bu nedenle yalnızca su miktarı farkı etkisinin göz önünde bulundurulduğu durumda çorapların kullanılması daha avantajlıdır.

Sarı baskılı çok fikse görmüş pamuk örme numuneler ile 5 litrelik su miktarı farkı, beş yıkama sonunda ayırt edilebilmektedir. Bunun yanında pamuk örme numuneler ile mekanik hareket oranındaki fark da görülebildiğinden çorap numunelerinin yanında mekanik hareket ayırt edebilme özelliği nedeni ile numune setinde kullanılabilir.



Şekil 5.2 : Su miktarı farkını gösteren sarı baskılı pamuk örme numuneler

Sonuç olarak 5 litrelik su miktarı farkını çok fikseli sarı baskılı numuneler ve çorap numuneleri başarılı şekilde göstermişlerdir.

5.3 Sıcaklık Farkını Gösterebilen Numuneler

Ön çalışmalarda 20 °C ana yıkama sıcaklığı farkı ile başlanan testlerde deney tasarımına gelindiğinde 15 °C sıcaklık farkı ayırt edilebilmekteydi. Deney tasarımı testlerinin sonunda 10 °C sıcaklık farkı ayırt edilebilir hale gelmiştir. Siyah renk viskon/likra içerikli kumaş zemini üzerine uygulanmış beyaz su bazlı pigment baskı ile çalışmaların bütünü boyunca tekrar görülebildiği gibi sıcaklık farkı ayırt edilebilmektedir.

Bu numune ile sıcaklık faktöründeki 10 °C değişim sonucu “Y” değerinde ortalama 4 birimlik fark olacağı ve bu skalada değerlendirilebileceği anlaşılır. Bu nedenle az fikse uygulanmış beyaz renkli baskılı viskon/likra içerikli kumaş, sıcaklık farkının ayırt edilebilmesini sağladığından ölçme metodunda numune setine dahil edilmiştir.

5.4 Mekanik Hareket Oranındaki Farkı Gösterebilen Numuneler

Su miktarındaki beş litrelik farkı gösterebilen sarı renk baskılı çok fikseli pamuk örme numuneler ile siyah renk zemin üzerine uygulanmış az fikseli kırmızı baskılı viskon/likra kumaşlar ile mekanik hareket oranındaki değişim yüksek oranda ortaya çıkarılabilmektedir. Ancak pamuklu örme numune üzerindeki sarı baskıda, yıkama sonu “Y” değeri değişimi daha fazladır. Farklı etkilere karşı hassas numunelerden oluşan bir set meydana getirilirken su miktarına ve mekanik harekete karşı duyarlı olan sarı basılı pamuk örme numunenin seçilmesi daha net bir sonucun elde edilmesi bakımından daha uygundur.

5.5 Süre Değişimi Etkisini Gösterebilen Numuneler

Sıcaklık parametresindeki değişimi gösterebilen viskon/likra içerikli beyaz baskılı ve az fikseli numuneler ile aynı zamanda süre etkisi de net bir şekilde görülebilmektedir. Ana yıkama süresindeki 40 dakika değerindeki süre değişimine karşı hassas olan bu kumaşlar kombine numune setinde kullanılmaya karar verilmiştir.

5.6 Tüm Yıkama Parametrelerindeki Değişimi Gösterebilen Numuneler

Beyaz renkli viskon/likra zemin üzerine siyah baskı uygulanmış az fikseli kumaşlar ile tüm yıkama parametrelerindeki değişim homojen bir şekilde ortaya çıkarılabilmekte ve ölçülebilmektedir. Numune her parametreye belli bir derecede hassasiyet göstermektedir. Bu nedenle tek bir kumaştan oluşan ölçme metodu numune setinde kullanılarak yıkamanın tekstil malzemeleri üzerindeki etkilerinin oldukça düşük maliyetli bir yöntem ile ölçülebilmesini sağlamıştır.

5.7 Öneriler

Bütün çalışmalar sonucunda hem tek bir numune ile oldukça ucuz bir şekilde yıkama etkilerinin ölçülebileceği bir ölçme yöntemi ile hem de daha hassas ölçümün yapılabileceği ancak birkaç numunedan oluşan bir numune setini içeren ölçme yöntemi elde edilmiştir. Bu ölçme metotları aşağıda talimatlar halinde açıklanmıştır.

5.7.1 Kombine numune setinden oluşan ölçme yöntemi

Sıcaklık parametresindeki 10 °C'lik ve süre parametresindeki 40 dakikalık değişimi gösterebilen beyaz baskılı ve az fikseli viskon/likra içerikli numune ile mekanik hareket seviyesindeki % 20'lik değişime ve su miktarındaki 5 litrelik değişime karşı hassas olan sarı baskılı ve çok fikseli pamuk örme numunelerden oluşan set ölçme metodu için kullanılacaktır. Ayrıca su miktarındaki değişimin net açıklanabilmesi için çorap numuneleri eklenecektir.

5.7.1.1 Kombine numune seti için kumaş hazırlama ve deney talimatı

Viskon/likra kumaş için hazırlama talimatı aşağıda listelenmiştir.

- Siyah renkli, % 97/3 viskon/likra içerikli, 30/1 incelikte ring iplikten oluşan iplik kullanılır.
- Süprem örgü kullanılarak kumaş örülüp baskıya hazır tutulur.
- Belirli kalıba göre beyaz su bazlı ve kapatıcı olarak TiO₂ içeren pigment baskı uygulanmış kumaş üretilir.
- Toplam 3,5 dakika 170/180 °C sıcaklıktaki fırında fikse uygulaması yapılır.

Pamuk örme kumaş için hazırlama talimatı ise aşağıda listelenmiştir.

- Siyah renkli, % 100 pamuk içerikli, 30/1 incelikte ring iplikten oluşan iplik kullanılır.
- Süprem örgü kullanılarak kumaş örülüp baskıya hazır tutulur.
- Belirli kalıba göre sarı aşındırma ve kapatıcı olarak TiO₂ içeren pigment baskı uygulanmış kumaş üretilir.
- Toplam 4 dakika 170/180 °C sıcaklıktaki fırında fikse uygulaması yapılır.

Deney talimatları aşağıda listelenmiştir.

- 8 Kilogram bir çamaşır makinesi için 4 kilogram yük oluşturulacaktır.
- Beyaz baskılı viskon/likra içerikli ve sarı baskılı pamuk içerikli test numunelerinden 3'er adet makine içerisine yerleştirilecektir. Toplamda 4 kg yük sağlamak için standart havlu, yastık kılıfı içeren yüklerden eklenecektir.
- Her kilogram için 5 gram IEC A* deterjan kullanılacaktır.
- Pamuklu 60 ve benzeri programlarda beşer adet yıkama gerçekleştirilecektir.
- Yıkama sonunda renk ölçüm cihazı ile her kumaştan 6 adet ölçüm alınacak ve ortalamaları bulunacaktır.
- Ortalama değerleri karşılaştırılıp hangi programın tekstil ürünleri üzerinde daha çok etkili olduğuna karar verilecektir.

Böylece iki farklı test numunesinden oluşan deney seti ile, yıkama parametrelerinin farklı etkileri hassas bir şekilde ölçülebilmektedir.

5.7.2 Tek bir numunedan oluşan ölçme yöntemi

Beyaz renkli viskon/likra içerikli kumaş üzerine uygulanmış siyah renkli baskılı kumaş, tüm yıkama parametrelerini gösterebilmektedir. Bu numunenin hazırlama ve deney talimatları aşağıda açıklanmıştır.

5.7.2.1 Tek numuneli metot için kumaş hazırlama ve deney talimatı

Beyaz renkli viskon/likra kumaş için hazırlama talimatı aşağıda listelenmiştir.

- Beyaz renkli, % 97/3 viskon/likra içerikli, 30/1 incelikte ring iplikten oluşan iplik kullanılır.
- Süprem örgü kullanılarak kumaş örülüp baskıya hazır tutulur.
- Belirli kalıba göre siyah renkli pigment baskı uygulanmış kumaş üretilir.
- Toplam 4 dakika 170/180 °C sıcaklıktaki fırında fikse uygulaması yapılır.

Deney talimatları aşağıda listelenmiştir.

- 8 Kilogram bir çamaşır makinesi için 4 kilogram yük oluşturulacaktır.
- Beyaz baskılı viskon/likra içerikli ve sarı baskılı pamuk içerikli test numunelerinden 3'er adet makine içerisine yerleştirilecektir. Toplamda 4 kg yük sağlamak için standart havlu, yastık kılıfı içeren yüklerden eklenecektir.
- Her kilogram için 5 gram IEC A* deterjan kullanılacaktır.
- Pamuklu 60 ve benzeri programlarda beşer adet yıkama gerçekleştirilecektir.
- Yıkama sonunda renk ölçüm cihazı ile her kumaştan 6 adet ölçüm alınacak ve ortalamaları bulunacaktır.
- Ortalama değerleri karşılaştırılıp hangi programın tekstil ürünleri üzerinde daha çok etkili olduğuna karar verilecektir.

Böylece tek bir test numunesi ile yıkama etkileri ölçülebilmektedir.

5.8 Özet

Mevcut test numuneleri ile farklı çamaşır yıkama programlarının, yıkama sırasında tekstil ürünlerini yıprandırma oranlarının tespiti ve bu kapsamda farklı çamaşır makinelerinin ayırt edilebilmesi için kullanılan test numuneleri ve metotları, bazı yıkama parametrelerine karşı hassasiyet göstermekte ve komple bir yıkama işlemi

karşılaştırması için yeterli bir indikatör oluşturmamaktadır. Bunun yanı sıra programların karşılaştırılabilmesi için çok sayıda yıkama yapılması gerekmektedir. Bu da zaman ve enerji sarfiyatını artırmakta ve pratik bir karşılaştırma yolu olmaktan uzaklaşmaktadır. Bu amaç ile daha az sayıda yıkama ile programların karşılaştırılabileceği ve tüm yıkama parametrelerine karşı aynı test ekipmanı içerisinde hassasiyet yakalanmış test numunelerinin ve test metodunun geliştirilmesi için gerçekleştirilen bu tez çalışmasının sonunda, beş adet yıkama ile tüm yıkama parametrelerine karşı belli derecede hassasiyet gösteren test numuneleri elde edilmiştir.

Yıkama işlemleri sırasında kolay şekil değiştirebilen ve oldukça esnek olan viskon/likra içerikli örme kumaşlar, çalışmanın amacına uygun olarak yıkama parametrelerindeki değişime diğer numunelerden daha çok tepki göstermiş ve bu değişimleri net gösterebilmiştir. Dokuma kumaşlar ileride test standardı oluşturabilecek daha standart numunelerin elde edilmesini sağlamaya yönelik olarak daha stabil kumaşlar olmasına rağmen, örme kumaşların yıkamadan çabuk etkilenmesi nedeni ile yıkama parametrelerindeki değişimin etkilerinin daha çabuk ve net görülebilmesini zorlaştırmaktadır.

Tüm çalışmalar boyunca, baskı sökülmesinin ve boncuklanma etkilerinin indikatör olarak kullanıldığı test numunelerinin elde edilmesi amacı ile geliştirilen kumaşlar, yıkama parametrelerinin değiştirildiği koşullarda ve deney tasarımı koşullarında yıkanmıştır. Testler sonucunda yıkama faktörlerindeki değişim ile programların çamaşırını yıpratma oranı belli derecede ayırt edilebilmiştir. Viskon/likra içerikli örme kumaşlar, yıkama işlemlerinden çabuk etkilenmesinin verdiği avantaj ile üzerine uygulanmış baskıların sökülmesi sonucu yıkama programlarının ayırt edilebilmesini kolaylaştırmış ve tüm yıkama parametrelerine karşı hassas olan bir test numunesi elde edilmesini sağlamıştır.

Su miktarı ve mekanik hareket oranındaki değişimlere karşı hassas olduğu görülen sarı renkli baskılı çok fikselli pamuklu örme numune ile sıcaklık ve yıkama süresi faktörlerindeki değişime karşı hassas olduğu görülen viskon/likra içerikli beyaz baskılı numune bir araya getirilerek ayrı bir test ekipmanı oluşturulmuştur. Bu test numuneleri ile birlikte tüm yıkama parametrelerine karşı tek bir numuneden oluşan sete nazaran daha hassas bir ölçüm ekipmanı meydana getirilmiştir.

Boncuklanma yıpranmasının indikatör olarak kullanıldığı çorap numuneleri ile, tüm deneysel çalışmalar boyunca istisnasız beş litrelik su miktarı farkı ayırt edilebilmiştir. Su miktarındaki artış ile çorap numunelerinde daha fazla tüylenme meydana gelmektedir. Bu durumun nedeni, tambur içerisindeki su miktarının artışı ile, tambur hareketi sırasında meydana gelen çitileme etkisinin artmasıdır. Daha fazla miktarda su ile yukarı çıkan tambur kanadının, tamburun duruşu ile aşağıya daha büyük bir miktarda ağırlığı bırakması ve sonuç olarak aşağıda bulunan su ve çamaşır yüzeyine daha büyük bir ağırlığın çarpması olabilir. Sonuç olarak baskılı numunelerin yanında su miktarının etkisinin net bir şekilde görsel olarak ayırt edilebileceği çorap numuneleri de test ekipmanı içerisine dahil edilebilir.

Yıkama performansının artışı ile tekstil yıpranması arasında doğrudan bir ilişki olduğu kolayca anlaşılabilir. Daha çok temizleme yapabilmek için daha ağır koşullarda yıkama yapılması gerektiği bilinen bir gerçektir. Bu tez çalışması sonunda elde edilen numuneler ile farklı yıkama parametrelerindeki değişim ayırt edilebilmektedir. Çamaşır makineleri üreticileri, yıkama performansını artırmak üzere, yıkama süresini, mekanik hareket oranını ya da yıkama sıcaklığını artırabilirler. Bunun sonucunda ise çamaşır makinesinin tekstili daha fazla yıprandırarak yıkayacağı, elde edilen test numuneleri ile tespit edilebilecektir.

Tüm çalışmalar sonucunda aşağıda görülen deney talimatı önerilmektedir.

- Beyaz renkli viskon/likra kısa süre fikse edilmiş siyah renkli pigment baskılı kumaştan üç adet tambur içerisine atılır.
- Sekiz kilogram kapasiteli bir çamaşır makinesi için 4 kilogram yükü tamamlamak için ek olarak % 100 pamuklu havlu ve yastık kılıfı eklenir.
- Her kilogram başına 5 gram IEC A* standart deterjan, deterjan kutusuna atılır.
- Pamuklu 60° ve benzeri bir program çalıştırılır.
- Beş kere art arda kurutma yapılmadan yıkama yapılır ve beş yıkama sonunda çamaşırlar tambur içerisinden alınıp serilerek kurutulur.
- Kurutma işlemi sonunda kumaşların üzerinde bulunan siyah renkli çizgili baskının üzerinde 6 ayrı noktanın renk ölçümü alınır.

- Alınan renk ölçümü değerlerinin, önceden elde mevcut olan orijinal renk ölçüm değerinden farkları alınır.
- Her program için fark değerlerinin ortalamaları alınıp kıyaslanır ve hangi programın daha şiddetli yıkama yaptığı aradaki renk ölçüm değeri farkının büyüklüğüne bakılarak söylenebilir.

Böylece az sayıda yıkama ile, yıkama işleminin tüm parametreleri tamamıyla göz önünde bulundurulup, farklı programların tekstili yıkarken yıprandırmaları bakımından kıyaslanmaları sağlanmış olur.

5.9 Gelecekte Yapılabilecek Çalışmalar

Çalışma kapsamında pamuklu 60° ve benzeri programlar için geliştirilmiş olan kumaşlar ile tekstili daha yüksek ya da daha düşük seviyede yıprandıran hassas programlar ya da pamuklu 90° benzeri programlar arasındaki farklar ayırt edilmek istendiğinde ise test numuneleri için ayrı bir optimizasyon çalışması gerçekleştirilmesi gerekebilir. Bu durumun nedeni, geliştirilmiş olan test numunelerinin belli derecede şiddetli yıkama yapan programları ayırt edebilecek kapasitede optimize edilmiş olmalıdır. Daha düşük seviyede yıkama yapan programlar için daha az miktarda fikse işlemi görmüş baskılı numuneler ile, daha yüksek seviyede yıkama yapan programlar için daha fazla miktarda fikse işlemi görmüş numuneler hazırlanmalıdır. Mevcut test numuneleri ile daha şiddetli yıkama yapan pamuklu 90° gibi farklı kulvardaki programlar kendi aralarında ayırt edilmek istendiğinde, çok şiddetli yıkama nedeni ile her iki programda da tüm numunelerin baskıları tamamen sökülmüş olabilir. Bu nedenle mini 30° ya da pamuklu 90° gibi programların ayırt edilebilmesi için, ayrı bir optimizasyon çalışması gerçekleştirilebilir.

Aynı koşullardaki yıkamaların tekrarlanması ve çok sayıda numunenin test edilmesi sonucu, geliştirilmiş test numunelerinin tüm yıkama parametrelerini belli derecelerde ayırt edebilme güçleri olduğu ortaya çıkmış ve ileride yapılabilecek standartlaştırma çalışmaları sonucu, uluslararası elektroteknik komisyonu standardına dahil edilebilmesi önerisi mümkün hale gelecektir

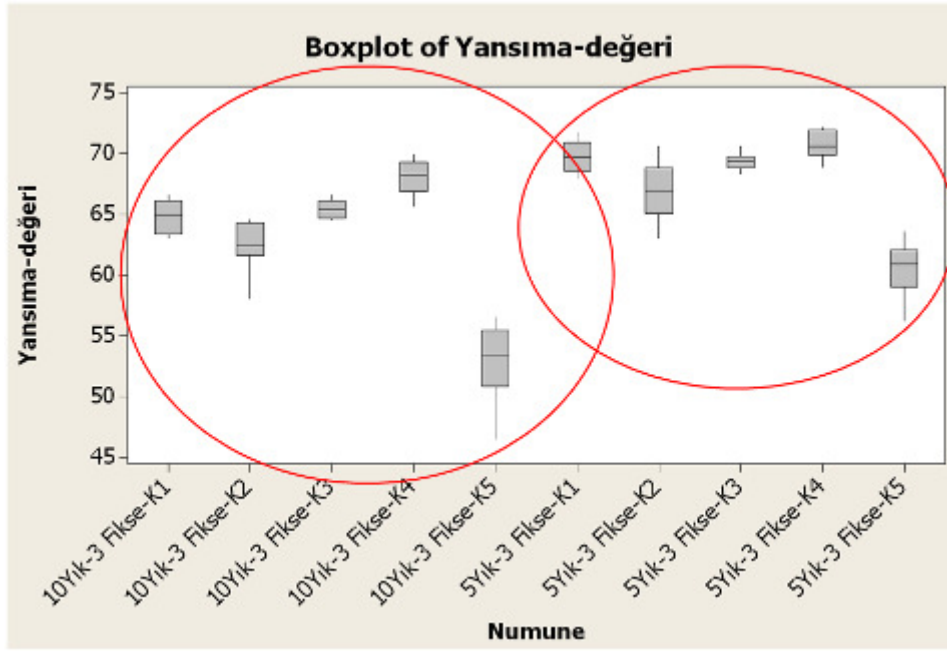
KAYNAKLAR

- [1] **Prof. Dr. Emel ÖNDER**, 2006. *TEK510 Dokuma Mekaniği Ders Notları*.
- [2] **James Burckett, Francesco de Buzzaccarini et. al.**, 2007. Laundry Cleaning of Textiles, *Handbook for Cleaning/Decontamination of Surfaces*, Elsevier B.V, September.
- [3] **Dr. Mahmoud El Shakankery**, 2008. Pilling Resistance of blended polyester/wool fabrics, *The Indian Textile Journal*, April.
- [4] **Özer Göktepe**, 2002. Fabric Pilling Performance and Sensitivity of Several Pilling Testers, , *Textile Research Journal*, 72; 625, DOI: , 10.1177/004051750207200710.
- [5] **C. Candan, U. B. Nergis and Y. Iridag**, 2000. Performance of Open-End and Ring Spun Yarns in Weft Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, 70; 177, Department of Textile Engineering, Technical University of Istanbul, Istanbul, Turkey.
- [6] **Huseyin Gazi Ortlek and Levent Onal**, 2008. Comparative Study on the Characteristics of Knitted Fabrics Made of Vortex-Spun Viscose Yarns, *Fibers and Polymers*, Vol.9, No.2, 194-199, Department of Textile Engineering, Erciyes University, Kayseri, Turkey.
- [7] **A. T. Özgüney, T. Gülümser**, 2001. Pigment Baskıcılığında Kullanılan Baskı Patlarının Haslıklar ve Tutuma Olan Etkileri Üzerine Bir Araştırma, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Ocak.
- [8] **Url-1** <<http://mimoza.marmara.edu.tr/~cgultekin/ozel tek.pdf>>, E. Aktaş. H. Pala alındığı tarih 04.04.2010.
- [9] **Mehta, P.V.**, 1992. *An introduction to quality control for the apparel industry*, ASQC Quality press, ISBN 0824786793.
- [10] **Levent Onal and Cevza Candan**, 2003. Contribution of Fabric Characteristics and Laundering to Shrinkage of Weft Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*; 73; 187.
- [11] **B. Witkowska, I. Frydrych**, 2004. *Fibers & Textiles*, April / June 2004, Vol. 12, No. 2 (46) The Institute of Textile Materials Engineering, ul. Gdańska 118, 90-520 Łódź, Poland.
- [12] **Shurkian, J. Amirbayat and R. H. Gong** , 2002. Effects of Repeated Laundering and Crease-Resistant Treatment on Fabric Properties, *Journal of Textile Engineering* , Vol.48 , No.1 pp.1-4, Department of Textiles, University of Manchester Institute of Science and Technology, PO Box 88, Manchester M601, QD, United Kingdom.
- [13] **Collier, B. J. and Epps, H. H.**, 1999. *Textile Testing and Analysis*, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey.

- [14] **Url-2** <<http://www.empa-testmaterials.com/index.main.php?lang=en>>, alındığı tarih 05.02.2010
- [15] **Frey F., Daniel F.**, 2007. Standardized Testing of the Quality of Washing, Celaning and Drying Processes in Aggregates, *United States Patent*, No: 7219542, dated 22.05.2007
- [16] **Morley N. and J., Singleton S. J.**, 2009. Fabric Colour Measurement System, *World Patent*, No:2009071424, dated 11.06.2009
- [17] **Morley N. and J., Singleton S. J.**, 2009. Fabric Colour Guide, *World Patent*, No:2009065663, dated 28.05.2009
- [18] **Eugene R. Howard, Terry K. Anderson**, 1991. Laundry Evaluation Piece Including Bleaching Activity Indicator Swatch, *United States Patent*, No:5064440, dated 12.11.1991
- [19] **Url-3** <<http://www.ozmakmakina.org/ahtapotbaskimakinasi.html>>, 01.05.2010
- [20] **Url-4** <<http://www.dataservis.com.tr/photos/sf600.jpg>>, alındığı tarih 03.04.2010
- [21] **Prof. Dr. Kerim Duran**, 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma, *Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını*, 1. Baskı Bornova İzmir, 2001, ISBN NO: 975-483-496-2

EKLER

EK A. : Resimler





EK B1 : Analiz Sonuçları

Siyah Baskı

a) K1-3-4

One-way ANOVA: Yansıma-değeri versus Numune

Source	DF	SS	MS	F	P
Numune	2	8,590	4,295	27,05	0,000
Error	21	3,334	0,159		
Total	23	11,924			

S = 0,3985 R-Sq = 72,04% R-Sq(adj) = 69,37%

b) K1-2

One-way ANOVA: Yansıma-değeri versus Numune

Source	DF	SS	MS	F	P
Numune	1	3,696	3,696	26,59	0,000
Error	14	1,946	0,139		
Total	15	5,642			

S = 0,3728 R-Sq = 65,51% R-Sq(adj) = 63,05%

c) K3-5

One-way ANOVA: Yansima-değeri versus Numune

Source	DF	SS	MS	F	P
Numune	1	1,398	1,398	10,46	0,006
Error	14	1,872	0,134		
Total	15	3,271			

S = 0,3657 R-Sq = 42,75% R-Sq(adj) = 38,66%

EK B2 : Analiz Sonuçları

Beyaz Baskı

d) K1-3-4

One-way ANOVA: Yansima-değeri versus Numune

Source	DF	SS	MS	F	P
Numune	2	8,43	4,21	3,63	0,044
Error	21	24,38	1,16		
Total	23	32,81			

S = 1,077 R-Sq = 25,68% R-Sq(adj) = 18,60%

e) K1-2

One-way ANOVA: Yansima-değeri versus Numune

Source	DF	SS	MS	F	P
Numune	1	30,83	30,83	8,34	0,012
Error	14	51,77	3,70		
Total	15	82,60			

S = 1,923 R-Sq = 37,33% R-Sq(adj) = 32,85%

f) K3-5

One-way ANOVA: Yansima-değeri versus Numune

Source	DF	SS	MS	F	P
Numune	1	304,85	304,85	107,36	0,000
Error	14	39,75	2,84		
Total	15	344,60			

S = 1,685 R-Sq = 88,46% R-Sq(adj) = 87,64%

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: İlkan ERDEM

Doğum Yeri ve Tarihi: KAYSERİ 09.10.1985

Adres: Postane Mah. Babacan Sok. Yenice Apt. 10/3 TUZLA/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Yayın Listesi:

- **Erdem I.**, Arslan B., Ozek Z., 2010:Effects Of Machine Washing On Properties Of Wash and Wear Apparels. *International Congress –AUTEX 10 th World Textile Congress*, June 21-23, 2010 Vilnius, LITHUANIA.