ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Dijital Baskıda Seçilmiş Proses Parametrelerinin Farklı Hammaddeden Örme Kumaşların Performans ve Konfor Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

Şehpal ÖZDEMİR

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık, 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
ÇİZELGELER DİZİNİ IV
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
1. GİRİŞ 1
1.1. Tekstil Lifleri 1
1.1.1. Pamuk 3
1.1.2. Viskon 4
1.1.3. Modal 6
1.1.4. Kenevir Lifi 6
1.2. Tekstilde Yüzey Oluşum Metotları 8
1.2.1. Örme İle İlgili Tanımlar 10
1.3. Tekstilde Renklendirme 10
1.3.1. Boyama 11
1.3.2. Baskı 11
1.4. Dijital Baskı 11
1.4.1. Dijital Baskı Makine Teknolojileri 12
1.4.2. Dijital Baskının Avantajları ve Dezavantajları 16
1.4.3. Dijital Baskı Makinesi Bileşenleri 17
1.4.4. Dijital Baskı Proses Akışı 20
1.4.5. Dijital Baskının Konvansiyonel Yöntemlerle Kıyaslanması 24
1.5. Giysi Konforu 27
1.5.1. Vücut Terleme Mekanizması 27
1.5.2. Giysi Konforunun Sınıflandırması 29
1.5.3. Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı Transfer Mekanizmaları 31
1.5.4. Termal Konfor Ölçüm Yöntemleri 32
1.6. Çalışmanın Önemi ve Amacı 33
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 35
2.1. Dijital Baskı İle İlgili Yapılan Çalışmalar 35
2.2. Tez Kapsamında Seçilen Hammaddelerle İlgili Konfor Çalışmaları 44
3. MATERYAL VE METOT 47
3.1. Materyal 47
3.2. Metot 50
3.2.1. Dijital Baskı Uygulaması 50

3.2.2. Dijital Baskılı Kumaşlara Uygulanan Testler 53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 63
4.1. Fiziksel Testler 64
4.2. Performans Testleri 70
4.3. Haslık Testleri 106
4.4. Deneysel Verilerin İstatistiksel Analizi 117
4.4.1. Fiziksel ve Performans Özelliklerine Göre İstatistiksel Analiz 116
4.4.2. Spektrofotometre Sonuçlarına Göre İstatistiksel Analiz 116
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 125
KAYNAKLAR 129
ÖZGEÇMİŞ 137

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Dijital Baskıda Seçilmiş Proses Parametrelerinin Farklı Hammaddeden Örme Kumaşların Performans ve Konfor Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

Şehpal ÖZDEMİR

Danışman: Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Tekstil ürünlerinde dijital baskı, kumaş baskı alanının en hızlı büyüyen pazarlarından birini kapsamaktadır. Bu çalışmada dijital baskının proses parametrelerinin değiştirildiği ve bu değişikliklerin kumaşın fiziksel, performans ve konfor özelliklerine etkisinin incelendiği kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Çalışmada Ne 30/1 %100 pamuk, Ne 30/1 %100 viskon, Ne 30/1 %50 pamuk + %50 viskon, Ne 30/1 %50 pamuk + %50 modal, Ne 12/1 %100 pamuk ve Ne 12/1 %70 pamuk + %30 kenevir iplikler kullanılarak süprem örme kumaşlar üretilmiştir. Bu kumaşlara ön işlem patında kullanılan kıvamlaştırıcı miktarı değiştirilerek dijital baskı uygulanmıştır. Baskı sonrası fikse işlemi 110 ºC'de 6 ve 10 dakika uygulanmıştır. Üretilen kumaşlara fiziksel, performans, konfor ve renk testleri uygulanarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmanın sonuçları incelendiğinde fikse süresinin 6 dakikadan 10 dakikaya çıkmasının performans özelliklerini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılabilir. Kıvamlaştırıcı miktarı değişikliğinin ise belirgin farklılıklara yol açmadığı gözlenmiştir. Burada esas etkinin kullanılan mürekkep- hammadde uyumu olduğu söylenebilir. İstatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde, fikse süresi ile kalınlık ve nem yönetim performansı (OMMC) değeri arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Tüm fiziksel ve performans testleri hammadde ile anlamlı farklılık var sonucunu vermiştir. Renk verileri değerlendirildiğinde, sadece hammadde türünün rengin L*(açıklık-koyuluk) değeri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijital baskı, Kenevir, CMYK, Kıvamlaştırıcı, Fikse.

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

PhD THESIS

Investigation of the Effect of Selected Process Parameters on the Performance and Comfort Properties of Knitted Fabrics from Different Raw Materials in Digital Printing

Şehpal ÖZDEMİR

Advisor: Assoc Prof. Dr. Füsun DOBA KADEM

Department of Textile Engineering

ABSTRACT

Digital printing on textile products covers one of the fastest-growing markets in the fabric printing field. In the study, Ne 30/1 100% cotton, Ne 30/1 100% viscose, Ne 30/1 50% cotton + 50% viscose, Ne 30/1 50% cotton + 50% modal, Ne 12/1 100% cotton and Ne 12/1 70% cotton + 30% hemp yarns were used and single jersey knitted fabrics were produced. The amount of thickener used in the pre-treatment paste was changed and digital printing was applied to fabrics. After printing, fixation was applied at 110 ºC for 6 and 10 minutes. Evaluations were made by applying physical, performance, comfort and color tests to the fabrics produced.

When the results of the study are examined, it can be concluded that increasing the fixation time from 6 minutes to 10 minutes positively affects the performance characteristics. It was observed that changing the amount of thickener did not cause significant differences. It can be said that the main effect here is the harmony of the ink and raw material used. When the statistical analysis results were examined, it was revealed that there was a significant difference between the fixation time and the thickness and overall moisture management capacity (OMMC) value. All physical and performance tests yielded the result that there is a significant difference in the raw material. When the color data was evaluated, it was revealed that only the type of raw material had a significant effect on the L* (lightness-darkness) value of the color.

Keywords: Digital Printing, Hemp, CMYK, Thickener, Fixation Time.

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın başından itibaren yardımını, desteğini ve bilgisini esirgemeyen, tüm süreçte motivasyon kaynağım olan, bana daima yol gösteren danışman hocam Sn. Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM'e sonsuz teşekkürler, minnettarım. Hem tez izleme komitesi hocam, hem bölüm başkanım, hem de anabilim dalı başkanım olan Sn. Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA'ya katkıları ve paylaşımları için teşekkür ederim. Tezim süresince ihtiyaç duyduğum tüm anlarda yardımlarını esirgemeyen Tez İzleme Komitesi hocam Sn. Prof. Dr. Güzin YÜKSEL'e teşekkür ederim.

Tez kapsamında kullanılan kumaşların üretiminde destek veren MAYTEKS firmasına teşekkür ederim.

Destek ve yardımlarını esirgemeyen başta Sn. Dr. Sabiha SEZGİN BOZOK, Sn. Tekstil Yüksek Mühendisi Zehra KAYNAR TAŞCI ve Sn. Tekstil Yüksek Mühendisi Sait YILÖNÜ olmak üzere tüm Tekstil Mühendisliği bölüm personeline teşekkür ederim.

Tez sürecinde vermiş olduğu destek ve göstermiş olduğu sabrın yanı sıra çok kıymetli akademik katkıları sebebiyle değerli eşim Doç. Dr. Ali Can ÖZDEMİR'e en içten sevgilerimi sunar, teşekkür ederim. Biricik kızım Ezgi ÖZDEMİR'e teşekkür ederim. Beni koşulsuz ve gönülden destekleyen aileme sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bu çalışmada kullanılan tekstil liflerinin bazı fiziksel özellikleri....3
Çizelge 1.2. Mürekkep-lif özellikleri ile baskı parametrelerinin ilişkisi....19
Çizelge 1.3. Ön işlem görmemiş ve ön işlem görmüş kumaşların yüzey görüntüsü....21
Çizelge 1.4. Aktiviteler sırasında üretilen yaklaşık metabolik nem miktarları....29
Çizelge 1.5. Sıcaklık değişimleri ile vücutta gerçekleşen olaylar....29
Çizelge 1.6. Termal konfor ile ilgili kavram ve parametreler....32
Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan kumaşların haslık değerleri....41
Çizelge 3.1. İplik özellikleri....47
Çizelge 3.2. İplik test sonuçları....47
Çizelge 3.3. Örme makineleri özellikleri....48
Çizelge 3.4. Numunelerin konstrüksiyon ve kodlama bilgileri....49
Çizelge 3.5. Gazeleme şartları....49
Çizelge 3.6. Kumaşların ön terbiye işlem reçeteleri....50
Çizelge 3.7. Ön işlem patı reçeteleri....51
Çizelge 3.8. Kullanılan mürekkepler....51
Çizelge 3.9. NASSENGER PRO 60 dijital baskı makinesine ait teknik bilgiler....52
Çizelge 3.10. Kurutma işlemi....52
Çizelge 3.11. Kumaşlara uygulanan testler ve standartları....53
Çizelge 3.12. MMT test sonuçlarını değerlendirme skalası....58
Çizelge 3.13. ΔE renk farkı limit değerleri....60
Çizelge 4.1. Numune özellikleri ve kodlamaları....63
Çizelge 4.2. Kumaşların gramaj sonuçları....64
Çizelge 4.3. Kumaşların ilmek sıra sayısı sonuçları....65
Çizelge 4.4. Kumaşların ilmek çubuk sayısı sonuçları....66
Çizelge 4.5. Kumaşların ilmek iplik uzunluğu sonuçları....67
Çizelge 4.6. Kumaş kalınlıkları....68
Çizelge 4.7. Kumaşların patlama mukavemeti sonuçları....70
Çizelge 4.8. Kumaşların yumuşaklık değerleri....72
Çizelge 4.9. Kumaşların boncuklanma sonuçları....74
Çizelge 4.10. Kumaşların hava geçirgenliği sonuçları....76
Çizelge 4.11. Numunelerin MMT testi sonuçları....78
Çizelge 4.12. MMT skalasına göre numunelerin nem iletim özellikleri....80
Çizelge 4.13. P30 numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları....82
Çizelge 4.14. P12 numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları....82
Çizelge 4.15. PK numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları....82

Çizelge 4.16. PM numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları....83
Çizelge 4.17. PV numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları....83
Çizelge 4.18. V numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları....83
Çizelge 4.19. P30 numunelerine ait SEM görüntüleri....87
Çizelge 4.20. P12 numunelerine ait SEM görüntüleri....88
Çizelge 4.21. PK numunelerine ait SEM görüntüleri....89
Çizelge 4.22. PM numunelerine ait SEM görüntüleri....90
Çizelge 4.23. PV numunelerine ait SEM görüntüleri....91
Çizelge 4.24. V numunelerine ait SEM görüntüleri....92
Çizelge 4.25. CYAN rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri....93
Çizelge 4.26. MAGENTA rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri....94
Çizelge 4.27. YELLOW rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri....95
Çizelge 4.28. KEY rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri....96
Çizelge 4.29. Kıvamlaştırıcı miktarı değişimi ile elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri....199
Çizelge 4.30. Fikse süresi değiştirildiğinde elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri....101
Çizelge 4.31. Numunelere ait K/S değerleri....103
Çizelge 4.32. Baskılı kumaşların sürtme haslığı değerleri....106
Çizelge 4.33. CYAN rengi için yıkama haslığı değerleri....108
Çizelge 4.34. MAGENTA rengi için yıkama haslığı değerleri....109
Çizelge 4.35. YELLOW rengi için yıkama haslığı değerleri....110
Çizelge 4.36. KEY rengi için yıkama haslığı değerleri....111
Çizelge 4.37. CYAN rengi için ütüleme haslığı değerleri....112
Çizelge 4.38. MAGENTA rengi için ütüleme haslığı değerleri....113
Çizelge 4.39. YELLOW rengi için ütüleme haslığı değerleri....114
Çizelge 4.40. KEY rengi için ütüleme haslığı değerleri....115
Çizelge 4.41. Fiziksel ve performans testleri verilerinin SPSS analizleri....117
Çizelge 4.42. Spektrofotometre sonuçlarının SPSS analizleri....118

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Tekstil liflerinin sınıflandırılması 2
Şekil 1.2. Dünyadaki toplam elyaf üretiminin yıllar içerisindeki değişimi 2
Şekil 1.3. Pamuk bitkisi 3
Şekil 1.4. Pamuk lifi 4
Şekil 1.5. Pamuk lifinin kesit görüntüleri 4
Şekil 1.6. Viskon lifinin üretim işlemleri 5
Şekil 1.7. Viskon liflerinin enine ve boyuna kesit görüntüleri 6
Şekil 1.8. Modal liflerine ait kesit görüntüleri 6
Şekil 1.9. Kenevir sakının enine kesit görüntüsü 7
Şekil 1.10. Kenevir sakının boyuna kesiti 149x büyütme 7
Şekil 1.11. Kenevir sakının boyuna kesiti 2500x büyütme 7
Şekil 1.12. Kenevir sakından lif elde edilmesi 8
Şekil 1.13. Tekstilde yüzey oluşturma metotları 9
Şekil 1.14. Örme makinelerinin sınıflandırılması 9
Şekil 1.15. Kesiksiz ve kesikli sistemler 13
Şekil 1.16. Dijital baskı teknolojilerinin sınıflandırılması 13
Şekil 1.17. Binary baskı teknolojisi 14
Şekil 1.18. Çok seviyeli (multiple deflection) dijital baskı teknolojisi 14
Şekil 1.19. Termal şok (bubble-jet) teknolojisi 15
Şekil 1.20. Şok dalga oluşumu 15
Şekil 1.21. Dijital baskı sistemlerinde baskıyı etkileyen faktörler 17
Şekil 1.22. Dijital baskı iş akış şeması 20
Şekil 1.23. Konvansiyonel baskı ve dijital baskı yönteminin üretim süresi yönünden karşılaştırılması 25
Şekil 1.24. Konvansiyonel baskı ve dijital baskı yönteminin karbon ayak izi yönünden karşılaştırılması 25
Şekil 1.25. Konvansiyonel baskı ve dijital baskı yönteminin metraj-maliyet yönünden karşılaştırılması 26
Şekil 1.26. Konvansiyonel ve dijital baskı yöntemlerinin radar grafiği ile karşılaştırılması 26
Şekil 1.27. Dijital baskı kalitesini etkileyen faktörlerin balık kılçığı yöntemiyle gösterimi 27
Şekil 1.28. Fiziksel olarak konforlu olmama 27
Şekil 1.29. Derinin yapısı ve katmanları 28
Şekil 1.30. Vücut-mikroklima-giysi-çevre sistemi 28
Şekil 1.31. Termofizyolojik konforu etkileyen faktörler 30
Şekil 2.1. Adobe Photoshop programı kullanılarak elde edilen test deseni 43

Şekil 3.1. MAYER Relanit 3,2 model tek plaka süprem örme makinesi....48
Şekil 3.2. MONARCH VX- SD3BY model tek plaka süprem örme makinesi....48
Şekil 3.3. Osthoff-Senge gazeleme makinesi....49
Şekil 3.4. Dijital baskı deseni....51
Şekil 3.5. Elektronik hassas tartı....54
Şekil 3.6. Martindale cihazı....55
Şekil 3.7. Prowhite hava geçirgenliği test cihazı....56
Şekil 3.8. MMT nem iletimi test cihazı....57
Şekil 3.9. SEM cihazı....59
Şekil 3.10. Krokmetre cihazı....61
Şekil 3.11. Ütü haslığı testinin yapılış şeması....62
Şekil 4.1. Üretim adımları....63
Şekil 4.2. Kumaş gramajlarına ait grafik....65
Şekil 4.3. İlmek iplik uzunluğu grafiği....68
Şekil 4.4. Kumaş kalınlığı grafiği....70
Şekil 4.5. Kumaşların patlama mukavemeti grafiği....72
Şekil 4.6. Stiffness grafiği....74
Şekil 4.7. Boncuklanma grafiği....75
Şekil 4.8. Kumaşların hava geçirgenliğine ait grafik....77
Şekil 4.9. P30 numunesine ait kuruma grafiği....84
Şekil 4.10. P12 numunesine ait kuruma grafiği....84
Şekil 4.11. PK numunesine ait kuruma grafiği....84
Şekil 4.12. PM numunesine ait kuruma grafiği....85
Şekil 4.13. PV numunesine ait kuruma grafiği....85
Şekil 4.14. V numunesine ait kuruma grafiği....85
Şekil 4.15. Numunelerin L* değerlerinin grafikleri....98
Şekil 4.16. Numunelerin a* değerlerinin grafikleri....98
Şekil 4.17. Numunelerin b* değerlerinin grafikleri....99
Şekil 4.18. Numunelerin K/S grafikleri....105
Şekil 4.19. Numunelerin sürtme haslığı grafikleri....107
Şekil 4.20. Fiziksel ve performans verilerinin One-Sample Kolmogorow-Smirnov sonuçları....119
Şekil 4.21. Fikse süresi test verilerinin Mann-Whitney U sonuçları....119
Şekil 4.22. Fikse süresi test verilerinin Student T testi sonuçları....120
Şekil 4.23. Hammaddeye göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları....120
Şekil 4.24. Hammaddeye göre test verilerinin One-Way Anova testi sonuçları....121
Şekil 4.25. Kıvamlaştırıcı miktarına göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları....121
Şekil 4.26. Kıvamlaştırıcı miktarına göre test verilerinin One-Way Anova testi sonuçları....122

Şekil 4 27. Spektrofotometre verilerinin One-Sample Kolmogorow-Smirnov sonuçları 122
Şekil 4.28. Fikse süresine göre test verilerinin Mann-Whitney U testi sonuçları 122
Şekil 4.29. Hammaddeye göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları 123
Şekil 4.30. Kıvamlaştırıcı miktarına göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları 123
Şekil 4.31. Renge göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları 123

1. GİRİŞ

Tekstil, Latince bir kavram olan ‘Textilia’ kelimesinden türetilmiştir. Bu kavram tekstil liflerini, ürünlerini, yarı mamullerini ve bunlardan elde edilen ürünleri içermektedir.

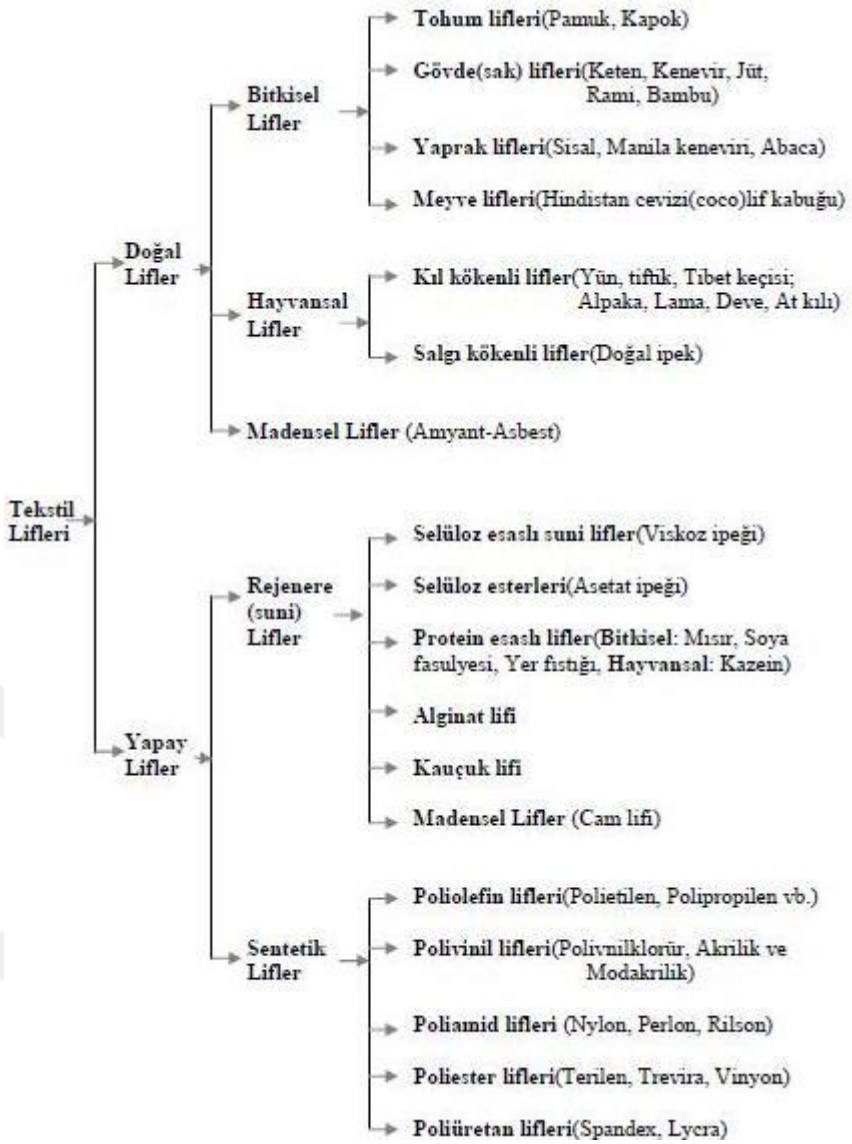
Giyinme, Maslow’un ihtiyaçlar hiyerarşisi piramidinin alt basamaklarında yer alan, açlık, susuzluk, dinlenme, barınma gibi fizyolojik ihtiyaçları takip eden güvenlik ihtiyaçları arasında yer almaktadır. İnsanoğlu, ilk çağlarda çevre koşullarına uyum sağlamak ve vücudunu doğanın olumsuz etkilerinden korumak için giyinmeye gereksinim duymuştur. Ancak, yıllar içinde yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojinin gelişmesi ile giysiler sadece örtünmek ve korunmak için değil, sosyal ihtiyaçları karşılamak, fonksiyonellik ve konfor sağlamak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Bedez Üte ve ark., 2018).

1.1. Tekstil Lifleri

Yaşamın her alanında tekstile dair materyaller bulunur. Boyu enine göre çok uzun olan, belirli uzunluğa, inceliğe ve mukavemete, sarılmaya, eğrilmeye ve bükülmeye sahip olan materyallere lif denir. Tekstil, lifin oluşumundan, kullanıcının talep ettiği özelliklere sahip bir materyal haline gelinceye kadar ilerleyen evrelerden oluşur (Karahan ve Mangut, 2011).

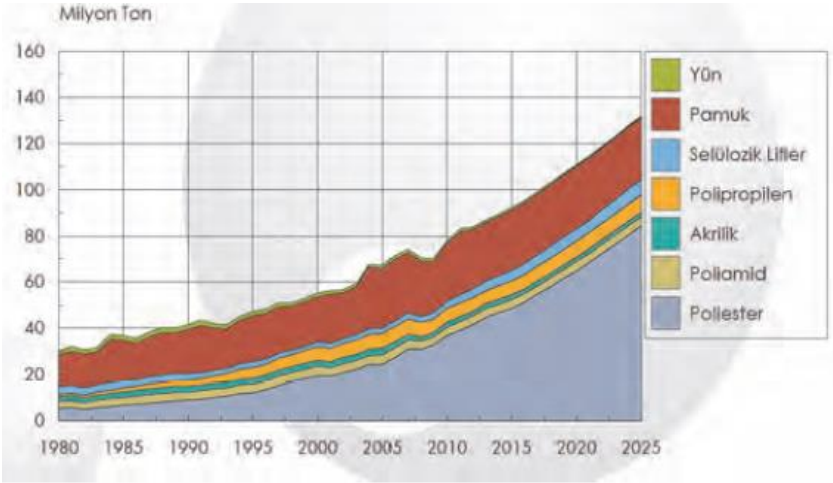
Tekstilde kullanılan liflerin değerleri, sahip oldukları bir takım ana özelliklere göre belirlenmektedir. Bu özellikler, uzunluk, incelik, mukavemet, parlaklık, uzama ve esneklik, yoğunluk, nem çekme oranı, ısıdan etkilenme, ışıktan etkilenme ve elektriksel özelliklerdir (Karahan ve Mangut, 2011).

Tekstilde kullanılan doğal ve yapay lifler Şekil 1.1’de gösterilmiştir. Bu liflerden en çok kullanılanlar; pamuk, keten, viskon, modal ve bunların karışımlarıdır.



Şekil 1.1. Tekstil liflerinin sınıflandırılması (Karahan ve Mangut, 2011)

Dünyadaki toplam elyaf üretiminin yıllar içerisindeki değişimi Şekil 1.2'de görülmektedir.



Şekil 1.2. Dünyadaki toplam elyaf üretiminin yıllar içerisindeki değişimi (Eser ve ark., 2016)

Çizelge 1.1'de bu çalışmada kullanılan tekstil liflerinin bazı fiziksel özellikleri yer almaktadır.

Çizelge 1.1. Bu çalışmada kullanılan tekstil liflerinin bazı fiziksel özellikleri (Karahan ve Mangut, 2011)

Fiziksel Özellikler	**Pamuk**	**Viskon**	**Modal**	**Kenevir**
Lif İnceliği (dtex)	1,7	1,7	1,7	3,5-22,5
Kuru Kopma Mukavemeti (cN/tex)	19-45	18-21	34-36	35-70
Kuru Kopma Uzaması (%)	5,6-6,8	25-28	13-15	2-2,3
Yaş Kopma Mukavemeti (cN/tex)	20,9-54	9-11	19-21	105
Yoğunluk (g/cm^3)	1,55	1,52	1,52-1,55	1,4-1,5
Standart Nem İçeriği (%)	8,5	10-16	11-14	12

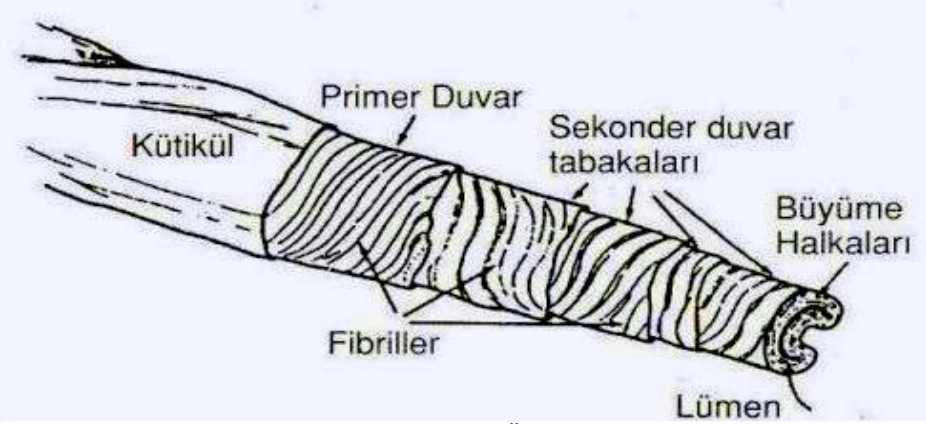
1.1.1. Pamuk

Tarih boyunca dünyada en çok kullanılan lif olan pamuk lifi günümüzde de hala önemini korumaktadır. Pamuk lifinin ilk kullanıldığı tarihler milattan önce 5000 ile 3000 yılları arasındadır. Milattan önce 2500'lü yıllarda Mısırlılar tarafından giyilmiş pamuklu giysilere dair bulgular mevcuttur. 1271 yılında Çin'den dönen Marco Polo pamuk bitkisini Avrupa'ya getirmiş ve tanıtmıştır (Kürtüncü, 2013). Şekil 1.3'de pamuk bitkisi görülmektedir.



Şekil 1.3. Pamuk bitkisi (Kürtüncü, 2013)

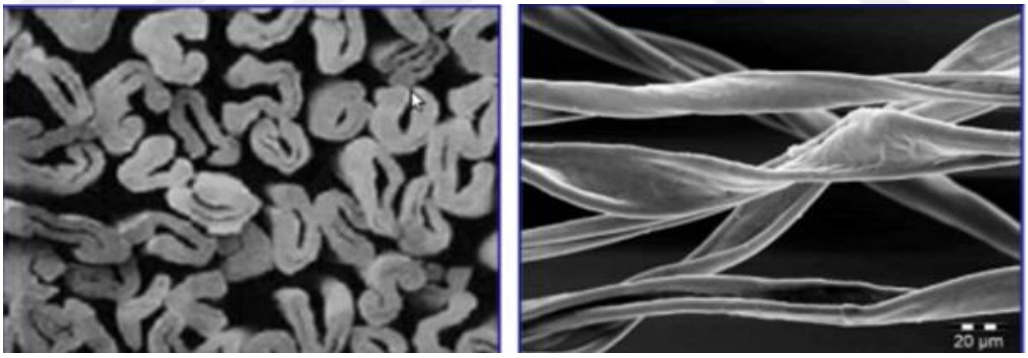
Pamuk, yapıtaşı glikoz olan selüloz polimer zincirlerinden oluşmaktadır. Pamuk lifinin yapısı Şekil 1.4'de gösterilmiştir (Özşeker, 2018).



Şekil 1.4. Pamuk lifi (Özşeker, 2018)

Üretim gerekliliklerinden dolayı, Dünya genelinde sınırlı sayıda ülkenin ekolojisinin pamuk üretimine uygun olduğu bilinmektedir. Dünya pamuk üretiminin neredeyse tamamı (%99,5) ülkemizin 6. sırada yer aldığı 10 büyük pamuk üreticisi ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunlar Çin, Hindistan, ABD, Brezilya, Avustralya, Türkiye, Pakistan, Özbekistan, Arjantin ve Yunanistan olarak sıralanmaktadır http://www.upk.org.tr/User_Files/pdf/PDF-2022-2023/UPK-Pamuk%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202022-20230101%20EA.PDF.

Pamuk lifine mikroskopla bakıldığında boyuna yassı kıvrımlı bir yapıya sahip iken, enine kesiti fasulye şeklindedir (Şekil 1.5).

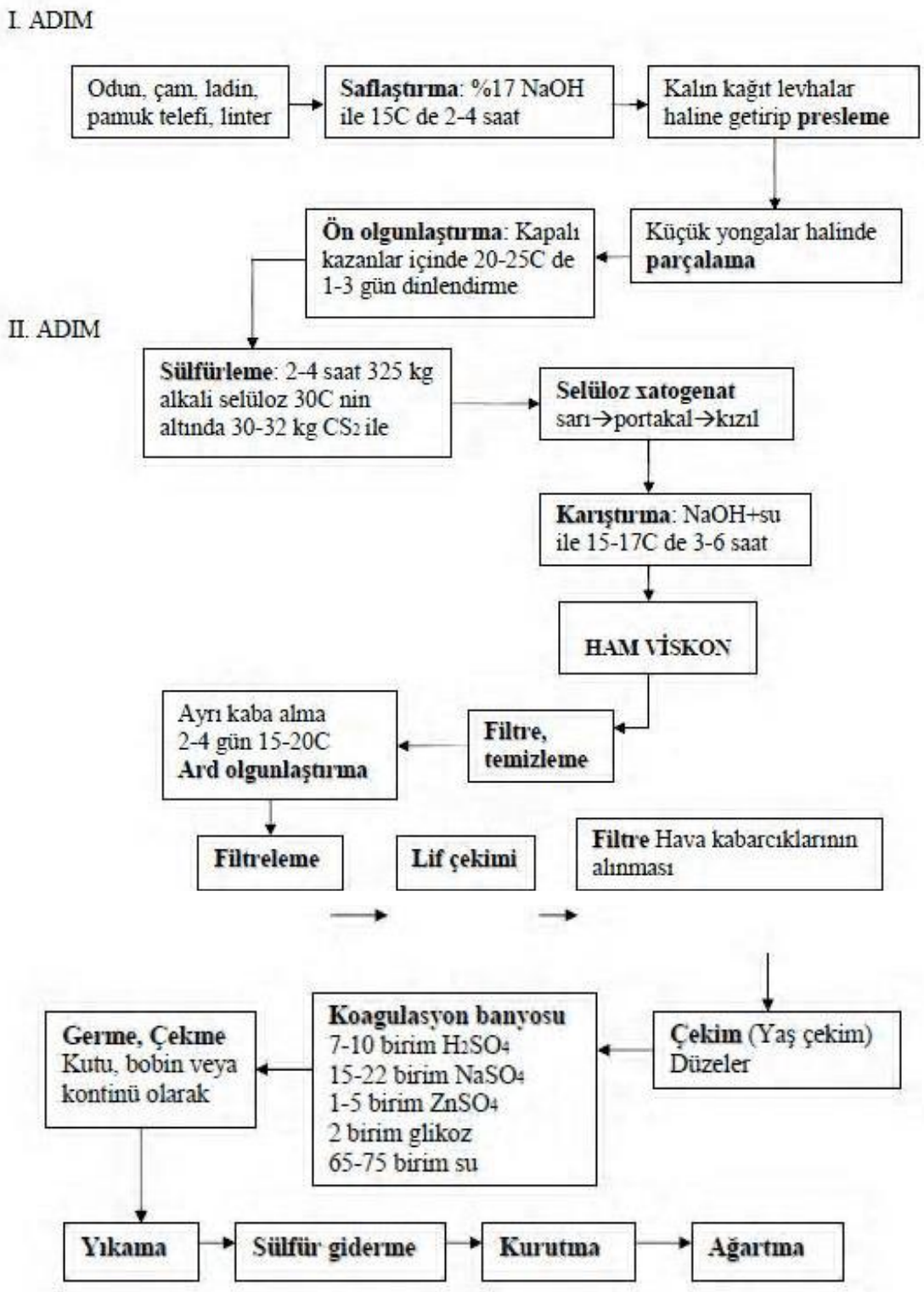


Şekil 1.5. Pamuk lifinin kesit görüntüleri (Başer, 1992)

1.1.2. Viskon

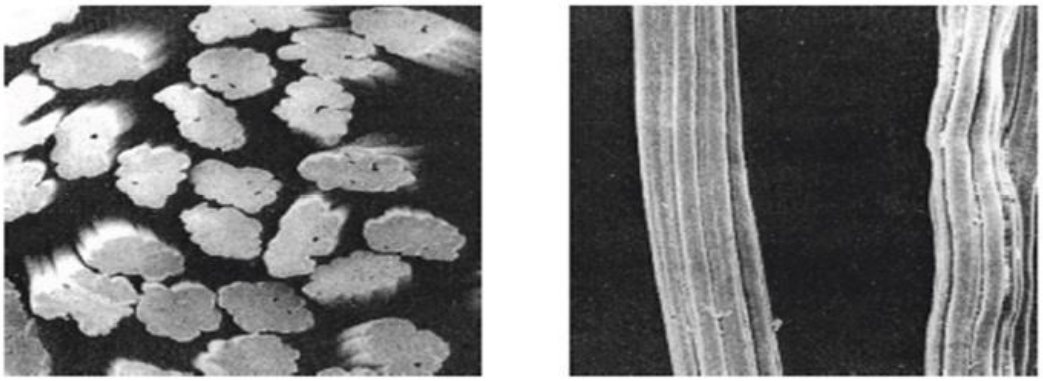
Viskon, hammaddesi kayın ağacı olan bir rejenere selülozik liftir ve çözeltiden çekilmektedir. Görsel olarak albenili olan viskon kumaşın, teri emme ve nem alma kapasitesi de oldukça yüksek olduğu için kullanıcılara konfor ve rahatlık sağlamaktadır. Boyuna kesiti daha kıvrımsız bir yapıya sahip olan viskon lifleri, pamukla kıyaslandığında su emicilik ve esneme yönünden daha yüksek, mukavemet ve buruşmazlık değerleri yönünden daha düşük sonuçlar vermektedir (Özşeker, 2018).

Viskon lifi, kayın ağacının saflaştırılması ile başlayan bir dizi işlem sonucunda üretilmektedir. Şekil 1.6'de bu işlemler detaylıca anlatılmıştır.



Şekil 1.6. Viskon lifinin üretim işlemleri (Helvacı, 2019)

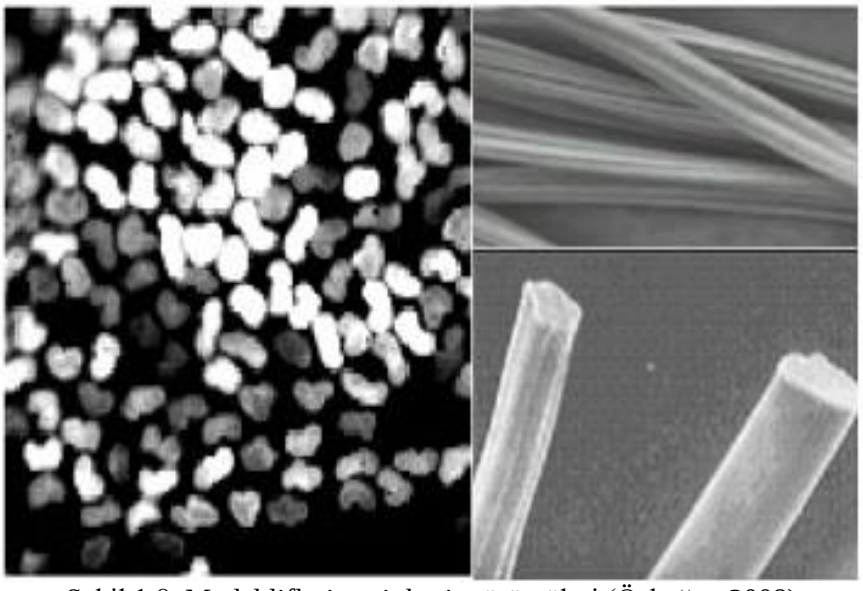
Dünyada üretilen suni liflerin yaklaşık %75'i viskondur. Şekil 1.7. viskon lifinin enine ve boyuna kesitini göstermektedir.



Şekil 1.7. Viskon liflerinin enine ve boyuna kesit görüntüleri (Helvacı,2019)

1.1.3. Modal

Yüksek yaş modüle sahip rejenere selülozik liflerdir. Lifler, mukavemet kazandırılmak için, koagülasyon işlemi sırasında daha yüksek moleküler oryantasyona ulaşmalarını sağlayan bir banyo bileşeni içeren özel bir viskoz işlemiyle üretilirler. Modal lifleri kimyasallara karşı dayanım açısından incelendiğinde pamuk ile benzer özellikler göstermektedir. Fakat doğal bir beyazlığa sahip olması nedeniyle ağartma ve merserize işlemi gerektirmez. Üretim sırasında kullanılan karbon sülfür (CS^2) miktarı ve lif çekimi sırasında liflerin banyoda kalış süreleri viskon lifinden farklıdır (Özbağcı, 2008). Şekil 1.8'de modal liflerine ait enine ve boyuna kesit görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1.8. Modal liflerine ait kesit görüntüleri (Özbağcı, 2008)

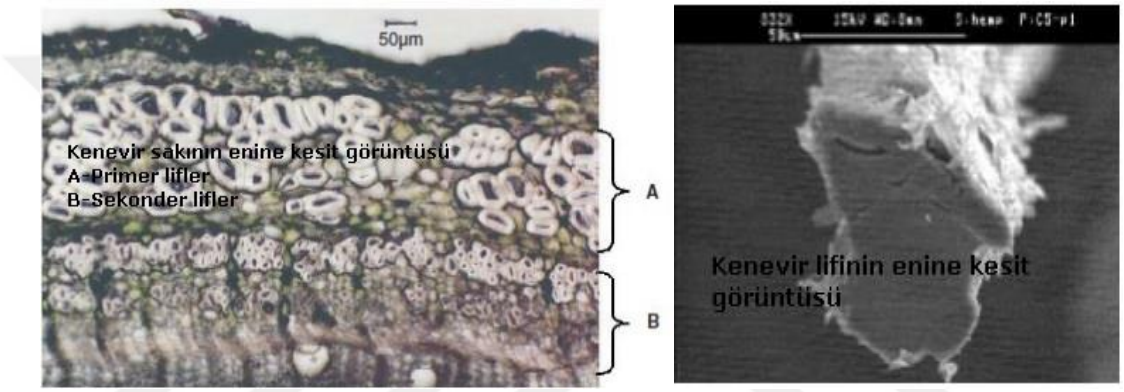
1.1.4. Kenevir Lifi

Tek yıllık odunsu bir bitki olan kenevir *cannabinaceae* familyasına mensuptur. Tekstil endüstrisinde kullanılan kenevir lifleri *cannabissativa* türü kenevirin erkek eşeyli bireylerinden

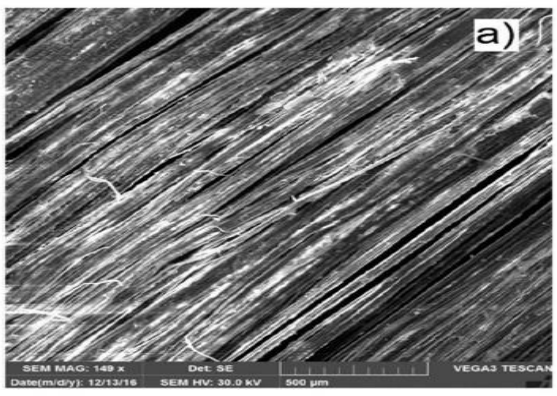
elde edilmektedir. Arkeolojik araştırmalar sonucunda M.Ö. 8000 yıllarında kenevirden üretilmiş kumaş kalıntılarına rastlanmıştır. M.Ö. 1500'lü yıllarda Anadolu'da kenevir üretimi yapıldığı bilinmektedir. Bitkide Sak denilen ve boğumlara sahip olan bir kısım vardır. Sak kesitinde farklı kategorilerde lifler bulunur. Tekstil kullanımı için uygun olan lifler primer liflerdir. Şekil 1.9'da primer ve sekonder lifler görülmektedir. Şekil 1.10-11'de ise kenevir sakının boyuna kesiti gösterilmiştir.

Primer lifler apikal sürgen dokudan meydana gelmişlerdir. Liflerin karakteristik uzunluğu bu boğumlar arasındaki mesafeye bağlıdır.

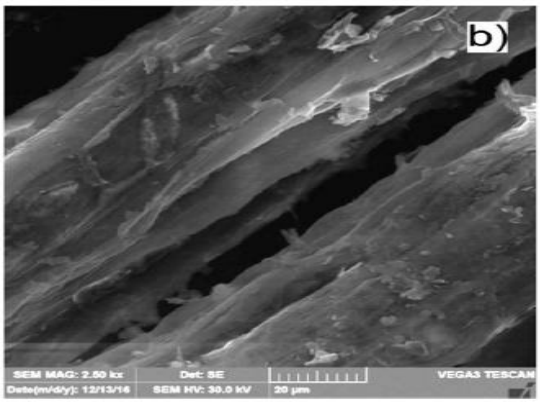
Lif karakteristiği bitkinin hasat edilme dönemine göre farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden elde edilmek istenen lif kalitesine göre doğru hasat dönemi seçilmelidir.



Şekil 1.9. Kenevir sakının enine kesit görüntüsü https://www.derstekstil.name.tr/kenevir-elyafi.html



Şekil 1.10. Kenevir sakının boyuna kesiti 149x büyütme (Liu, 2016)



Şekil 1.11. Kenevir sakının boyuna kesiti 2500x büyütme (Liu, 2016)

Hasattan sonra saplardan liflerin ayrılması işlemi için mekaniksel, biyolojik havuzlama, kimyasal ve enzimle muamele yöntemlerinden herhangi birisi kullanılmaktadır. Burada amaç, odunsu kısımları uzaklaştırarak liflerin elde edilmesidir. Şekil 1.12'de odunsu kısımdan ayrılmış lifler yer almaktadır.



Şekil 1.12. Kenevir sakından lif elde edilmesi (Gedik, 2012)

Kenevir lifi yüksek mukavemet özellikleri, yüksek nem çekme ve nefes alabilirlik kabiliyeti, Boncuklanma (pilling) oluşturmaması, organik ürünler sunması, anti bakteriyellik özellikleri, UV koruma sağlaması, iyi elektrostatik özellikler göstermesi gibi üstün özellikleri sebebiyle katma değeri yüksek ürünlerde kullanılmaktadır. Biyobozunur özelliğinin yanı sıra Kenevir lifi; pigment ve lignin içeriği sayesinde UV emici olarak davranması, çevresel faktörlere daha düşük seviyede maruz kalması, pestisit içermemesi ve az miktarda gübre kullanılarak elde edilebilmesi, alerjik etkilerinin olmaması, daha az alanda daha verimli oranda ürün elde edilebilmesi gibi özellikleri nedeniyle "doğal lüks bir lif" olarak tanımlanmaktadır. Yaşam döngüsü analizlerinde de organik olarak üretilen kenevir lifinin pamuk ve polyesterden daha çevreci bir lif olduğu kanıtlanmıştır (Kurtuldu ve Erdem İşmal, 2019).

Kenevir liflerinden üretilen çok çeşitli ürünler mevcuttur. Gömlek, pantolon, ceket, t-shirt, etek, iç giyim ürünleri, havlu, perde, paspas, çanta gibi birçok tekstil ürünü kenevir liflerinden üretilmektedir. Bu ürünlerde %100 kenevir lifleri kullanılabileceği gibi kenevir ve diğer lif karışımlarından oluşan kumaşlar da kullanılabilmektedir https://www.derstekstil.name.tr/kenevir-elyafi.html.

Türkiye yıllar sonra yaygın kenevir üretimini tekrar gündeme almıştır. Benzer hammaddelerden daha ekonomik, çevreci ve daha sürdürülebilir bir ürün olan kenevirin küresel değeri 2017 yılında 4 milyar dolar iken bu değerin 2025 yılında 10,6 milyon dolara çıkması beklenmektedir. 2016 yılındaki bir Resmi Gazete tebliği ile İzmir, Uşak, Kütahya, Burdur, Antalya, Zonguldak, Bartın, Karabük, Kastamonu, Sinop, Samsun, Çorum, Amasya, Ordu, Tokat, Yozgat, Kayseri, Malatya ve Rize'de kenevirin izinle ekimi serbest hale getirilmiştir. 2018 yılında Türkiye'de 200 dekar alanda kenevir ekimi yapılmıştır. 2019 yılının başında Türkiye'de kenevir ekimi ve hasadının yaygınlaştırılması yeni bir tarım politikası olarak duyurulmuştur. Bu kapsamda 19 İlde daha kenevir yetiştirileceği belirtilmiştir https://www.textilegence.com/kenevir-elyafi/#.

1.2. Tekstilde Yüzey Oluşum Metotları

Tekstil liflerinden tekstil yüzeyleri elde edilebilmesi için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler Şekil 1.13'de gösterilmiştir.

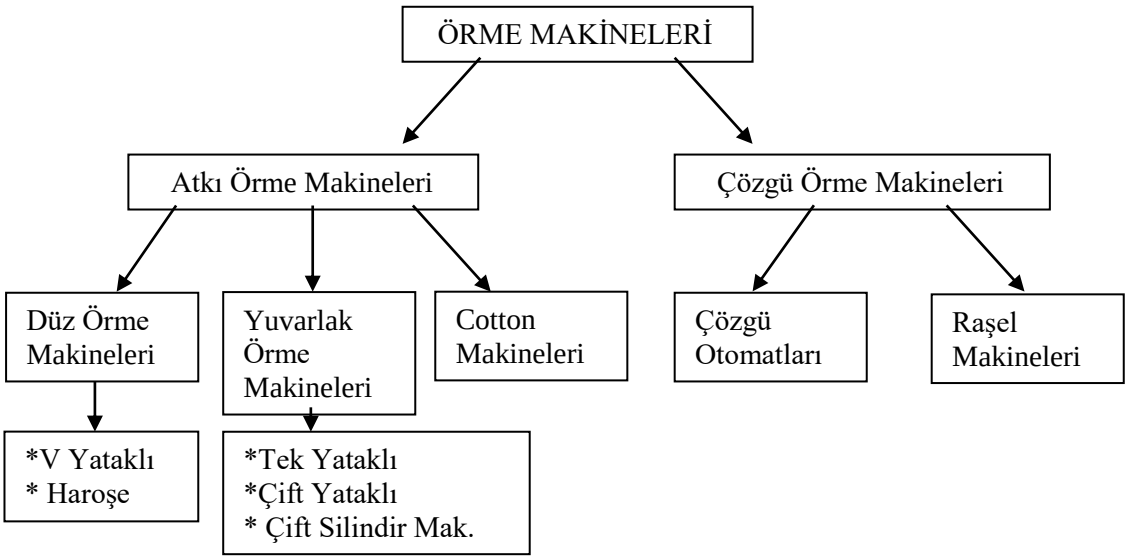


Şekil 1.13. Tekstilde yüzey oluşturma metotları

İpliklerin tek başına ya da topluca (çözgüler halinde) örücü iğne ve yardımcı elemanlar vasıtasıyla ilmekler haline getirilmesi, bunlar arasında da yan yana ve boylamasına bağlantılar oluşturulması ile bir tekstil yüzeyi elde etme işlemine örmecilik adı verilir. İplik eğirme, dokuma ve dikiş gibi işler M.Ö. 5000-6000 yıllarından itibaren yapılmasına rağmen el örmeciliği M.S 600 'lü yıllarda Mısır'da keşfedilmiştir. Bir örme yüzeyi oluşturmak için mekanik araçların kullanımına ilk kez 1589 yılında İngiltere'de William Lee tarafından başlanmıştır https://www.derstekstil.name.tr/ormeciligin-tarihcesi.html.

Örme konfeksiyon mamulleri, dokuma konfeksiyon mamulleri ve diğer hazır eşyalar, hazır giyim ve konfeksiyon sektörünün üç temel ürün grubudur ve sektörel ihracat performansı değerlendirilirken bu üç temel ürün grubunu dikkate almak gerekmektedir. Söz konusu üç temel ürün grubunun Türkiye'nin toplam hazır giyim ve konfeksiyon ihracatındaki payları ve dolayısıyla ağırlıkları farklıdır. 2023 Ocak-Eylül döneminde örme konfeksiyon mamullerinin toplam hazır giyim ve konfeksiyon ihracatındaki payı %17 olmuştur https://www.ithib.org.tr/bilgi-merkezi/istatistikler-raporlar/kategori/aylik-ihracat-degerlendirme-bilgi-notlari-3.

Örme makinelerinin sınıflandırılması Şekil 1.14'de verilmiştir.



Şekil 1.14. Örme makinelerinin sınıflandırılması (Dönmez, 2008)

Örme kumaşlar sıklıkla spor giyim ürünlerinde, kadın ve erkek dış giyiminde, iç giyim ürünlerinde, bebek giysilerinde, banyo ve plaj giysilerinde, çorap vb. ürünlerde kullanılmaktadır.

Atkı örmeciliğinde elde edilen mamullere örnekler: penye mamulleri (T-shirt, eşofman, sweatshirt), dış giyim (kazak, ceket, süveter), çorap, iç giyim (fanila, külot), tıbbi ve teknik kumaşlardır. Bu yöntemle elde edilen mamullere örnekler; çeşitli giysilikler (fantezi kumaşlar, mayo, dantel), döşemeler, tül perdeler, havlu ve halılar, tıbbi malzemeler (bandaj, suni damar, vb.) ve teknik kumaşlardır (filtreler, sera örtüleri, çuvallar, balık ağları, vb.).

Atkılı örme sisteminde ipliğin ilmek oluşturması işlemini sağlayan elemanlara örücü makine elemanları denir. Bunlar; iğneler, platinler, kilit sistemleri (çelikler), iplik kılavuzları (mekikler) ve merdanedir (Dönmez, 2008).

1.2.1. Örme İle İlgili Tanımlar

Örme ile ilgili yaygın olarak kullanılan terimler şunlardır;

İlmek Sıra Sayısı: İpliklerin yatay yönde oluşturdukları ilmekler, örme yüzeyin sıralarını oluşturmaktadır. Sıralar kumaşın uzunluğunu belirlemekte ve birim uzunlukta (cm) yer alan sıra sayısı olarak ölçülmektedir.

İlmek Çubuk Sayısı: Kumaş boyunca uzanan bağlantılar ilmek çubuğu olarak adlandırılmaktadır. İlmek çubukları kumaşın enini belirlemekte ve birim uzunlukta (cm) yer alan çubuk sayısı olarak ölçülmektedir.

Makine Çapı: Makine çapı silindirik iğne yatağının çapının ölçüsüdür. Genelde inç olarak ifade edilmektedir. Makine çapı o makinede üretilen tüp kumaşın en ölçüsünü etkilemektedir.

Makine İnceliği (E): Silindirik iğne yatağında 1 inçteki (25,4 mm) iğne sayısıdır. E ile gösterilmektedir. E değeri arttıkça 1 inçteki iğne sayısı artacağından, iğne yapısı daha da ince olmaktadır. Dolayısıyla makinenin incelik değeri, o makinede çalışılacak olan iplik numara değerlerini etkilemektedir.

Sistem Sayısı: Silindirik iğne yatağının çevresinde, yan yana sıralanarak sabitlenmiş ve iğnelerin içinde açılmış yollardan ayakları vasıtasıyla geçerek her birinde bir ilmek sırası oluşturabilen her bir kam yapısına, sistem denir. Dolayısıyla yuvarlak örme makinelerinde, yatağın bir tur dönüşüyle, silindirik yatağın çevresindeki kam sistemi sayısı kadar ilmek sırası oluşturulabilir. Bir makinede sistem sayısının artmasıyla, birim zamandaki üretim miktarı da artacaktır (Dönmez, 2008).

1.3. Tekstilde Renklendirme

Tekstil materyalleri çoğunlukla kumaşa daha çekici bir görünüm veya efekt vermek amacıyla renklendirilirler. Tekstil materyalinin elyaf, tops, iplik, kumaş ve hazır parça formunda renklendirilmesi işlemi boyama ve baskı yöntemleri olmak üzere 2 farklı teknikle gerçekleştirilmektedir. Boyama tüm yüzeyin renklendirilmesi, baskı ise bölgesel renklendirme metodudur. Bir tekstil malzemesinin renklendirilmesinde esas olan; düzgün (baskıda ise, ayrıca

yeterli kontur netliği), yeterli haslıkta, ekonomik ve ekolojik olarak istenen renk veya desenin elde edilmesidir (Gün, 2009).

1.3.1. Boyama

Tekstil yarı mamullerinin müşteri isteklerine uygun, kullanıma hazır hale gelebilmesi ve homojen bir renk görüntüsü kazanabilmesi için uygulanan kimyasal işlemlere boyama işlemi denilmektedir (Broadbent, 2001).

1.3.2. Baskı

Tekstil ürünleri üzerinde renkli desenler elde etmek amacıyla yapılan bölgesel boyamalara baskı denilmektedir. Global Baskı Federasyonu (FESPA)'ya göre; Dünyada 165 milyar dolarlık tekstil pazarında, dünyada yılda 30 milyar m^2 baskı işlemi yapılmaktadır.

Baskı işlemi çok çeşitli yöntemlerle uygulanabilmektedir. Rotasyon, filmdruck, transfer ve rulo baskı gibi çeşitli konvansiyonel yöntemlerin yanı sıra son yıllarda makine üreticilerinin ilgisini çekmeye başlayan dijital (ink-jet) baskı yöntemi de geniş kullanım alanı bulmaktadır https://www.tekstilteknoloji.com.tr/dergiler/kasim_2019/.

1.4. Dijital Baskı

Dijital (ink-jet) baskı, bilgisayar dosyasından direkt olarak alınan verilerden, baskılı materyal üretilebilmesini sağlayan bir baskı teknolojisidir. Dijital baskı, konvansiyonel baskı yöntemlerindeki film, ara makine ve şablon hazırlama gibi ara aşamaları elimine etmektedir. Dijital baskı sayesinde tekstil yüzeyleri üzerinde kaliteli, net kontürlü ve renk verimi yüksek baskılar elde edilebilmektedir (Selçuk, 2009).

İlk dijital baskı patenti 1867 yılında Lord Kelvin tarafından alınmıştır. Dijital baskı ilk olarak kâğıt baskıcılığı için geliştirilmiştir. Dijital baskının tekstilde kullanımı 1970'li yıllarda başlamıştır. Günümüzün baskı teknolojisinde yaygın olarak kullanılan kontinü dijital baskı yöntemi 1965'te Sweet tarafından bulunmuştur. Bu yöntem 1967'de Hertz tarafından biraz daha geliştirilmiştir. Bu alanda diğer bir önemli adım da 1979 yılında HP ve Canon firmalarının DOD-Drop On Demand (Kesikli) teknolojilerini bulmaları ile atılmıştır. Bu buluş istenilen noktaya istenilen renkte nokta basılmasını sağlamıştır. Üretimde kullanılan ilk sistemler oldukça düşük çözünürlüğe (12-20 dpi) sahip olduklarından desen karakterinin önemli olmadığı halı ve battaniye gibi hacimli mamullerde kullanılmıştır. 1990'ların başından itibaren yüksek çözünürlüğe sahip dijital baskı sistemleri kumaş üzerine baskıda kullanılmaya başlanmıştır (Selçuk, 2009). Günümüzde dijital baskı birçok alanda uygulanmaktadır;

- Tekstiller (pamuk/polyester karışımları, naylon ipek, yün, keten, v.b); ev tekstilleri, döşemelikler, perdelikler, giysilikler.

- Duvar kaplamaları (kâğıt, vinil–plastik, dokusuz tekstil yüzeyleri); bordürler, yan duvarlar, duvar resimleri.
- Pencere ile ilgili ürünler (rijit PVC, dokusuz tekstil yüzeyleri); rulo güneşlikler, dikey ve yatay paravanlar, perdeler, katlamalı güneşlikler.
- Dekoratif laminatlar (kâğıt film ve folyeler); yer döşemeleri, duvar panelleri, mobilya, raflar, özel ürünler, oyun masaları v.b
- Diğer alanlar; büyük boyutlu dış mekân reklam panoları, sokak reklamları, iç ve dış mekân brandaları, yer grafikleri, araç üstü uygulamalar, trafik işaretleri, endüstriyel tabelalar, etiketler, plakalar, kimlik v.b tanıtım kartları, kupalar, CD yüzlerindeki baskılar, bayrak, afiş, flama baskıları (Yüksel, 2009).

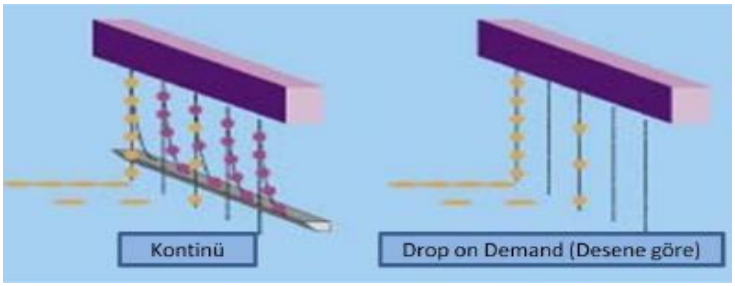
Dijital baskı, günümüzde Dünya genelindeki toplam tekstil baskı pazarının %10'undan daha az bir paya sahip bulunmaktadır. Grand View Research tarafından yayınlanan rapora göre, küresel dijital tekstil baskı pazarı büyüklüğü 2022 yılında 2.669,9 milyon dolar olarak değerlendirilirken, bunun 2023'ten 2030'a kadar %14,4'lük bir yıllık büyüme oranında genişlemesi beklenmektedir (https://www.textilegence.com/dijital-cozumler-tekstil-baski-pazarindaki-payini-artiriyor/). Dijital baskı ve kağıt baskıcılığı arasındaki belli başlı önemli farklar şunlardır:

- Tekstilde çok sayıda doğal ve yapay lifler ve bunların her birine uygun mürekkepler vardır.
- Tekstil ürünleri esneyebilen, uzayabilen, gözenekli ve belirli bir yüzey dokusuna sahip yapılardır.
- Renkli tekstil ürünlerinin ışık, ısı, ter, yıkama ve sürtünme gibi haslıkları taşımaları beklenir. Kumaşlar kağıttan farklı olarak sıkça yıkandıklarından boyarmaddelerin liflere etkili şekilde fikse edilmiş olmaları gerekmektedir. Mürekkep stabilitelerinin bozulmaması ve düzelerin tıkanmaması açısından boyarmaddelerin ve fiksaj yardımcı maddelerinin ayrı ayrı uygulanması gerekmektedir.
- Tekstilde sadece görsellik değil tutum özellikleri de gereklidir.
- Tekstiller daha emici olup kağıda oranla daha çok mürekkep kullanımı gerektirirler.
- Kumaşın atkı ve çözgü sıklıkları baskı sisteminin çözünürlük kapasitesini sınırlandırabilmektedir (Özgüney ve Erdem İşmal, 2003).

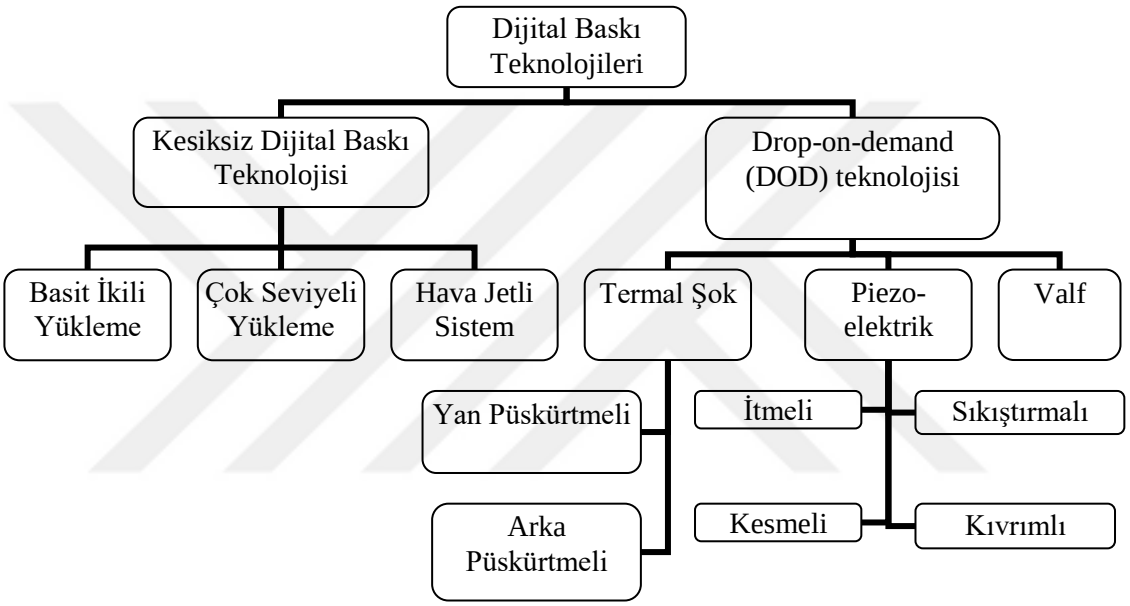
1.4.1. Dijital Baskı Makine Teknolojileri

Dijital baskı sistemlerinin sınıflandırılmasında en yaygın olarak kullanılan kriter, mürekkep püskürtmesinin kesiksiz (kontinü) veya kesikli (desene göre/Drop-on-demand (DOD)) olarak

yapılmasıdır (Şekil 1.15). Dijital baskı teknolojileri, mürekkep püskürtme sistemlerine bağlı olarak Şekil 1.16'daki gibi sınıflandırılmaktadır.



Şekil 1.15. Kesiksiz ve kesikli sistemler (Selçuk, 2009)



Şekil 1.16. Dijital baskı teknolojilerinin sınıflandırılması (Ujiie, 2006)

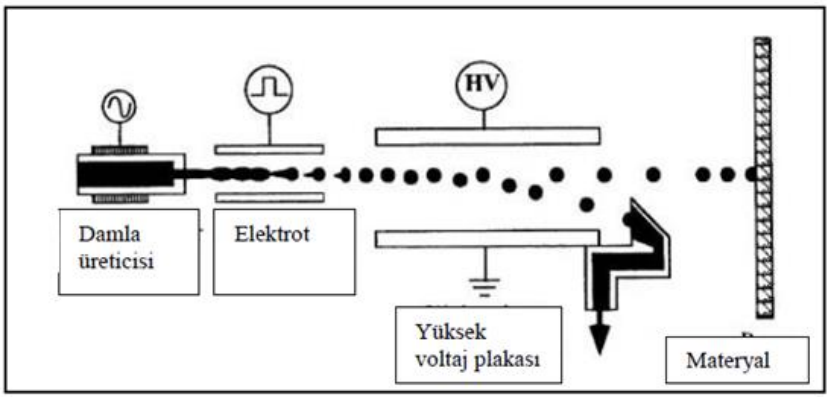
1.4.1.1. Kesiksiz (Kontinü) Dijital Baskı Teknolojileri

Kesiksiz dijital baskı sistemlerinde mürekkep damlaları (ya da akım) sürekli olarak püskürtülür. Püskürtülen mürekkep basılacak desene uygun olarak seçilir. Damla saptırma metodolojisine göre kesiksiz dijital teknolojileri, binary, çok yönlü ve hava jetli olmak üzere 3 sisteme ayrılır.

a) Binary Dijital Baskı Teknolojisi

Binary sistemde; damlacıklar kumaş üzerine devamlı olarak püskürtülür. Baskı damlacıklarına statik yük uygulanır ve elektronik olarak yönlendirilir. Bu sürekli damla oluşumu basınç altında bir pompa tarafından sağlanır. Her bir mürekkep damlasının birden bire bırakılması veya uyarılmış damla formülasyonu, mürekkep haznesinde mekanik kararsızlıkların oluşturulması ile sağlanır. Damlalara uygulanan sabit gerilim sonucu damlalar yüklü veya yüksüz konumda bulunurlar. Yüklü damlalar, sistem üzerindeki desene göre mamul üzerine direk olarak püskürtülür;

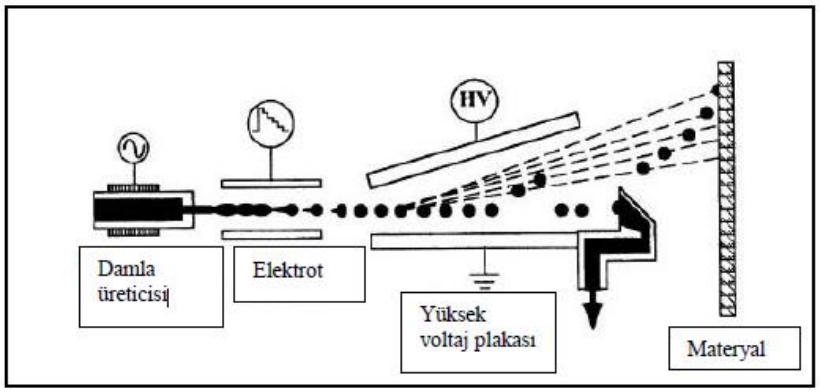
yüksüz olanlar ise tekrar kullanılmak üzere mürekkep haznesine geri döner. Bu sistem Şekil 1.17'de gösterilmiştir.



Şekil 1.17. Binary baskı teknolojisi

b) Çok Seviyeli (Multiple Deflection) Dijital Baskı Teknolojisi

Çok seviyeli sistemde, damlalar yüklenir ve mamul üzerine farklı seviyelerde yönlendirilir. Yüksüz damlalar Şekil 1.18'deki gibi tekrar kullanılmak üzere mürekkep haznesine geri gönderilir.



Şekil 1.18. Çok seviyeli (multiple deflection) dijital baskı teknolojisi

c) Hava Jetli Kontinü Dijital Baskı Teknolojisi

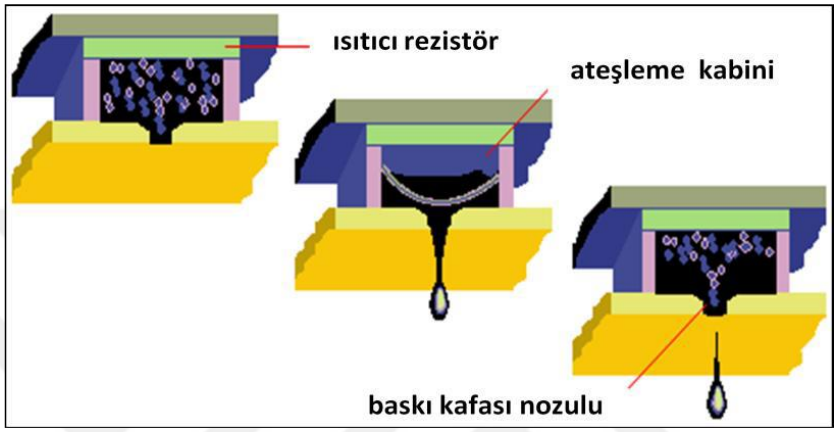
Hava jetli sistemde, düzeler mürekkebi belirli bir basınçla devamlı olarak materyal üzerine püskürtür. Desene bağlı olarak, basılmaması gereken bölgelerde hava valfleri açılarak mürekkep akımı üzerine basınçlı hava akımı gönderilir ve böylece mürekkep saptırılarak o bölgenin basılması önlenmektedir.

1.4.1.2. Drop on Demand (DOD: Desene Bağlı) Dijital Baskı Teknolojileri

Bu sistemde desene bağlı olarak damla üretilir ve mamül üzerine gönderilir. Kesiksiz sistemdeki gibi sürekli bir damla gönderimi yoktur. Damlaların oluşum şekline göre "Drop on Demand" sistemler 3 gruba ayrılırlar:

a) Termal jet (bubble-jet) Dijital Baskı Teknolojisi

Termal jet prensibinde; damlalar ani oluşturulan yüksek sıcaklığın etkisiyle meydana gelmektedir. Bu ani ısıtma, meme çıkışına yerleştirilen küçük ısıtma elemanları (rezistörler) yardımıyla yapılmaktadır. Bilgisayar vasıtasıyla gönderilen sinyal üzerine rezistörlere sabit şiddette akım uygulanmaktadır. Sıcaklık bu akım sayesinde ani bir şekilde 350-400 ºC'ye yükselir. Yüksek sıcaklığın etkisiyle kısmi buharlaşan mürekkebin oluşturduğu damlacık yüksek hızla memeden püskürtülür. Bu durum Şekil 1.19'de gösterilmiştir.

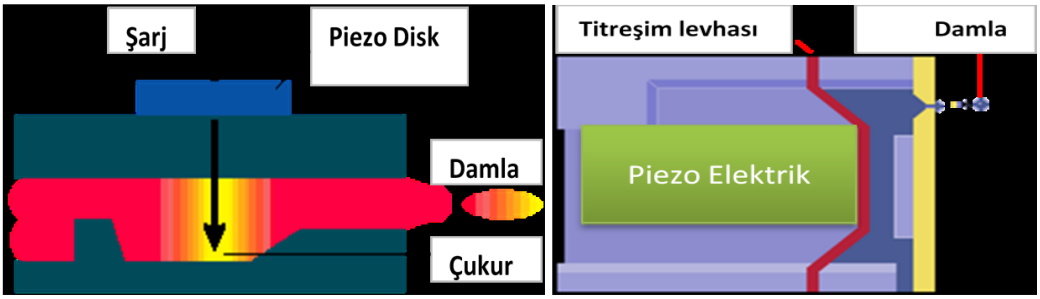


Şekil 1.19. Termal şok (bubble-jet) teknolojisi

Termal sistemde ana problem yüksek nozul hızlarına çıkılamamasıdır. Yüksek sıcaklığın hızlı mürekkep oluşturma ihtiyacı rezistördeki mürekkep komponentinin bozulmasına sebep olmaktadır. Nozul da damlacık transferinin düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmesine öncülük etmektedir.

b) Piezo Dijital Baskı Teknolojisi

Piezo teknolojisi, bir memenin (jet) arkasındaki küçük bir kaptan bir damlacık oluşturmak için memenin hemen yanındaki piezo elektrik ölçüm değer değiştiricisi aracılığı ile direk mekanik impuls şoku vererek çalışan bir sisteme dayanmaktadır. Şok dalga oluşumu, Şekil 1.20'deki gibi piezo kristali ve oluşturduğu mekanik hareketin yanında elektromanyetik zemin aracılığı ile gerçekleştirilir.



Şekil 1.20. Şok dalga oluşumu

Bu yeniden doldurulma işlemi saniyede 140000 kere devam eder. Damla boyutları biraz küçüktür ama iyi bir çözünürlük sağlanabilmektedir (2880 dpi). Ayrıca, bu sistem büyük bir baskı kafasına da sahiptir.

c) Valf Dijital Baskı Teknolojisi

DOD sistemleri içerisinde en basit olanı valflerin kullanıldığı sistemlerdir. Bu sistemlerde mürekkepler basınçla memelere beslenir ve meme çıkışına yerleştirilen uygun valflerle kontrol edilmektedir. Bu sistemde yaygın olarak selenoid valfler kullanılır. Valf sistemleri ile maksimum 40 dpi çözünürlüğe çıkılabildiğinden kaba dijital baskı yöntemi içerisinde incelenir. Bu sistemde damlalar diğer sistemlere göre çok büyük olduğundan baskı hızları da yüksektir. Valf teknolojisi eskiden beri halı baskıcılığında uygulama alanı bulmuştur (Selçuk, 2009).

1.4.2. Dijital Baskının Avantajları ve Dezavantajları

a)Avantajları;

- Daha temiz, güvenli ve genellikle daha az israflı ve çevreye daha az zarar veren bir sistemdir. Atık miktarı klasik baskılara göre çok daha düşük olduğundan çevre dostu bir uygulamadır,
- İkinci kalite ve hatalı üretim oranları düşüktür,
- Çok büyük raporlu desenlerin basılmasına olanak tanımaktadır,
- Desen tasarımında renk sayısı, tonlu efektler vb. açılardan esnekliğe sahip olduğu için istenilen desen tasarımı açısından sınırsız bir yaratıcılık imkanı sağlamaktadır,
- Numune maliyeti düşük ve numune hazırlama süresi oldukça kısadır,
- Tasarım aşaması ile üretim aşaması arasında geçen süre çok kısadır. Siparişler çok kısa bir sürede gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum, desen ve ürün geliştirmesini hızlandırmaktadır. Müşteri için "Hızlı Yanıt Verme" ve "Anında Üretim" imkanı sağlamaktadır,
- Stok ihtiyacını büyük ölçüde azaltmaktadır,
- Şablon hazırlık işlemi olmadığı için hem hazırlık işlemi için hem de şablon stokları için bir yer ayrılmasına gerek yoktur. Bu işlem için gereken su, enerji ve işçilikten de tasarruf edilmektedir. Dolayısıyla maliyetler de ciddi oranda düşmektedir,
- Yüksek çözünürlükte baskılar elde edilebilmektedir,
- Desen ve varyant değiştirme işlemleri yazılım üzerinden yapıldığı için tip değişimleri çok kısa sürede gerçekleşmekte ve kumaş kaybı olmamaktadır,
- Dijital baskıda, konvansiyonel baskı işlemleriyle kıyaslandığında, mürekkep kullanımı önemli ölçüde düşüktür. Bu mürekkep maliyetlerinin yanı sıra kurutma işlemi için de

daha düşük enerji tüketimi anlamına gelmektedir. Ayrıca mürekkep kullanımının az olması atık suda daha az kirlilik anlamına da gelmektedir,

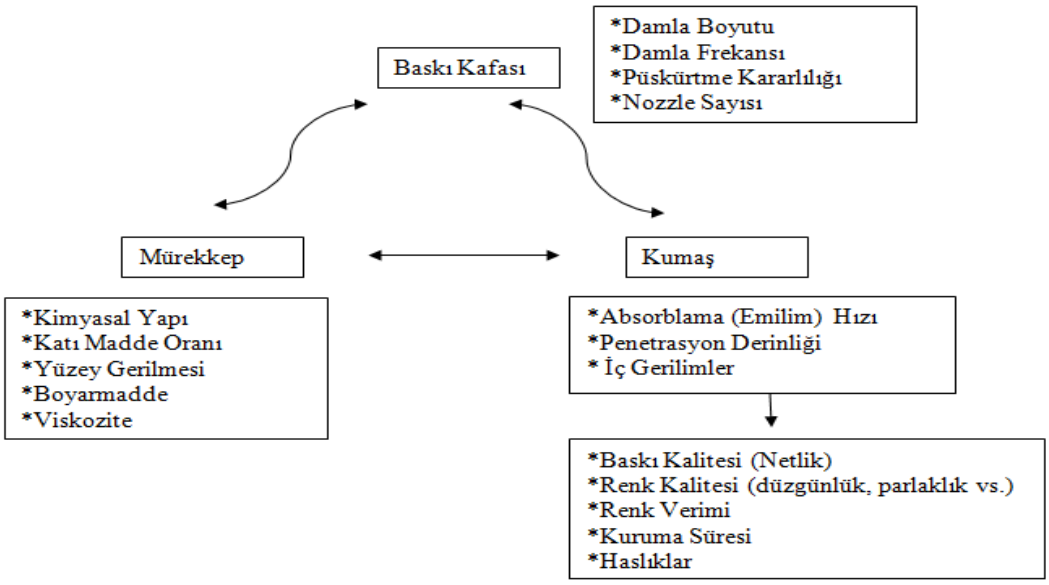
- Piyasaya sürülmeden önce desenin çalınma riskini ortadan kaldırmaktadır,
- Moda sezonlarında çeşitliliğe olanak sağlamaktadır,
- Bilgisayar dosyalarında kolayca depolanıp, çevrilip, aktarılıp basılabilmektedir,
- Kişiselleştirmeye izin vermektedir,
- Basılan deseni değiştirmek maliyet açısından hiçbir fark yaratmamaktadır (Özgüney ve Erdem İşmal, 2003; Selçuk, 2009; Malik ve ark., 2005).

b)Dezavantajları;

- Seri üretim açısından bakıldığında üretim hızları henüz istenilen yükseklikte değildir,
- Mürekkepler görece daha pahalıdır. Ancak gün geçtikçe mürekkep konusundaki ithal ürün mecburiyeti ortadan kalkmakta ve yerli üretimler artış göstermektedir,
- Yazıcı kafalarının ömrü çok uzun değildir. Sık değişim gerekliliği maliyeti arttırmaktadır,
- Yüksek çözünürlük istendiği durumlarda makine hızları çok düşmektedir (Özgüney ve Erdem İşmal, 2003).

1.4.3. Dijital Baskı Makinesi Bileşenleri

Dijital baskı sistemlerinde baskıyı etkileyen faktörler mürekkep, baskı yapılacak yüzey ve yazıcı (baskı) kafasıdır. (Şekil 1.21)



Şekil 1.21. Dijital baskı sistemlerinde baskıyı etkileyen faktörler (Kanık, 2013)

1.4.3.1. Kafa Teknolojisi

Dijital baskı sistemlerinde, kullanılan kafa teknolojisi önemli bir yer tutmaktadır. Kullanılan kafanın damla oluşturma ve püskürtme prensibi, damla püskürtme hızı (frekans), oluşturduğu damlaların özellikleri ve kullanılabilen boya türleri gibi temel özellikleri önemlidir (Kanık, 2015).

Yazıcı kafası içerisinde bulunan elemanlar aşağıda sıralanmıştır;

- Mürekkep Tankı; Mürekkebin depolandığı yerdir,
- Mürekkep Kanalı; Mürekkebin nozullara gönderildiği yoldur. Kanallar, mürekkep akışını en üst düzeye çıkarmak ve hava kabarcıklarının oluşabileceği veya birikebileceği alanları en aza indirmek için tasarlanmalıdır,
- Nozul; Damlanın şeklinin ve ebatının belirlendiği elemandır,
- Isıtma Rezistörü/ Piezzo; Damlayı harekete geçiren sistemdir,
- Filtreler ve Sensörler; Damla kalitesini görüntülemek için kullanılır (Cie, 2015).

1.4.3.2. Mürekkep

Dijital baskı yönteminde klasik baskı yöntemlerindeki gibi yüksek viskoziteli patlar kullanılamaz. Dijital baskı işlemi boyaların püskürtülmesiyle yapıldığından sadece düşük viskoziteli sıvı boyalar kullanılabilmektedir. Bu nedenle, klasik baskıdaki "baskı boyası" ve "baskı patı" kavramları yerine burada "baskı mürekkebi" veya sadece "mürekkep" anlamına gelen "ink" kelimesi kullanılmaktadır. Dijital baskı işleminin diğer adı bu kelimeden türetilen ‘Ink-Jet’ baskıdır (Selçuk, 2009).

Genel olarak bir mürekkep formülasyonunda şu maddeler yer alır;

- Boyarmadde
- Uygun bir çözücü (taşıyıcı ortam)
- Kıvamlaştırıcı
- pH tamponu
- Antioksidasyon maddesi ve
- Yüzeyaktif madde (Selçuk, 2009).

Dijital baskıda kullanılacak olan mürekkep özelliklerinin baskı kalitesi üzerine etkisi büyük olduğundan çok sayıda özelliği bir arada bulundurması gerekir. Bu özelliklerin en önemlilerini şu şekilde sıralayabiliriz;

- Fiziksel özellikleri (yüzey gerilimi, viskozite) uygun "damla özelliklerini" sağlayacak şekilde olmalıdır,
- Kimyasal olarak stabil olmalı ve kullanılan dijital baskı makinesi ile uyumlu olmalıdır,
- Reolojisi kullanılacağı dijital baskı makinesinin tipine uygun olmalıdır,
- Mürekkep içindeki boyanın basılacak mamule karşı afinitesi ve haslıkları yüksek olmalıdır,
- Çalışma sırasında homojen damla büyüklüğünde ve hızında düzgün bir akış vermelidir,
- Hızlı ıslatma (absorblanma) ve hızlı kuruma özelliklerine sahip olmalıdır,
- Yüksek boyarmadde konsantrasyonunda olmalıdır,
- Meme tıkanmalarına neden olacak hava partikülleri içermemelidir,
- Sıcaklık değişimleri mürekkep özelliklerinde fazla değişikliğe neden olmamalıdır,
- Uygun pH'ta (pH 7-10) olmalıdır,
- Biyolojik üreme olmamalı ve raf ömrü uzun olmalıdır.

Dijital baskı mürekkepleri düşük viskoziteye sahip olup, baskı kafalarından akıp geçecek şekilde tasarlanmıştır. Şablon baskı için olan patlar 5000 mPas civarında viskoziteye sahiptir. Dijitalde ise viskozite değeri 3-15 mPas'dır (Selçuk, 2009).

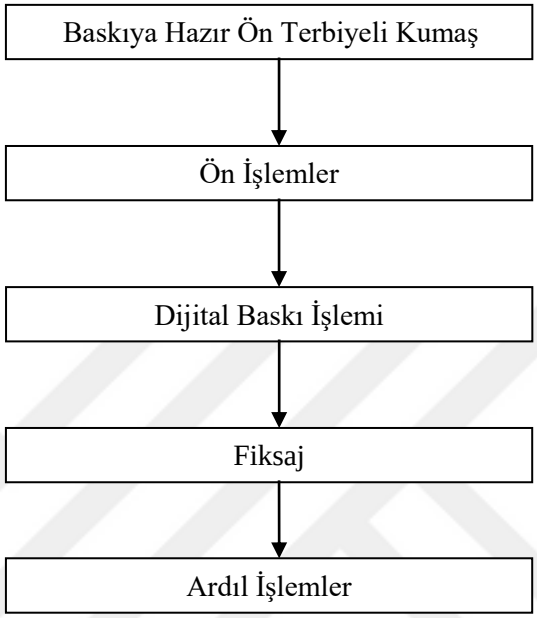
Renk alımı şablon baskıda 100 g/m^2 iken piezzo teknolojili dijital baskıda 20 g/m^2'dir. Bir diğer deyişle şablon baskıda 5 kat daha fazla mürekkep kullanılmaktadır. Çizelge 1.2'de liflerin hangi mürekkepler ile boyanabileceği ve oluşan bağlar görülmektedir

Çizelge 1.2. Mürekkep-lif özellikleri ile baskı parametrelerinin ilişkisi (Tawiah ve ark., 2016; Thompson, 2016)

Mürekkep Türü	**Elyaf Türü**	**Kimyasal Bağlar**	**Renk Özellikleri**	**Ön-işlemler**	**Ard-işlemler**
Reaktif	Pamuk, ipek, yün	Kovalent bağ	Parlak renk, çok iyi yıkama ve sürtme haslığı, zayıf ışık haslığı	Gerekli-Alkali ve kıvamlaştırıcı ile ön işlem	Buhar ile fikse
Pigment	Tüm Lifler	Bağ oluşmaz, binderlerle fiziksel olarak fikse edilirler.	İyi yıkama haslığı, Çok iyi ışık haslığı, iyi Sürtme haslığı	Gerekli değil	Kürleme
Dispers	Polyester	Hidrofobik Van der Waals bağları	Çok iyi ışık, yıkama ve sürtme haslığı, parlak renk	Gerekli-Kıvamlaştırıcı ile ön işlem	Kuru Isı ile fikse
Asit	İpek, Yün, Polyamid	Elektrostatik çekim kuvvetleri, hidrojen köprüleri	Parlak renk, Çok iyi ışık haslığı, iyi yıkama ve sürtme haslığı	Gerekli-Asit salgılayıcı ajan	Buhar ile fikse

1.4.4. Dijital Baskı Proses Akışı

Farklı mürekkep ve farklı hammaddeden oluşan kumaşların dijital baskı prosesleri de birbirinden farklıdır. Bu nedenle, istenilen baskı kalitesini ve kontur netliğini elde edebilmek için mürekkebe ve yüzeye uygun işlemler uygulanmalıdır. Şekil 1.22'de reaktif mürekkepler kullanılarak yapılan dijital baskı işleminin iş akış şeması görülmektedir.



Şekil 1.22. Dijital baskı iş akış şeması (Kanık, 2013)

1.4.4.1. Ön işlem

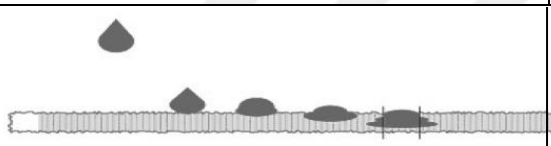
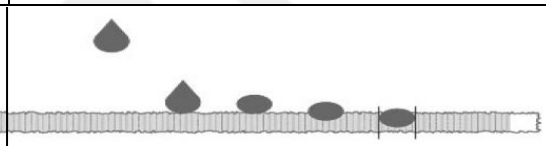
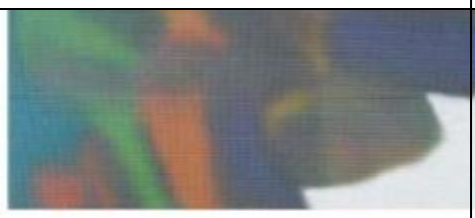
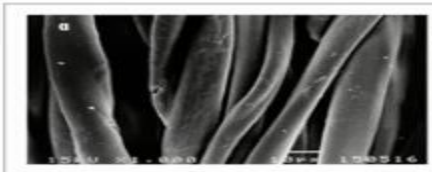
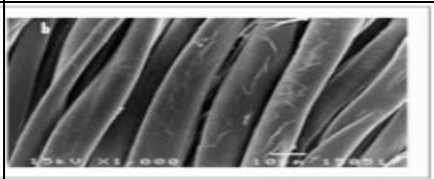
Dijital baskı mürekkepleri düşük viskoziteli olduklarından kumaş üzerine püskürtüldükleri zaman çözgü ve atkı yönünde iplikler boyunca emilerek yayılırlar. Böylece mürekkep damlaları dairesel olmak yerine yıldız şeklini alır ki, bu şekilde keskin kontürlü net baskılar elde edilemez. Bu nedenle, dijital baskı yapılacak kumaşların normal ön terbiye işlemleri yapıldıktan sonra, mürekkep yayılmasını önlemek amacıyla uygun bir kıvamlaştırıcı içeren fular banyosu ile emdirilip kurutulması gerekir. Ayrıca, bu fular banyosuna, boyarmaddenin fiksajı için gerekli olan alkali, asit, üre, zayıf oksidasyon maddesi v.b. maddeler de ilave edilerek baskıdan önce kumaş hazırlanmaktadır (Selçuk, 2009). Bazı işletmeler bu ön işlem patını aktarmak için şablon baskı gibi farklı yöntemler de kullanabilmektedir. Dijital baskı uygulamalarında çoğu mürekkep ile çalışılırken mutlaka ön işlem yapılması gerekmektedir. Bunun nedenleri aşağıda sıralanmıştır.

- Dijital baskı boyarmaddelerinin (ink=mürekkep) viskoziteleri çok düşüktür. Bu nedenle ön işlem olmadan kullanıldığında istenmeyen bölgelere yayılma (kusma/bleeding) olayı gerçekleşmektedir.

- Dijital baskı mürekkep formülasyonlarında baskı için gereken tüm kimyasal maddeler yer alamamaktadır. Çünkü, bu kimyasallar nozullerde korozyona ve tıkanmaya sebep olabilmektedir. Ayrıca, baskı yardımcı kimyasalları boyarmaddelerin stabilitelerini düşürmektedir.

Ön işlemin kötü yapılması sonucunda zayıf tekrarlanabilirlik (Repete), kenar-orta-kenar renk farklılığı, düşük renk verimi, zayıf renk görünümü, düşük veya yüksek penetrasyon gibi durumlar oluşabilmektedir (Kanık, 2013). Çizelge 1.3'de ön işlem görmemiş ve ön işlem görmüş kumaşların yüzey görüntüleri ile baskı kalitesi sonuçları yer almaktadır. Ön işlem patları genellikle kıvamlaştırıcı, alkali ve üre içermektedir.

Çizelge 1.3. Ön işlem görmemiş ve ön işlem görmüş kumaşların yüzey görüntüsü (Li, 2019)

ÖN İŞLEMSİZ	**ÖN İŞLEMLİ**
Kontrolsüz Penetrasyon	Kontrollü Penetrasyon
Damla Yayılması (Yıldız Damla)	Sabit (Dairesel) Damla Şekli
Düşük Renk Verimi	Yüksek Renk Verimi
Düşük Baskı Kalitesi	Yüksek Baskı Kalitesi
	Daha İyi Baskı Düzgünlüğü (Egalite)
	
	
	

a) Kıvamlaştırıcı

Kıvamlaştırıcılar temel olarak kenar ve köşelerde substratın emiciliğinin önüne geçerek kontür netliğini sağlamada ve gölge oluşumunu engellemede görev almaktadırlar. Buna ilave olarak boyarmadde ve kimyasalların eriyerek baskı ve kurutma sonrası yapılan buharlama sırasında liflerin içerisine girmesini sağlayacak nemi tutmaktadır. Kıvamlaştırıcıların baskı patında kullanılmasının bir diğer sebepi mürekkebin veya baskı patının akış özelliklerini (reolojisini) modifiye etmektir.

Mürekkeplerin içerisinde kıvamlaştırıcı ve kimyasal maddelerin bulunmamasının ve bunların kumaşa ayrı bir yolla aktarılmasının sebepleri şunlardır:

- Her şey dâhil (all-in) mürekkepler daha az stabildir ve bekleme dayanımları düşüktür. Örneğin; reaktif boyarmaddeler mürekkep içerisinde alkali bulunuyorsa daha fazla hidrolize uğrama eğilimindelerdir.
- Mürekkep içerisindeki kimyasallar nozullerde korozyona neden olmaktadır.
- Mürekkep içerisindeki kıvamlaştırıcılar istenilen reolojik özellikleri sağlayamamaktadır.
- Sıvı haldeki mürekkeplerin yüksek miktarda tuz içermesi boyarmaddenin çözünürlüğünü düşürmektedir. Konsantre haldeki mürekkepler küçük damlacık ölçüleri nedeniyle dijital baskıcılığında gerekli olmaktadır.

Kıvamlaştırıcı seçiminin temelinde birçok kriter bulunmaktadır. Bunlardan bazıları:

- Viskozite: Kıvamlaştırıcı maddenin akış özelliklerini ifade eder,
- Kuru film tabakasının özellikleri: Kıvamlaştırıcı filminin fiziksel performansını ifade eder,
- Renk verimi: Kıvamlaştırıcının renk verimi üzerindeki etkisini ifade eder,
- Hazırlama: Süre ve sıcaklık bakımından kıvamlaştırıcının hazırlanmasındaki kolaylığı ifade etmektedir. Soğukta çözünen ve ekstra şişme süresi gerektirmeyen kıvamlaştırıcılar tercih edilmektedir.
- Yıkama: Kıvamlaştırıcının fiksaj sonrasında kolaylıkla uzaklaştırılması, yumuşak bir tutum sağlamak acısından önemlidir.
- Maliyet: Kıvamlaştırıcının performansı ve fiyatı arasında iyi bir denge olmalıdır.

Tekstil baskıcılığında kullanılan iyi bir kıvamlaştırıcının sahip olması gereken bazı önemli fonksiyonel özellikler su şekilde sıralanabilir:

- Baskı patına istenilen miktarda yapışkanlık, elastikiyet ve viskoziteyi kazandırabilmelidir.
- Kıvamlaştırıcının basılacak kumaşa nazaran, boyarmaddeye karşı düşük affinitesi olmalıdır. Böylelikle boyarmadde baskı patından kumaşa daha fazla geçebilmektedir.
- Baskı patının kurutma sonrası kumaş üzerinde oluşturduğu film tabakası kırılgan olmamalı ve kumaşta çöküp kalmamalıdır.
- Boyarmadde kumaşa transfer olduğunda, kıvamlaştırıcı boyarmaddenin fikse olana kadar kumaş üzerindeki diğer alanlara migrasyonunu ve difüzyonunu önlemelidir. Bu özellik baskılara istenilen netliği vermektedir.

- Boyarmaddenin kumaş üzerinde fikse olmasının ardından, kıvamlaştırıcı kolaylıkla ve tamamen yıkama ile uzaklaştırılabilmelidir. Aksi takdirde kumaş, kalan kıvamlaştırıcı atıkları nedeniyle sert bir tutum sergiler.
- Kıvamlaştırıcının baskı patında kullanılan boyarmadde dışındaki diğer kimyasallarla da uyumlu olması ve bunlarla reaksiyona girmemesi gerekmektedir. Aksi halde çözünmeyen ürünler ortaya çıkabilmektedir. Bunlar, yıkama ile uzaklaşmamakta ve kumaşın tutumunu bozmaktadır.
- Kıvamlaştırıcı, ucuz olmalı ve bol miktarda bulunabilmelidir.

b) Alkali

Reaktif boyarmaddeler alkali şartlar altında selüloz lifi ile boyarmadde arasında kovalent bağ oluşturacak şekilde reaksiyon gösterirler.

c) Üre

Üre baskı patlarının önemli ve yaygın kullanılan bir bileşeni durumundadır ve reçetede hem boya çözücüsü hem de higroskopik madde olarak rol oynamaktadır (Ütebay, 2010).

1.4.4.2. Dijital baskı işlemi

Ön işlem görmüş kumaşlara photoshop vb. programlarla hazırlanmış desenler, sıkıştırma programlarında dönüştürülerek dijital baskı makinesine yüklenmektedir. Kumaşın en ve boy bilgileri girilip, sonra baskının yapılacağı varyant bilgileri bilgisayarda tanımlanmaktadır. Çözünürlük ayarları için değerler A x B şeklinde gösterilmektedir. Burada A değeri, X düzleminde; B değeri ise Y düzleminde 1 inch (inç)'e vurulacak nokta sayısını ifade eder. Çözünürlük ayarında belirlenen rakam düştükçe makinenin hızı artmaktadır, ancak baskının kalitesi düşmektedir. Pas, baskı kafasının varyanttaki renge ve vuruş sayısına ulaşıncaya kadar aynı yere yaptığı baskı sayısıdır. Örneğin pas sayısının 4 olması durumunda; baskı kafası kumaş eni boyunca 1 kez ilerleyerek A rengini basar; 2. kez ilerlediğinde A renginin üzerine 2. pasını yaparken B rengini de 1 pas basar; 3.kez ilerlediğinde A renginin üzerine 3.pası, B renginin üzerine 2.pasını yaparken C rengini de 1 pas basar; 4. kez ilerlediğinde A renginin üzerine 4.pasını basarak rengi ve vuruş sayısını tamamlar. Bundan sonraki ilerlemesinde artık A renginin üzerine baskı yapmayacaktır. Baskı işlemi tamamlandıktan sonra genellikle baskı makinesine entegre bir kurutucu yardımıyla kumaşların kurutulması işlemi gerçekleştirilir https://tekstilbilgi.net/dijital-baski-nedir-nasil-uygulanir.html.

Baskı çıkışına entegre edilen kurutmanın amacı, kumaşın üzerine boya damlacıkları ile oluşturulan ve dolayısıyla ıslanan kumaş yüzeyinin kurutulmasıdır. Kumaşı çok fazla kurutmak baskı rengini soldurabilmekteyken az kurutmak ise kirlenmeye sebebiyet verebilmektedir.

1.4.4.3. Fiksaj

Ön işlem gördükten sonra reaktif boyarmadde ile dijital baskı yapılan kumaşlara renk verimini artırmak ve haslıkları iyileştirmek amacıyla ard işlemler yapılmaktadır. Baskısı yapılan kumaşlarda boyarmaddelerin liflere nüfuziyetinin arttırılması için bir fikse işlemi uygulanmaktadır. Bu sayede tutunmamış mürekkep miktarı en aza indirgenebilecektir.

Fikse metodları kullanılan hammaddeye ve mürekkep türüne göre değişmektedir. Aşağıda bazı fikse yöntemleri verilmiştir.

1) Doymuş Buhar: Deniz seviyesinden yüksekliğe bağlı olarak yaklaşık 100-105 ^{0}C'de ısıtılan su buharı kullanılmaktadır ve bu buhar elyaflar arasındaki hava boşluklarını artırmakta ve elyaf nemini yükseltmektedir. Dolayısıyla boya moleküllerinin kumaşa daha fazla nüfuz etmesine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda moleküler bağları kuvvetlendirmektedir.
2) Kuru Isı: Polyester kumaşların dispers mürekkepler ile basıldığında kullanılır. Bu ısı da liflerde boyanın geçeceği boşluklar açmaktadır.
3) Basınç: Dispers mürekkeplerin transfer baskısında, ısı presi hem ısı hem de basınç uygulayarak fiksasyonu gerçekleştirir. Bu işlem dijital baskı makinesine entegre edilerek ayrı bir aşama gerekliliğini ortadan kaldırır.
4) UV: Pigment baskıda boyarmaddeler bağlayıcı binderler yardımıyla kürleme esnasında film veya tutkal formu oluşturarak pigment parçacıklarını kumaş yüzeyinde tutarlar. Bağlayıcı polimerler ısı ile çapraz bağ oluşturarak daha dayanıklı bir kürleme sağlar. Bu ısı kızıl ötesi (infrared) ısı lambalarıyla oluşturulabildiği gibi UV ışığına kontrollü maruziyet ile de sağlanabilmektedir. UV ile kürlenebilir mürekkepler (UV-Cured) minimum ısı kullandıkları için ekolojiktirler (Cie, 2015).

1.4.4.4. Yıkama

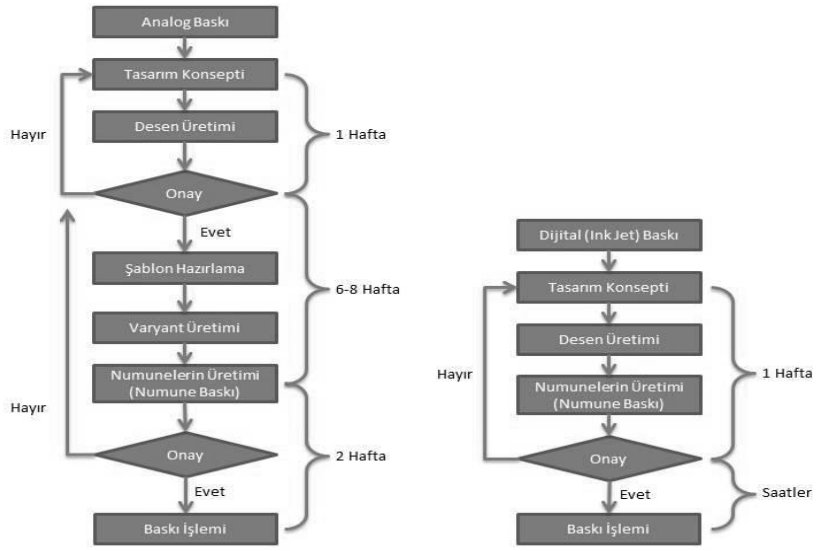
Dijital baskıda yıkama işlemi en önemli adımlardan birisidir. Fiksajdan sonra kumaş üzerinde bulunan yabancı maddeler ve fikse olmamış boyarmadde uzaklaştırılmalıdır. Yıkama işlemi tutum, görünüm ve renk haslıklarını geliştirmek amacıyla yapılmaktadır (Ütebay, 2010).

1.4.5. Dijital Baskının Konvansiyonel Yöntemlerle Kıyaslanması

Dijital baskı birçok yönden konvansiyonel baskı yöntemlerine göre avantajlara sahiptir. Dijital baskının en belirgin avantajı ara işlemleri elimine ederek üretim süresini kısaltmasıdır. Bu durum Şekil 1.23'de gösterilmiştir.

Tasarım aşaması ile üretim aşaması arasında geçen süre çok kısadır. Ürün geliştirme sürecinin başı ile sonu konvansiyonel yöntemlerde 10-12 haftayı bulurken dijital baskıda bu süre

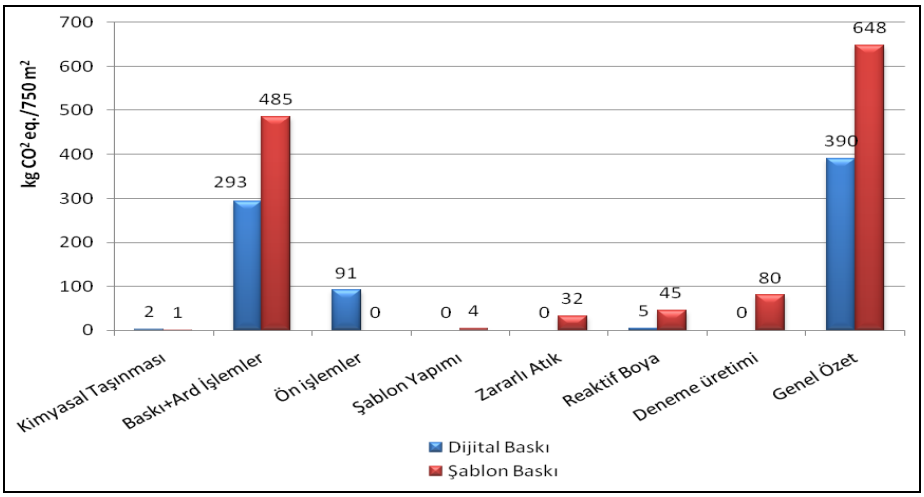
büyük ölçüde kısalmaktadır. Şablon hazırlama durumu söz konusu olmadığı için desen onaylandıktan sonra üretim de daha hızlı olmaktadır.



Şekil 1.23. Konvansiyonel baskı ve dijital baskı yönteminin üretim süresi yönünden karşılaştırılması (Selçuk, 2009)

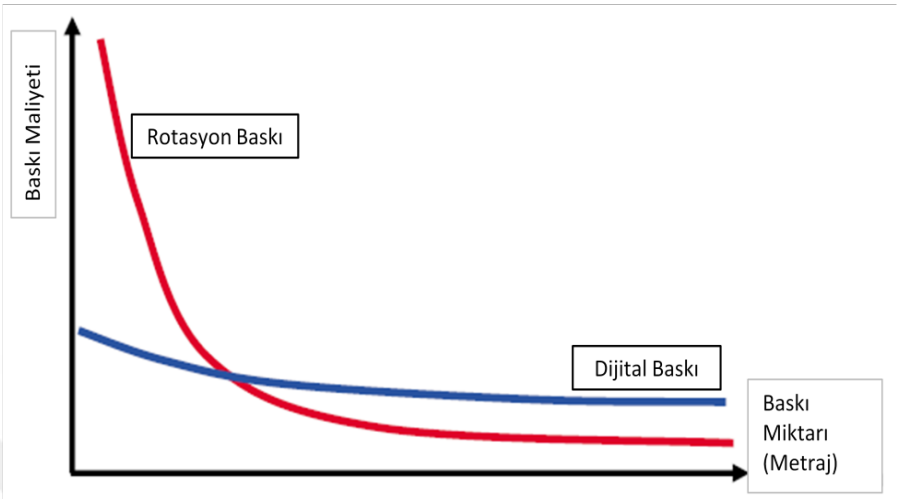
Dijital baskı teknolojisi, diğer tekstil boyama teknolojilerine nazaran dikkate değer şekilde daha temizdir. Çevresel etkilerin tespit edilebilmesi için insan faaliyetleri esnasında üretilen sera gazının ölçüldüğü karbon ayak izi sistemleri mevcuttur. Şekil 1.24'de görüldüğü gibi üretimlerin her aşamasında konvansiyonel yöntemlere kıyasla dijital baskıda daha az sera gazı üretilmekte ve karbon ayak izi daha düşük olmaktadır.

Konvansiyonel baskıda oluşan renk karışımı ve boya/mürekkep atığı gibi istenmeyen durumlar dijital baskıda oluşmaz. Konvansiyonel sistemlerde belirlenen hızda doğru baskıyı sağlayabilmek için 50 metreden fazla kumaş ve boya çözeltisi sarf edilmektedir (Rüzgar, 2019).



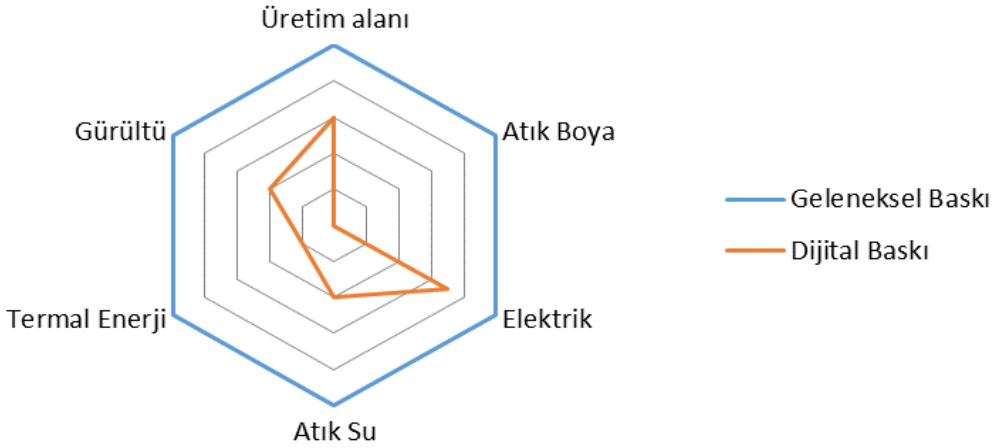
Şekil 1.24. Konvansiyonel baskı ve dijital baskı yönteminin karbon ayak izi yönünden karşılaştırılması (Rüzgar, 2019)

Geçmişte rotasyon baskı ile yapılan maliyet karşılaştırmalarında parti uzunluğu açısından başabaş noktası yaklaşık 100 metre olarak bilinmekteydi. Günümüzde bu değer makinenin özellikleri, kullanılan boya, hitap edilen sektör (ev tekstili, giyim vb.), ülkedeki girdilerin maliyeti gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak 2000 metreye kadar çıkabilmektedir (Şekil 1.25) (Kanık, 2015).



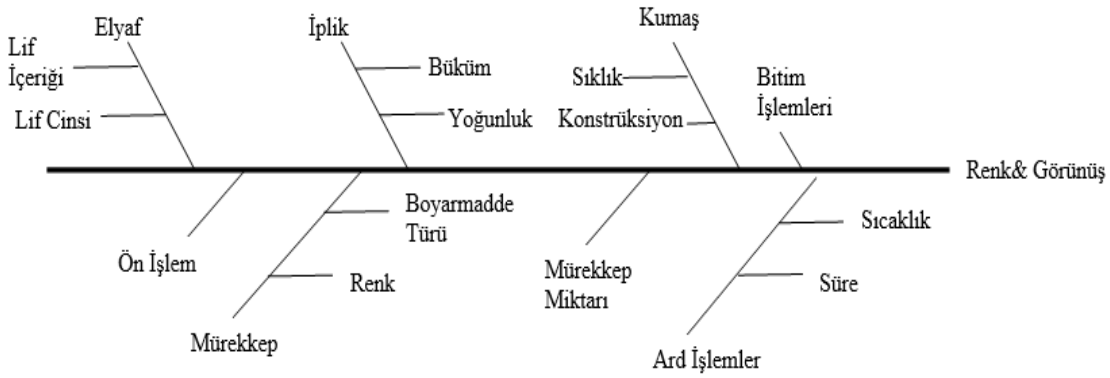
Şekil 1.25. Konvansiyonel baskı ve dijital baskı yönteminin metraj-maliyet yönünden karşılaştırılması (Kanık, 2015)

Çoklu nicel değişkenleri karşılaştırmak için kullanılan radar grafiğinde üretim alanı, atık boya, gürültü, enerji ve atık su değerleri değişkenleri incelendiğinde (Şekil 1.26) konvansiyonel yöntem ile dijital baskı arasındaki sapmalar bariz biçimde görülmektedir. Özellikle atık boya ve atık su konusunda dijital baskının konvansiyonel baskıya göre daha avantajlı konumda olduğu tespit edilmiştir (Li, 2019).



Şekil 1.26. Konvansiyonel ve dijital baskı yöntemlerinin radar grafiği ile karşılaştırılması (Li, 2019)

Dijital baskı kalitesini etkileyen faktörlerin balık kılçığı yöntemiyle gösterimi Şekil 1.27'de yer almaktadır.

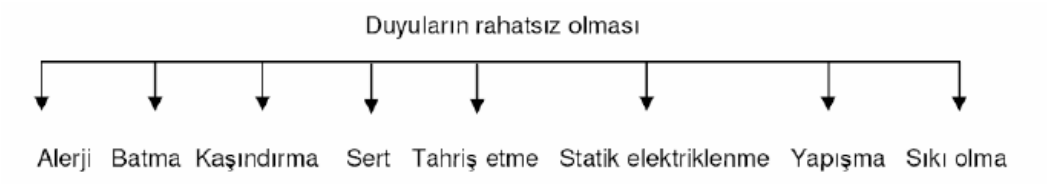


Şekil 1.27. Dijital baskı kalitesini etkileyen faktörlerin balık kılçığı yöntemiyle gösterimi (Seipel, 2019)

1.5. Giysi Konforu

Giysiler, örtünme, süslenme, statü, korunma, ısı kaybıyla ile ilgili problemleri modifiye etme gibi çeşitli fonksiyonları yerine getirirken insan vücudu ve çevre arasındaki dengenin kurulmasında da büyük rol oynamaktadır. Konfor genel olarak vücut ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun sonucu ortaya çıkan memnuniyet duygusu olarak tanımlanmıştır (Atasağun, 2015).

Kullanıcılar vücut hareketi ile birlikte giysilerle sürekli dinamik etkileşim içinde olmaktadır. Bununla beraber deri sıcaklığı, terleme oranı ve deri yüzeyindeki nem değeri gibi fizyolojik parametreler de giyim esnasında değişmekte; bu etkiler, mekanik ve termal uyarılara yol açmaktadır. Bu uyarılar, kullanıcının konfor algısını belirlemektedir. Dolayısıyla konfor, insan ve çevre arasında fiziksel, psikolojik ve fizyolojik birçok faktörün etkili olduğu karmaşık bir yapı haline gelmektedir (Güneşoğlu, 2005). Şekil 1.28'de bazı konforsuz durumlar örneklendirilmiştir.

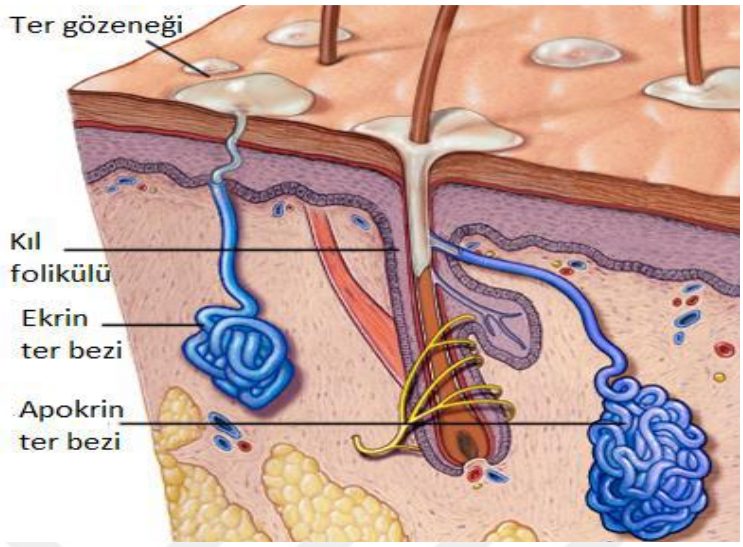


Şekil 1.28. Fiziksel olarak konforlu olmama (Sungur, 2015)

1.5.1. Vücut Terleme Mekanizması

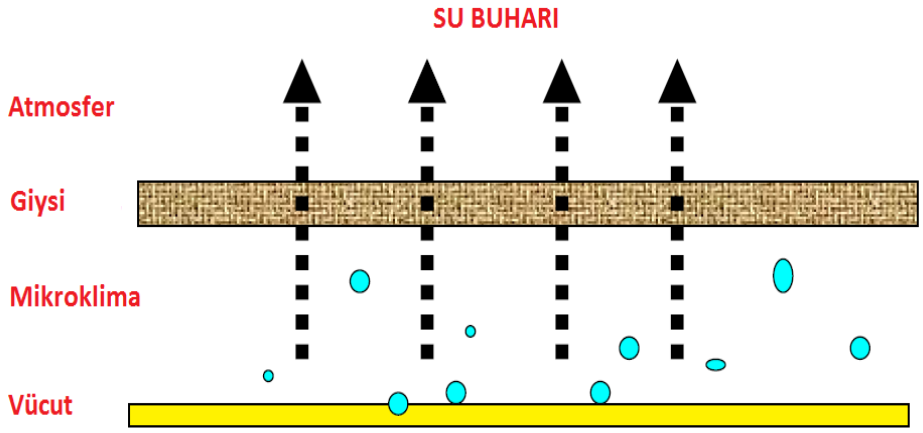
İnsan vücudunun yaşamsal faaliyetlerini yerine getirirken çevresi ile denge içerisinde olan termodinamik bir sistem olduğu bilinmektedir. Çevre ve organizma arasındaki ilk bariyer olan deri, dış çevreye doğru gerçekleşen ve dış çevreden gelen ısı ve sıvı akışlarını kontrol edebilen önemli bir organdır. Derinin yapısında karmaşık bir damar sistemi ve vücudun termoregülatör isteklerini cevaplayarak iletkenliğini değiştirmesine izin veren ter bezleri bulunmaktadır (Şekil 1.29). Deri

üzerinde kişilerin termal algı ve konforunu etkileyen, beyinden gelen bilgileri ileten ve deri sıcaklığını hissedebilen termal duyu reseptörleri yer almaktadır (Atasağun, 2015).



Şekil 1.29. Derinin yapısı ve katmanları (Atasağun, 2015)

İnsan vücudu giysi ile kaplandığı zaman deri ve kumaş arasında bir mikroklima ortamı oluşmaktadır (Şekil 1.30).



Şekil 1.30. Vücut-mikroklima-giysi-çevre sistemi (Atasağun, 2015)

Vücutta ter üretimi yetişkinler için 1,6-4 milyon arasında deri altında bulunan boru şeklindeki ter bezleri sayesinde gerçekleşmektedir.

İnsan vücudu çeşitli aktiviteler sırasında farklı miktarlarda ısı üretmekte ve buna bağlı olarak artan vücut sıcaklığının düşürülmesi için farklı miktarlarda metabolik nem üretmektedir. Çizelge 1.4 yapılan aktiviteler sonucunda kişilerin (63,5 kg ağırlığında; 178 cm boyunda; 1,8 m^2 toplam vücut alanına sahip olan) ürettiği metabolik nem miktarlarını göstermektedir. Bu çizelgede kişinin derisinin kuru kalabilmesi ve dolayısıyla konfor durumunun korunabilmesi için vücudundan ne kadar nemin iletilmesi gerektiği gösterilmektedir.

Çizelge 1.4. Aktiviteler sırasında üretilen yaklaşık metabolik nem miktarları (Atasağun, 2015)

Aktivite	**Nem üretimi (g/m²/24 sa)**
Dinlenme	350
Yürüyüş (5,5 km/sa)	1305
Merdiven çıkma (yüksüz)	2090
Merdiven çıkma (20 kg yük ile)	2780
Ağaç kesme	1860 – 2780

Sıcak çarpması ya da dehidratasyona sebep olacak kadar yüksek olmayan ortam sıcaklıklarında bulunan kişilerde konforsuzluğa sebep olan tek problem terlemedir. Bu ter kişilerde ıslaklık hissine bağlı olarak konforsuzluk hissi oluştursa bile herhangi bir hayati tehlike içermemektedir. Soğuk havalarda ise terleme daha ciddi risklere sebep olabilmektedir. Çünkü terleme sonrası oluşan nemin uzaklaştırılamaması sonucunda yoğuşma oluşabilmekte ve oluşan sıvı nem havadan daha iyi bir iletken olduğu için vücuttan ısı kaybı artabilmektedir. Bunun sonucunda vücutta oluşan ısı kayıpları nedeniyle donma, hipotermi vb. önemli riskler ile karşılaşılabilmektedir (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5. Sıcaklık değişimleri ile vücutta gerçekleşen olaylar (Öner, 2015)

Deri Sıcaklığı	**İç Vücut Sıcaklığı**	**Gerçekleşen Olay**
45 ^{0}C	42 ^{0}C	Ölüm
	40 ^{0}C	Hipertermi Damarların genişlemesi
31- 34 ^{0}C	37 ^{0}C	Konfor
10 ^{0}C	 35 ^{0}C 25 ^{0}C	Damarların Büzülmesi Termorejenesis Hipotermi Ölüm

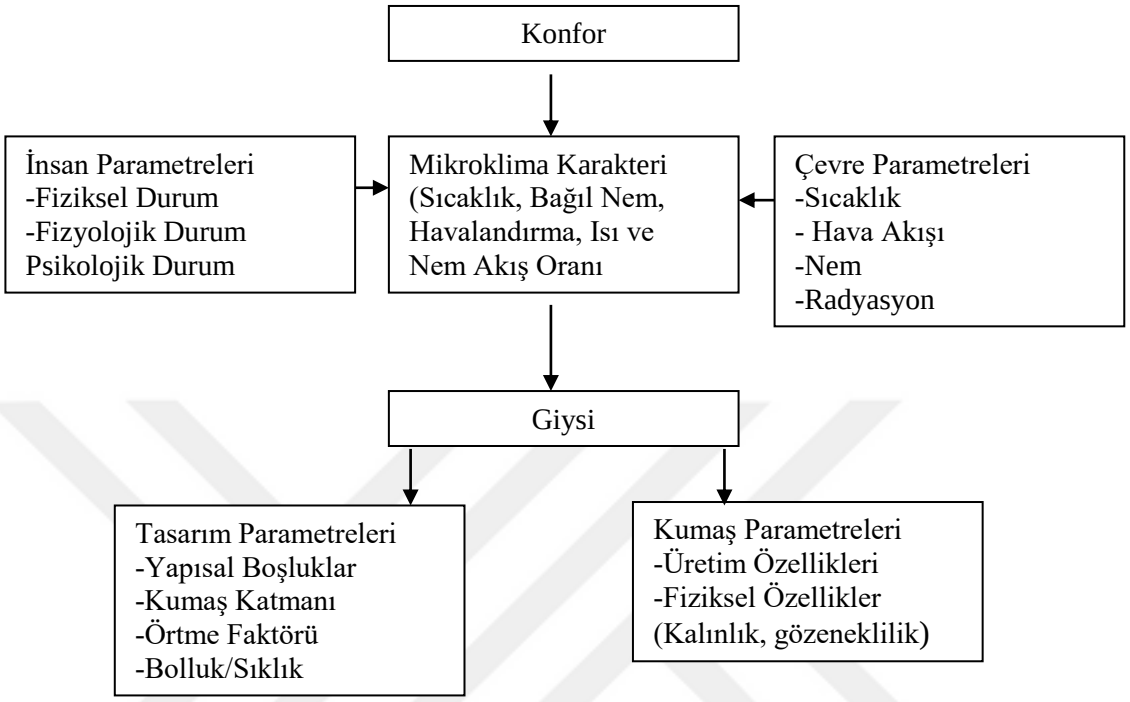
1.5.2. Giysi Konforunun Sınıflandırması

Giysi konforu genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflanabilir;

Psikolojik konfor; moda, görünüm, temizlik, yıkamadan sonra kırışıp kırışmaması gibi giysi özelliklerini gözetmektedir. Bu özelliklerle giyinen kişi kendini rahat hissetmektedir.

Fiziksel konfor; vücudun tekstil ürünleriyle doğrudan temas etmesiyle duyulan hislerin birer sonucudur. Duyu organlarıyla hissedilen kumaşın yumuşaklığı, sağlamış olduğu rahat hareket etme yeteneği ve nemli kumaşın sebep olduğu rahatsızlıklar gibi unsurlar fiziksel giysi konforunu etkilemektedir.

Termal (termofizyolojik veya ısıl) konfor; bir alanda hissedilen sıcaklık memnuniyetini aktaran, kişilerin giymiş oldukları ısıl his ve duyuları anlatan bir olgu şeklinde tanımlanabilir. Termal konfor koşullarını etkileyen giysi, çevresel ve bireysel parametreler vardır (Şekil 1.31).



Şekil 1.31. Termofizyolojik konforu etkileyen faktörler

a) Çevre Faktörleri

Termofizyolojik konforu etkileyen üç önemli faktörden birisi çevre faktörüdür. Termofizyolojik konforu sağlamak için gerçekleştirilen ısı transferini etkileyen başlıca çevre faktörleri; sıcaklık, rutubet, rüzgâr hızı ve çevre havadaki harekettir.

b) İnsan Faktörleri

Termofizyolojik konforu belirleyen bir diğer faktör vücut aktiviteleri, özellikle de ağır aktiviteler sonucu veya psikolojik duruma bağlı olarak vücut sıcaklığının artması ile birlikte ısıl dengenin kontrolü için terlemenin meydana gelmesidir.

c) Giysi Faktörleri

Giysiler vücut üzerinde ısı geçişine karsı direnç oluşturduğundan, vücut sıcaklığını ve ısı kayıplarını, dolayısıyla kişinin termal konfor algısını önemli ölçüde etkilemektedir.

Giysiler, farklı atmosferik koşullarda kalan kişinin vücut sıcaklığını sürdürmesi için tampon olarak çalışmaktadır. Yani giysinin görevi, dış çevre şartları ve fiziksel aktiviteler büyük değişim gösterse bile, vücut sıcaklığını ortalama değerde tutacak bir ısı düzenleme sistemi oluşturmaktadırlar. Isıl konfor açısından ideal kumaşta olması gereken özellikler;

- Soğuktan koruma için yüksek ısıl direnç,
- Ilımlı ısıl ortam şartlarında etkin ısı transferi için yeterli su buharı geçirgenliği,
- Yüksek ısıl ortam şartlarında terlemeden dolayı oluşan rahatsız edici temas hissini elimine etmek ve etkin bir ısı transferi sağlamak için hızlı sıvı akışıdır (Çarkıt, 2012).

Kumaşların ısı iletkenliğini etkileyen faktörler şunlardır:

- Lifin ısı iletkenliği,
- Kumaş yapısının hava akımını tutma yeteneği,
- Kumaşın gramajı,
- Lif, iplik ve kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri,
- Kumaşlara uygulanan kaplamalar ya da reçine apresi,
- Lifin veya ipliğin ısı etkisiyle eriyebilirliği,
- Kumaş kalınlığı ya da katları,
- Lif ve ipliklerin hava geçirgenliği,
- Havanın nemi (Sungur, 2015).

1.5.3. Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı Transfer Mekanizmaları

Vücudun ısıl dengeye gelebilmesi için gerçekleştirmesi gereken ısı transferi prosesi dört farklı mekanizmaya göre gerçekleşebilmektedir.

- İletim (Kondüksiyon): Bu mekanizmada ısı transferi bir başka yüzeyle temas sonucu gerçekleşmektedir.
- Taşınım (Konveksiyon): Bu mekanizmaya göre ısı, katı üzerinde hareket eden bir akışkan (sıvı veya gaz) vasıtasıyla taşınmaktadır.
- Işıma (Radyasyon): Farklı sıcaklıklardaki iki materyal bir vakumla birbirlerinden ayrıldıklarında aralarında iletim veya taşınım mekanizmalarına dayalı bir ısı transferinin gerçekleşmesi söz konusu değildir. Işıma, ısı transferinin elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla gerçekleştiği bir mekanizmadır.
- Buharlaşma: Sıvı suyun su buharı haline gelmesi büyük miktarda ısı enerjisine ihtiyaç duymaktadır. Vücut yüzeyinden suyun buharlaşması için gereken enerji, vücut yüzeyinden uzaklaşarak burada soğumaya neden olur.

Çizelge 1.6'da kumaşların termal konforu ile ilgili tanımlar, bu parametrelere ait simgeler ve birimler yer almaktadır.

Çizelge 1.6. Termal konfor ile ilgili kavram ve parametreler (Marmaralı ve ark., 2006)

Parametre Adı	Birimi	Açıklama
Termal İletkenlik	W/mK	Bir materyalden, birim kalınlıkta, 1 ^{0}K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür.
Özgül Isı	Jg $^{-1}$K $^{-1}$	Bir birim kütlesindeki maddenin sıcaklığını 1 ^{0}C yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır.
Termal Direnç	m^{2}K/W	Materyalin ısı akışına dayanımıdır.
Termal Soğurganlık	W m^{-2} K $^{-1}$ s $^{-1/2}$	Bu parametre, farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışıdır ve sıcak-soğuk hissi(warm-cool feeling) olarak da adlandırılmaktadır.
Hava Geçirgenliği	m^3/s	Kumaşın belirli basınçtaki havayı geçirebilme yeteneğidir.
Su Buharı Geçirgenliği	g/m ^{2} hPa	Kumaşın su buharını geçirebilme yeteneğidir.
Su Buharı Direnci	m^{2}Pa /W	Materyalin su buharı geçişine karşı gösterdiği dayanımdır.

1.5.4. Termal Konfor Ölçüm Yöntemleri

Termal konfor objektif yöntemlerle, subjektif yöntemlerle ve bu yöntemlerin birlikte kullanımı ile ölçülmektedir.

Objektif yöntemler; tüm giysi üretim aşamalarının tamamlanmasına gerek olmadan, belirli bir boyuttaki kumaş numunesi ile tek ve çok katlı yapıların termal konfor özelliklerinin incelenmesine imkân veren ve "deri modeli" olarak da adlandırılan terleyen sıcak levha sistemleri, birçok araştırmacı tarafından aynı ölçüm prensibi ve farklı tasarımlarla ortaya konulmuştur. Terleyen sıcak levha sistemleri, termal konforun değerlendirilmesinde önemli parametreler olan termal direnç ve su buharı direncinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Deri modeli ölçüm sistemleri için yaygın olarak kullanılan standart ISO 11092'dir.

İnsan vücudu ile çevre arasındaki termofizyolojik etkileşimin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi de termal manken sistemleridir. Termal manken sistemleri vücudun tüm yüzeyinin hareketli ve sabit olarak ölçülmesinde, bölgesel ısı ve sıvı/buhar transferlerinin değerlendirilmesinde ve çeşitli ortam ve koşullarda incelemeler yapılmasında kullanılabilmektedir. Son gelişmeler çerçevesinde farklı oranlarda ve hızlarda terleyebilen, nefes alabilen, gerçekçi hareket ve şekillere imkân verebilen gibi birçok özelliğe sahip çeşitli mankenler tasarlanmıştır.

Tekstil materyallerinde su buharı geçirgenliğinin ölçülmesi ile ilgili olarak birçok farklı yöntem ve cihaz bulunmaktadır. Bu yöntemlerin genelinde tekstil malzemesi içerisinde su bulunan bir hazne üzerine konulmakta ve zamana bağlı olarak ağırlık değişimi gözlenmektedir.

Sübjektif yöntemler; insanın giysi ve dış çevreyi algısı ile ilgili tüm hisleri içermekte ve bu hisleri ifade ederken kullandığı kavramlar ile duyduğu memnuniyet ya da memnuniyetsizliği ifade etmektedir. Bu psikolojik süreci anlamak ve duyulan algıyı ölçmek için sübjektif (duyusal) değerlendirme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Sübjektif değerlendirmelerde direkt olarak kişinin algısını belirleyen esas faktör olan düşünceleri ölçülmektedir. Hiçbir objektif yöntem ile kişinin bir tekstil malzemesine ya da çevreye karşı düşünceleri ve hissettikleri belirlenememektedir. Sübjektif ölçüm yöntemleriyle kişinin karar alma sürecindeki psikolojik değerlendirmeleri ve hissettiği duyuları açıkladığı kavramlar bir araya getirilerek kategorize edilmekte ve genel bir değerlendirme yapılmaktadır.

Sübjektif olarak konforun belirlenmesinde anket çalışmaları, vücudun belli bir bölgesine temas eden materyale karşı duyulan hissi belirleme çalışmaları ve giyim denemeleri en çok kullanılan yöntemlerdir (Öner, 2015).

1.6. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Tekstil ürünlerinde dijital baskı, kumaş baskı alanının en hızlı büyüyen pazarlarından birini kapsamaktadır. Global baskı federasyonu olan FESPA'ya göre üretilen tüm tekstil materyallerinin %11-13'lük kısmı baskılı ürünlerden oluşmaktadır. Dijital baskı ise bu pazarın şimdilik %2-3'lük kısmında yer almaktadır.

Birkaç yıl içerisinde sektörün lokomotifi olması beklenen dijital baskı ile ilgili farklı uluslararası raporlama şirketleri öngörülerde bulunmuştur. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Grand View Research tarafından yayınlanan rapora göre, küresel dijital tekstil baskı pazarı büyüklüğü 2022 yılında 2.669,9 milyon dolar olarak değerlendirilirken, bunun 2023'ten 2030'a kadar %14,4'lük bir yıllık büyüme oranında (YBBO) genişlemesi beklenmektedir. Bir başka araştırma şirketi Component'in 195 sayfalık raporunda dijital baskı pazarının 2031 yılında 80572,2 milyon dolara ulaşarak yıllık %7,5 büyüme gerçekleştireceği öngörülmüştür. Markets and Markets raporuna göre 2017 yılında 2,218 milyar dolar olan payın, 2023'de 28,850 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. Allied Marked Research'e göre; küresel dijital baskı pazarı 2019 yılında 2,2 milyar dolar kazanmıştır. Ayrıca, 2027'ye kadar 8,8 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Yukarıda görüldüğü gibi birçok farklı raporlama şirketinin dijital baskının günümüzdeki durumuna ve gelecekte sahip olacağı paylara ait analizleri mevcuttur. Bu raporlardaki rakamlar birbirinden her ne kadar farklı olsa da neticede hepsinin ortak özelliği dijital baskının sektördeki payını arttıracağı yönündeki analizleridir. Bütün bu öngörüler ve tahminler ışığında, gerek hızlı moda gereksinimleri, gerekse de üretim maliyetlerindeki artış nedeniyle dijital tekstil baskıcılığı pazarda gitgide artan bir öneme sahip olacaktır.

Bu çalışmada dijital baskının proses parametrelerinin değiştirildiği ve bu değişikliklerin kumaşın fiziksel, performans ve konfor özelliklerine etkisinin incelendiği kapsamlı bir araştırma

yapılmıştır. Çalışmada Ne 30/1 %100 pamuk, Ne 30/1 %100 viskon, Ne 30/1 %50 pamuk + %50 viskon, Ne 30/1 %50 pamuk + %50 modal, Ne 12/1 %100 pamuk ve Ne 12/1 %70 pamuk + %30 kenevir iplikler kullanılarak süprem örme kumaşlar üretilmiştir. Bu kumaşlara ön işlem patında kullanılan kıvamlaştırıcı miktarı değiştirilerek dijital baskı uygulanmıştır. Baskı sonrası fikse işlemi 110 ºC'de 6 ve 10 dakika uygulanmıştır. Üretilen kumaşlara fiziksel, performans, konfor ve renk testleri uygulanarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu doktora tezi kapsamında dijital baskının kıvamlaştırıcı miktarı ve fikse süresinin değiştirildiği ve bu değişikliklerin kumaşın fiziksel, performans ve konfor özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışma yapılması planlanmıştır.

Çalışmanın bir diğer yenilikçi yönü ise kullanılan desen olmuştur. Seçilen desen bu çalışmanın amacına uygun olarak özellikle tercih edilmiş ve dijital baskı prosesinde kullanılmıştır. Bu sayede renklerin (C=Cyan, M=Magenta, Y=Yellow ve K=Siyah) boyarmaddeleri aynı tür (Reaktif mürekkep) olsa dahi proses parametreleri değişiminde farklı tepkiler verip vermediği incelenebilecektir.

Kumaşlarda kullanılan hammaddeler belirlenirken üretim yapılan firmanın kendi kaynaklarında temin edilebilecek hammaddeler seçilmiştir. Manisa'daki bu firmanın tercih edilme sebebi de kenevir/kenevir karışımlı ürün üretimi yapmaları olarak söylenebilir. Diğer hammaddeler de üretimde mevcut olduğu için tüm üretimler aynı firmada gerçekleştirilmiştir. Bir başka deyişle, tez çalışmasına başlandığı dönem kenevir karışımlı kumaşların, özellikle dijital baskısı ile ilgili literatürde kapsamlı çalışmalara rastlanmadığı için, tez çalışmasının bu boşluğu dolduracağı ve literatüre yapacağı katkı göz önünde bulundurulmuştur.

Tez çalışması sırasında yapılan çok sayıda test ve analiz sonucunda renk ve performans açısından yapılabilecek seçimler sonuç kısmında belirtilmiştir. Böylece bu çalışmanın, bu veya benzeri şekilde üretim yapan işletmelerin en iyi hale getirilmesi süreçlerine katkıda bulunabileceği beklenen bir durumdur.

Sürdürülebilirliğin ve sürdürülebilir üretimin gün geçtikçe önem kazandığı, artık firmaların ya da işletmelerin tercihine bırakılan bir yönelim değil, bir zorunluluk olduğu günümüzde, dijital baskı bu gereksinimleri fazlasıyla karşılamaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, dijital baskı uygulamasında, reaktif baskıda konvansiyonel yöntemden metrekare başına 30-40 lt daha az su kullandığı belirtilmiştir. Geleneksel baskı işlemleriyle kıyaslandığında, dijital baskıda mürekkep kullanımı önemli ölçüde düşüktür. Bu mürekkep maliyetlerinin yanı sıra kurutma işlemi için de daha düşük enerji tüketimi anlamına gelmektedir. Ayrıca mürekkep kullanımının az olması atık suda daha az kirlilik anlamına da gelmektedir.

Çalışma kapsamında üst giyime yönelik olarak üretilen kumaşlar, kadın giyim, çocuk giyim gibi aktif giyimde sezonluk trend bazlı koleksiyonlarda kullanılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dijital baskı ile ilgili tekstilde yapılan çalışmalar genellikle renk özellikleri üzerine olmuştur. Bunun yanı sıra dijital baskı yapılırken uygulanan ön işlemlerde kullanılan yöntem ve kimyasalların çeşitli varyasyonlarıyla ilgili de akademik araştırmalar mevcuttur.

Özetlenen konfor çalışmaları doktora tezi kapsamında kullanılan hammaddeler ile ilgili yapılmış örme kumaş çalışmalarını içermektedir.

2.1. Dijital Baskı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yang ve Naarani (2004) %100 pamuklu kumaşa dijital baskı yapmış, kumaşların fiksesi için geleneksel ve yeni tasarlanan fikse makineleri kullanılmışlardır. 4 renk çalışılan dijital baskıda 2, 6 ve 10 geçişte baskı işlemi yapılmıştır. Geleneksel fikse metodunda; 100 ºC, 100,4 ºC ve 110 ºC sıcaklıklarda 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 dakika fikse yapılmıştır. Yeni tasarım fikse metodu atmosferik fikse olarak adlandırılmıştır ve kaynama noktasında 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika fikse işlemi gerçekleştirilmiştir. 110 ºC'de 2-4 dakika geleneksel metottaki en iyi sonuçları vermiştir. Atmosferik fiksede ise 100 ºC'de 15-25 dakikaları en uygun parametreler olarak belirtilmiştir.

Choi ve ark (2005) kitosan biyopolimerinin ön işlem reçetesinde kıvamlaştırıcı olarak kullanıldığı çalışmada, %100 dokuma pamuklu kumaş kitosan miktarı, üre miktarı, sodyum bikarbonat miktarı ve fikse süresi değiştirilerek ışık, yıkama ve sürtme haslıkları yönünden incelenmiştir. Desen olarak kolay karşılaştırma yapabilmek için her bir CMYK renginden 8 x 8 cm kare basılmış, kontur netliği için optik ışık mikroskobu kullanılmıştır. Reaktif mürekkeplerin kullanıldığı çalışmada fikse işlemi 110 ºC'de yapılmıştır. Test sonuçlarından elde edilen optimum reçetenin 40 ml kitosan, 10 gr üre, 8 gr sodyum bikarbonat ve 5 dakika fikse süresiyle gerçekleştiği belirtilmiştir.

Kiatkamyornwong ve ark (2005) dijital baskı ile şablon baskı yöntemlerinin baskı kalitesi özelliklerini incelemiştir. %100 pamuk kumaşa hem dijital baskı ile hem de şablon baskı ile 4 renk baskı yapılmıştır. Baskı patlarının reolojik özellikleri ile birlikte kumaşların eğilme dayanımı, sürtme haslığı ve hava geçirgenliği değerleri ölçülmüş, SEM analizleri ve spektrofotometrik renk analizleri yapılmıştır. 4 uygulamanın ilkinde ön işlemsiz tek geçiş dijital baskı, ikincisinde ön işlemli tek geçiş dijital baskı, üçüncüsünde ön işlemli 3 geçiş dijital baskı ve sonuncusunda da ön işlemsiz şablon baskı yapılmıştır. Sürtme haslığı test sonuçları değerlendirildiğinde dijital baskı yönteminin şablon baskıdan daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kumaşların tutum açısından değerlendirmeleri yapıldığında, eğilme dayanımı değerleri şablon baskılı kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, dijital baskılı kumaşların hava geçirgenliği daha iyi çıkmıştır.

Kan (2007) düşük sıcaklıkta plazma yönteminin kullanıldığı ve 1, 2, 5, 15, 30 ve 60 dakikada aktarıldığı çalışmada, %100 pamuklu kumaşlar kullanılmıştır. Daha sonra kumaşların bir kısmı sodyum alginatlı ön işleme tabi tutulmuştur. Dijital baskı yöntemiyle renklendirilen kumaşlar

110 ^{0}C'de 5 dakika fikse edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde plazma işleminin süresi artıkça kumaşların sarılık değerleri artmıştır. Sodyum alginat ile muamele edilen kumaşlar, sodyum alginatın doğal sarı renginden dolayı daha sarı çıkmıştır. 2 dakika işlem süresine kadar renk verimi iyileşmiştir, ancak daha uzun süreli işlemlerde düşmüştür. Boya alımında da renk haslığında da iyileşmeler gözlenmiştir. Genel olarak düşük sıcaklıktaki plazma işleminin dijital baskı ile birleştirilmesinin baskı işlemini daha verimli hale getirebileceği sonucuna varılmıştır.

Yuen ve ark (2007) %100 pamuklu kumaşların ön işlemde kitosan biyopolimeri ile muamelesi üzerine bir çalışma yürütmüştür. 5 gr kitosan %10'luk 500 ml asetik asitte çözdürülerek hazırlanmış, süzülmüş ve fularda emdirilmiştir. Birincisi asidik, ikincisi bazik olmak üzere 2 banyodan geçirilerek nötralize edilmiştir. Dijital baskı işleminden sonra 110 ^{0}C'de fikse edilmiştir. Sonuç olarak; 2 banyo metodu ile muamele edilen kumaşların, hiç işlem görmemiş kumaşlardan ve kitosan ile ön işlem görmüş kumaşlardan daha iyi bir renk verimine sahip olduğu görülmüştür. 2 banyo metodu uygulanmış ve kitosan ile ön işlemden geçirilmiş kumaşlar, hem yıkama haslığında hem sürtme haslıklarında, kontrol grubundan en az yarım derece daha iyi sonuçlar vermiştir. Kopma mukavemeti çok az etkilenmiştir. Değerlendirme sonucunda kitosan ile ön işlem ile 2 banyolu metodun birbirine benzediği ortaya çıkmıştır. Bakteriler 2 banyolu metotta ve kitosanda 48 saatin sonunda tamamen yok olmuşlardır.

Yuen ve ark (2008) kitosan oranı, üre miktarı, sodyum bikarbonat miktarı ve fikse süresi parametrelerini değiştirerek deneysel çalışmalar yürütmüştür. Bağımsız parametrelerin her birinin renk üzerindeki etkilerini incelemek için ortagonal analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucunda 9 farklı numune oluşmuştur. Optimum koşulların 40 ml kitosan, 10 gr üre, 8 gr sodyum bikarbonat ve 5 dakika fikse süresi olduğu tespit edilmiştir.

Selçuk (2009) yüksek lisans tez çalışmasında, dijital baskıda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada %100 pamuk kullanılarak bezayağı kumaşlar elde edilmiştir. Farklı oranlarda soda, sodyum bikarbonat, üre, alginat kullanılarak farklı ön işlem reçeteleri hazırlanmış, kumaşlara uygulanmış ve belirlenen desen 4 renkte (CMYK) basılmıştır. Baskı işlemi sonrası kumaşlar 103 ^{0}C de 10 dakika fikse edilmiş, yıkanmış ve kurutulmuştur. Görsel ölçümler, yıkama haslığı, yaş ve kuru sürtme haslıkları % Penetrasyon ve çözeltilerin viskoziteleri test edilerek bu parametrelerin baskı kalitesi üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. %Penetrasyon Denklem 2.5'de verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\%P = [\ (K/S)arka\ /\ (K/S)ön\ ]\ x100 \qquad (2.5)$$

Basılan desende farklı kalınlıkta çizgiler, farklı çaplarda daireler bulunmaktadır. Gerçek boyutları bilinen çizgi ve dairelerin baskı sonrası kapanması değerlendirilerek 1 ile 5 arasında bir değer verilmiştir. Bulgular değerlendirildiğinde alkalinin 20 g/l oranında kullanılmasının en iyi renk ve haslık sonucunu verdiği görülmüştür. Üre miktarı arttıkça renk verimi de artmıştır. Ancak

optimum değer üre için 100 g/l olarak verilmiştir. Kıvamlaştırıcı miktarının artması renk verimini ciddi derecede arttırmıştır. Bu çalışmada kıvamlaştırıcı kimyasalı için optimum değer 100-125 g/l arasında değişmiştir.

Kaimouz ve ark (2010a) lyocell ve pamuk liflerinden 3/1 Dimi dokuma kumaşlar elde etmiştir. Çalışmasının ilk bölümünde standart tencel, tencel A100 ve pamuk hammaddelerinden üretilen kumaşlara farklı oranlarda ön işlem kimyasalları emdirilmiştir. Üre, alkali, migrasyon inhibitörü, penetrasyon ajanı ve fikse süresi parametreleri değiştirilerek bu parametrelerin alınan boya, renk kuvveti ve penetrasyon kuvveti üzerine etkisi incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, tencel A100 hammaddeli kumaşların renk derinliğinin düşük olduğu, buna karşın en yüksek fiksasyon özelliğine sahip olduğu görülmüştür. Uzun fikse süresi ve yüksek migrasyon önleyici kimyasalı renk gücünü arttırmıştır. Üre farklı hammaddeden kumaşların her birini farklı etkilemiştir. Alkalinin fazla miktarda kullanılması fiksasyonu zorlaştırmıştır.

Kaimouz ve ark (2010b) bir önceki çalışmanın ikinci bölümünde aynı kumaşlar ve işlemlerin mürekkep nüfuziyetine etkisini incelemiştir. Tencel kumaşların her ikisi de pamuktan daha yüksek boya alımına sahiptir. Standart Tencel en iyi renk dayanımına sahiptir. Tencel A100 hammaddesinden üretilen kumaşların boya alımının iyi olduğu fakat renk dayanımının düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kanık ve Selçuk (2010) çalışmasında kıvamlaştırıcı türünün değiştirilmesi ve bu kimyasalların renk verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yüksek, orta, düşük viskoz alginat ve sentetik kıvamlaştırıcı kullanılmış, hazırlanan ön işlem patı alınan flotte oranı %70 olacak şekilde emdirilmiştir. 4 renkte aynı desenin dijital baskı makinesiyle basıldığı çalışmada sonuçlar her renk için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Cyan ve Magenta renklerinde çok belirgin olmak kaydıyla, en yüksek renk verimi ve en yüksek penetrasyon derecesinin yüksek viskoz alginat kıvamlaştırıcısıyla elde edildiği analiz edilmiştir. Yıkama haslığı test sonuçlarına bakıldığında, yüksek viskoz alginat ile sentetik kıvamlaştırıcı arasında gri skalada 0,5 derecesini geçmeyen farklar oluşmuştur. Bu durum sürtme haslığı için de geçerlidir.

Park ve ark (2010) kumaş yapısının ve iplik bükümünün etkisini incelediği çalışmada pamuklu 2 farklı iplik bükümüne sahip iplikten 5 farklı örgü türünde kumaşlar üretmiştir. Desen olarak kalın (5 mm), orta (3 mm) ve ince (0,75 mm) çizgiler basılmıştır. Bükümü fazla olan ipliklerin ağırlığı, kalınlığı ve yoğunluğu artmıştır. Bu da yüzey pürüzlülüğünü, sürtünme katsayısını ve sürtünme katsayısı standart sapmasını arttırmıştır. Kadife ve lakost gibi yüzey pürüzlülüğü yüksek olan ve sert bükümlü iplikle örülen kumaşlara baskı yapılacaksa, basılacak desenin ölçeklendirmesinin orijinal boyuttan farklı olması gerekmektedir.

Ütebay (2010) dijital baskı işleminde renk verimini incelemiştir. %100 pamuk bezayağı dokuma kumaşa uygulanan çalışma 3 grup altında toplanmıştır. İlk grupta ön işlem patına ilişkin parametrelerin baskı renk verimine etkileri incelenmiştir. 8 kıvamlaştırıcı türünden 5 farklı miktarda, 6 üre miktarı, 4 sodyum bikarbonat miktarı ortogonal desen yardımıyla hazırlanmış

deneme planında 69 numune sayısına indirgenmiştir. İkinci grupta optimum reçete belirlemesi yapılmıştır. Çalışmanın son kısmında da optimum fiksaj şartları belirlenmiştir. 20 g/l sodyum bikarbonat kullanımı tüm denemelerde en iyi renk verimini göstermiştir. Genel olarak tüm baskıların yıkama haslıklarının ve kuru sürtünme haslıklarının oldukça iyi olduğu görülmüştür. Üre miktarı azsa ya da hiç yoksa yaş sürtme haslığı değerlerinin kötü olduğu gözlenmiştir. Tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler için termofiksaj sonrasında elde edilen renk verimi değerleri, buharlama sonrasında elde edilen renk verimi değerlerine kıyasla oldukça düşük çıkmıştır. Bunun sebebi, düşük miktarlarda üre kullanılması ve bu miktarların termofiksaj için yetersiz kalması olarak gösterilmiştir. Doymuş buhar sıcaklığı arttıkça renk verimi düşmektedir. Ayrıca her kıvamlaştırıcı türü için diğer kimyasal maddelerin miktarı değişmektedir.

Kasikovic ve ark (2011) yaptıkları çalışmada %100 PES hammaddeli farklı konstrüksiyondaki 3 farklı kumaşa 4 renkli (CMYK) desen basılmıştır. Baskı işlemi 5 farklı geçiş (pass) sayısında uygulanmıştır. Baskı sonrası kumaşların ütü haslıkları için ütüleme işlemi 110 ºC'de yapılmıştır. SEM analizleriyle desteklenen çalışma neticesinde tekstil malzemesinde 4 renkli dijital baskı ve 110 ºC'de yapılan ütüleme işleminden kaynaklı değişiklikler olduğu tespit edilmiştir. Basılı malzemenin yüzey yapısı değişmiştir, dolayısıyla rengi yansıtma özelliğinde de değişiklik oluşmuştur.

Soleimani Gorgani ve Shakib (2013) %100 pamuklu kumaşa 4 farklı organik tuzu farklı konsantrasyonlarda ve farklı pH değerlerinde uygulayarak, tek adımlı bir dijital baskı ön işlemi gerçekleştirmiş, baskı yapılan kumaşlara 110 ºC'de 10 dakika fikse işlemi uygulamışlardır. Organik tuz kullanımının her tür ve konsantrasyonda ışık haslığını iyileştirdiği, fiksasyon oranını arttırdığı görülmüştür. Organik tuzların türüne bakılmaksızın ön işlem pH değerinin 8 olmasının en iyi sonuçları verdiği belirtilmiştir.

Ding (2016) doktora tez çalışmasında, dijital baskıda Bezayağı pamuk ve PES kumaşlara ön işlem uygulanmasının spektrofotometrik renk ve sürtme haslığı değerlerine etkisini incelemiştir. Ön işlem reçetesi uygulanmadan üretilen numuneler ile ön işlem uygulanmış numuneler kıyaslandığında, uygulanmamış kumaşların L* değerinin baskıda kullanılan 6 renk için de azaldığı, yani daha koyu tonlar elde edildiği tespit edilmiştir. c* değeri de tüm renkler için artmıştır. Ön işlemin, hem pamuk hem de PES için baskı kalitesi açısından gerekli olduğu tespit edilmiştir. Ancak, pigment boyarmaddeleri içeren mürekkeplerin kullanılan bindere bağlı olarak sürtme haslığı özelliklerinin değişebildiği gözlenmiştir. İşlem uygulanmış PES kumaşların sürtme haslığı 1-1,5 puan kötüleşmiştir, pamukta ise aynı kalmış veya 1 puan iyileştirmiştir. Ayrıca ön işlem uygulanmamış PES' de renk yayılması (ink-bleeding) gözlemlenmiştir.

Jung ve ark (2016) dijital tekstil baskısı proseslerindeki değişen parametreleri Taguchi metoduyla optimize etmiştir. Ön işlem patını alma oranı (%70, %80 ve %90), fikse sıcaklığı (95 ^{0}C, 97 ^{0}C ve 99 ^{0}C), fikse buhar basıncı (0,1 MPa, 0,14 MPa ve 0,18 MPa) ve fikse süresi (10 dk, 20 dk ve 30 dk) değerleri irdelenmiştir. Yapılan analizler neticesinde sadece fikse buhar basıncı ve

fikse süresinin anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır. Tek karakteristik değer dönüştürme metoduna göre optimum şartlar 0,18 mPa basınçta 10 dakika fikse edilmesi olarak tespit edilmiştir. Yazar ayrıca maksimum-minimum değerler metoduyla da değerlendirme yapmış ve metot sonucunda da 0,1 mPa basınçta 10 dakika fikse edilmesini optimum şart olarak belirtmiştir. İki metodun bulduğu sonuçlar değerlendirildiğinde, tek karakteristik değer dönüştürme yönteminin minimum-maksimum seçim yöntemine kıyasla daha verimli olduğu kanıtlanmıştır.

Liu ve ark (2016) mürekkebin damla yayılım olgusuna ön işlemin etkisini ölçmüştür. %100 pamuklu kumaş, 2 farklı ön işlem patı ile muamele edilmiştir. Ön işlem patlarının ilki sodyum alginat, ikincisi de sodyum alginata ilave olarak 4 gr doymuş yağ asidi türevi (PT) kullanılarak hazırlanmış, kumaşa fularda emdirilerek aktarılmıştır. Damla yayılımını ölçmek için mikro şırınga ile 4,3 ɱl Cyan renginde mürekkep kumaşın 5 farklı bölgesine damlatılıp, tamamı emilene kadar geçen süre tutulmuştur. Daha sonra tamamen kuruduğunda tarayıcıda taranıp ImageJ yazılımı ile dijital olarak resmedilmiştir. Ayrıca bu kumaşlardan 10 adet iplik çıkarılmış, yatayda gerilmiş ve 1 ɱl Cyan renginde mürekkep damlatılıp iplikteki renklenen uzunluk mm cinsinden ölçülmüştür. Kumaşlar 102 ^{0}C sıcaklıkta 7 dakika fikse edilmiştir. Yüzey enerjileri sodyum alginatta 73,79 mJ/m^2'den 69,45 mJ/m^2'e, sodyum alginata eklenmiş PT' li uygulamada 58,49 mJ/m^2'a düşmüştür. Yayılma alanı sodyum alginatta 104,9 mm^2'den 92,5 mm^2'ye, sodyum alginata eklenmiş PT' li uygulamada 72,3 mm^2'ye düşmüştür. Özetle sodyum alginata eklenen 4 gr PT damlanın yayılmasını kontrol etmektedir. Böylece mürekkep maliyeti açısından tasarruf sağlanabilmektedir.

Thompson (2016) yüksek lisans tezinde pamuklu dimi, pamuklu saten gibi kumaş yapıları kullanarak reaktif ve pigment mürekkeplerle dijital baskı işlemi uygulamıştır. Kumaşlar 5 farklı proseste yıkanmıştır. Her yıkama için spektrofotometrik renk değerleri ve renk farklılıkları hesaplanmış ve yıkanmamış numunelerle kıyaslanmıştır. Ayrıca kuru ve yaş sürtme haslığı testi yapılmış ve sürtme sonrasındaki kumaşlar sürtünme yapılmamış kumaşlarla karşılaştırılarak renk farklılığı tespit edilmiştir. Yıkama, sürtme ve ter haslığı ölçümlerinden sonraki renk kayıplarına bakılarak genel değerlendirme yapılacak olursa, pigment boyalı mürekkeplerin reaktiften daha iyi bir performans sergilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Asif (2017) dijital baskı işlemiyle renklendirilen %100 pamuk bezayağı dokuma kumaşlarla ilgili çalışmasında, ön işlem patında 3 farklı kıvamlaştırıcı kullanmıştır. Reçetelerin ve işlem adımlarının detaylı olarak gösterildiği çalışmada, kuru ve yaş sürtme haslığı ve yıkama haslığı test sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en iyi sonucu Prepajet Uni isimli kıvamlaştırıcı kimyasal vermiştir. Sodyum alginat kıvamlaştırıcının en kötü haslık değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bunun sebebi olarak boyanın düzgünce fikse olmaması ve yıkama esnasında renk kusması denilen durumun yaşanması olduğu vurgulanmıştır.

Hajipour ve Shams-Nateri (2017) atkı sıklığı değerlerinin dijital baskılı kumaşların baskı kalitesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. %100 PES hammaddeden çözgü sıklığı 75 tel/cm, atkı sıklığı da 22-24-26-28 ve 30 atkı/cm olan kumaşları üretmiş, her kumaş 5 tekrarlı olarak dijital

baskı işlemine tabi tutulmuştur. 1 mm, 2 mm ve 4 mm kalınlığındaki çizgiler, 4 defa hem atkı yönünde hem çözgü yönünde olacak şekilde basılarak desen oluşturulmuştur. Baskı kalitesi MATLAB programı ile analiz edilmiş ve çizgi kalınlıklarının milimetrik ölçümü yapılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlardan, çözgü ve atkı yönlerindeki baskı çizgi kalınlığının sıklık arttıkça arttığı ve dolayısıyla baskı kalitesinin düştüğü ortaya çıkmıştır. Baskılı kumaşlarda dikey kılcallık tayini de yapılmış, fakat bu değer ile baskı kalitesi arasında ilişki tespit edilememiştir. En iyi baskı kalitesinin, çözgüde 22 ve atkıda 22 tel/cm sıklık değerlerinde üretilen kumaşlara ait olduğu vurgulanmıştır.

Kasikovic ve ark (2018) çalışmada 5 farklı geçiş (pass) sayısının %100 PES kumaşların yıkama haslığı ve renk değerleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Farklı sıklıklara sahip 3 kumaş 4 renk (CMYK) 35 x 10 cm ölçülerinde desenle basılmıştır. Baskı işlemi sonrası 130 ^{0}C' de fikse işlemi uygulanmış, SEM ve spektrofotometrik analizler ile baskı kalitesi incelenmiştir. Renk farklılığı (ΔE) hesaplanırken her numune 5 geçişli baskı yapılan numune ile kıyaslanmıştır. Geçiş sayısındaki artışın L değerini düşürdüğü görülmüştür. En büyük renk farkı (ΔE) beklenildiği gibi tek geçiş ile 5 geçiş arasında oluşmuştur. Geçiş sayısı arttıkça yıkama sonrası renk değişimi de artmıştır. SEM analizi ile de mürekkep partiküllerinin yıkama sonrası uzaklaştığı tespit edilmiştir.

Özdemir ve Doba Kadem (2018a) yaptıkları çalışmada pamuk ve tencel hammaddelerinden örme kumaşlarda dijital baskının, kumaşın boncuklanma ve aşınma özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Özdemir ve Doba Kadem (2018b) pamuk ve tencel hammaddelerinden örme kumaşlarda dijital baskının, patlama mukavemeti ve hava geçirgenliği üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Sonuçlar incelendiğinde dijital baskı işleminden sonra tüm hammaddelerdeki kumaşların hava geçirgenliğinin arttığı, patlama mukavemetinin ise azaldığı sonucuna varılmıştır.

Şahin ve Acikgoz Tufan (2018) yılında binder çözeltilerinin pamuklu kumaşa uygulanan dijital baskı işleminin renk haslığı değerleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. %100 pamuktan Ne 46 ring iplik kullanılarak 30 tel/cm atkı sıklığında, 56 tel/cm çözgü sıklığında dimi dokuma yapılmıştır. Keojet isimli binder ve katalizör 4'er farklı oranda kullanılarak hazırlanan ön işlem reçeteleri uygulanmış, 4 renk (CMYK) baskı yapılmış, baskı sonrasında 170 ^{0}C sıcaklıkta 4 dakika fikse edilmiştir. Değişen oranların sürtme haslığı, ışık haslığı ve ter haslığı değerleri üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. Sonuç olarak yıkama haslıklarının 4/5, ışık haslıklarının 5, sürtme haslıklarının da 3 ile 4/5 arasında olduğu analiz edilmiştir. En iyi haslık sonuçları %25 binder ve %12 katalizör kullanılarak hazırlanan reçete ile muamele edilen kumaşlarda ortaya çıkmıştır.

Cao ve ark (2019) dijital baskılı PES kumaşların anti-statik özelliğini geliştirmek için, ön işlemde P[St-BA-F6] anti-statik ajanı farklı oranlarda kullanmış, 4 farklı fikse sıcaklığı/fikse süresi kombinasyonu ile fikselemişlerdir. Fikse sıcaklığı artıp süre kısaldıkça baskı kalitesinin arttığı gözlenmiştir. Bununla paralel olarak a*(kırmızılık-yeşillik) ve b* (sarılık- mavilik) değerinin de aynı şekilde arttığı tespit edilmiştir. Anti-statik ajan konsantrasyonunun arttırılması az da olsa baskı kalitesini arttırmıştır. Konsantrasyonuna bakılmaksızın kimyasal ajan kullanılmasının K/S değerini

iyileştirdiği, anti-statik özellik kazandırdığı, daha iyi sürtme haslığına sebep olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca bu uygulamadaki anti-statik özelliğin 10 yıkamaya kadar da kalıcı olduğu belirtilmiştir.

Çetin (2019) yüksek lisans tez çalışmasında, protein liflerin baskısında inkjet baskı teknolojisinin kullanımını araştırmıştır. Çalışmada saten doku tipinde %100 ipek kumaş kullanılmıştır. Farklı kıvamlaştırıcı türlerinin ve kıvamlaştırıcı karışımlarının renk verimine, renk haslıklarına ve kontur netliğine etkisini incelemiştir. Ayrıca 2 farklı desen belirleyip, bu desenleri hem rotasyon baskı ile hem de inkjet baskı ile basarak maliyet analizlerini yapmıştır. Sonuçlar incelendiğinde ön işlemin kumaş tuşesini sertleştirdiği gözlenmiştir. Kullanılan kıvamlaştırıcılar kumaşların daha sararmış bir görünümde olmasına sebep olmuştur. Kıvamlaştırıcı türleri ve karışımları değerlendirilerek belirlenen optimum reçetelerde çözünürlüğün artması maliyet üzerinde en etkili değişikliğe sebep olan parametre olarak belirlenmiştir.

Hajipour ve Shams-Nateri (2019) çalışmada dokuma konstrüksiyon özelliklerinin dijital baskı kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Kumaşlar 2x2, bezayağı, 3/1 dimi, 3/2 dimi, 4/1 saten olacak şekilde dokunmuştur. Baskı kalitesi tarayıcı yardımıyla şerit olarak basılan 1 mm, 2 mm ve 4 mm desenin, kalınlığı ölçülerek belirlenmiştir. Sonuçlar, hem atkı yönünde hem de çözgü yönünde bezayağı dokunun en kötü baskı kalitesine sahip olduğunu göstermiştir.

Djurdjevic ve ark (2019) yaptığı çalışmada Vinil asetat-etilen (VAE) kopolimeri ön işlem ajanı olarak kullanılmıştır. Farklı oranlarda VAE, $CaCl_2$ ve etilen glikol kullanılarak hazırlanan ön işlem patlarıyla muamele edilen pamuklu kumaşlara 4 renk (CMYK) baskı yapılmıştır. 4 deneme uygulanmıştır. Çizelge 2.1'de denemelerin detaylarıyla yapılan haslık testlerinin sonuçları verilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan kumaşların haslık değerleri

Deneme/ Haslık	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı	Sürtme Haslığı	
			Kuru	Yaş
İşlemsiz Kumaşlar	4	4/5	4	3/4
Standart Ön İşlem Uygulanmış Kumaşlar	4	4/5	4/5	3/4
VAE'li Ön İşlem Uygulanan Kumaşlar	4	4/5	4/5	3
VAE ve $CaCl_2$'li Ön İşlem Uygulanan Kumaşlar	4	4/5	4/5	3/4

Özdemir ve Doba Kadem (2019a) yaptıkları çalışmada, %100 pamuklu kumaşa dijital baskı işlemi uygulamış, 103 ºC'deki doymuş buhar ile iki farklı sürede fikse işlemi gerçekleştirmişlerdir. Kumaşların SEM analizleri yapılmış, hava geçirgenliği ve patlama mukavemeti değerleri test edilmiştir. Test sonuçları değerlendirildiğinde, fikse süresinin artmasının kumaşların hava geçirgenliği değerinde artışa sebep olduğu, patlama mukavemetini ise etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Özdemir ve Doba Kadem (2019b) çalışmasında, konfor özelliği sağladığı bilinen pamuk ve tencel liflerinden üretilen iplikler ile yuvarlak örme makinesinde süprem örme kumaş yüzeyleri oluşturulmuş, ve bu kumaşlar dijital baskı yöntemiyle renklendirilmiştir. Kuruma davranışı ve transfer kılcal ıslanma kabiliyeti deneysel olarak tespit edilerek numunelerin su ile olan etkileşimi değerlendirilmiştir. Kurumanın zamana bağlı hızının dolayısıyla kütle değişiminin ve transfer kılcal ıslanma kabiliyetinin literatürde var olan sonuçlarla uyumlu olduğu gözlenmiştir. Baskıdan sonra, pamukta zamana bağlı su kaybı artmış ancak tencelde azalmıştır. Transfer kılcal ıslanma pamukta 30 dakika devam ederken, tencelde daha kısa sürmüştür.

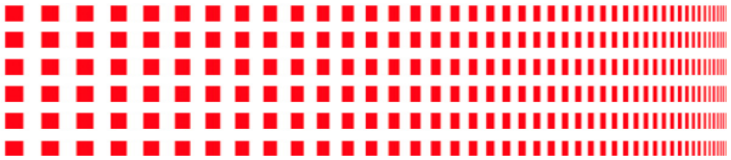
Rüzgar 2019 yılında yaptığı çalışmasında rotasyon ve dijital reaktif baskıların çevresel etkilerini yaşam döngüsü analizi tekniği ile kıyaslamıştır. %100 viskon kumaşa 1-6-12 renkli desen, dijital baskı ve rotasyon baskı tekniğiyle uygulanmıştır. Bulgular değerlendirildiğinde elektrik kullanımı en fazla olan denemenin 12 renkli dijital baskıda olduğu, en az elektrik kullanımı olan denemenin tek renkli rotasyon baskı olduğu görülmüştür. 12 renkli rotasyon baskının toplam su harcaması en fazla olan baskı olduğu, dijital baskıların tümünde su harcamasının aynı olduğu ve tüm rotasyon baskılardan daha düşük olduğu ortaya konmuştur. Buhar gücünü rotasyon baskı, dijital baskıdan daha çok kullanmaktadır. Doğalgaz kullanımında dijital baskı %25 kadar daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Seipel ve ark (2019) yaptıkları çalışmada PET kumaşa fotokromik boyayı dijital baskı ve UV-kürleme metoduyla aktarmışlardır. İşlem sonrası kumaşlara renk analizleri, aşınma ve yıkama haslığı ile Kawabata ölçüm sistemiyle tuşe değerlendirmesi yapılmıştır. Aşınma devirleri 5000, 10000, 15000 ve 20000 olarak ölçülen kumaşlara 1 ve 10 yıkama denemesi yapılmıştır. Yıkama sonrası renk performansındaki düşüşe rağmen dijital baskının kumaş yapısını neredeyse hiç etkilemediği gözlenmiştir.

Faisal ve ark (2020) yaptıkları çalışmada %100 ipek bezayağı dokuma kumaş üzerine dijital baskı yapmışlardır. Fikse işlemi için 10-12,5 ve 15 dakika süre denenmiştir. Ön işlem reçetesinde 2 farklı kıvamlaştırıcı 100-150 ve 200 g/l, üre 80-115 ve 150 g/l ve alkali 10-17,5 ve 25 g/l kullanılmış, Ayrıca ön işlem tekne pH'ı da 3 farklı değere ayarlanmıştır. Bu parametrelerin etkisini tespit edebilmek için de K/S renk kuvveti ölçülmüştür. Kıvamlaştırıcılar için her iki türde de 100 g/l'den 150 g/l'ye iyileşme gözlemlenmiştir. Fakat daha fazlası elyaf üzerinde film etkisi yapıp boyarmaddenin geçişini engellemiştir. Üre miktarı için de 115 g/l K/S değerini yükseltmiştir. Fakat 150 g/l fazla nemden reaktif boyanın hidrolizine sebep olmuştur. Alkali oranının etkisine bakıldığında hem K/S değeri hem de F% boya fiksasyonu değeri 17,5 g/l değerinde optimuma ulaşılmıştır. Alkalinin yüksek kullanımı aktif bölge oluşumunu kolaylaştırmıştır. pH arttırıldığında da özellikle 7,5 pH değerinde hangi kıvamlaştırıcı kullanıldığına bakılmaksızın optimum renk değerinin elde edilmiş olduğu gözlenmiştir.

Li ve ark (2020) yaptıkları çalışmada, PET hammaddesinden bezayağı ve dimi örgülerde 8 kumaşa nicel bir baskı kalitesi ölçümü için hazırladıkları deseni dijital baskı işlemi ile

aktarmışlardır. Ön işlem ve fikse şartlarının aynı olduğu proseste Adobe Photoshop programı kullanılarak test deseni elde edilmiştir. Test deseni (Şekil 2.1) 0,001 ve 0,002 inç farkla basılmış enine ve boyuna çizgilerden oluşmaktadır ve 6 renkte de basılarak renkler arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir.



Şekil 2.1. Adobe Photoshop programı kullanılarak elde edilen test deseni

Baskı sonrası kumaşlar tarayıcıda taranmış ve bu görüntüler Image-Pro ve MATLAB yardımıyla veri haline getirilerek kıyaslama yapılmıştır. Görüntü işleme sonuçları değerlendirildiğinde, desenin baskı yönünün baskı kalitesini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Yazıcı kafasının hareket yönü ile aynı yönde basılan desenlerin, kontur netliğinin, daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Yazıcı (2020) yüksek lisans çalışmasında, Polyester kumaşlarda dijital baskı ön işlemlerinin baskı kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. %100 PES dokuma kumaşa farklı oksidasyon maddeleri, farklı kıvamlaştırıcı ve sitrik asit konstrüksiyonu ve farklı fikse şartları uygulayarak yaptığı ön denemeler sonucunda 6 reçete belirleyip CMYK renklerinde bir desende baskı yaparak çalışmayı tamamlamıştır. Renk değerlendirmelerini CIELab olarak belirlemiş, sürtme ve yıkama haslıklarını da değerlendirmiştir. Ayrıca 10 kişi ile yapılan bir anket ile kumaş tuşesini subjektif olarak değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde ideal fikse şartının 180 ºC ve 10 dakika olduğunu belirtmiştir. Optimum reçetenin 90 g/l kıvamlaştırıcı, 5 g/l sitrik asit, 10 g/l sodyum klorat şeklinde oluştuğu gözlenmiştir. Hangi reçete olursa olsun kumaş tuşesinin olumsuz etkilendiği belirtilmiş, yıkama haslıklarının benzer çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca kontur netliği kıvamlaştırıcıdan ziyade CMYK renklerinde değişiklik göstermiştir.

Özdemir ve Doba Kadem (2023) çalışmalarında pamuk ve pamuk-kenevir karışımlı 3 hammaddeden süprem örme kumaşlar üretmiş, bu kumaşlara dijital baskı işlemi uygulamış ve fikse süresini değiştirerek kumaş üretimleri gerçekleştirmişlerdir. Kumaşların fiziksel, performans ve renk özelliklerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, pamuk-kenevir karışımlı ipliklerin yüksek iplik düzgünsüzlüğüne sahip olduğu ve bu hammaddeden üretilen kumaşların patlama mukavemetinin %100 pamuklu kumaşlardan daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Benzer şekilde pamuk-kenevir karışımlı ipliklerin ince-kalın yer değerleri yüksek olduğundan bu durum kumaşta farklı ebatlarda gözenekliliğe sebep olmuştur. Bu gözenekli yapı kumaşın hava geçirgenliğini de arttırmıştır.

2.2. Tez Kapsamında Seçilen Hammaddelerle İlgili Konfor Çalışmaları

Stankovic ve ark (2008) doğal ve rejenere selülozik elyaflardan üretilen, süprem örgü türünde örülen kumaşların termal özelliklerini incelediği çalışmada, kenevir, pamuk, viskon ve karışımları analiz edilmiştir. Kumaşlara ait gözeneklilik özellikleri (P) ve hava geçirgenliği özellikleri analiz edilmiştir.

$$P = 100 - \frac{\delta}{\rho} x100 \tag{2.1}$$

ρ değeri lif yoğunluğu (g/m^3), δ ise birim hacim ağırlığı olup, birimi kg/m^3'tür ve yüzey yoğunluğunun kalınlığa oranından hesaplanmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde en ağır kumaşın %100 kenevirli kumaş olduğu, en hafif kumaşın da pamuklu kumaş olduğu ortaya çıkmıştır. P değeri pamukta %78,2, kenevirde %74 çıkmıştır. Ayrıca hava geçirgenliğinde de en iyi performansı kenevir gösterirken en az geçirgen lif pamuk olmuştur.

Oğlakcıoğlu ve Marmaralı (2010) kuru ve ıslak durumdaki örme kumaşların termal konfor özelliklerini incelemişlerdir. Farklı yapıdaki pamuk iplikleri ile örülen kumaşların ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık ve ısıl direnç değerleri test edildiğinde, ıslak kumaşların daha düşük ısı yalıtımına sahip olduğu gözlenmiştir. Merserizasyon yapılmış kumaşlarda yazlık giysilerde aranan bir özellik olan daha serin bir his oluşurken, termal direnç azalmıştır. Ancak emiciliğin arttığı gözlenmiştir. Test sonuçları karde ile penye üretimi arasında belirgin bir fark olmadığını ortaya koymuştur.

Çarkıt (2012) çalışmasında bambu pamuk karışımlı örme kumaşların özelliklerini incelemiştir. Çalışmanın ilk kısmında %70 bambu+%30 pamuk, %100 pamuk, %100 modal, %50 pamuk+%50 modal karışımlarından Ne 30 inceliğinde ring iplikler ile örme kumaş yüzeyleri oluşturulmuştur. İkinci kısımda %70 bambu+%30 pamuk karışımından süprem, lakost ve ribana örgü çeşitleriyle kumaşlar örülmüştür. Son kısımda ise sodyum hidroksit ile kostikleme işlemi farklı miktarlarda (130-100-70 g/l) ve farklı sürelerde (5-10-15 dk) uygulanmıştır. Yapılan testler sonucu bambunun ve modalın aşınma dayanımının pamuktan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Boncuklanma değerleri incelendiğinde ise modalın en yüksek, pamuğun en düşük değerlerde olduğu göze çarpmaktadır. Örgü çeşitleri değerlendirilirse aşınma dayanımı bakımından süprem örgülü kumaşların en yüksek dayanıma sahip olduğu ve ribana ile lakost örgü çeşitlerinin birbirine yakın aşınma dayanımı değerlerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bambunun patlama mukavemeti sonuçlarının en düşük, ribana örgünün ise en yüksek değerde çıktığı belirtilmiştir.

Çetin (2016) çalışmasında süprem ve ribana örgüsünde pamuk, tencel ve viskon lifleri kullanarak kumaşlar üretilmiştir. Üretimden sonra tüp halinde 72 saat, açık en halinde de 96 saat bekletilerek toplamda 7 gün kondüsyonlanmıştır. Sonra 21 ^{0}C ve 45% bağıl nemde 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra 2 farklı sıcaklık ayarında (30 ^{0}C ve 50 ^{0}C) 2 farklı hava akış debisinde

(15 l/s ve 45 l/s) 30 dakika kurutulmuştur. 50 x 50 cm boyutunda 3 tekrarlı numunelerin ham kumaş ağırlıkları ölçülmüştür. Tüm numuneler 40 ^{0}C yünlü programında yıkanmış, hassas ayarda sıkılmıştır. Tüm numunelerin üzerinde eşit gramajda su olacak şekilde 2 dakikada bir ölçüm yapılmıştır ve kuruma süresi belirlenmiştir. Sonuç olarak, sıcaklık ve debi artışının numunelerin bünyesindeki suyun uzaklaştırılmasını hızlandırdığı belirlenmiştir. Ayrıca sıcaklık ve debi artışı kuruma süresini de azaltmıştır.

Selli ve Turhan (2017) tarafından yayınlanan çalışmanın amacı, örgü yapısı, iplik numarası ve gramajın ticari örme kumaşların konfor özelliklerine etkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla %100 pamuk süprem, 1x1 ribana ve 2x1 ribana kumaşlar kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, ticari kumaşların hava geçirgenliği değerleri gramaj arttıkça düşmüştür. Örgüler karşılaştırıldığında ribana örgülü kumaşların hava geçirgenliğinin süprem örgülü kumaşların hava geçirgenliğinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, 30/1 süprem ve ribana örgülü kumaşların nem iletim özellikleri incelendiğinde artan gramaj ile nem iletim özeliklerinde azalma gözlenmiştir. Çalışma sonuçları aynı zamanda süprem kumaşların gramaj değeri arttıkça, ıslanma zamanı ve absorbsiyon oranının da arttığını göstermektedir.

Bedez Üte ve ark (2018) farklı karışım oranlarında yün/pamuk, ipek/pamuk ve %100 pamuk hammaddelerini kullanarak Open-End iplikler üretmişlerdir ve bu ipliklerle süprem örme kumaşlar elde etmişlerdir. Elde edilen kumaşların konfor özelliklerini incelemek için hava geçirgenliği, su emicilik özellikleri ve ısıl özellikleri testleri uygulanmıştır. Test sonuçları, yün lifi oranının artmasıyla yalıtım özelliklerinin iyileştiğini göstermiştir. İpekli karışımlarda su buharı geçirgenliği, ısıl soğurganlık ve su emicilik özelliklerinin diğer karışımlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Özşeker (2018) bambu, pamuk ve viskon liflerinden üretilen kumaşların spor kıyafetlerde kullanımını araştırdığı çalışmada, %95 oranında bu lifler ile %5 oranında elastan karıştırarak futter örgü kumaş üretmiştir. Sonrasında hava geçirgenliği, ısı ve su buharı geçirgenliği, anti-bakteriyellik, boncuklanma ve patlama mukavemeti özelliklerini test etmiştir. Ayrıca 100 kişilik bir anket çalışması yapmıştır. Katılımcıların, terletme, dökümlülük, kaşındırma ve ter emilimini tespit etmek için 1'den 5'e kadar puanlamaları istenmiştir. Test sonuçları değerlendirildiğinde Bambu lifleri kullanılarak üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin pamuk lifleri kullanılarak üretilen kumaşlardan yaklaşık 2,5 kat, viskon lifleri kullanılarak üretilen kumaşlardan yaklaşık 3 kat daha yüksek olduğu görülmüştür. Su emme kapasitesi incelendiğinde bambu ve pamuk kullanılan kumaşların birbirine yakın olduğu ancak viskon kullanılan kumaşların pamuk ve bambuya göre çok düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Boncuklanma için de benzer değerler bulunmuştur. Anti bakteriyellik için de hammaddeler bambu>pamuk>viskon şeklinde sıralanmıştır. Patlama mukavemetinde 3 hammadde için de değerler birbirine yakın çıkmıştır.

Çiçek (2019) çalışmasında yeni nesil rejenere selüloz liflerinden üretilen örme kumaşlar fiziksel ve konfor açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada lyocell, modal, pamuk, bambu,

mikromodal, promodal, viskon ve bunların %50 karışımlarına sahip 13 hammadde kullanılmıştır. İnterlok örgü yapısıyla örülüp boyanan kumaşlara çeşitli fiziksel ve performans testleri uygulanmıştır. Patlama mukavemeti en yüksek hammadde %100 pamuk, %100 bambu olarak tespit edilmiştir. Boncuklanma dayanımı açısından en dayanıklı elyaf %100 lyocell, en çok boncuklanan elyaf %100 pamuk, aşınma dayanımı en yüksek elyaf %100 lyocell, en düşük elyaf %100 bambu olmuştur. Çubuk yönü uzamaları incelendiğinde rejenere liflerden üretilen kumaşların uzama değerinin pamuk kumaşlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş, viskon kumaş ise en yüksek değeri vermiştir. Hammaddeler karıştırılarak üretilmiş kumaşların uzama özellikleri daha düşük bulunmuştur.

Turhan (2019) çeşitli terbiye işlemleri görmüş viskon örme kumaşların performans özelliklerini belirlemeyi amaçladığı çalışmasında; ham, kasarlı, ön fikse uygulanmış ve optik beyazlatıcı ile muamele edilmiş olmak üzere 4 farklı %100 viskon kumaşın bazı konfor ve performans özelliklerini test etmiştir. Tüm kumaşlar 4 farklı devirde aşındırılmış, tüm testler aşındırılmış kumaşlara yapılmıştır. Ön terbiye işlemleri ile ham kumaştaki safsızlıklar giderildiği için nem iletim değerlerinin genel olarak iyileştiği görülmüştür. Terbiye işlemleri ile kumaş eni daralmıştır. Yapılan terbiye işlemleri ile kumaşların patlama mukavemetlerinin azaldığı, ham kumaştaki safsızlıkların giderilmesiyle nem iletimi değerlerinin genel olarak iyileştiği ve bağıl su buharı direncinin arttığı görülmüştür.

Karakaş'ın 2023 yılında yaptığı çalışmada 3 farklı faz değiştiren materyal, örme yüzeylere uygulanmıştır. İlgili faz değiştiren materyallerin ısı depolama kapasiteleri Diferansiyel Taramalı Kalorimetre(DSC), kumaş yüzeyine dağılımı taramalı elektron mikroskobu(SEM) ve kimyasal yapıları ise Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi(FTIR) ile ölçülmüştür. İlgili faz değiştiren materyallerin hava geçirgenliği, kuruma gibi ısıl konfor özelliklerine olumsuz etki etmediği tespit edilmiştir. Isıl iletkenlik özelliğinin ise faz değiştiren materyallerin aplikesi ile geliştirildiği belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan iplikler Ring iplik makinesinde harmandan karıştırılarak üretilmiştir. İpliklere ait bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan kumaşlar temin edilirken, firmanın kendi üretimlerinden kullanılmıştır. Firma seçiminde ise özellikle kenevirli kumaşa dijital baskı uygulaması yapılmak istendiğinden, bu uygulamayı yapan bir firma tercih edilmiştir. Kenevir karışımlı ince ipliklerin üretiminde sorunlar yaşanması sebebiyle de Ne 12 olarak üretim yapılmıştır.

Çizelge 3.1. İplik özellikleri

Numune Kodu	Hammadde Karışım Oranı	İplik Numarası (Ne)	Büküm (Tur/inç)	Büküm Katsayısı (α_e)
P30	%100 Pamuk	30/1	20,93	3,82
P12	%100 Pamuk	12/1	15,75	2,87
PK	%70 Pamuk + %30 Kenevir	12/1	16,26	2,97
PM	%50 Pamuk + %50 Modal	30/1	19,37	3,54
PV	%50 Pamuk + %50 Viskon	30/1	21,13	3,86
V	%100 Viskon	30/1	18,25	3,33

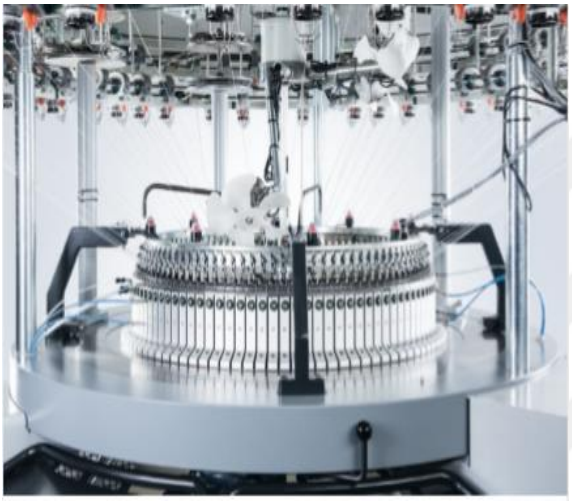
Üretilen ipliklere USTER TESTER-4 cihazında iplik kalite testleri yapılmıştır. Yapılan testlerinin sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. İplik test sonuçları

Test edilen iplik özellikleri	P30	P12	PK	PM	PV	V
U-Düzgünsüzlük (%)	9,33	10,25	19,61	8,96	9,14	10,66
CV- %	11,78	13	25,37	11,33	11,51	13,45
İnce Yer %-40	16,5	40,5	3987	11	14	137,5
İnce yer %-50	0	0	70	0	0	2
Kalın Yer %+35	187	618	5076	146	144	282
Kalın Yer %+50	14	86	2652	15,5	7,5	23,5
Neps %+200	15	46,5	3912	49,5	34	37
Neps %+280	3	6,5	1296	11,5	7	9
Tüylülük H	4,67	7,44	9,35	6,43	5,64	5,6
B-Force (gF)	408,6	8,04	595,5	373,8	310,1	405,9
Uzama- El. (%)	5,63	6,94	6,53	6,7	5,88	14,72
Rkm	20,76	16,11	11,61	18,99	15,75	20,62
B-Work (N.cm)	6,137	13,802	9,44	7,549	5,405	18,6

Üretilen iplik özellikleri incelendiğinde, kenevir karışımlı ipliklerin düzgünsüzlük, ince-kalın yer ve neps değerlerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Kenevir, yapısal olarak zor bükülebilen ve eğirilebilen bir materyal olduğu için iplik üretimi sırasında bu düzgünsüzlükler oluşmaktadır.

6 farklı hammaddedeki ipliklerin üretimi tamamlandıktan sonra, örme kumaş üretimlerine geçilmiştir. Günlük kullanımda kişiye sağladığı konfor duygusu dokumaya göre daha fazla olan örme kumaşlar tercih edilmiştir. Çizelge 3.3'de çalışmada kullanılan örme kumaşların makine konstrüksiyon bilgileri verilmiştir. Ne 30 inceliğindeki iplikler Mayer Relanit 3.2 model tek plaka süprem örme makinesinde üretilmiştir (Şekil 3.1). Ne 12 inceliğindeki iplikler ise Monarch VX-SD3BY model tek plaka süprem örme makinesinde üretilmiştir (Şekil 3. 2).



Şekil 3. 1. Mayer Relanit 3,2 model tek plaka süprem örme makinesi https://www.mayercie.com/en/relanite-3-2-s_en/



Şekil 3. 2. Monarch VX- SD3BY model tek plaka süprem örme makinesi https://monarchknitting.org/us/machines

Çizelge 3.3. Örme makineleri özellikleri

Makine Özellikleri	Makine Türü	
Marka/Model	MAYER Relanit 3.2- 30/1	MONARCH VX- SD3BY - 12/1
Makine İnceliği (E)	28	12
Toplam İğne Sayısı	2640	1128
Toplam Platin Sayısı	2640	1128
Makine Çapı (inç)	30	30
Sistem Sayısı	96	48
İplik Sevk Türü	Pozitif Kayış	Çift Sıralı Kayış
Makine Hızı (d/dk)	20	20

Çalışmada kullanılan numunelere ait konstrüksiyon bilgileri ve kodlamalar Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Numunelerin konstrüksiyon ve kodlama bilgileri

Hammadde/Konstrüksiyon Özellikleri	İplik Numarası (Ne)	Örgü Tipi	Makine İnceliği	Makine Çapı (inç)	Toplam İğne Sayısı
P30	30	Süprem	28	30	2640
V	30	Süprem	28	30	2640
PV	30	Süprem	28	30	2640
PM	30	Süprem	28	30	2640
P12	12	Süprem	12	30	1128
PK	12	Süprem	12	30	1128

Gazeleme (Yakma); Gazeleme işleminde amaç, kumaşı oluşturan ipliklerden çıkan lif uçlarını uzaklaştırarak kumaş yüzeyini daha düzgün hale getirmektir. Düzgün bir yakma etkisi sağlanabilmesi için, alev enerjisinin, uzunluğunun devamlı olarak bütün kumaş eni boyunca sabit tutulabilmesi şarttır (Doba Kadem, 2007). Gazeleme makinesi Şekil 3.3'de, gazeleme işlemi proses şartları ise Çizelge 3.5'de belirtilmiştir.



Şekil 3. 3. Osthoff-Senge gazeleme makinesi (https://www.iteks.com/PC/15/Yakma-Hatlari.html)

Çizelge 3.5. Gazeleme şartları

Tip Adı	Hız (m/dk)	Alev Basıncı (Bar)	Bek Pozisyonu	Gaze Yönü	Bek Mesafesi (mm)
%100 Viskon (30/1)	80	10	Yatay	Tek Taraf	8-10
%100 Pamuk (30/1)	80	10	Dikey	Tek Taraf	8-10
Pamuk/Viskon (30/1)	80	10	Dikey	Tek Taraf	8-10
Pamuk/Modal (30/1)	80	10	Dikey	Tek Taraf	8-10
Pamuk/Kenevir (12/1)	80	10	Dikey	Tek Taraf	8-10
%100 Pamuk (12/1)	80	10	Dikey	Tek Taraf	8-10

Ön terbiye işlemleri CANLAR Makine- TM HT- DYEMAX cihazında gerçekleştirilmiştir. Ön terbiye reçeteleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Kumaşların ön terbiye işlem reçeteleri

Viskon Kumaşlar İçin		
Kullanılan Kimyasal	**Kullanım Oranı**	**Kullanılan Miktar**
İyon tutucu	1,25 g/l	627,5 g
Alkali	2 g/l	1004 g
Stabilize Peroksit	Kumaş ağırlığının %8'i	264 g
Asetik Asit	0,35 ml/l	175,7 ml
Anti-peroksit	0,32 ml/l	160,64 ml
Diğer Kumaşlar İçin		
Kullanılan Kimyasal	**Kullanım Oranı**	**Kullanılan Miktar**
İyon tutucu	1,25 g/l	627,5 g
Islatıcı	2 g/l	1004 g
Kostik (48-49 Be)	4 ml/l	3220 ml
Stabilize Peroksit	Kumaş ağırlığının %4'ü	2440 g
Asetik Asit	1 ml/l	805 ml
Anti-peroksit	0,7 ml/l	563,5 ml

Viskon reçetesinde peroksit (ağartıcı) miktarı diğer reçetelerden farklıdır. Bunun sebebi viskon ile yüksek derişimli ağartıcı reaksiyona girdiğinde kumaş yüzeyinde demir kalıntısı oluşmaktadır. Bu durumu önlemek için viskon içeren kumaşlara uygulanan ön terbiye reçetesinde asetik asit miktarı daha az olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.2. Metot

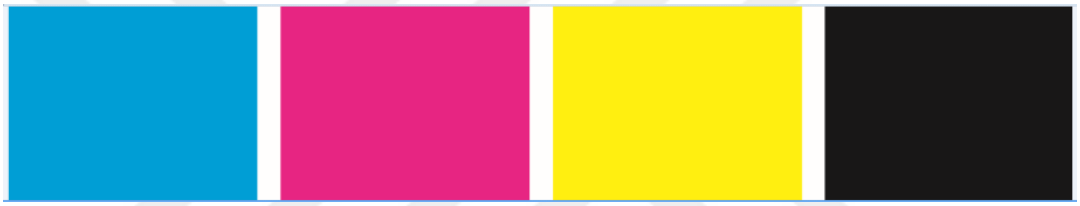
3.2.1. Dijital Baskı Uygulaması

Ön terbiye işleminden sonra kumaşlara fularda reaktif ön işlem patı aktarımı yapılmıştır. Daha sonra kumaşların TTM-marka 8 kamaralı ramöz makinesinde 25 m/dk hızda ve 125 ^{0}C'de geçilmesi sağlanmıştır. Çizelge 3.7'de ön işlem patı reçeteleri verilmiştir. Ön işlemdeki kıvamlaştırıcı miktarı değiştirilerek kumaş özellikleri üzerine etkisi analiz edilmiştir. Kıvamlaştırıcılar liflerin kılcal emme (wicking) özelliklerinden dolayı oluşacak dağılmaları önler, kenar ve hatların keskinliğini korur. Bu nedenle kıvamlaştırıcı miktarındaki değişimin boyarmadde moleküllerinin liflere tutunmasını etkileyeceği ön görülmüştür. Burada işletmenin uyguladığı miktar olan 150 g kıvamlaştırıcı referans alınmış, bu miktar değiştirilerek analizler yapılmıştır.

Çizelge 3.7. Ön işlem patı reçeteleri

Kimyasal Adı	**Kıvamlaştırıcı Miktarları (g/l)**		
Kıvamlaştırıcı (Heraprint Aqua Ink)	**100**	**150**	**200**
Setaprint NDG (Antioksidan)	25	25	25
Sodyum bikarbonat	25	25	25
Köpük Önleyici (Setaprint AP)	3	3	3
Soda	5	5	5
Üre	100	100	100
Su	742	692	642
Toplam	1000		

Ön işlem patı aktarıldıktan sonra kumaşlar dijital baskı için hazır hale gelmiştir. Bu esnada dijital baskı için hazırlanan desen, baskı makinesine bir yazılım yardımı ile aktarılmıştır. Baskı işlemlerinde kullanılmak için Şekil 3.4'te verilen desen tasarlanmıştır.



Şekil 3.4. Dijital baskı deseni

Bu desen baskıcılıkta kullanılan CMYK renk uzayını temsil etmektedir. C Cyan, M Magenta, Y Yellow ve K Siyah renkten oluşmaktadır. Siyah rengin K harfiyle gösterilmesindeki neden, ingilizcedeki 'Key' kelimesinin baş harfi olmasıdır. Baskıcılıkta siyah önemli bir renk olup, görüntü kalitesi, hatlar ve netlik siyah sayesinde sağlandığı için bu renk baskıcılıkta anahtar renk olarak isimlendirilmiştir. Bu desenin seçilmesindeki amaç, kullanılan mürekkep aynı olsa bile değiştirilen parametrelerin renge göre farklılıklarını belirleyebilmektir. Kullanılan mürekkebin ticari isimleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Kullanılan mürekkepler

Renk	Üretici Firma	Ticari Adı
Cyan	Dupont	Artistri R773
Magena		Artistri R715
Yellow		Artistri R746
Key		Artistri R796

Dijital baskı işlemi NASSENGER PRO 60 makinesinde gerçekleştirilmiştir. Cihaza ait teknik bilgiler Çizelge 3.9'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.9. NASSENGER PRO 60 dijital baskı makinesine ait teknik bilgiler

Ürün Adı	NASSENGER PRO 60
Teknoloji	Drop-on-Demand Piezzo teknolojisi
Yazıcı Kafası	9 ünite*512 nozzle- Su bazlı mürekkep
Mürekkep Türü	Reaktif, Dispers, Asit
Baskı Eni	1850 mm
Tavsiye Edilen Kumaş Kalınlığı	3 mm'ye kadar
Baskı seçenekleri	540*360 dpi- Hız 60 m^2/sa 540*540 dpi- Hız 40 m^2/sa 540*720 dpi- Hız 30 m^2/sa 900*720 dpi- Hız 20 m^2/sa
Çevresel Ortam Şartları	15-30 ºC, 40-70 % Nem
Desen Programı	RIP sıkıştırma programı (PowerRIP)
Makine Ölçüleri	4830*1740*2080 mm

Dijital baskı işlemi 540*360 dpi çözünürlükte iki pass (geçiş) olacak şekilde 40 m^2/saat üretim hızında gerçekleşmiştir. Kumaş besleme ve kumaş sarım sistemleri dijital baskı makinesi ile entegredir. Dijital baskı makinesi çıkışında yine makineye entegre bir kurutucu vardır. Bu kurutucu kumaş sarılmadan önce baskılı kumaşı kurutarak renk dağılmalarının önüne geçmektedir.

Dijital baskı makinesinden kurutularak çıkan kumaş, fikse işlemi için buharlama makinesine getirilmektedir. Fikse işleminde amaç boyarmaddelerin liflere nüfuziyetini arttırarak daha canlı ve kalıcı renkler elde edebilmektir. Fikse işlemi ARIOLI marka 1996 model fikse cihazında set değeri 110 ºC'de gerçekleştirilmiştir. Numunelerin fikse kamarasından geçiş hızı sabittir. Ortalama buhar tüketimi 800 kg/saat olan makinenin ısıtma sistemi kızgınyağdır. Fikse süresinin kumaş özelliklerine etkisinin gözlenebilmesi için 6 ve 10 dakika fikse süreleri uygulanmıştır. İşletmenin uyguladığı fikse süresi 8 dakikadır.

Fikseleme sonrası kumaşa tutunamamış boya ve kimyasal artıkların kumaş yüzeyinden uzaklaştırılabilmesi için kombine yıkama ve kurutma işlemleri yapılmıştır. Yıkama işlemi MCS markalı 8 kabinli halat kumaş yıkama makinesinde yapılmıştır. Sıcaklıklar her kabin için 90 ºC olacak şekilde ayarlanmıştır. Yıkama işlemi her numune için toplamda 10.000 lt su ve 40 kg sabun kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yıkama işlemi sonrasında yapılan kurutma işlemi de TTM-marka ram makinesinde gerçekleştirilmiştir. Kurutma makinesi işlem adımları Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Kurutma işlemi

Kabin No	1-2	3-4-5	6-7-8
Sıcaklık/ Kumaş formu	95 ºC/Açık En	95 ºC/Halat Formu	70 ºC'den 30 ºC'ye /Halat Formu

3.2.2. Dijital Baskılı Kumaşlara Uygulanan Testler

Üretimi gerçekleşen kumaşların özelliklerinin tespiti amacıyla bazı testler uygulanmıştır. Bu testler ve standartları Çizelge 3.11'de açıklanmıştır. Bunların yanı sıra numunelerin SEM-Taramalı Elektron Mikroskobu ile görüntüleri alınmıştır. Renk değerlendirmesi için de spektrofotometre cihazı kullanılarak renk analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm kumaşlar yapılacak olan ölçümler öncesinde TS EN ISO 139 (2008) standardı esaslarına göre, standart atmosfer koşullarındaki laboratuvar ortamında (20±2 ºC sıcaklık ve %65±2 bağıl nem) en az 24 saat boyunca bekletilerek kondüsyonlanmıştır.

Çizelge 3.11. Kumaşlara uygulanan testler ve standartları

No		Analiz Adı	Standart No	Standart Adı
1	Fiziksel Testler	Gramaj	TS 251-1991	Dokunmuş kumaşlar - Birim uzunluk ve birim alan kütlesinin tayini
2		Sıklık	TS EN 14971-2006	Tekstil- Örülmüş kumaşlar- Birim uzunluk ve birim alan başına örgü ilmeği sayısının tayini
3		İlmek İplik uzunluğu	TS EN 14970-2006	Tek iplikli örme kumaşlarda örgü ilmeği ve iplik doğrusal yoğunluğunun tayini
4		Kalınlık	TS 7128 EN ISO 5084-1998	Tekstil-Tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlık tayini
5	Performans Testleri	Patlama Mukavemeti	TS EN ISO 13938-2-2020	Tekstil-Kumaşların patlama özellikleri - Bölüm 2: Patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini için pnömatik metot
6		Dairesel Eğme Test Metodu İle Yumuşaklık	ASTM D 4032-94-1994	Dairesel Eğme Test Metodu
7		Boncuklanma Tayini	TS EN ISO 12945-2- 2002	Tekstil- Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının tayini- Bölüm 2: Martindale metodu
8		Hava Geçirgenliği	TS 391 EN ISO 9237-1999	Tekstil -Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini
9		MMT- Nem Yönetim Testi	AATCC 195:2009-2017	Test Method for Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics
10		Kuruma Davranışı		
11	Haslık Testleri	Sürtme Haslığı	ISO 105X12-2016	Tekstil - Renk haslığı deneyleri - Bölüm X12: Sürtmeye karşı renk haslığı tayini
12		Ütüleme Haslığı	TS 472 EN ISO 105-X11-2000	Tekstil - Renk haslığı deneyleri - Bölüm x11: Sıcak pres ile ütülemeye karşı renk haslığı tayini
13		Yıkama Haslığı	TS EN ISO 105-C10-2011	Tekstil - Renk haslığı deneyleri - Bölüm c10: Sabun veya sabun ve soda ile yıkamaya karşı renk haslığı

3.2.2.1. Fiziksel Testler

Gramaj Tayini

Kumaş ağırlığı, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan dijital ekrana sahip elektronik hassas tartı (Şekil 3.5) ile TS 251 standardına göre ölçülmüştür. Ölçümler her renk için 5'er kez yapılmış, ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Elektronik hassas tartı

Sıklık Tayini

Kumaşların ilmek sıra ve ilmek çubuk sıklıklarını tespit etmek için kumaş büyüteci (loop) kullanılmıştır. Sıklıklar sayılırken her renk için 5'er ölçüm yapılmıştır.

İlmek İplik Uzunluğu

Kumaş yüzeyini oluşturan bir ilmekteki iplik miktarının belirlenebilmesi için yapılan analizdir. İlmek iplik uzunluğu analizi için kumaş üzerinde 100 cm'lik işaretleme yapılmıştır, bu aralıktaki ilmek sayısı ölçülmüştür. Daha sonra kumaş bu iplikler denk gelecek şekilde sökülerek işaretli iplikler elde edilmiştir. Bu ipliklere 10 g'lık ağırlık bağlanarak cetvel yardımıyla ölçüm yapılmıştır. Böylece ilmek başına düşen iplik uzunluğu tespit edilmiştir. Bu ölçüm kumaşın her rengi için farklı yerlerden 5'er kez yapılmıştır.

Kumaş Kalınlığı

Numunelerin kalınlık ölçümleri için Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan dijital göstergeli kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Numunelere her renk için 5 adet ölçüm yapılmıştır.

3.2.2.2. Performans Testleri

Patlama Mukavemeti

Patlama mukavemeti, kumaşa çok yönlü uygulanan kuvvete karşı kumaşın dayanımını gösteren bir büyüklüktür. Numunelere ait patlama mukavemeti testi Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan JH Truburst mukavemet test cihazında yapılmıştır. Numunelere 6 ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler, kumaştaki CMYK renklerinin olduğu her bir bölgeden yapılmış olup, ayrıca renklerin arasındaki CM ve YK olan kısımlardan da ölçüm alınmıştır.

Dairesel Eğme Test Metodu İle Yumuşaklık Tayini

Kumaşların yumuşaklık derecesinin tespitinde Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan Dijital Pnomatik Stiffness Tester cihazı kullanılmıştır. Test yapılan kumaştan 102 x 204 mm ebatlarında 6 adet numune alınmıştır. Ölçümler, kumaştaki CMYK renklerinin olduğu her bir bölgeden yapılmış olup, ayrıca renklerin arasındaki CM ve YK olan kısımlardan da ölçüm alınmıştır. Deneye başlamadan önce basınç manometre yardımıyla 3 bar'a sabitlenmiştir. Hazırlanan numune cihaz üzerinde deliği örtecek şekilde yerleştirildikten sonra, parmağın hareket etmesi sağlanmıştır. Parmağın yükü sayesinde, numunenin delikten geçmesiyle deney fiziksel olarak tamamlanmıştır. Bu sırada dijital göstergede kg-f cinsinden okunan değer, test sonucunu vermektedir. Kumaşın delikten geçmesi için uygulanması gereken yükün yüksek olması yumuşaklık derecesinin düşük olduğu anlamına gelir.

Boncuklanma Tayini

Boncuklanma direnci testi, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan Martindale test cihazında (Şekil 3.6) TS EN ISO 12945–2 standardı esas alınarak yapılmıştır.



Şekil 3.6. Martindale cihazı

Test yapılan kumaştan 6 adet numune alınmıştır. Alınan numunelerin çapı 14 cm'dir. Numuneler, belli bir basınçta yünlü bir kumaşa sürtünmenin yapıldığı diske yerleştirilmiştir. Ölçümler, kumaştaki CMYK renklerinin olduğu her bir bölgeden yapılmış olup, ayrıca renklerin arasındaki CM ve YK olan kısımlardan da ölçüm alınmıştır. Martindale boncuklanma test cihazında 2000 devir uygulanmıştır. Kumaşlar daha sonra EMPA standart fotoğraflarıyla karşılaştırılarak, boncuklanma derecelerine göre 1'den 5'e kadar değerlendirilmiştir. Görsel değerlendirmede 1: 'çok ileri derecede boncuklanma', 2: 'ileri derecede boncuklanma', 3: 'orta derecede boncuklanma', 4: 'hafif derecede boncuklanma', 5: 'boncuklanma yok' anlamına gelmektedir.

Hava Geçirgenliği

Önemli bir konfor analizi olan hava geçirgenliği Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Prowhite EP08M Cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Prowhite hava geçirgenliği test cihazı

Kumaşların hava geçirgenlik (mm/s) değerini tespit edebilmek için Eşitlik 3.1 kullanılmıştır.

$$R = \frac{\overline{qv}}{A} * 167 \qquad (3.1)$$

$\overline{qv}$; hava akışının aritmetik ortalaması, dm^3/dk

A; deneye tabi tutulan kumaş alanı, cm^2,

167; dm3/(dakika x cm^2) biriminden mm/s birimine geçiş için dönüştürme faktörü

Numunelere 6 ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler, kumaştaki CMYK renklerinin olduğu her bir bölgeden yapılmış olup, ayrıca renklerin arasındaki CM ve YK olan kısımlardan da ölçüm alınmıştır.

MMT- Moisture Management Tester-Nem iletimi testi

Numuneler üzerine nem iletimi testi AATCC 195 “Tekstil kumaşlarının sıvı nem iletimi özellikleri” test standardı esas alınarak USKİM laboratuvarında bulunan SDL Atlas firmasına ait MMT-Moisture Management Tester M290 Nem İletimi Test cihazında yapılmıştır. Cihaz Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

Bu cihazda kumaşların çok yönlü sıvı iletim özelliklerinin ölçümü gerçekleştirilmektedir. Cihazda üst yüzey, giysi giyildiğinde insan vücudunun derisine yakın olan kısmı; alt yüzey ise dış çevreye yakın olan kısmı simule etmektedir. Cihaz, sıvının kumaş içerisinde bulunmasıyla kumaşın temas elektriksel direncinin değişeceği esasına göre çalışmaktadır. Kumaşların kuru halde sahip oldukları çok yüksek elektriksel direncin sıvının bulunması durumunda azalması ve her iki durum için kumaştan oluşan devredeki voltajlar arasındaki farktan kumaşta bulunan sıvı miktarı tespit edilmektedir https://sdlatlas.com/products/mmt-moisture-management-tester.



Şekil 3.8. MMT nem iletimi test cihazı

Test edilecek kumaştan 5’er adet 8x8 cm ebatlarında numuneler kesilmektedir. Cihaz ve bilgisayar yazılımı çalıştırıldıktan sonra iki sensör arasına numune yerleştirilmektedir. Ölçüm sırasında silikon kablonun içinde bulunan Sodyum klorür (NaCl) çözeltisi belirli bir süreyle numunenin üzerine damlamaktadır. Ölçüm 120 sn kadar devam etmektedir. Numunelerin ölçümleri tamamlandığında elde edilen eğrilerden kumaşın ıslanma süresi (üst-alt), emilim oranı (üst-alt), maksimum ıslak daire çapı (üst-alt), ıslanma hızı (üst-alt), kümülatif tek yönlü taşıma endeksi ve sıvı yönetim performansı ölçülmektedir (https://sdlatlas.com/products/mmt-moisture-management-tester). Ölçüm sonrası numunelerin nem iletim özelliklerinin değerlendirilmesi için Çizelge 3.12 kullanılmaktadır.

Bu analizde P30 için tüm numunelerin tüm renklerine test uygulanmış, CMYK renkleri arasında önemsenecek bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu nedenle diğer 5 hammaddeye ait numunelere kumaşların siyah baskılı kısımlarından ölçüm yapılmıştır.

Çizelge 3.12. MMT test sonuçlarını değerlendirme skalası (https://sdlatlas.com/products/mmt-moisture-management-tester)

İndeksler \ Derece		Skala				
		1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	üst	⩾120	20–119	5–19	3–5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	⩾120	20–119	5–19	3–5	<3
		ıslanma yok	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Emilim oranı (%/sn)	üst	0–9	10–29	30–49	50–100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0–9	10–29	30–49	50–100	>100
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Maksimum ıslak daire yarıçapı (mm)	üst	0–7	8–12	13–17	18–22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0–7	8–12	13–17	18–22	>22
		ıslanma yok	küçük	orta	hızlı	çok hızlı
Islanma hızı (mm/sn)	üst	0,0–0,9	1,0–1,9	2,0–2,9	3,0–4,0	>4,0
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
	alt	0,0–0,9	1,0–1,9	2,0–2,9	3,0–4,0	>4,0
		çok yavaş	yavaş	orta	hızlı	çok hızlı
Kümülatif tek yönlü taşıma endeksi (%)		<-50	-50–99	100–199	200–400	>400
		çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel
Sıvı yönetim performansı		0,0–0,19	0,2–0,39	0,4–0,59	0,6–0,8	>0,8
		çok kötü	kötü	iyi	çok iyi	mükemmel

Kuruma Davranışı Tayini

Kurumanın, tekstil ürünlerinin konforunun değerlendirilmesinde büyük bir önemi vardır. AATCC TM 199 standardı esas alınarak her kumaş tipinden 3'er adet numune kesilmiştir ve numuneler hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra saf su içinde yarım saat belirtilerek tamamen ıslanması ve üzerinde hiç hava kabarcığı kalmaması sağlanmıştır. Sudan çıkarılan numunelerin fazla suyu uzaklaştırıldıktan sonra numunelerin her iki yüzü 1'er dakika kurutma kâğıdının üzerinde bekletilmiştir. Kumaşların ıslak ağırlığı tespit edildikten sonra, standart dış sıcaklık ortamında serbest halde ve aynı anda her 30 dakikada bir kaybetmiş oldukları ağırlık ölçülmüştür. Kumaşların tekrar kondisyonlanmış kuru ağırlıklarına gelene kadarki süreler, kumaşların kuruma süreleri olarak kaydedilmiştir (Karakaş, 2023). Hesaplamalar yapılırken ağırlık kaybı, yaş ağırlıktan 90. Dakikadaki ağırlık çıkartılarak bulunmuştur. Kütlece % değişim ise hesaplanan ağırlık kaybının yaş ağırlığa bölünmesi ile bulunmuştur.

SEM Analizi

Numunelerin yüzey görüntülerini inceleyebilmek için SEM-Taramalı elektron mikroskobu analizleri gerçekleştirilmiştir. SEM analizinde, elektron demeti ile numune arasındaki etkileşimler sonucunda oluşan ikincil elektronlar, Auger elektronları, saçılmış elektronlar ile X ışınları çeşitli dedektörler tarafından algılanarak bilgisayara veri olarak aktarılmaktadır. Bu veriler ile numune yüzeyi ve bileşimi hakkında bilgi edinilmektedir. Çalışmada Çukurova Üniversitesi Merkezi Laboratuvarda bulunan FEI Quanta 650 Field Emission SEM cihazı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9). Numunelerin morfolojik yapılarını incelemek için numunelerin üstü iletken bir madde olan altın ile kaplanmış ve görüntüleri alınmıştır.

Bu analizde P30 için tüm numunelerin tüm renklerine test uygulanmış, CMYK renkleri arasında önemsenecek bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu nedenle diğer 5 hammaddeye ait numunelere kumaşların siyah baskılı kısımlarından ölçüm yapılmıştır.



Şekil 3.9. SEM cihazı

Spektrofotometrik Analiz

Çalışmada kumaşların renk analizleri için Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Spektrofotometrik ölçüm yapılmadan önce ortam sıcaklığı ve nem ölçülmüştür. Ölçüm öncesi ve ölçümler esnasında belirli aralıklarla kalibrasyon yapılmıştır. Minolta marka CM 3600 model bu cihaz ile gözlemci açısı 10˚ olacak şekilde, D65 gün ışığı altında ve 400-700 nm dalga boyları arasında ölçümler yapılmıştır. Bilgisayara bağlı olarak çalışan spektrofotometre cihazında analizler özel bir yazılım olan RealColor1.3® kullanılarak yapılmıştır. Ölçümler sonrası L* (açıklık-koyuluk), a*(kırmızılıkyeşillik), b*(sarı-mavilik), C* (berraklık-kromatiklik), h (renk ölçüsü) değerleri

kaydedilmiştir. CIELab renk ölçüm sistemine göre "a*" değeri arttıkça rengin kırmızı, azaldıkça yeşil; "b*" değeri arttıkça rengin sarı, azaldıkça mavi; "L*" değeri arttıkça rengin açıldığı, azaldıkça koyulaştığı; "C" değeri arttıkça rengin berraklaştığı, azaldıkça matlaştığı ifade edilmektedir. "H" değeri ise renk cinsini ifade eder (Duran, 2001). Ayrıca K/S olarak tabir edilen renk kuvveti (Color Strength) değeri de spektrofotometre ile Kubelka- Munk formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

Numunelerin kıvamlaştırıcı miktarına göre ve fikse süresine göre oluşan renk farkını hesaplamak için CIELab 1976 formülü (Eşitlik 3.2) kullanılarak ΔE (toplam renk farkı) değerleri elde edilmiştir.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} \quad (3.2)$$

Ayrıca Kasikovic ve arkadaşları, 2011 yılında yaptıkları bir çalışmada ΔE değerinin gri skaladaki karşılık gelen değerini tespit etmişlerdir. Çalışmada Çizelge 3. 13'deki limit değerler esas alınarak da sonuçlar elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.13. ΔE renk farkı limit değerleri (Kasikovic ve ark., 2011)

ΔE Değeri	**Gri Skaladaki Değeri**
ΔE <0,4	5
0,4<ΔE<1,25	4-5
1,25≤ ΔE<2,1	4
2,1≤ ΔE<2,95	3-4
2,95≤ ΔE<4,1	3
4,10≤ ΔE<5,8	2-3
5,8≤ ΔE<8,2	2
5,2≤ ΔE<11,6	1-2
≥11,6	1

Sürtme Haslığı

Numune kumaşlara sürtmeye karşı renk haslığı testi Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan "Krokmetre" sürtme haslığı test cihazında uygulanmıştır (Şekil 3.10). 14x5 cm ebatında her renkten 3 adet olacak şekilde hazırlanan kumaşlar, krokmetreye yerleştirilmiştir. 5x5 cm ölçülerindeki pamuklu refakat bezi de krokmetrenin mandalına yerleştirilmiş ve 10 saniyede 10 kez gidiş geliş hareketi yapılarak

kumaşların kuru sürtme haslıkları kontrol edilmiştir. Yaş sürtme testi için pamuklu refakat bezi kendi ağırlığı kadar ıslatılmıştır. Aynı şekilde numune ve refakat bezi krokmetreye yerleştirilmiş ve 10 saniyede 10 kez gidiş geliş hareketi yapılarak kumaşların yaş sürtme haslıkları da belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Krokmetre cihazı

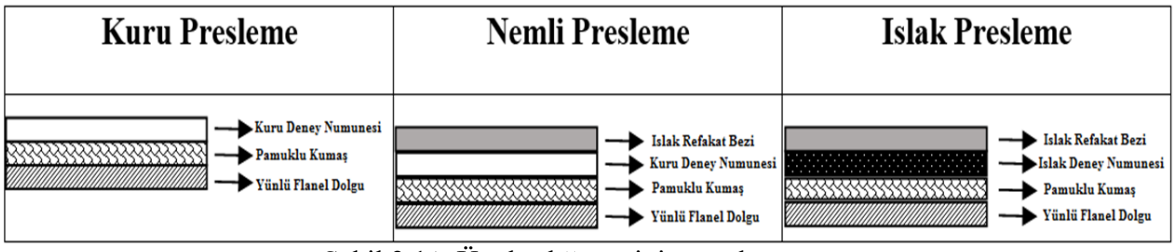
Yıkama Haslığı

Numune kumaşların yıkama haslıklarının tespiti TS EN ISO 105-C06 standardı esas alınarak Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan GYROWASH cihazında yapılmıştır. Analizi yapılacak numune kumaştan ve multifibre'den 10x4 cm boyutlarında 1'er adet kesilip birbirine dikilerek hazırlanmıştır. Test için 1 lt saf suya 4 gr/lt ECE deterjan ilave edilerek hazırlanan çözeltiden, 1 numune için 150 ml alınarak numune çözelti içerisine atılmış, hazırlanan test numuneleriyle birlikte sürtünmeyi sağlamak amacıyla 10 çelik bilye konulmuştur. Test GYROWASH cihazında 40ºC'de 30 dk.da gerçekleştirilmiştir. Süre bitiminde numuneler makineden çıkarılmış ve durulama işlemi yapılmıştır. Durulanan numuneler kumaş ve multifibre birbirine değmeyecek şekilde kurutulmuştur. Kuruma sonrası yıkanmamış multifibre ile yıkanmış multifibre karşılaştırılmış ve gri skala ile değerlendirilmiştir.

Ütüleme Haslığı

EN ISO 105-X11/2000 standardına göre yapılan sıcak pres ile ütülemeye karşı renk haslığı testi Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan Pres ütüleme cihazı ile yapılmaktadır. Testin prensibinde kuru, nemli ve ıslak olmak üzere 3 durum bulunmaktadır. Pres ütüleme cihazı elektrikli ısıtma plakalarına sahiptir ve deney numunesine 4 kPa ± 1 kPa basınç uygulamaktadır. Pres cihazının sıcaklığı 110 °C ± 2°C olarak kaydedilmiştir. Analiz yapılırken yünlü flanel dolgu ve ağartılmış boyanmamış pamuklu refakat bezi 100 mm x 400 mm boyutunda numune kullanılmıştır. Numunelerdeki renk değişimi uygun gri skala ile 15 sn

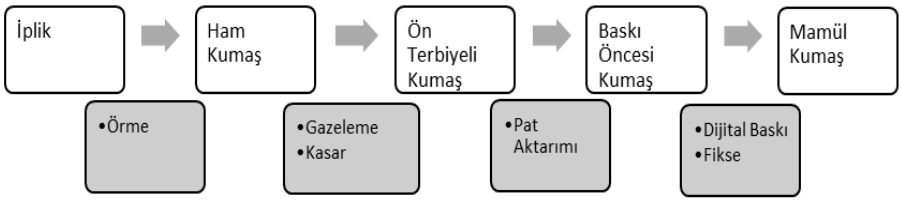
preslendikten hemen sonra ve deney numunesi standart atmosfer koşullarında 4 saat süre ile kondüsyonlandıktan sonra değerlendirilmiştir. Testin yapılışı şematik olarak Şekil 3.11'de gösterilmiştir (Özdemir ve Doba Kadem, 2022).



Şekil 3.11. Ütü haslığı testinin yapılış şeması

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Doktora tezi kapsamında; çevre dostu bir üretim şekli olarak bilinen dijital (ink-jet) baskı uygulamasındaki ön işlem patında kullanılan kıvamlaştırıcının miktarı ve baskı sonrası fikse süresi değiştirilmiş, değişen bu parametrelerin kumaş özelliklerine etkisi yapılan testlerle analiz edilmiştir. Bu çalışmada yapılan üretimler Şekil 4.1.'de özetlenmiştir.



Şekil 4.1. Üretim adımları

Çizelge 4.1'de numune özellikleri ve kodlamaları verilmiştir. Numune sayısı 6 farklı hammaddeden kumaşa, 3 farklı kıvamlaştırıcı miktarı ve 2 farklı fikse süresi uygulanarak 36 adet numune elde edilmiştir. Bunun yanı sıra bazı testlerde numunenin ham hali 'Ham', ön terbiye sonrası hali Ön Terbiye (ÖT) olarak isimlendirilmiştir. Renk ölçümleri gösterilirken de bu kodlamaların yanına renge ait harf (C=Cyan, M=Magenta, Y=Yellow ve K=Siyah) eklenmiştir.

Çizelge 4.1. Numune özellikleri ve kodlamaları

HAMMADDE	Kıvamlaştırıcı Miktarı/Fikse Süresi	HAMMADDE	Kıvamlaştırıcı Miktarı/Fikse Süresi
%100 Pamuk (Ne 30/1) **P30**	100 g/ 6 dk	%50 Pamuk+ %50 Modal (Ne 30/1) **PM**	100 g/ 6 dk
	100 g/ 10 dk		100 g/ 10 dk
	150 g/ 6 dk		150 g/ 6 dk
	150 g/ 10 dk		150 g/ 10 dk
	200 g/ 6 dk		200 g/ 6 dk
	200 g/ 10 dk		200 g/ 10 dk
%100 Pamuk (Ne 12/1) **P12**	100 g/ 6 dk	%50 Pamuk+ %50 Viskon (Ne 30/1) **PV**	100 g/ 6 dk
	100 g/ 10 dk		100 g/ 10 dk
	150 g/ 6 dk		150 g/ 6 dk
	150 g/ 10 dk		150 g/ 10 dk
	200 g/ 6 dk		200 g/ 6 dk
	200 g/ 10 dk		200 g/ 10 dk
%70 Pamuk+ %30 Kenevir (Ne 12/1) **PK**	100 g/ 6 dk	%100 Viskon (Ne 30/1) **V**	100 g/ 6 dk
	100 g/ 10 dk		100 g/ 10 dk
	150 g/ 6 dk		150 g/ 6 dk
	150 g/ 10 dk		150 g/ 10 dk
	200 g/ 6 dk		200 g/ 6 dk
	200 g/ 10 dk		200 g/ 10 dk

Kumaşlara ilgili standartlara uygun şekilde fiziksel, performans, konfor ve renk testleri uygulanmıştır.

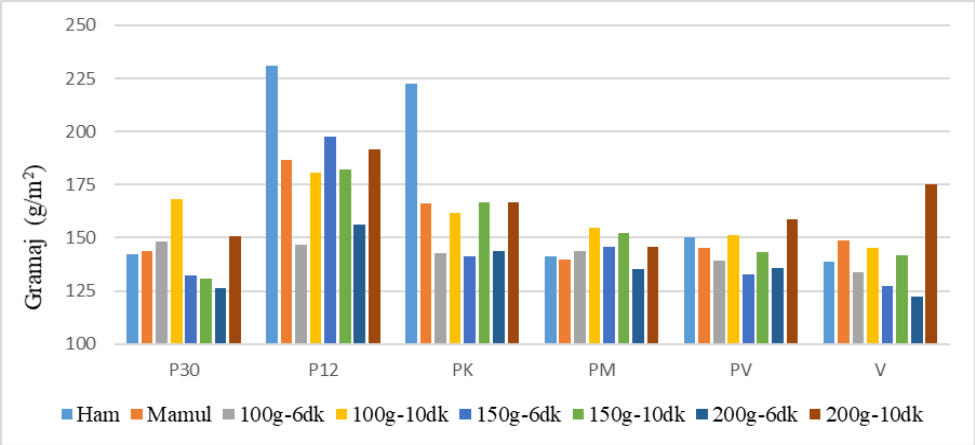
4.1. Fiziksel Testler

Çizelge 4. 2'de kumaşların gramaj sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Kumaşların gramaj sonuçları

Gramaj g/m^2	Kıvamlaştırıcı Miktarı	Fikse Süresi	C	M	Y	K	Ort.	St.Sap.
P30	100 g	6 dk	152,82	144,75	142,74	152,12	148,108	4,427
		10 dk	166,74	173,65	164,02	167,31	167,930	3,529
	150 g	6 dk	133,13	132,85	129,65	134,21	132,460	1,700
		10 dk	137,08	124,65	125,63	135,86	130,805	5,692
	200 g	6 dk	133,72	125,19	121,39	124,73	126,258	4,551
		10 dk	147,82	154,47	149,07	150,97	150,583	2,509
P12	100 g	6 dk	150,17	140,71	146,36	149,24	146,620	3,690
		10 dk	187,91	173,72	173,12	187,08	180,458	7,047
	150 g	6 dk	200,57	196,14	192,66	200,76	197,533	3,366
		10 dk	191,61	180,49	176,74	179,54	182,095	5,664
	200 g	6 dk	155,31	154,31	148,09	166,40	156,028	6,597
		10 dk	202,36	189,64	189,28	185,28	191,640	6,421
PK	100 g	6 dk	142,51	138,22	140	149,81	142,635	4,414
		10 dk	157,85	158,67	161,76	169,14	161,855	4,452
	150 g	6 dk	146,09	140,56	141,38	136,19	141,055	3,513
		10 dk	174,35	170,27	160,56	161,25	166,608	5,887
	200 g	6 dk	147,06	145,78	136,80	145,97	143,903	4,130
		10 dk	172,07	173,10	162,24	159,72	166,783	5,882
PM	100 g	6 dk	148,52	144,12	138,93	143,96	143,883	3,395
		10 dk	145,69	156,18	160,68	155,59	154,535	5,473
	150 g	6 dk	137,19	154,13	143,72	147,63	145,668	6,147
		10 dk	157,44	153,12	146,38	151,24	152,045	3,969
	200 g	6 dk	136,57	132,02	131,59	141,71	135,473	4,096
		10 dk	121,16	126,20	125,01	131,47	145,960	3,686
PV	100 g	6 dk	140,46	139,11	136,60	140,44	139,153	1,572
		10 dk	150,24	157,55	153,69	143,31	151,198	5,237
	150 g	6 dk	127,64	134,83	135,09	134,12	132,920	3,069
		10 dk	141,39	143,95	143,79	143,91	143,260	1,081
	200 g	6 dk	130,12	138,61	137,56	136,11	135,600	3,286
		10 dk	159,79	162,97	155,40	156,80	158,740	2,912
V	100 g	6 dk	133,76	136,48	133,60	131,09	133,733	1,907
		10 dk	139,95	146,10	145,72	148,37	145,035	3,106
	150 g	6 dk	125,39	127,86	129,37	126,61	127,308	1,477
		10 dk	139,96	140,50	143,80	142,28	141,635	1,516
	200 g	6 dk	153,07	157,53	154,63	143,73	152,240	5,167
		10 dk	169,07	188,05	185,30	159,04	175,365	11,893

Şekil 4.2'de gramaj sonuçları histogram grafiği ile gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde kıvamlaştırıcı miktarının kumaş gramajı üzerinde olumlu ya da olumsuz bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Ancak, fikse süresinin neredeyse tüm numunelerde ağırlık artışına neden olduğu tespit edilmiştir. Buna neden olarak da kumaşların 110 ºC'de fikse makinesinde kalma süresinin artışının kumaşların alansal yoğunluğunu ve dolayısıyla da birim alandaki kütleyi arttırması olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Kumaş gramajlarına ait grafik

Çizelge 4. 3'de kumaşların ilmek sıra sayısı sonuçları gösterilmiştir. Çizelge 4. 4'de kumaşların ilmek çubuk sayısı sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 4. 3. Kumaşların ilmek sıra sayısı sonuçları

İlmek Sıra Numarası	Kıvamlaştırıcı Miktarı	Fikse Süresi	C	M	Y	K	Ort.	St.Sap.
P30	100 g	6 dk	16	15,8	15,5	16	15,81	0,2073
		10 dk	17	16	15,3	16	16,06	0,6219
	150 g	6 dk	15	14,8	14	15,3	14,75	0,4677
		10 dk	15	15	15	13	14,50	0,8660
	200 g	6 dk	15	14,8	15	15	14,94	0,1083
		10 dk	15	16	15,8	15,5	15,56	0,3698
P12	100 g	6 dk	7,75	8	7,5	8,25	7,88	0,2795
		10 dk	8	8,5	9	9,25	8,69	0,4801
	150 g	6 dk	8	8,5	9	9,25	8,69	0,4801
		10 dk	8	8,5	9	9,25	8,69	0,4801
	200 g	6 dk	8,5	8,25	8	8,25	8,25	0,1768
		10 dk	8	8,5	9	9,25	8,69	0,4801
PK	100 g	6 dk	8	8	8	7,75	7,94	0,1083
		10 dk	8,5	8,25	8	8,25	8,25	0,1768
	150 g	6 dk	8	8,25	8,25	8,5	8,25	0,1768
		10 dk	8,75	8,75	8,75	9	8,81	0,1083
	200 g	6 dk	7,75	7,8	7,4	7,75	7,68	0,1601
		10 dk	8,5	8,25	8	8,25	8,25	0,1768

Çizelge 4. 3. Kumaşların ilmek sıra sayısı sonuçları (Devamı)

PM	100 g	6 dk	18,6	18,3	18,5	18	18,35	0,2291
		10 dk	18,4	18,6	19	18,3	18,56	0,2815
	150 g	6 dk	18,5	18	18,3	18,3	18,25	0,1768
		10 dk	19	17,8	19,5	19	18,81	0,6465
	200 g	6 dk	18	18,5	18,8	18,5	18,44	0,2724
		10 dk	18	17,5	18	19,3	18,19	0,6465
PV	100 g	6 dk	18,5	18,5	19	18	18,50	0,3536
		10 dk	18	19	19,5	18,5	18,75	0,5590
	150 g	6 dk	18	17,5	18	19,3	18,19	0,6465
		10 dk	18	19	18,5	18,5	18,50	0,3536
	200 g	6 dk	18	18,5	18,8	18,5	18,44	0,2724
		10 dk	18	19	18,5	18,5	18,50	0,3536
V	100 g	6 dk	18	16,8	18,5	18	17,81	0,6465
		10 dk	17	18	18,5	17,5	17,75	0,5590
	150 g	6 dk	17	17,5	18	18,3	17,69	0,4801
		10 dk	18	17,5	18	19,3	18,19	0,6465
	200 g	6 dk	18	18,5	19	19,3	18,69	0,4801
		10 dk	17,8	18,5	19	18	18,31	0,4801

Çizelge 4. 4. Kumaşların ilmek çubuk sayısı sonuçları

İlmek Çubuk Numarası	**Kıvamlaştırıcı Miktarı**	**Fikse Süresi**	**C**	**M**	**Y**	**K**	**Ort.**	**St.Sap.**
P30	100 g	6 dk	17,5	17,75	16,75	16,65	17,16	0,4722
		10 dk	18,5	19,15	19,25	18,75	18,91	0,3029
	150 g	6 dk	18,75	18,75	19	18,85	18,84	0,1023
		10 dk	19	17	17	19,25	18,06	1,0662
	200 g	6 dk	17	18	19	17	17,75	0,8292
		10 dk	18,5	18,75	18	18,4	18,41	0,2701
P12	100 g	6 dk	9,5	9	9,5	9,8	9,45	0,2872
		10 dk	9,53	9,9	9,75	10,2	9,85	0,2436
	150 g	6 dk	9,53	9,9	9,75	10,2	9,85	0,2436
		10 dk	9,53	9,9	9,75	10,2	9,85	0,2436
	200 g	6 dk	9,53	9,9	9,75	10,2	9,85	0,2436
		10 dk	9,53	9,9	9,75	10,2	9,85	0,2436
PK	100 g	6 dk	10,5	10	10,25	10,6	10,34	0,2328
		10 dk	9	10	8	9,25	9,06	0,7153
	150 g	6 dk	8,75	8,75	9	9	8,88	0,1250
		10 dk	9,5	8,75	9,5	9,75	9,38	0,3750
	200 g	6 dk	9	10	9	8,25	9,06	0,6219
		10 dk	9,5	9	9,5	9,8	9,45	0,2872
PM	100 g	6 dk	30,25	30,5	30	30,25	30,25	0,1768
		10 dk	30,75	30,75	31	31	30,88	0,1250
	150 g	6 dk	30	30	29,5	29,8	29,83	0,2046
		10 dk	31	30	30	31	30,50	0,5000
	200 g	6 dk	30	30	29	29,75	29,69	0,4098
		10 dk	29	28,5	28,5	29,5	28,88	0,4146

Çizelge 4. 4. Kumaşların ilmek çubuk sayısı sonuçları (Devamı)

PV	100 g	6 dk	29	28,8	28,8	27,75	28,59	0,4904
		10 dk	30,5	30,25	30	30,25	30,25	0,1768
	150 g	6 dk	27,8	28,25	28	27,6	27,91	0,2408
		10 dk	26,75	27	26,75	26,75	26,81	0,1083
	200 g	6 dk	28,25	27	28,75	28,75	28,19	0,7153
		10 dk	30,25	31	28,75	30,75	30,19	0,8728
V	100 g	6 dk	26,75	27	26,75	26,75	26,81	0,1083
		10 dk	30	30	30	30	30,00	0,0000
	150 g	6 dk	26,75	27	26,75	26,75	26,81	0,1083
		10 dk	29	29	29	29	29,00	0,0000
	200 g	6 dk	30,25	30,5	31	31	30,69	0,3248
		10 dk	31	30	30,75	31,5	30,81	0,5413

İlmek iplik uzunluğu kumaşın hem boyutsal hem de fiziksel özellikleri üzerinde etkilidir. Çizelge 4.5'de ve Şekil 4.3'de kumaşların ortalama ilmek iplik uzunluğu sonuçlarına yer verilmiştir.

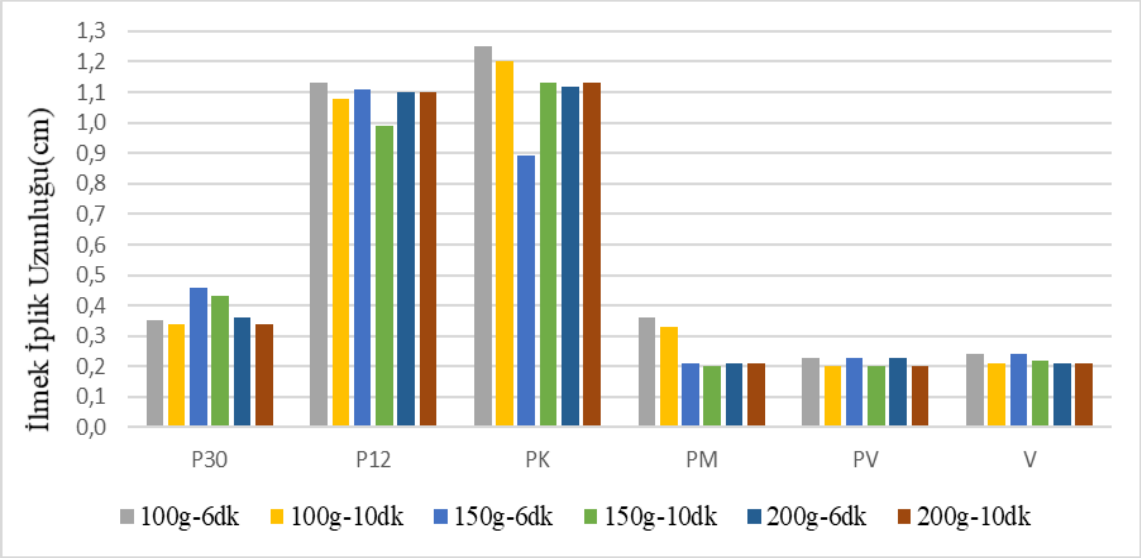
Çizelge 4. 5. Kumaşların ilmek iplik uzunluğu sonuçları

İlmek iplik uzunluğu	**Kıvamlaştırıcı Miktarı**	**Fikse Süresi**	**C**	**M**	**Y**	**K**	**Ort.**	**St.Sap.**
P30	100 g	6 dk	0,3657	0,3493	0,3522	0,3303	0,35	0,0126
		10 dk	0,3676	0,3290	0,3273	0,3467	0,34	0,0163
	150 g	6 dk	0,4558	0,4535	0,4560	0,4762	0,46	0,0092
		10 dk	0,5296	0,5281	0,5257	0,5319	0,43	0,0023
	200 g	6 dk	0,3467	0,3333	0,3316	0,3342	0,36	0,0060
		10 dk	0,3263	0,3706	0,4000	0,3377	0,34	0,0289
P12	100 g	6 dk	1,1516	1,1589	1,0937	1,1092	1,13	0,0276
		10 dk	1,0640	1,0869	1,0851	1,0725	1,08	0,0094
	150 g	6 dk	1,1142	1,1033	1,0906	1,1289	1,11	0,0141
		10 dk	0,9713	0,9715	1,0159	0,9835	0,99	0,0182
	200 g	6 dk	1,1238	1,0909	1,0769	1,0980	1,10	0,0170
		10 dk	1,2067	1,0909	1,0667	1,0392	1,10	0,0638
PK	100 g	6 dk	1,0200	1,0800	1,0244	1,0566	1,25	0,0245
		10 dk	1,2778	1,0800	1,3000	1,1459	1,20	0,0913
	150 g	6 dk	0,8893	0,8964	0,8827	0,8734	0,89	0,0085
		10 dk	1,1139	1,1361	1,1917	1,0903	1,13	0,0376
	200 g	6 dk	1,1190	1,2040	1,1360	1,0300	1,12	0,0620
		10 dk	1,2780	1,0360	1,1690	1,0400	1,13	0,1004
PM	100 g	6 dk	0,4176	0,3833	0,3105	0,3235	0,36	0,0437
		10 dk	0,3514	0,3413	0,3056	0,3370	0,33	0,0171
	150 g	6 dk	0,2367	0,2300	0,2000	0,1846	0,21	0,0214
		10 dk	0,2097	0,2133	0,1833	0,2000	0,20	0,0116
	200 g	6 dk	0,2167	0,2133	0,1897	0,2084	0,21	0,0104
		10 dk	0,2207	0,2281	0,2175	0,2102	0,21	0,0064

Çizelge 4. 5. Kumaşların ilmek iplik uzunluğu sonuçları (Devamı)

PV	100 g	6 dk	0,2138	0,2188	0,2361	0,2342	0,23	0,0096
		10 dk	0,2098	0,2050	0,1967	0,1818	0,20	0,0106
	150 g	6 dk	0,2446	0,2230	0,2250	0,2355	0,23	0,0087
		10 dk	0,2430	0,2315	0,2355	0,2355	0,20	0,0042
	200 g	6 dk	0,2195	0,2333	0,2365	0,2261	0,23	0,0066
		10 dk	0,2116	0,2000	0,2052	0,1789	0,20	0,0123
V	100 g	6 dk	0,2542	0,2333	0,2355	0,2430	0,24	0,0082
		10 dk	0,2167	0,2083	0,2100	0,2100	0,21	0,0032
	150 g	6 dk	0,2318	0,2333	0,2542	0,2430	0,24	0,0090
		10 dk	0,2448	0,2379	0,2034	0,1897	0,22	0,0231
	200 g	6 dk	0,2149	0,2049	0,2032	0,2032	0,21	0,0048
		10 dk	0,2000	0,2100	0,2211	0,2063	0,21	0,0077

Şekil 4.3'te görüleceği üzere, iplik numarası Ne 12/1 olan numunelerin bir ilmeğini üretirken kullanılan iplik uzunluğu yani ilmek iplik uzunluğu daha fazladır.



Şekil 4.3. İlmek iplik uzunluğu grafiği

Kumaş kalınlıkları Çizelge 4.6'da, sonuçlar ile ilgili grafik ise Şekil 4.4'de verilmiştir.

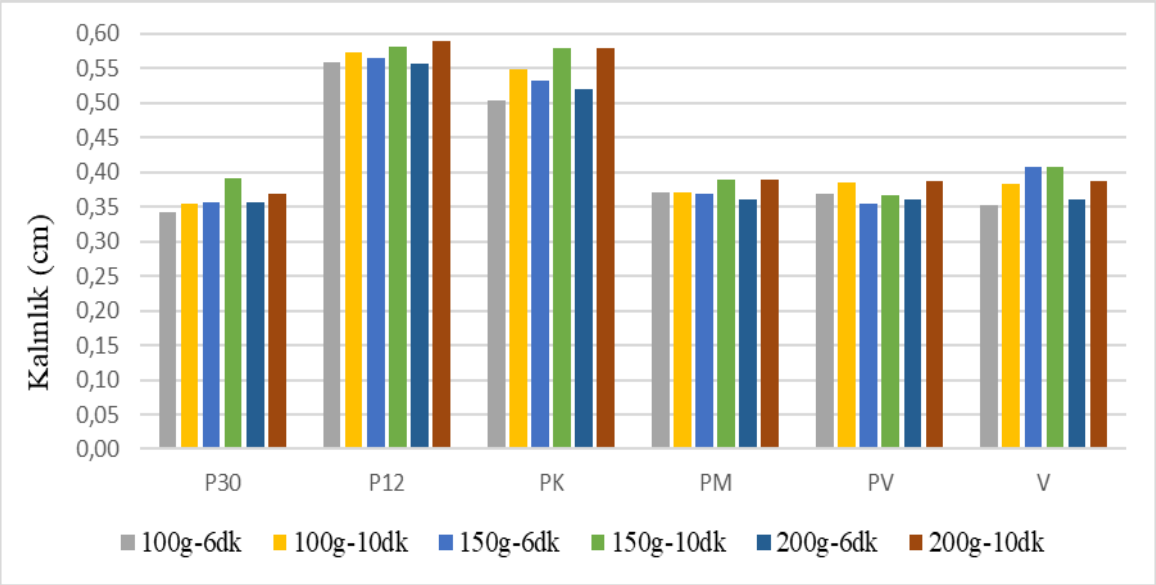
Çizelge 4.6. Kumaş kalınlıkları

İlmek iplik uzunluğu	**Kıvamlaştırıcı Miktarı**	**Fikse Süresi**	**C**	**M**	**Y**	**K**	**Ort.**	**St.Sap.**
P30	100 g	6 dk	0,34	0,3433	0,34	0,3433	0,3417	0,0016
		10 dk	0,3633	0,35	0,3433	0,36	0,3542	0,0080
	150 g	6 dk	0,3566	0,3533	0,3566	0,36	0,3566	0,0024
		10 dk	0,39	0,39	0,39	0,3933	0,3908	0,0014
	200 g	6 dk	0,3633	0,3533	0,3566	0,3566	0,3575	0,0036
		10 dk	0,3733	0,38	0,3633	0,36	0,3692	0,0080

Çizelge 4.6. Kumaş kalınlıkları (Devamı)

P12	100 g	6 dk	0,56	0,5633	0,5566	0,5566	0,5591	0,0028
		10 dk	0,5733	0,57	0,58	0,5666	0,5725	0,0049
	150 g	6 dk	0,5566	0,5633	0,5566	0,5833	0,5650	0,0109
		10 dk	0,5733	0,58	0,5933	0,58	0,5817	0,0073
	200 g	6 dk	0,5466	0,56	0,5633	0,56	0,5575	0,0064
		10 dk	0,5966	0,59	0,5933	0,58	0,5900	0,0062
PK	100 g	6 dk	0,506	0,4825	0,505	0,5175	0,5028	0,0127
		10 dk	0,552	0,558	0,5375	0,5475	0,5488	0,0075
	150 g	6 dk	0,534	0,522	0,544	0,528	0,5320	0,0081
		10 dk	0,572	0,586	0,584	0,578	0,5800	0,0055
	200 g	6 dk	0,532	0,526	0,5	0,526	0,5210	0,0124
		10 dk	0,59	0,59	0,58	0,5575	0,5794	0,0133
PM	100 g	6 dk	0,3766	0,3766	0,36	0,3666	0,3700	0,0070
		10 dk	0,36	0,37	0,3766	0,3766	0,3708	0,0068
	150 g	6 dk	0,37	0,3733	0,3666	0,3666	0,3691	0,0028
		10 dk	0,37	0,4	0,3866	0,3966	0,3883	0,0117
	200 g	6 dk	0,36	0,3566	0,3533	0,3733	0,3608	0,0076
		10 dk	0,3966	0,3966	0,3766	0,3866	0,3891	0,0083
PV	100 g	6 dk	0,3866	0,3666	0,3533	0,37	0,3691	0,0119
		10 dk	0,3866	0,39	0,3866	0,38	0,3858	0,0036
	150 g	6 dk	0,3566	0,3566	0,35	0,3566	0,3550	0,0029
		10 dk	0,38	0,3666	0,3566	0,3666	0,3675	0,0083
	200 g	6 dk	0,3466	0,3666	0,3633	0,3633	0,3600	0,0078
		10 dk	0,39	0,3966	0,3866	0,3766	0,3875	0,0072
V	100 g	6 dk	0,3466	0,3566	0,35	0,36	0,3533	0,0053
		10 dk	0,3866	0,39	0,3666	0,3866	0,3825	0,0093
	150 g	6 dk	0,41	0,41	0,4066	0,4033	0,4075	0,0028
		10 dk	0,3733	0,3733	0,3666	0,37	0,3708	0,0028
	200 g	6 dk	0,3566	0,3633	0,36	0,36	0,3600	0,0024
		10 dk	0,39	0,39	0,3833	0,3833	0,3867	0,0034

Şekil 4.4'te görüleceği üzere, beklendiği gibi kalın ipliklerden örülmüş kumaşların diğer kumaşlardan genel olarak daha kalın olduğu görülmüştür.



Şekil 4.4. Kumaş kalınlığı grafiği

4.2. Performans Testleri

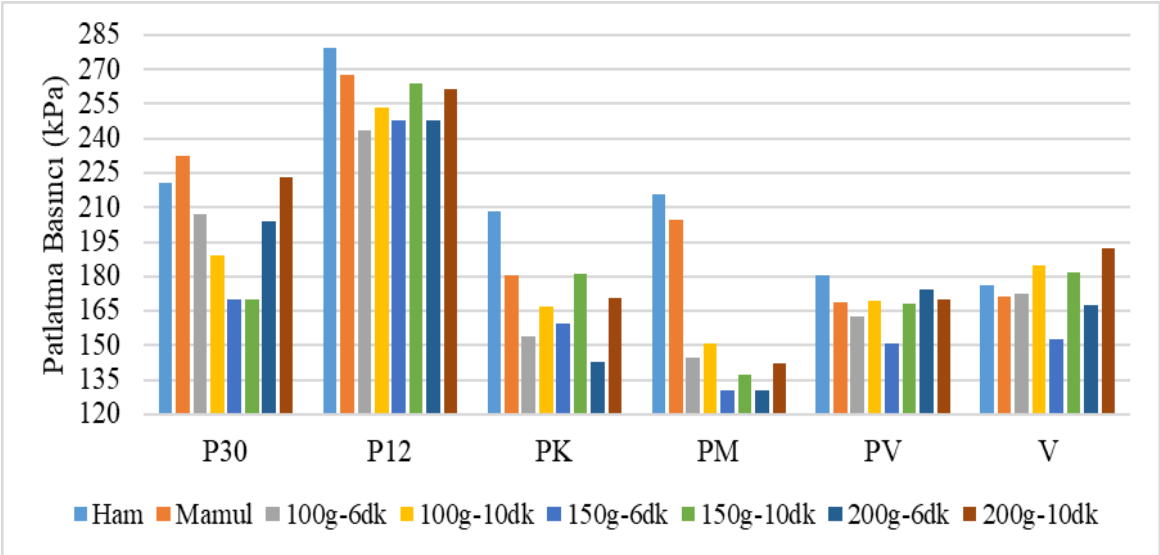
Kumaşların patlama mukavemeti sonuçları Çizelge 4.7'de görülmektedir. Patlama mukavemetine ait grafik de Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kumaşların patlama mukavemeti sonuçları

Numune Adı		Patlama Süresi (s)		Patlama Yüksekliği (mm)		Patlatma Basıncı (kPa)	
		Ort.	St. Sap.	Ort.	St. Sap.	Ort.	St. Sap.
P30	Ham	15,40	1,24	31,72	0,86	220,75	9,57
	ÖT	17,80	2,19	30,27	0,29	232,10	13,99
	100g-6dk	18,50	1,05	19,70	1,04	207,30	17,23
	100g-10dk	17,67	1,60	20,90	0,97	188,90	17,41
	150g-6dk	17,70	0,50	23,08	0,39	170,05	3,66
	150g-10dk	17,50	0,36	25,47	0,33	169,67	3,94
	200g-6dk	18,33	0,52	20,10	0,35	203,80	13,49
	200g-10dk	20,67	0,52	24,80	0,84	223,00	7,81
P12	Ham	19,60	1,79	37,12	0,43	279,60	13,64
	ÖT	19,40	2,28	29,58	0,39	267,82	14,45
	100g-6dk	20,83	1,07	20,83	1,13	243,32	27,34
	100g-10dk	22,00	1,91	23,82	0,60	253,18	31,66
	150g-6dk	18,03	1,29	22,40	0,70	248,00	27,37
	150g-10dk	17,83	1,49	25,22	0,72	263,97	22,90
	200g-6dk	22,70	2,07	23,00	1,40	247,80	16,72
	200g-10dk	23,50	0,55	25,10	0,62	261,40	22,78

Çizelge 4.7. Kumaşların patlama mukavemeti sonuçları (Devamı)

PK	Ham	21,00	2,45	32,70	0,27	208,00	11,49
	ÖT	17,20	1,10	24,50	1,10	180,40	8,26
	100g-6dk	19,80	1,47	17,00	1,44	154,20	10,04
	100g-10dk	21,50	1,64	19,30	0,80	166,70	22,40
	150g-6dk	17,00	0,82	18,12	0,71	159,30	10,19
	150g-10dk	17,00	1,18	22,08	0,33	181,30	3,38
	200g-6dk	18,80	1,17	15,80	0,72	143,00	10,55
	200g-10dk	22,00	1,26	21,20	0,77	170,70	20,14
M	Ham	15,20	0,45	29,40	1,50	215,80	11,02
	ÖT	15,20	0,45	27,30	0,82	204,30	10,21
	100g-6dk	18,70	1,21	20,90	0,77	144,90	13,04
	100g-10dk	20,20	1,17	22,10	1,12	150,80	8,96
	150g-6dk	17,50	1,05	22,00	1,16	130,70	10,79
	150g-10dk	19,20	1,33	24,60	0,70	137,40	8,93
	200g-6dk	17,50	2,17	20,50	0,80	130,50	8,22
	200g-10dk	18,80	0,75	24,40	1,08	142,20	6,25
PV	Ham	20,30	0,52	31,70	0,46	180,40	15,53
	ÖT	19,30	0,82	27,50	0,94	168,50	12,92
	100g-6dk	21,20	0,98	21,00	0,53	162,40	9,91
	100g-10dk	23,50	1,05	25,40	0,40	169,50	11,03
	150g-6dk	20,20	1,17	21,00	0,55	151,10	10,29
	150g-10dk	22,00	0,89	23,10	0,99	168,00	7,49
	200g-6dk	19,30	0,52	22,40	0,57	174,30	7,77
	200g-10dk	19,50	0,84	25,30	1,29	170,20	6,71
V	Ham	23,70	1,51	27,20	1,20	175,90	14,17
	ÖT	19,70	0,52	27,90	0,81	171,00	7,62
	100g-6dk	18,20	0,41	19,90	0,56	172,30	10,36
	100g-10dk	20,70	0,52	24,00	0,87	185,00	7,57
	150g-6dk	17,00	1,10	24,20	0,74	152,60	16,70
	150g-10dk	19,70	0,82	22,50	0,81	181,80	11,20
	200g-6dk	17,80	0,41	20,80	0,79	167,30	5,98
	200g-10dk	20,30	1,51	24,20	0,99	192,50	23,67



Şekil 4.5. Kumaşların patlama mukavemeti grafiği

Şekil 4.5'de görüldüğü üzere, Ne 12/1 ipliklerinden üretilen pamuklu kumaşlarda patlama mukavemetinin daha yüksek çıktığı, ancak kenevirin iplik düzgünsüzlüğü, Neps ve ince-kalın yer hatalarının fazla olması nedeniyle pamuk/ kenevir karışımlı kumaşlarda patlama mukavemeti P12'ye göre daha düşük tespit edilmiştir. Ayrıca fikse süresi artışı patlama mukavemetini genellikle arttırmıştır. Fakat kıvamlaştırıcı değişimi değerlendirildiğinde, genellikle 100 g kıvamlaştırıcı kullanılarak üretilen kumaş ile 200 g kıvamlaştırıcı kullanılarak üretilen kumaşın değerlerinin birbirine yakın ve 150 g kıvamlaştırıcı kullanılarak üretilen kumaştan fazla olduğu tespit edilmiştir.

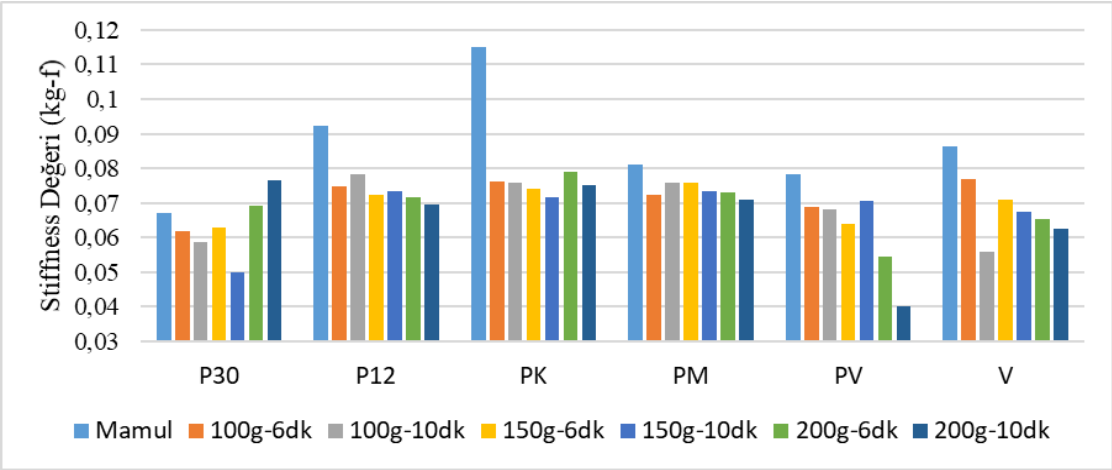
Çizelge 4.8 kumaşların yumuşaklık (Stiffness) sonuçlarını içermektedir. Şekil 4.6 ise stiffness sonuçlarına ait grafiği göstermektedir. Ölçümler yapılırken numuneler standarda uygun 102x204 mm olarak kesildiğinde, numune kenarlarından kıvrılma gerçekleşmiştir. Kumaşların süprem olması sebebiyle gerçekleşen bu durum neticesinde, ham numunelerin stiffness ölçümleri yapılamamıştır. Test yapılırken ölçüm yerleri kumaşların C, M, Y ve K renklerini içerecek şekilde seçilmiş, tüm renklerin olduğu alanlardan ölçüm yapılmıştır.

Çizelge 4.8. Kumaşların yumuşaklık değerleri

Numune Adı		Yumuşaklık (Stiffness) kg-f	
		Ort.	St.
P30	Ham	ÖLÇÜLEMEMİŞTİR	
	ÖT	0,0671	0,0019
	100g-6dk	0,0617	0,0069
	100g-10dk	0,0588	0,0131
	150g-6dk	0,0630	0,0024
	150g-10dk	0,0500	0,0012
	200g-6dk	0,0692	0,0078
	200g-10dk	0,0765	0,0081

Çizelge 4.8. Kumaşların yumuşaklık değerleri (Devamı)

P12	Ham	ÖLÇÜLEMEMİŞTİR	
	ÖT	0,0923	0,0038
	100g-6dk	0,0748	0,0042
	100g-10dk	0,0783	0,0028
	150g-6dk	0,0725	0,0017
	150g-10dk	0,0735	0,0023
	200g-6dk	0,0715	0,0067
	200g-10dk	0,0695	0,0103
PK	Ham	ÖLÇÜLEMEMİŞTİR	
	ÖT	0,1155	0,0071
	100g-6dk	0,0763	0,0017
	100g-10dk	0,0757	0,0032
	150g-6dk	0,0742	0,0036
	150g-10dk	0,0715	0,0045
	200g-6dk	0,0790	0,0025
	200g-10dk	0,0753	0,0021
PM	Ham	ÖLÇÜLEMEMİŞTİR	
	ÖT	0,0812	0,0032
	100g-6dk	0,0722	0,0045
	100g-10dk	0,0758	0,0032
	150g-6dk	0,0758	0,0038
	150g-10dk	0,0733	0,0027
	200g-6dk	0,0732	0,0055
	200g-10dk	0,0708	0,0098
PV	Ham	ÖLÇÜLEMEMİŞTİR	
	ÖT	0,0783	0,0056
	100g-6dk	0,0690	0,0048
	100g-10dk	0,0682	0,0096
	150g-6dk	0,0640	0,0097
	150g-10dk	0,0707	0,0032
	200g-6dk	0,0545	0,0029
	200g-10dk	0,0402	0,0012
V	Ham	ÖLÇÜLEMEMİŞTİR	
	ÖT	0,0865	0,0061
	100g-6dk	0,0768	0,0041
	100g-10dk	0,0558	0,0020
	150g-6dk	0,0708	0,0059
	150g-10dk	0,0675	0,0045
	200g-6dk	0,0652	0,0046
	200g-10dk	0,0625	0,0100



Şekil 4.6. Stiffness grafiği

Baskı işleminin genellikle numunelerin daha yumuşak olmasına yol açtığı söylenebilmektedir. Burada baskı öncesindeki ön işlem patı uygulamasının bazik ortamda gerçekleşmesinin numunelere daha yumuşak bir tuşe kazandırdığı tahmin edilmektedir.

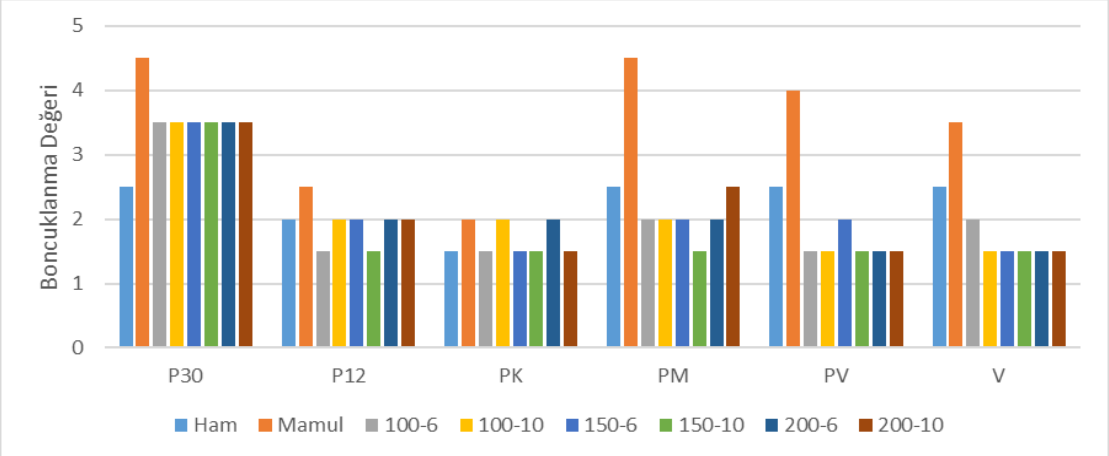
Boncuklanma testi sonuçları Çizelge 4.9'da, bu sonuçlara ait grafik ise Şekil 4.7'de verilmiştir. Boncuklanma testi yapılırken ölçüm yerleri kumaşların C, M, Y ve K renklerini içerecek şekilde seçilmiş, tüm renklerin olduğu alanlardan ölçüm yapılmıştır.

Çizelge 4.9. Kumaşların boncuklanma sonuçları

Numune Adı		Ortalama Boncuklanma Değeri
P30	Ham	2-3
	ÖT	4-5
	100g-6dk	3-4
	100g-10dk	3-4
	150g-6dk	3-4
	150g-10dk	3-4
	200g-6dk	3-4
	200g-10dk	3-4
P12	Ham	2
	ÖT	2-3
	100g-6dk	1-2
	100g-10dk	1-2
	150g-6dk	2
	150g-10dk	2
	200g-6dk	2
	200g-10dk	2
PK	Ham	1-2
	ÖT	2
	100g-6dk	1-2
	100g-10dk	1-2
	150g-6dk	2
	150g-10dk	2
	200g-6dk	1-2
	200g-10dk	1-2

Çizelge 4.9. Kumaşların boncuklanma sonuçları (Devamı)

PM	Ham	2-3
	ÖT	4-5
	100g-6dk	2
	100g-10dk	1-2
	150g-6dk	2
	150g-10dk	2
	200g-6dk	2
	200g-10dk	2-3
PV	Ham	2-3
	ÖT	4
	100g-6dk	1-2
	100g-10dk	1-2
	150g-6dk	1-2
	150g-10dk	1-2
	200g-6dk	2
	200g-10dk	1-2
V	Ham	2-3
	ÖT	3-4
	100g-6dk	2
	100g-10dk	1-2
	150g-6dk	1-2
	150g-10dk	1-2
	200g-6dk	1-2
	200g-10dk	1-2



Şekil 4.7. Boncuklanma grafiği

Boncuklanma değerlendirmesi yapılırken, numunelerin her rengi içerecek şekilde 6 farklı yerinden numune hazırlanmış, ortalaması tam sayı olanlarda sayı değeri olarak, 1/2,2/3,3/4,4/5 olanlarda ise buçuklu değer olarak alınmış, grafik bu şekilde hazırlanmıştır. Yapılan proses değişikliklerinin boncuklanma üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir. Boncuklanmanın daha çok hammadde özellikleriyle ilgili olduğu söylenebilmektedir.

Kumaşların hava geçirgenliği sonuçları Çizelge 4.10'da yer almaktadır. Şekil 4.8'da ise bu değerlere ait grafik gösterimi mevcuttur. Hava geçirgenliği testi yapılırken ölçüm yerleri

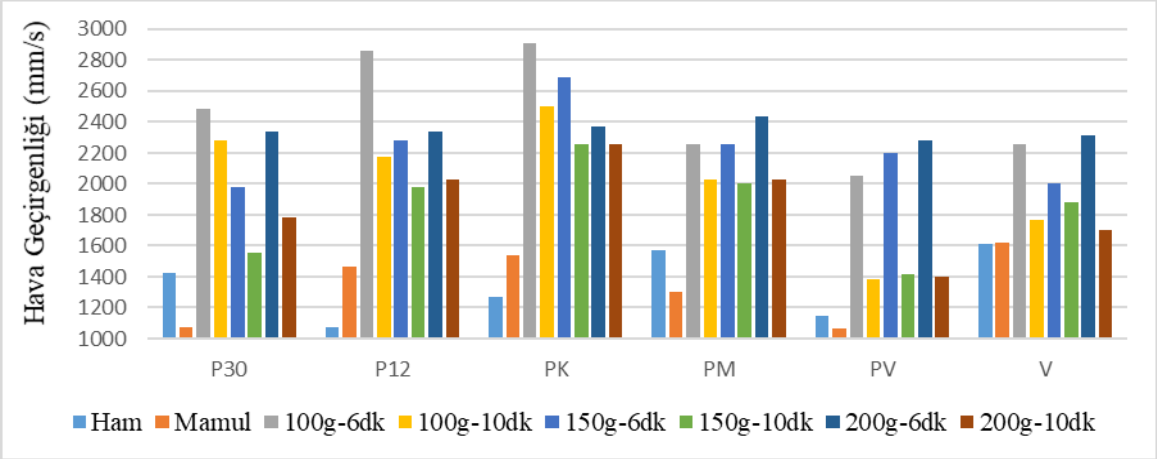
kumaşların C, M, Y ve K renklerini içerecek şekilde seçilmiş, tüm renklerin olduğu alanlardan ölçüm yapılmıştır.

Çizelge 4.10. Kumaşların hava geçirgenliği sonuçları

		Hava Geçirgenliği mm/s	
		Ort.	St.
P30	Ham	1427,572	1,951
	ÖT	1072,024	1,300
	100g-6dk	2484,298	0,112
	100g-10dk	2283,038	0,344
	150g-6dk	1981,978	0,344
	150g-10dk	1554,828	0,471
	200g-6dk	2342,338	0,344
	200g-10dk	1785,743	0,344
P12	Ham	1076,346	2,947
	ÖT	1466,798	1,326
	100g-6dk	2862,857	0,250
	100g-10dk	2173,012	0,672
	150g-6dk	2283,038	0,186
	150g-10dk	1981,978	0,449
	200g-6dk	2342,338	0,449
	200g-10dk	2026,517	0,344
PK	Ham	1269,471	1,685
	ÖT	1737,58	1,095
	100g-6dk	2909,032	0,236
	100g-10dk	2691,940	0,344
	150g-6dk	2956,721	0,186
	150g-10dk	2373,158	0,373
	200g-6dk	2909,032	0,236
	200g-10dk	2505,000	0,000
PM	Ham	1567,789	1,077
	ÖT	1303,907	2,051
	100g-6dk	2254,500	0,236
	100g-10dk	2026,517	0,344
	150g-6dk	2254,500	0,471
	150g-10dk	2004,000	0,408
	200g-6dk	2437,297	0,236
	200g-10dk	2026,517	0,449
PV	Ham	1114,305	3,465
	ÖT	1168,323	0,489
	100g-6dk	2049,545	0,373
	100g-10dk	1387,385	0,986
	150g-6dk	2199,512	0,898
	150g-10dk	1413,480	0,830
	200g-6dk	2283,038	0,449
	200g-10dk	1398,140	1,070

Çizelge 4.10. Kumaşların hava geçirgenliği sonuçları (Devamı)

V	Ham	1613,613	1,264
	ÖT	1617,144	0,700
	100g-6dk	2254,500	0,373
	100g-10dk	1768,235	0,289
	150g-6dk	2004,000	0,289
	150g-10dk	1878,750	0,707
	200g-6dk	2312,308	0,408
	200g-10dk	1701,509	0,986



Şekil 4.8. Kumaşların hava geçirgenliğine ait grafik

Hava geçirgenliği değerleri analiz edildiğinde, fikse süresi ile hava geçirgenliği değerinin ters orantılı olduğu gözlenmiştir. Fikse süresinin artmasından kaynaklı gramaj ve sıklık değerlerinin artması sebebiyle, kumaş gözenekliliği azaldığı için hava geçirgenliğinin düştüğü düşünülmektedir. Kıvamlaştırıcı miktarı değişimi hava geçirgenliği değerlerini değiştirmiştir, ancak kıvamlaştırıcı artışının hava geçirgenliğini arttırdığı ya da azalttığı gibi bir yorum yapılamamıştır. Analiz sonuçları, kıvamlaştırıcı miktarı artışının kumaş gözenekliliğini değiştirmediğini ve bu nedenle hava geçirgenliği değerini etkilemediğini göstermektedir.

Numunelerin MMT test sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. MMT sonuçları ile ilgili standarttaki skalaya göre detaylı analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucu her ölçüme karşılık gelen bir sınıflandırma mevcuttur. Buna göre hazırlanan Çizelge 4.12, numunelerin skaladaki karşılık gelen sonuçlarını göstermektedir. MMT sonuçlarından da görülebileceği üzere özellikle viskon ve viskon karışımlı kumaşlarda nem iletim özellikleri belirgin şekilde daha iyi sonuçlar vermiştir. Modal kumaşlarda da yüksek sayılabilecek nem iletim değerleri elde edilmesinin, modal lif içerisindeki boşluklu yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle Ne 30/1 pamuklu kumaşlarda nem iletiminin yavaş olduğu, bu nedenle de kümülatif tek yönlü taşıma indeksinin kötü değerler verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.13-18'de numunelerin kuruma davranışı sonuçları verilmiştir. Şekil 4.9-14 ise kuruma verilerine ait grafiklerdir. Kuruma ölçümleri %45 nem ve 20,1 ºC'de yapılmıştır.

Çizelge 4.11. Numunelerin MMT testi sonuçları

Numune Adı		Islanma Süresi (s)		Emilim Oranı (%/s)		Yayılma Hızı (mm/sn)		Maksimum Islak Daire Yarıçapı (mm)	Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi (%)	Sıvı Yönetim Performansı
		Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt			
P30	Ham	2,812	120	4,1821	0	1,6667	0	5	-1642,4285	0
	100g-6 dk	5,344	5,438	3,2607	5,061	1,5624	1,2201	10	69,9629	0,1516
	100g-10 dk	120	9,469	0	3,1468	0	0,5178	5	768465	0,1409
	150g-6 dk	5,157	6,75	2,8995	16,466	0,9356	1,1915	10	60,9943	0,1572
	150g-10 dk	120	120	0	0	0	0	0	9,5387	0,0662
	200g-6 dk	120	12,636	0	3,1193	0	0,381	5	50,2618	0,1114
	200g-10 dk	120	17,437	0	6,2876	0	0,2822	5	29,5472	0,0884
P12	Ham	14,625	120	93,6022	0	0,3376	0	5	-854,332	0
	100g-6 dk	2,907	2,907	39,9649	52,3832	4,4247	5,1665	25	85,5592	0,5184
	100g-10 dk	3,188	2,625	30,292	43,562	3,1741	5,1645	15	46,7554	0,4504
	150g-6 dk	120	120	0	0	0	0	0	-8,7419	0
	150g-10 dk	1,875	1,781	43,1731	55,831	7,5552	6,976	25	213,1782	0,6697
	200g-6 dk	2,718	2,812	42,7611	55,7883	5,2046	5,4598	25	159,1373	0,6096
	200g-10 dk	2,812	2,906	34,5211	50,4527	4,471	4,968	25	160,6127	0,5964
PK	Ham	120	120	0	0	0	0	0	82,0878	0
	100g-6 dk	9	4,594	4,9462	40,0402	0	4,7236	25	257,6868	0,6753
	100g-10 dk	2,718	2,812	47,1873	57,4665	5,1429	5,825	25	103,2932	0,5522
	150g-6 dk	5,093	3,281	9,6902	43,7113	4,9476	5,2717	30	319,9371	0,7547
	150g-10 dk	7,781	4,312	5,2522	36,4413	0	2,8889	15	238,5374	0,5514
	200g-6 dk	17,812	6,75	3,0254	42,2488	0	3,1175	20	303,1728	0,6585
	200g-10 dk	3,844	3,094	12,3213	36,8124	2,4255	5,3273	10	170,0089	0,591

Çizelge 4.11. Numunelerin MMT testi sonuçları (Devamı)

Numune Adı		Islanma Süresi (s)		Emilim Oranı (%/s)		Yayılma Hızı (mm/sn)		Maksimum Islak Daire Yarıçapı (mm)	Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi (%)	Sıvı Yönetim Performansı
PM	Ham	120	2,906	0	40,1041	0	2,7125	10	1047,8588	0,7263
	100g-6 dk	11,437	7,312	6,6996	31,289	0,4336	0,6667	5	-160,8142	0,0591
	100g-10 dk	3,094	2,625	42,8844	60,987	3,6686	5,3974	25	-46,5664	0,3954
	150g-6 dk	2,625	2,531	48,3379	60,5816	4,5396	4,5905	20	145,4559	0,6077
	150g-10 dk	3,187	2,812	40,5722	57,1475	3,6665	4,0355	20	-164,9687	0,381
	200g-6 dk	16,596	19,112	2,01706	37,2636	2,629	2,305	10	-10,5676	0,0438
	200g-10 dk	3,188	2,813	41,2316	57,1389	3,3969	4,3366	20	-99,216	0,3809
PV	Ham	28,313	6,657	7,1992	67,705	0,1754	0,7306	5	853,7847	0,6603
	100g-6 dk	9,75	8,438	8,5842	28,5505	0,5031	1,3583	15	-103,8957	0,0814
	100g-10 dk	4,031	4,125	28,3404	483184	2,844	3,2895	20	210,6356	0,5968
	150g-6 dk	2,531	2,625	55,775	67,3259	6,1715	6,2556	30	21,0855	0,4882
	150g-10 dk	2,625	2,625	52,4833	62,4859	4,3705	5,0766	25	47,3555	0,504
	200g-6 dk	2,813	2,813	55,8897	70,5047	5,3702	5,5788	30	124,2097	0,6116
	200g-10 dk	3	3,094	51,2034	61,3317	4,7394	4,9946	25	-29,3591	0,4155
V	Ham	18,281	4,688	7,7901	57,9174	0,5712	1,8538	10	985,3665	0,7043
	100g-6 dk	3	2,906	52,7849	65,6654	5,0497	5,3678	30	-44,8904	0,4103
	100g-10 dk	2,625	2,532	46,4335	61,3229	6,1121	6,3676	30	167,4122	0,6341
	150g-6 dk	3,187	3	55,6497	64,9891	3,8488	4,0442	20	77,7719	0,5447
	150g-10 dk	9	9,375	6,4212	44,4748	2,3368	5,5177	25	201,7711	0,6255
	200g-6 dk	13,862	14,25	36,4993	139,3751	2,01966	0,3463	5	85,251	0,4003
	200g-10 dk	6,3551	12,144	47,1228	36,7610	2,5094	3,6184	15	129,5374	0,4827

Çizelge 4.12. MMT Skalasına göre numunelerin nem iletim özellikleri

Numune Adı		Islanma Süresi (s)		Emilim Oranı (%/s)		Yayılma Hızı (mm/sn)		Maksimum Islak Daire Yarıçapı (mm)	Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi (%)	Sıvı Yönetim Performansı
		Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt			
P30	Ham	çok hızlı	ıslanma yok	çok yavaş	çok yavaş	yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	çok kötü	çok kötü
P30	100g-6dk	orta	orta	çok yavaş	çok yavaş	yavaş	yavaş	küçük	kötü	çok kötü
P30	100g-10dk	ıslanma yok	orta	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	mükemmel	çok kötü
P30	150g-6dk	orta	orta	çok yavaş	yavaş	yavaş	yavaş	küçük	kötü	çok kötü
P30	150g-10dk	ıslanma yok	ıslanma yok	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	kötü	çok kötü
P30	200g-6dk	ıslanma yok	orta	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	kötü	çok kötü
P30	200g-10dk	ıslanma yok	orta	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	kötü	çok kötü
P12	Ham	orta	ıslanma yok	hızlı	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	çok kötü	çok kötü
P12	100g-6dk	çok hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	kötü	iyi
P12	100g-10dk	hızlı	çok hızlı	orta	orta	hızlı	çok hızlı	orta	kötü	iyi
P12	150g-6dk	hızlı	hızlı	orta	orta	çok hızlı	çok hızlı	orta	kötü	iyi
P12	150g-10dk	çok hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok iyi	çok iyi
P12	200g-6dk	çok hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	iyi	çok iyi
P12	200g-10dk	çok hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	iyi	çok iyi
PK	Ham	ıslanma yok	ıslanma yok	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	kötü	çok kötü
PK	100g-6dk	orta	hızlı	çok yavaş	orta	çok yavaş	çok hızlı	çok hızlı	çok iyi	çok iyi
PK	100g-10dk	çok hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	iyi	iyi
PK	150g-6dk	orta	hızlı	yavaş	orta	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok iyi	çok iyi
PK	150g-10dk	orta	hızlı	çok yavaş	orta	çok yavaş	orta	orta	çok iyi	iyi
PK	200g-6dk	orta	orta	çok yavaş	orta	çok yavaş	hızlı	hızlı	çok iyi	çok iyi
PK	200g-10dk	hızlı	hızlı	yavaş	orta	orta	çok hızlı	küçük	iyi	iyi

Çizelge 4.12. MMT Skalasına göre numunelerin nem iletim özellikleri (Devamı)

Numune Adı		Islanma Süresi (s)		Emilim Oranı (%/s)		Yayılma Hızı (mm/sn)		Maksimum Islak Daire Yarıçapı (mm)	Kümülatif Tek Yönlü Taşıma İndeksi (%)	Sıvı Yönetim Performansı
		Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt			
PM	Ham	orta	çok hızlı	çok yavaş	orta	çok yavaş	orta	küçük	mükemmel	çok iyi
PM	100g-6dk	orta	orta	çok yavaş	orta	çok yavaş	çok yavaş	ıslanma yok	çok kötü	çok kötü
PM	100g-10dk	hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	kötü	iyi
PM	150g-6dk	çok hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	hızlı	iyi	çok iyi
PM	150g-10dk	hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	hızlı	çok hızlı	hızlı	çok kötü	kötü
PM	200g-6dk	orta	orta	orta	orta	orta	orta	küçük	kötü	çok kötü
PM	200g-10dk	hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	hızlı	çok hızlı	hızlı	çok kötü	kötü
PV	Ham	yavaş	orta	orta	hızlı	orta	orta	orta	mükemmel	çok iyi
PV	100g-6dk	orta	orta	orta	yavaş	orta	yavaş	orta	iyi	iyi
PV	100g-10dk	hızlı	hızlı	yavaş	çok hızlı	orta	hızlı	hızlı	çok iyi	çok iyi
PV	150g-6dk	çok hızlı	çok hızlı	hızlı	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	iyi	iyi
PV	150g-10dk	çok hızlı	çok hızlı	hızlı	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	iyi	iyi
PV	200g-6dk	çok hızlı	çok hızlı	hızlı	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	iyi	çok iyi
PV	200g-10dk	çok hızlı	hızlı	hızlı	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	kötü	iyi
V	Ham	orta	hızlı	çok yavaş	hızlı	çok yavaş	yavaş	küçük	mükemmel	çok iyi
V	100g-6dk	çok hızlı	çok hızlı	hızlı	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	kötü	iyi
V	100g-10dk	çok hızlı	çok hızlı	orta	hızlı	çok hızlı	çok hızlı	çok hızlı	iyi	çok iyi
V	150g-6dk	hızlı	çok hızlı	hızlı	hızlı	hızlı	çok hızlı	hızlı	kötü	iyi
V	150g-10dk	orta	orta	orta	orta	orta	çok hızlı	çok hızlı	çok iyi	çok iyi
V	200g-6dk	orta	orta	orta	çok hızlı	orta	hızlı	orta	iyi	iyi
V	200g-10dk	orta	orta	orta	orta	orta	hızlı	orta	iyi	iyi

Çizelge 4.13. P30 numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları

P30	Ham	Ön Terbiye	100g-6dk	100g-10 dk	150g-6dk	150g-10 dk	200g-6dk	200g-10 dk
Kuru Ağırlık	0,984	0,926	0,857	0,948	0,757	0,765	0,7	0,846
Yaş Ağırlık	1,759	2,766	2,412	2,793	2,139	2,336	2,031	2,432
30 dk	1,522	2,123	2,033	2,356	1,735	1,871	1,689	1,879
60 dk	1,463	2,047	1,968	2,276	1,678	1,814	1,633	1,819
90 dk	1,248	1,63	1,54	1,832	1,419	1,447	1,351	1,507
Ağırlık Kaybı (%)	29,05	41,07	33,54	34,41	33,66	33,78	33,48	33,92

Çizelge 4.14. P12 numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları

P12	Ham	Ön Terbiye	100g-6dk	100g-10 dk	150g-6dk	150g-10 dk	200g-6dk	200g-10 dk
Kuru Ağırlık	1,537	1,246	0,838	1,065	1,126	1,008	0,934	1,04
Yaş Ağırlık	2,579	3,674	2,728	3,103	3,586	3,089	2,863	3,078
30 dk	2,194	3,146	1,981	2,7	2,745	2,376	2,266	2,653
60 dk	2,13	3,077	1,929	2,64	2,683	2,326	2,207	2,593
90 dk	1,846	2,719	1,836	2,058	2,437	2,106	1,942	2,109
Ağırlık Kaybı (%)	28,42	25,99	32,70	33,68	32,04	31,82	32,17	31,48

Çizelge 4.15. PK numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları

PK	Ham	Ön Terbiye	100g-6dk	100g-10 dk	150g-6dk	150g-10 dk	200g-6dk	200g-10 dk
Kuru Ağırlık	1,467	1,062	0,843	0,951	0,749	0,908	0,823	0,897
Yaş Ağırlık	3,471	2,788	2,344	2,628	2,079	2,725	2,331	2,45
30 dk	2,912	2,459	2,021	2,216	1,768	2,253	1,926	2,189
60 dk	2,831	2,387	1,96	2,155	1,714	2,191	1,872	2,13
90 dk	2,536	2,002	1,605	1,792	1,444	1,899	1,606	1,675
Ağırlık Kaybı (%)	26,94	28,19	31,53	31,81	30,54	30,31	31,10	31,63

Çizelge 4.16. PM numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları

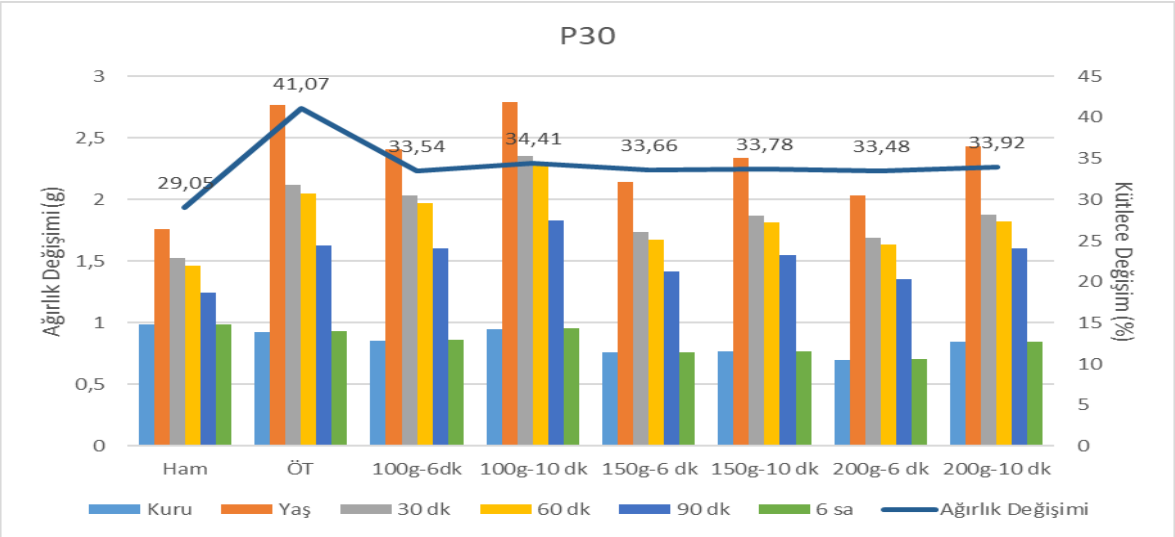
PM	Ham	Ön Terbiye	100g-6dk	100g-10 dk	150g-6dk	150g-10 dk	200g-6dk	200g-10 dk
Kuru Ağırlık	0,882	0,87	0,808	0,872	0,829	0,852	0,795	0,737
Yaş Ağırlık	2,209	2,342	2,346	2,563	2,513	2,657	2,379	1,964
30 dk	1,906	1,961	2,021	2,205	2,141	2,,169	1,944	1,723
60 dk	1,852	1,903	1,96	2,153	2,089	2,119	1,903	1,674
90 dk	1,56	1,409	1,546	1,712	1,66	1,754	1,58	1,305
Ağırlık Kaybı (%)	29,38	39,84	34,10	33,20	33,94	33,99	33,59	33,55

Çizelge 4.17. PV numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları

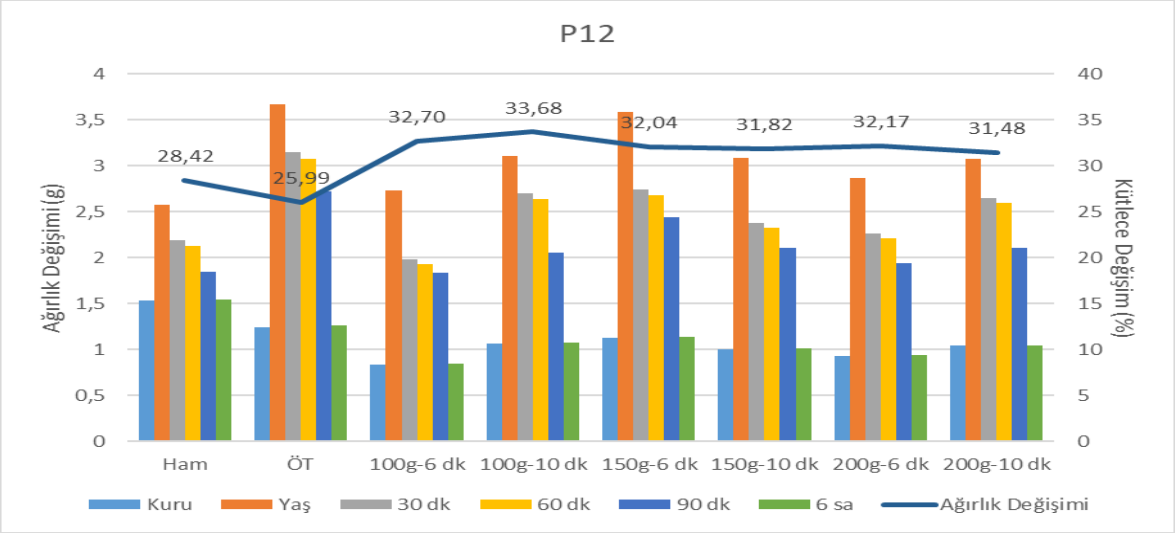
PV	Ham	Ön Terbiye	100g-6dk	100g-10 dk	150g-6dk	150g-10 dk	200g-6dk	200g-10 dk
Kuru Ağırlık	0,963	1,003	0,798	0,807	0,753	0,81	0,765	0,882
Yaş Ağırlık	2,274	2,64	2,329	2,425	2,117	2,117	2,311	2,627
30 dk	2,228	2,325	1,915	1,968	1,874	1,814	2,006	2,384
60 dk	2,168	2,252	1,86	1,903	1,77	1,755	1,941	2,117
90 dk	1,867	2,116	1,84	1,889	1,669	1,658	1,805	2,06
Ağırlık Kaybı (%)	17,90	19,85	21,00	22,10	21,16	21,68	21,90	21,58

Çizelge.4.18. V numunesine ait kuruma süresi-ağırlık ölçüm sonuçları

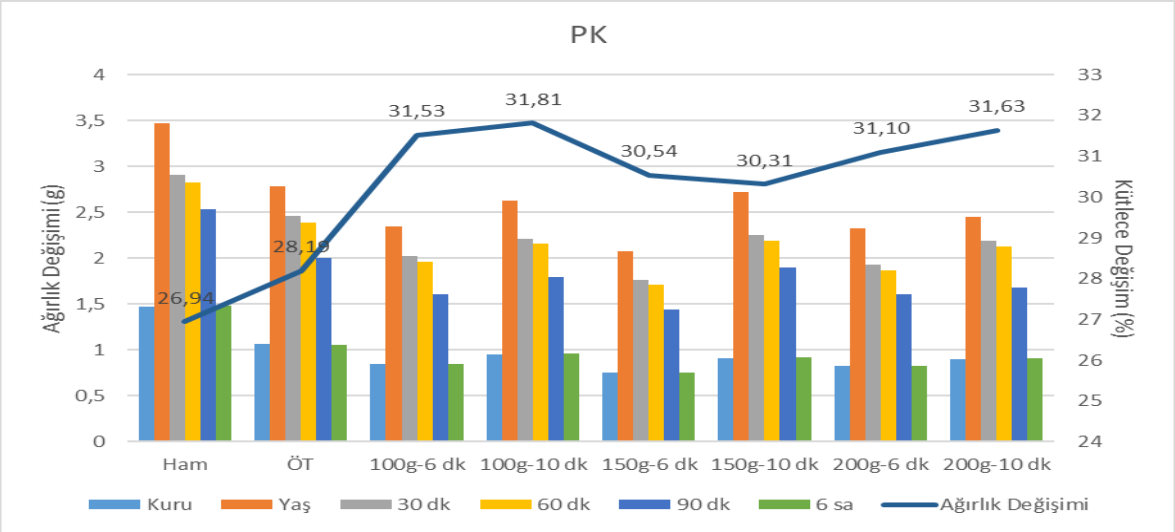
V	Ham	Ön Terbiye	100g-6dk	100g-10 dk	150g-6dk	150g-10 dk	200g-6dk	200g-10 dk
Kuru Ağırlık	0,864	0,981	0,741	0,841	0,717	0,795	0,896	0,811
Yaş Ağırlık	2,573	2,704	2,289	2,534	2,066	2,126	2,609	2,291
30 dk	2,421	2,284	1,921	2,279	1,844	1,921	2,42	1,992
60 dk	2,239	2,221	1,878	2,072	1,719	1,763	2,268	1,907
90 dk	2,004	2,123	1,799	1,983	1,627	1,67	2,05	1,8
Ağırlık Kaybı (%)	22,11	21,49	21,41	21,74	21,25	21,45	21,43	21,43



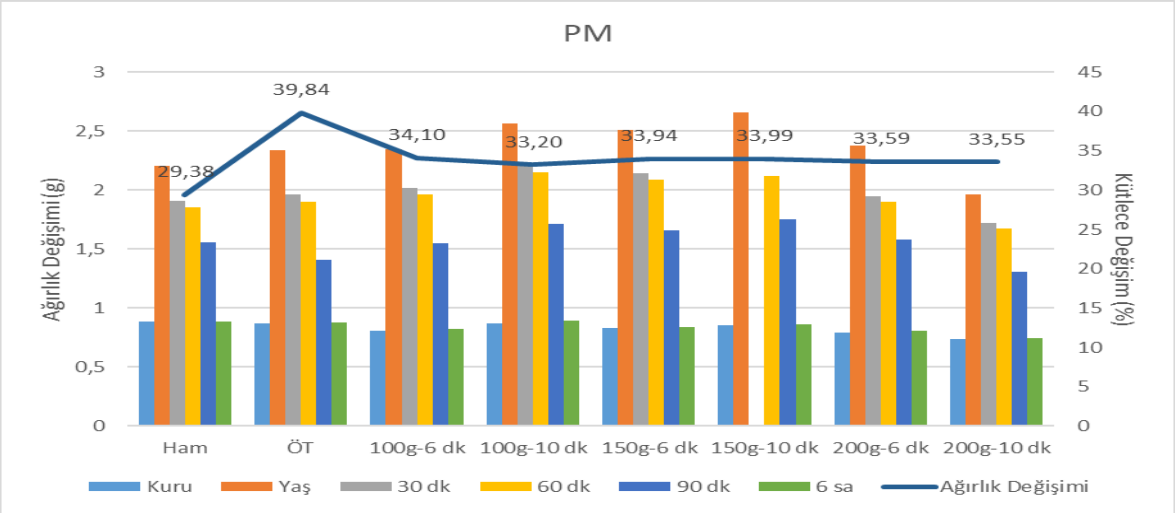
Şekil 4.9. P30 numunesine ait kuruma grafiği



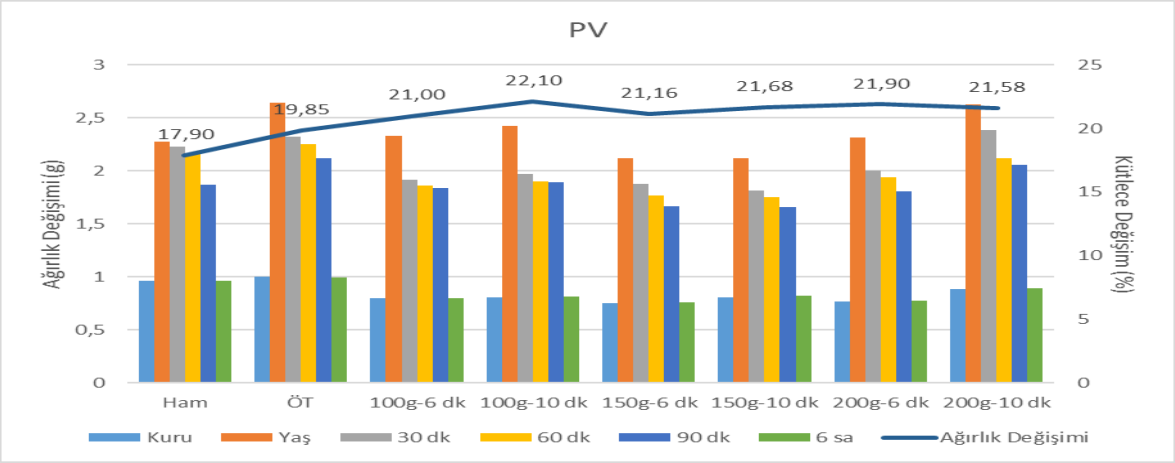
Şekil 4.10. P12 numunesine ait kuruma grafiği



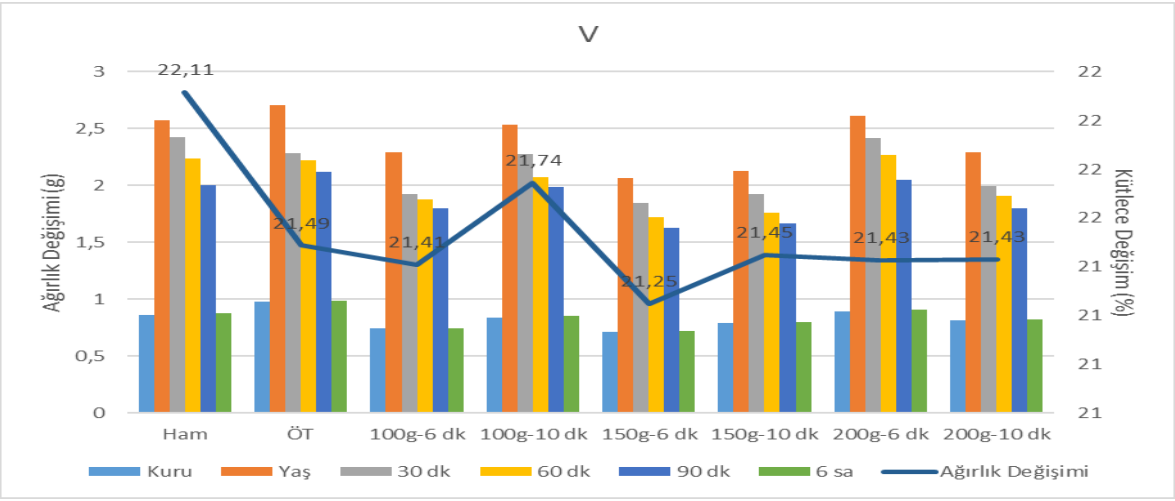
Şekil 4. 11. PK numunesine ait kuruma grafiği



Şekil 4. 12. PM numunesine ait kuruma grafiği



Şekil 4. 13. PV numunesine ait kuruma grafiği



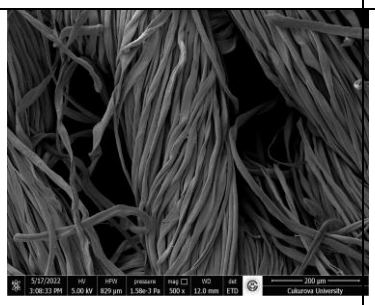
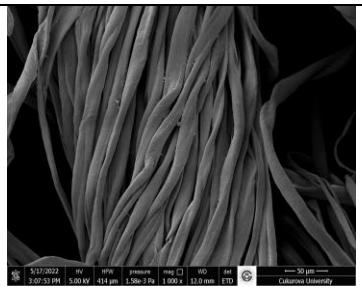
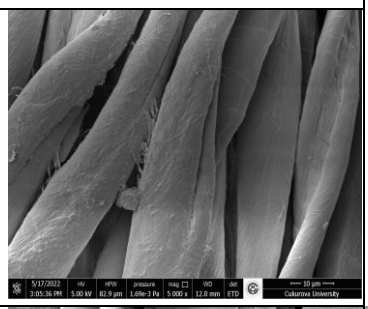
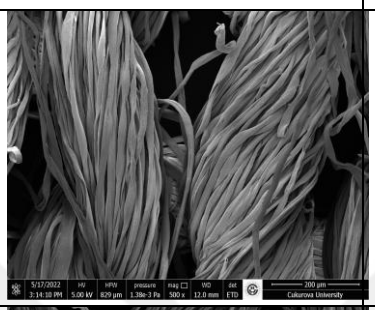
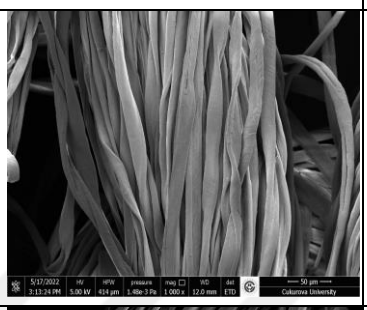
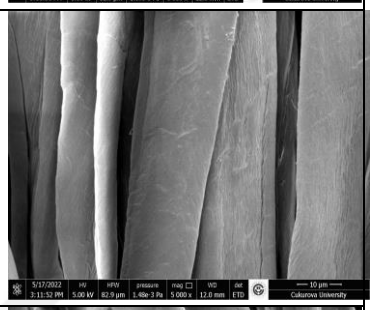
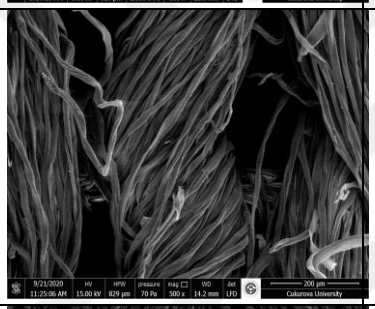
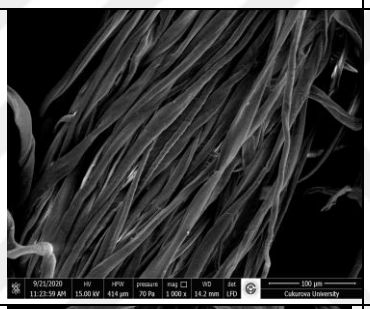
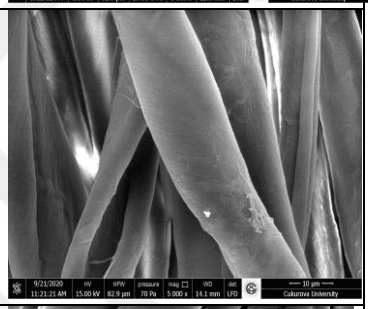
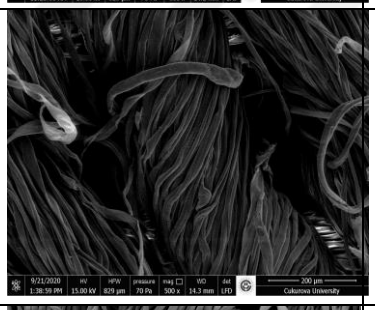
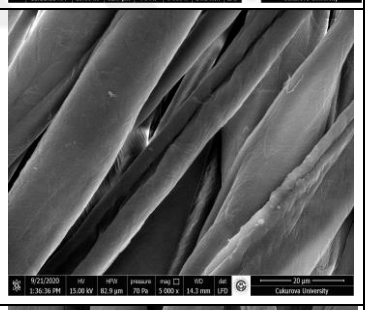
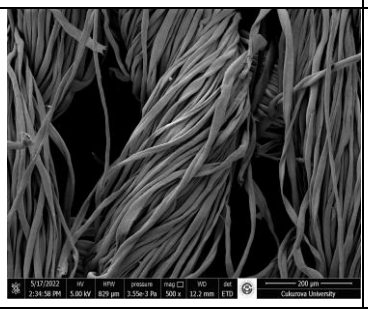
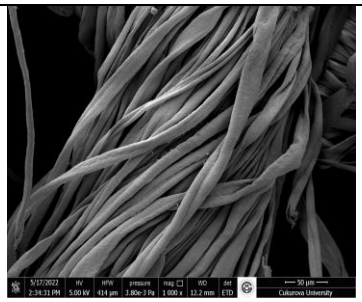
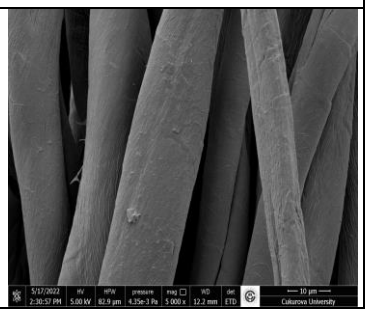
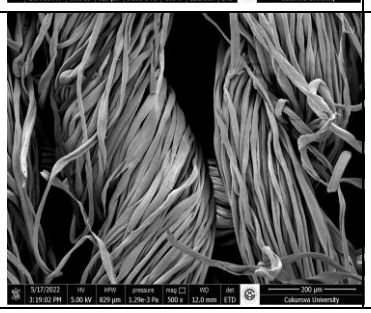
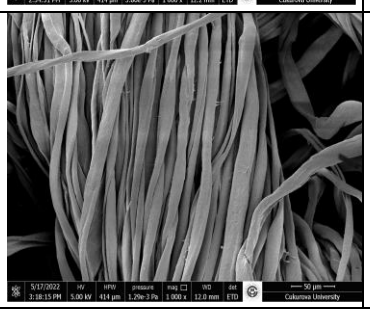
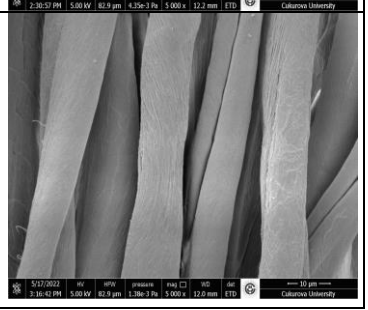
Şekil 4. 14. V numunesine ait kuruma grafiği

Kuruma grafikleri incelendiğinde, fikse süresi ve kıvamlaştırıcı miktarının belirgin bir kuruma davranışı farklılığına sebep olmadığı tespit edilmiştir. Kuruma davranışı gibi konfor

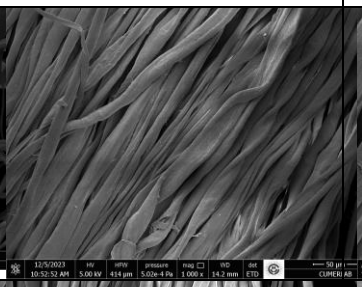
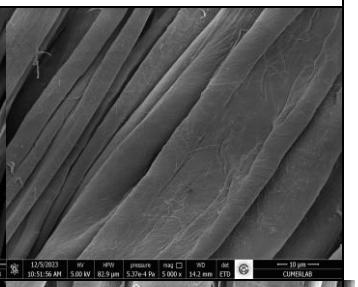
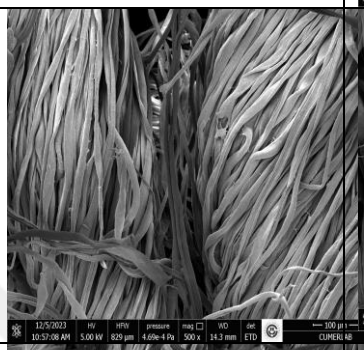
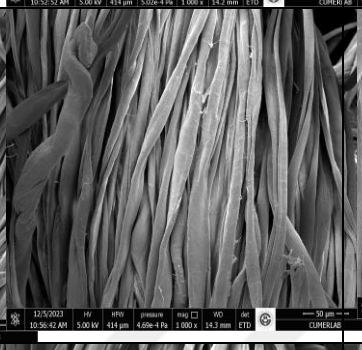
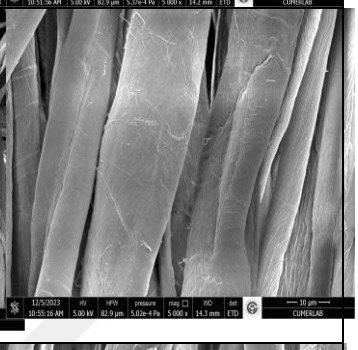
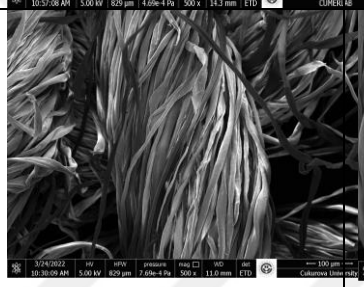
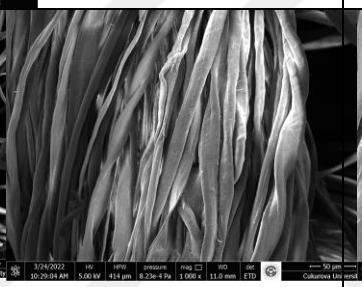
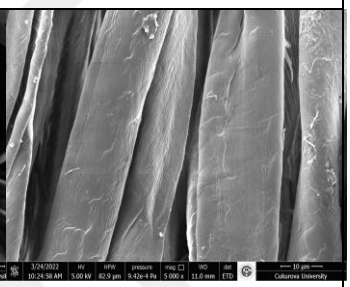
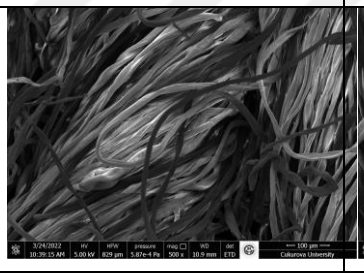
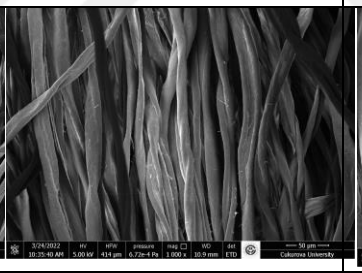
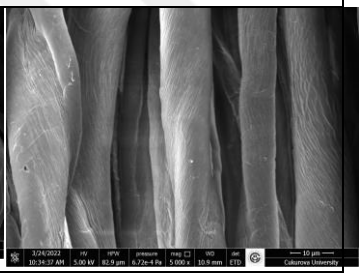
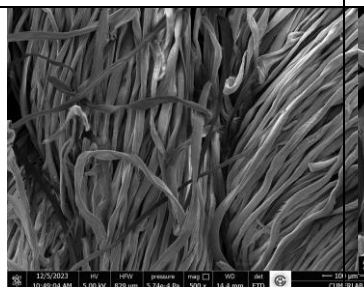
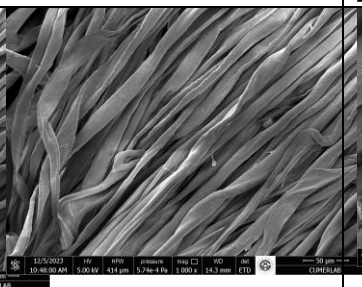
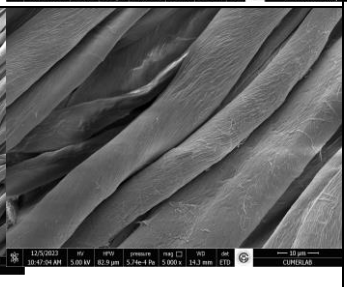
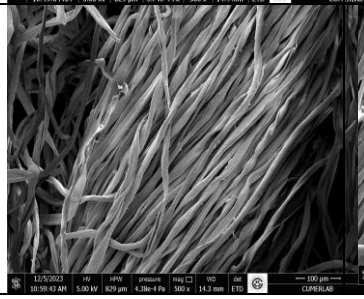
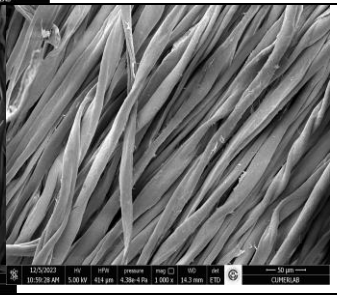
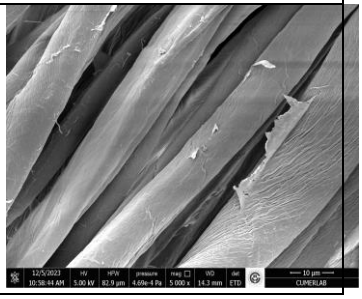
özellikleri kumaşların hammaddeleriyle yakından ilgilidir. Çalışmada kullanılan hammaddeler de selülozik esaslı olduğu için sonuçlar benzer eğilimler göstermişlerdir. Başka bir açıdan incelendiğinde, kalın iplikler ile örülmüş kumaşların daha geç kuruduğu göze çarpmıştır. Ne 12 ipliklerden üretilen kumaşların daha kalın olduğu göz önüne alınırsa bu beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Sadece viskon ve pamuk/viskon karışımlı numuneler daha çok su absorblamışlardır ve bu nedenle daha yavaş kurumuşlardır. Burada viskonun %10-16 arasındaki nem alımı etkilidir. 6 saatin sonunda numunelerin tamamen kuruyarak dengeye ulaştıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19-24 numunelerin farklı büyütme oranlarındaki SEM görüntülerinden oluşmaktadır.

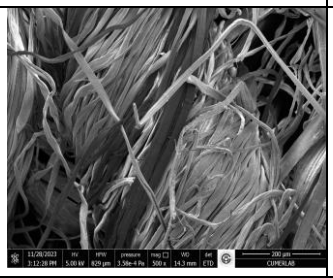
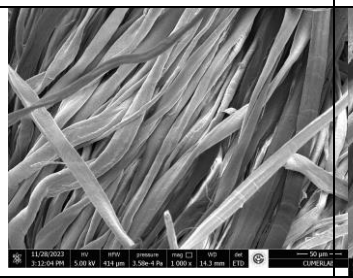
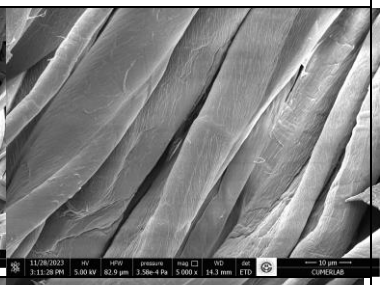
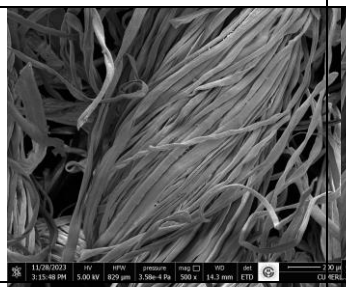
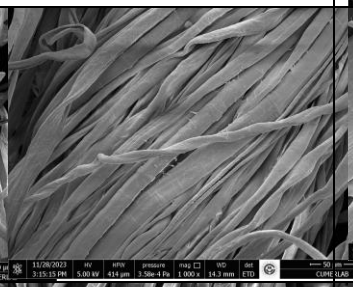
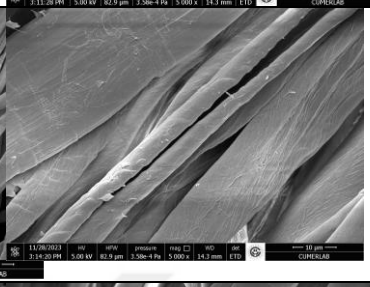
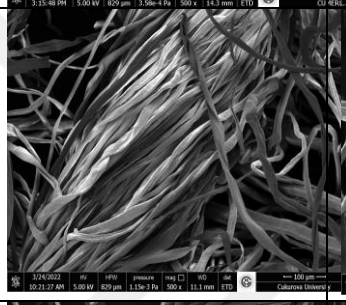
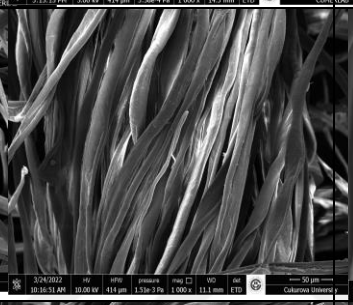
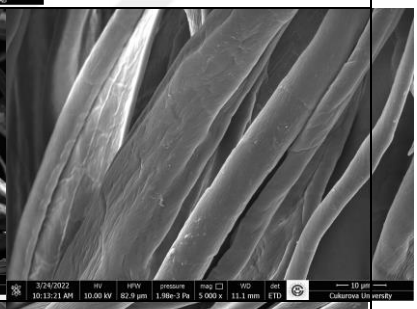
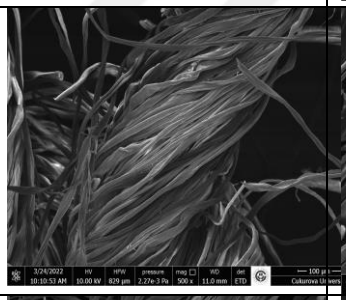
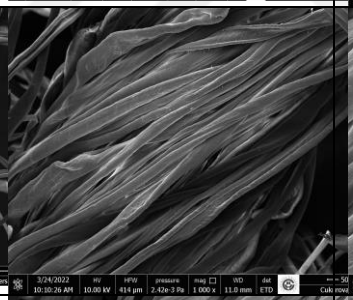
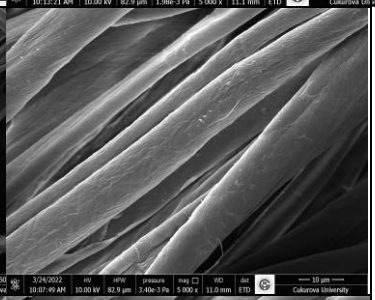
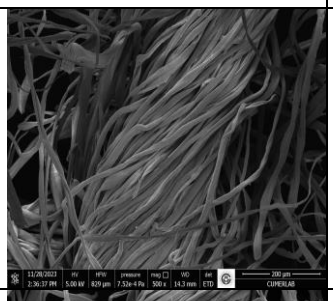
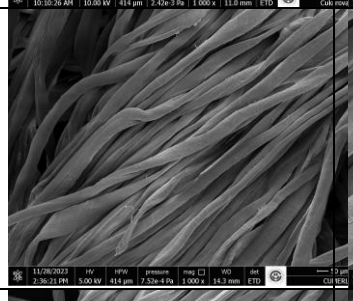
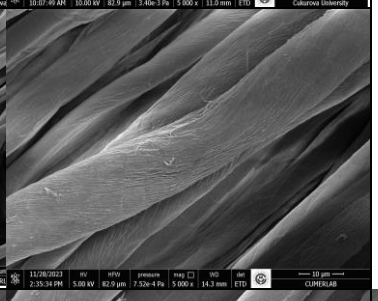
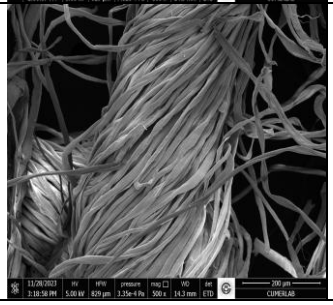
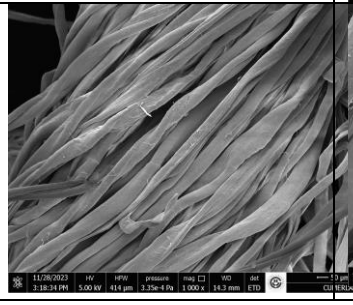
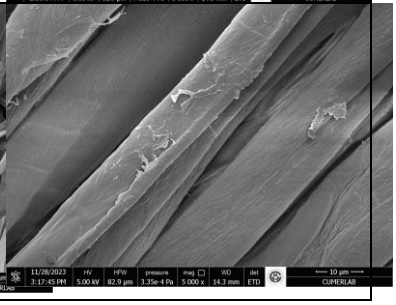
Çizelge 4.19. P30 numunelerine ait SEM görüntüleri

P30	500x	1000x	5000x
100g-6dk			
100g-10dk			
150g-6dk			
150g-10dk			
200g-6dk			
200g-10dk			

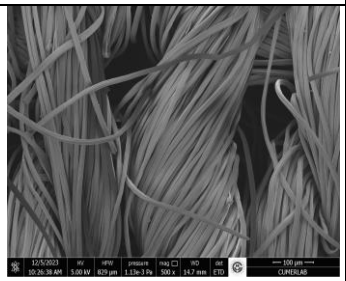
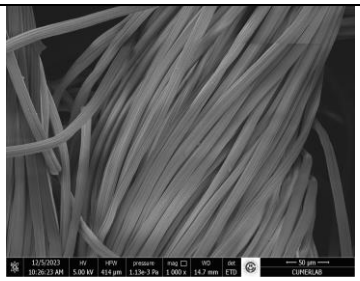
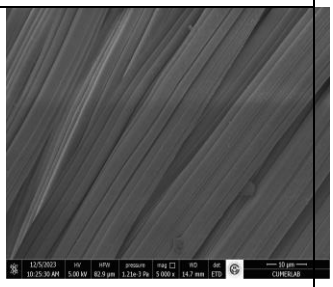
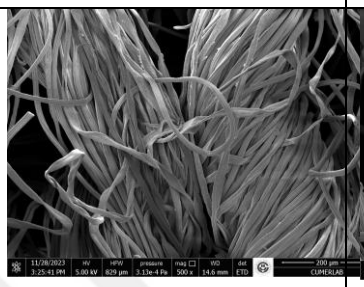
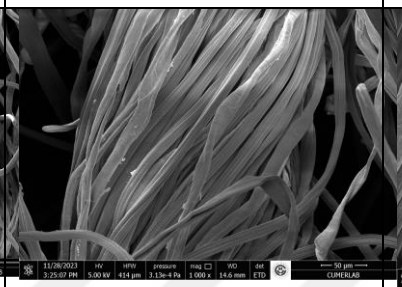
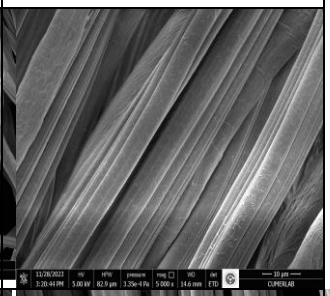
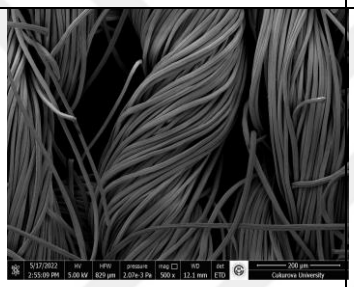
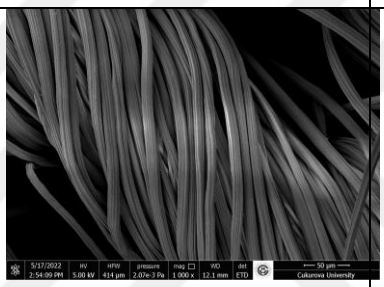
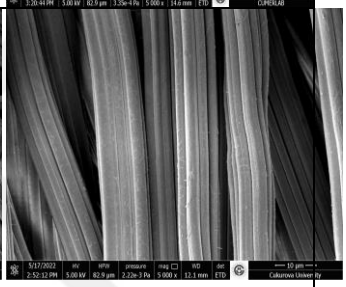
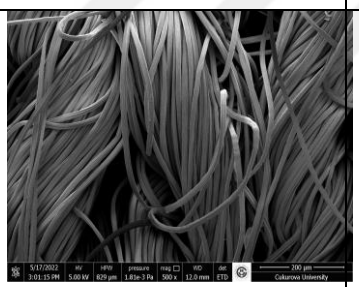
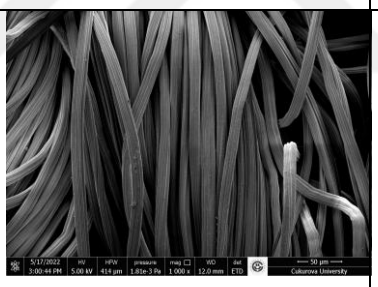
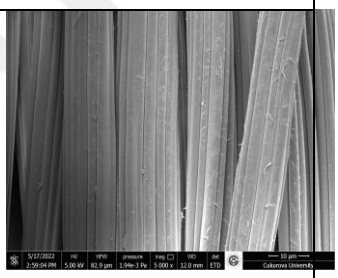
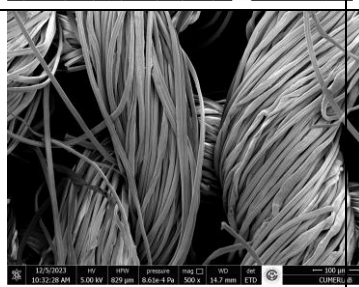
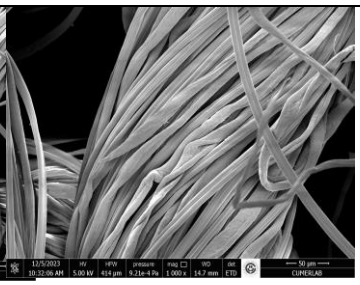
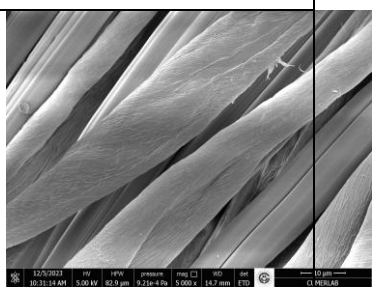
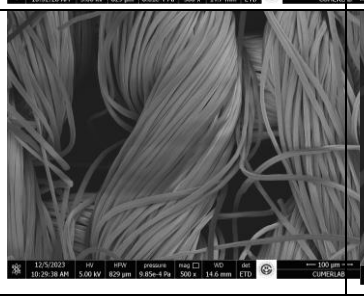
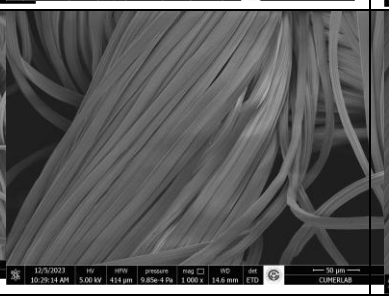
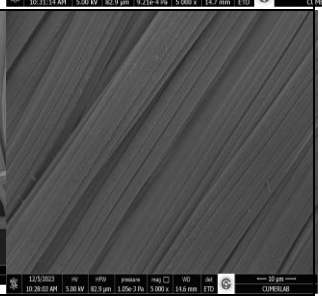
Çizelge 4.20. P12 numunelerine ait SEM görüntüleri

P12	500x	1000x	5000x
100g-6dk			
100g-10dk			
150g-6dk			
150g-10dk			
200g-6dk			
200g-10dk			

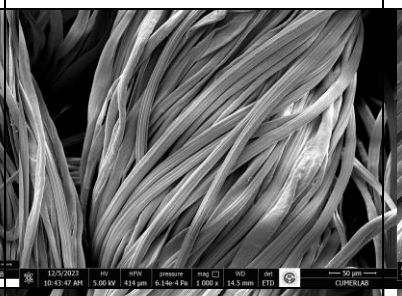
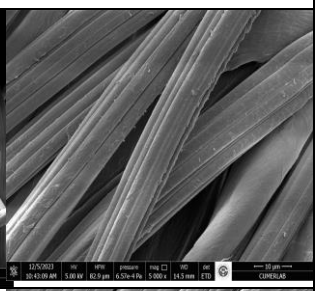
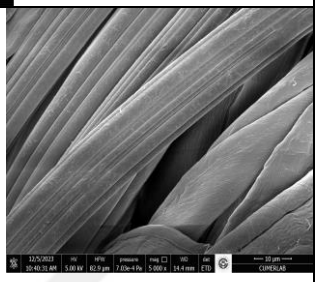
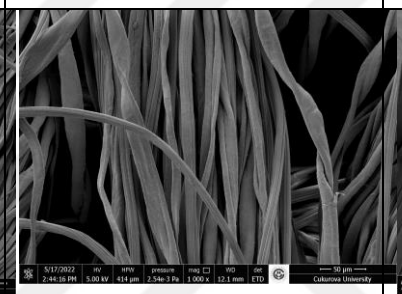
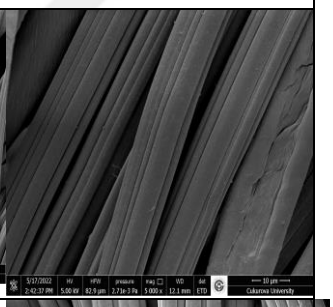
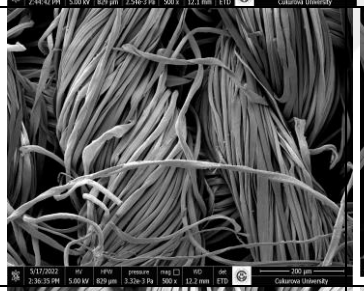
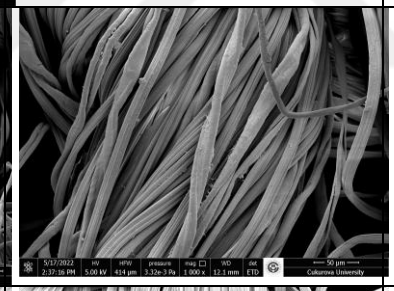
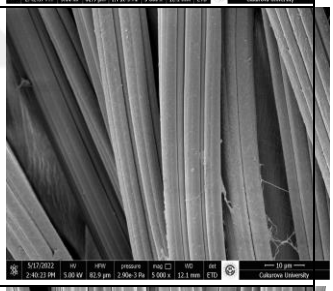
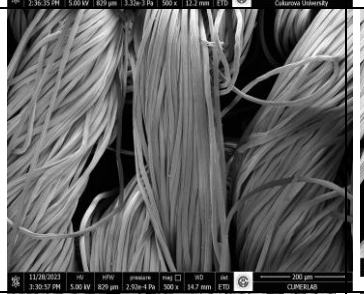
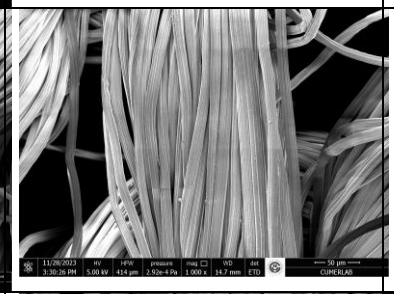
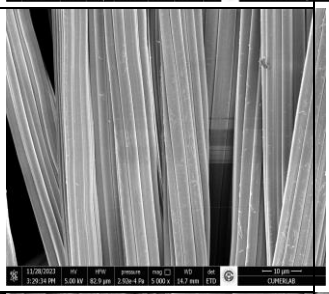
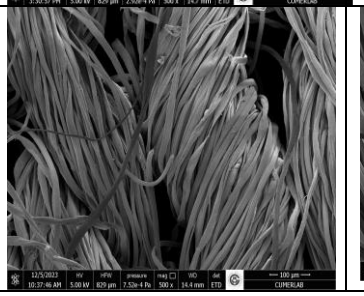
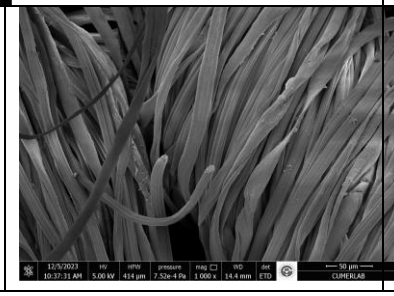
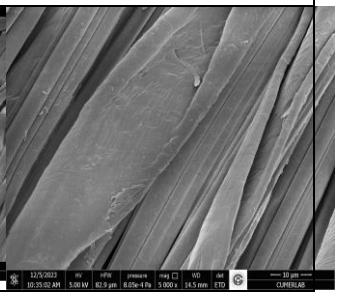
Çizelge 4.21. PK numunelerine ait SEM görüntüleri

PK	500x	1000x	5000x
100g-6dk			
100g-10dk			
150g-6dk			
150g-10dk			
200g-6dk			
200g-10dk			

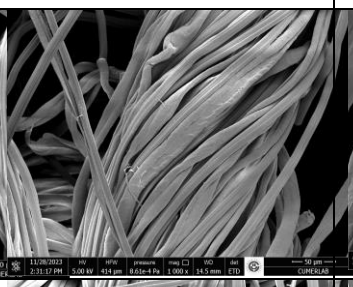
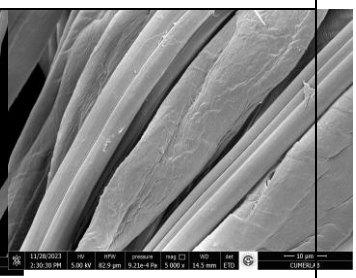
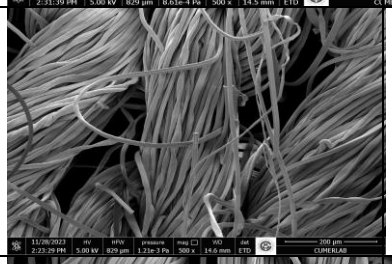
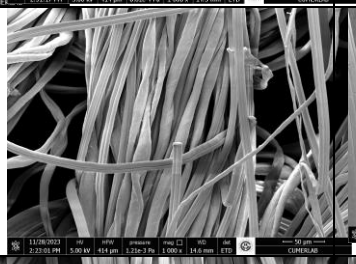
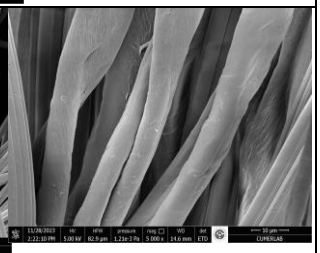
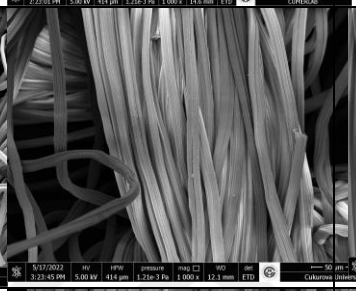
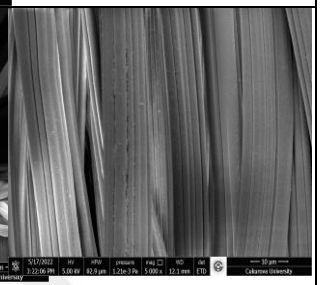
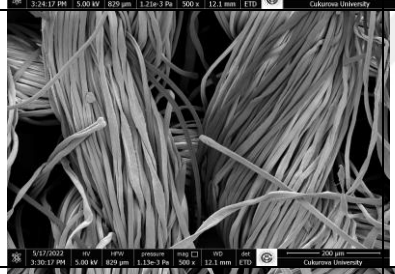
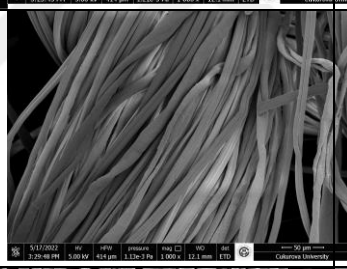
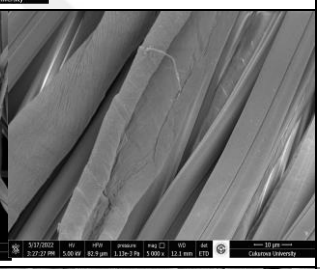
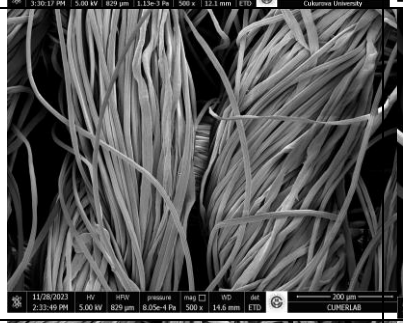
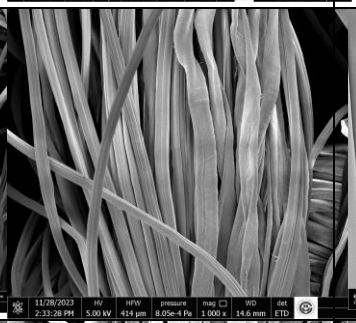
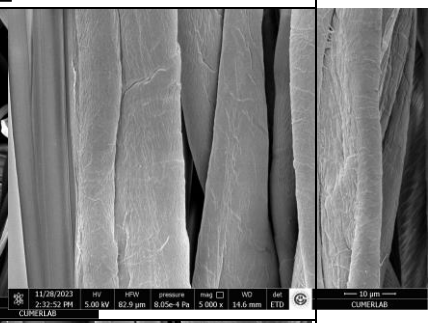
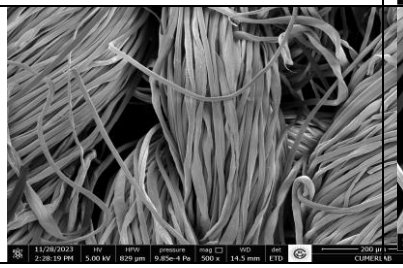
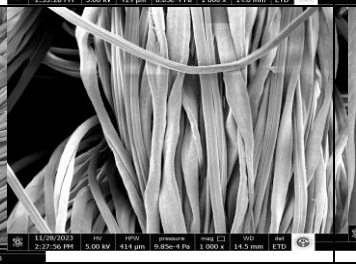
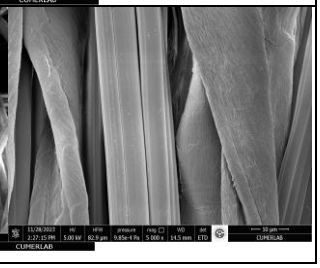
Çizelge 4.22. PM numunelerine ait SEM görüntüleri

PM	500x	1000x	5000x
100g-6dk			
100g-10dk			
150g-6dk			
150g-10dk			
200g-6dk			
200g-10dk			

Çizelge 4.23. PV numunelerine ait SEM görüntüleri

PV	500x	1000x	5000x
100g-6dk			
100g-10dk			
150g-6dk			
150g-10dk			
200g-6dk			
200g-10dk			

Çizelge 4.24. V numunelerine ait SEM görüntüleri

V	500x	1000x	5000x
100g-6dk			
100g-10dk			
150g-6dk			
150g-10dk			
200g-6dk			
200g-10dk			

Numunelerin renk analizleri her renk için ayrı olacak şekilde Çizelge 4.25-28'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. CYAN rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri

C	Numune Adı	L*	a*	b*	C*	h
P30	100g-6 m	75,39	-12,6	-9,35	15,69	216,57
	100 g-10 m	74,97	-12,79	-9,55	15,97	216,75
	150g-6 m	73,71	-11,54	-8,67	14,59	216,47
	150 g-10 m	72,63	-12,88	-9,38	15,93	216,05
	200g-6 m	70,65	-11,11	-8,12	13,76	216,16
	200 g-10 m	74,11	-13,24	-9,73	16,43	216,32
P12	100g-6 m	71,65	-12,98	-9,08	15,84	214,96
	100 g-10 m	73,8	-11,6	-8,37	14,3	215,79
	150g-6 m	75,02	-12,59	-8,63	15,26	214,44
	150 g-10 m	77,34	-13,07	-9,46	16,13	215,9
	200g-6 m	75,3	-10,16	-7,07	12,37	214,82
	200 g-10 m	76,05	-14,27	-10,12	17,5	215,33
PK	100g-6 m	69,7	-13,69	-7,95	15,83	210,14
	100 g-10 m	72,47	-11,66	-7	13,6	210,98
	150g-6 m	71,24	-11,12	-6,56	12,91	210,54
	150 g-10 m	73,29	-13,75	-8,02	15,92	210,27
	200g-6 m	70,36	-10,6	-5,9	12,13	209,09
	200 g-10 m	74,42	-11,68	-6,43	13,34	208,83
PM	100g-6 m	61,73	-33,9	-23,1	41,03	214,27
	100 g-10 m	60,52	-32,53	-23,18	39,94	215,47
	150g-6 m	59,74	-34,13	-23,32	41,33	214,34
	150 g-10 m	60	-35,44	-24,59	43,14	214,75
	200g-6 m	59,46	-33,48	-22,95	40,59	214,43
	200 g-10 m	59,89	-37,1	-26,4	45,53	215,43
PV	100g-6 m	60,97	-32,52	-23,6	40,18	215,97
	100 g-10 m	61,09	-36,17	-26,73	44,98	216,47
	150g-6 m	59,21	-31,63	-22,9	39,05	215,91
	150 g-10 m	60,12	-34,78	-25,16	42,93	215,88
	200g-6 m	62,11	-30,56	-20,9	37,02	214,37
	200 g-10 m	61,21	-36,73	-27,04	45,61	216,37
V	100g-6 m	61,39	-30,93	-21,83	37,86	215,22
	100 g-10 m	62,36	-33,1	-23,44	40,56	215,31
	150g-6 m	59,27	-36,2	-25,67	44,38	215,34
	150 g-10 m	62	-32,39	-22,65	39,52	214,97
	200g-6 m	62,27	-30,69	-21,1	37,24	214,5
	200 g-10 m	62,35	-33,71	-23,65	41,18	215,05

Çizelge 4.26. MAGENTA rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri

M	Numune Adı	L*	a*	b*	C*	h
P30	100g-6 m	68,53	12,15	-4,53	12,97	339,53
	100 g-10 m	71,91	11,57	-4,3	12,34	339,63
	150g-6 m	66,29	16,31	-6,23	17,46	339,08
	150 g-10 m	66,42	16,29	-6,94	17,7	336,92
	200g-6 m	65,11	14,24	-5,16	15,14	340,09
	200 g-10 m	67,59	19,26	-6,95	20,48	340,16
P12	100g-6 m	66,45	12,64	-6,45	14,19	332,97
	100 g-10 m	68,03	14,84	-6,48	16,19	336,4
	150g-6 m	68,41	14,52	-6,09	15,75	337,24
	150 g-10 m	70,99	13,3	-6,23	14,69	334,91
	200g-6 m	68,59	13,16	-5,06	14,1	338,95
	200 g-10 m	69,81	16,01	-6,22	17,18	338,76
PK	100g-6 m	61,79	13,62	-5,07	14,54	339,59
	100 g-10 m	64,93	14,31	-4,62	15,04	342,12
	150g-6 m	65,45	14,75	-4,32	15,37	343,69
	150 g-10 m	67,55	12,95	-4,01	13,55	342,81
	200g-6 m	64,65	11,36	-3,35	11,84	343,55
	200 g-10 m	67,68	14,1	-4,25	14,73	343,23
PM	100g-6 m	38,19	49,31	-4,4	49,5	354,9
	100 g-10 m	39,13	49,91	-5,2	50,18	354,05
	150g-6 m	37,9	49,32	-3,95	49,48	355,42
	150 g-10 m	37,61	50,99	-3,65	51,12	355,9
	200g-6 m	37,93	47,72	-3,76	47,86	355,5
	200 g-10 m	37,87	51,29	-3,32	51,4	356,3
PV	100g-6 m	40	46,96	-5,97	47,34	352,75
	100 g-10 m	39,5	52,37	-4,97	52,61	354,58
	150g-6 m	39,31	47,63	-5,69	47,97	353,18
	150 g-10 m	39,03	49,63	-5,54	49,94	353,63
	200g-6 m	39,02	49	-5,57	49,32	353,51
	200 g-10 m	38,6	52,27	-4,16	52,43	355,45
V	100g-6 m	39,04	47,55	-5,96	47,93	352,85
	100 g-10 m	38,83	51,02	-5,54	51,32	353,8
	150g-6 m	37,1	50,65	-3,28	50,76	356,29
	150 g-10 m	38,94	49,35	-5,66	49,68	353,45
	200g-6 m	39,1	47,39	-6,05	47,77	352,72
	200 g-10 m	38,03	51,86	-4,41	52,05	355,14

Çizelge 4.27. YELLOW rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri

Y	Numune Adı	L*	a*	b*	C*	h
P30	100g-6 m	80,05	-5,77	18,64	19,51	107,2
	100 g-10 m	82,04	-6,13	17,91	18,93	108,89
	150g-6 m	78,0	-6,66	21,8	22,8	106,99
	150 g-10 m	78,85	-7,53	21,22	22,52	109,54
	200g-6 m	75,62	-5,48	17,35	18,2	107,51
	200 g-10 m	81,18	-6,49	20,61	21,61	107,47
P12	100g-6 m	77,33	-6,73	16,39	17,72	112,32
	100 g-10 m	79,46	-6,98	19,14	20,37	110,03
	150g-6 m	78,95	-6,32	19,26	20,27	108,17
	150 g-10 m	81,29	-6,97	17,36	18,7	111,87
	200g-6 m	80,4	-5,74	17,01	17,95	108,66
	200 g-10 m	82,15	-7,23	21,69	22,86	108,43
PK	100g-6 m	74,21	-7,03	19,61	20,83	109,72
	100 g-10 m	78,32	-5,66	18,93	19,76	106,64
	150g-6 m	75,19	-5,88	20,13	20,97	106,29
	150 g-10 m	76,85	-6,27	19,53	20,51	107,79
	200g-6 m	75,24	-5,43	18,43	19,21	106,41
	200 g-10 m	79,48	-5,89	20,15	20,99	106,3
PM	100g-6 m	76,74	-10,92	71,52	72,35	98,68
	100 g-10 m	77,32	-11,55	71,13	72,06	99,22
	150g-6 m	77,51	-11,02	72,53	73,36	98,64
	150 g-10 m	78,44	-10,88	75,73	76,51	98,17
	200g-6 m	76,87	-10,8	71,26	72,07	98,62
	200 g-10 m	77,35	-11,08	73,07	73,91	98,62
PV	100g-6 m	77,05	-12,38	68,52	69,63	100,24
	100 g-10 m	79,72	-12,28	74,52	75,52	99,36
	150g-6 m	75,97	-11,96	68,39	69,43	99,92
	150 g-10 m	77,68	-12,08	69,9	70,94	99,81
	200g-6 m	76,88	-11,76	69,88	70,86	99,55
	200 g-10 m	79,68	-11,9	75,43	76,37	98,96
V	100g-6 m	75,25	-11,94	65,63	66,71	100,31
	100 g-10 m	78,12	-12,2	72,23	73,26	99,59
	150g-6 m	77,54	-11,04	74,66	75,47	98,41
	150 g-10 m	77,28	-12,01	70,14	71,16	99,72
	200g-6 m	75,75	-11,36	66,95	67,91	99,63
	200 g-10 m	77,17	-12,1	72,93	73,93	99,42

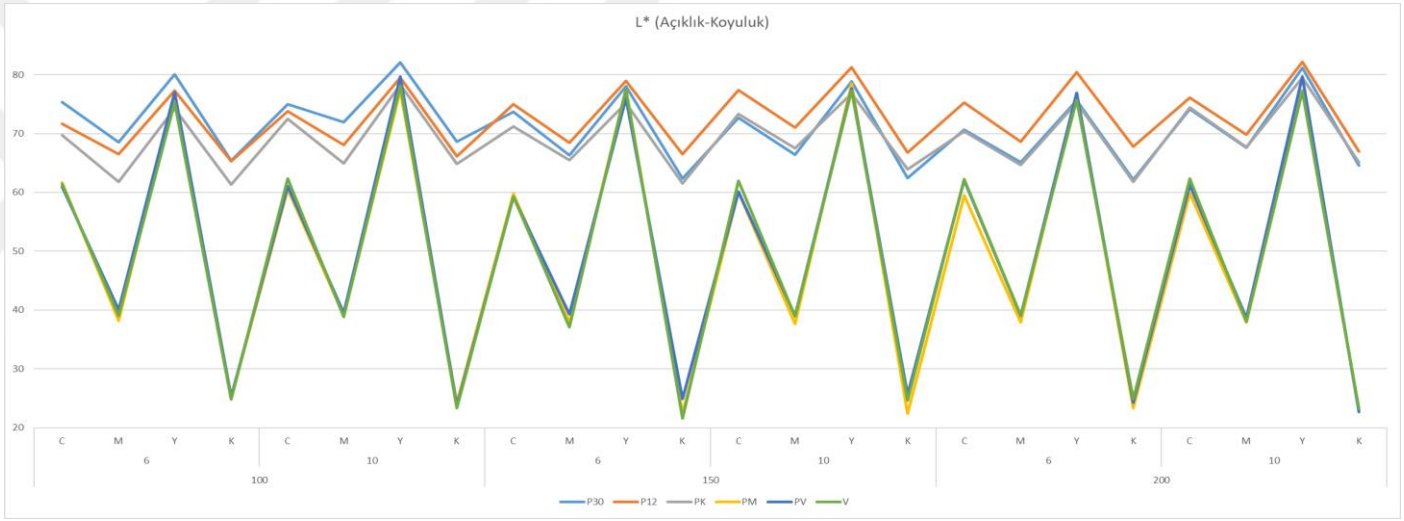
Çizelge.4.28. KEY rengi için numunelere ait spektrofotometrik renk değerleri

K	Numune Adı	L*	a*	b*	C*	h
P30	100g-6 dk	65,41	-1,46	-1,66	2,21	228,75
	100 g-10 dk	68,58	-1,56	-2,07	2,59	232,96
	150g-6 dk	62,35	-1,1	-2,03	2,31	241,48
	150 g-10 dk	62,47	-1,41	-2,36	2,75	239,13
	200g-6 dk	62,16	-0,89	-1,72	1,94	242,69
	200 g-10 dk	64,6	-0,98	-2,22	2,42	246,2
P12	100g-6 dk	65,31	-1,83	-2,23	2,89	230,54
	100 g-10 dk	66,1	-1,4	-1,98	2,42	234,73
	150g-6 dk	66,54	-1,24	-1,86	2,23	236,19
	150 g-10 dk	66,81	-1,49	-1,98	2,48	233,01
	200g-6 dk	67,83	-1,22	-1,68	2,07	233,9
	200 g-10 dk	66,99	-1,06	-1,86	2,14	240,38
PK	100g-6 dk	61,3	-1,93	-1,14	2,24	210,69
	100 g-10 dk	64,79	-1,24	-0,76	1,46	211,44
	150g-6 dk	61,48	-1,28	-0,99	1,62	217,62
	150 g-10 dk	63,89	-1,5	-0,42	1,56	195,62
	200g-6 dk	61,76	-1,48	-0,61	1,6	202,34
	200 g-10 dk	65,15	-1,3	-0,28	1,33	192,16
PM	100g-6 dk	25,09	-0,93	-1,71	1,94	241,51
	100 g-10 dk	24,21	-1,26	-2,1	2,45	238,9
	150g-6 dk	22,5	-0,81	-1,79	1,97	245,62
	150 g-10 dk	22,43	-0,59	-1,51	1,62	248,55
	200g-6 dk	23,37	-0,66	-1,75	1,87	249,46
	200 g-10 dk	23,11	-0,65	-1,76	1,87	249,74
PV	100g-6 dk	25,26	-1,5	-2,02	2,52	233,44
	100 g-10 dk	23,84	-1,31	-2,14	2,5	238,57
	150g-6 dk	24,86	-1,41	2,1	2,53	236,1
	150 g-10 dk	25,67	-1,16	-1,98	2,3	239,76
	200g-6 dk	24,27	-1,32	-1,91	2,32	235,39
	200 g-10 dk	22,73	-0,97	-2,13	2,34	245,44
V	100g-6 dk	24,84	-1,27	-1,89	2,28	236,12
	100 g-10 dk	23,37	-1,18	-2,16	2,46	241,37
	150g-6 dk	21,54	-0,67	-1,79	1,91	249,38
	150 g-10 dk	24,66	-1,07	-2,11	2,36	243,2
	200g-6 dk	24,86	-0,84	-1,67	1,87	243,43
	200 g-10 dk	23,24	-1,11	-2,13	2,4	242,42

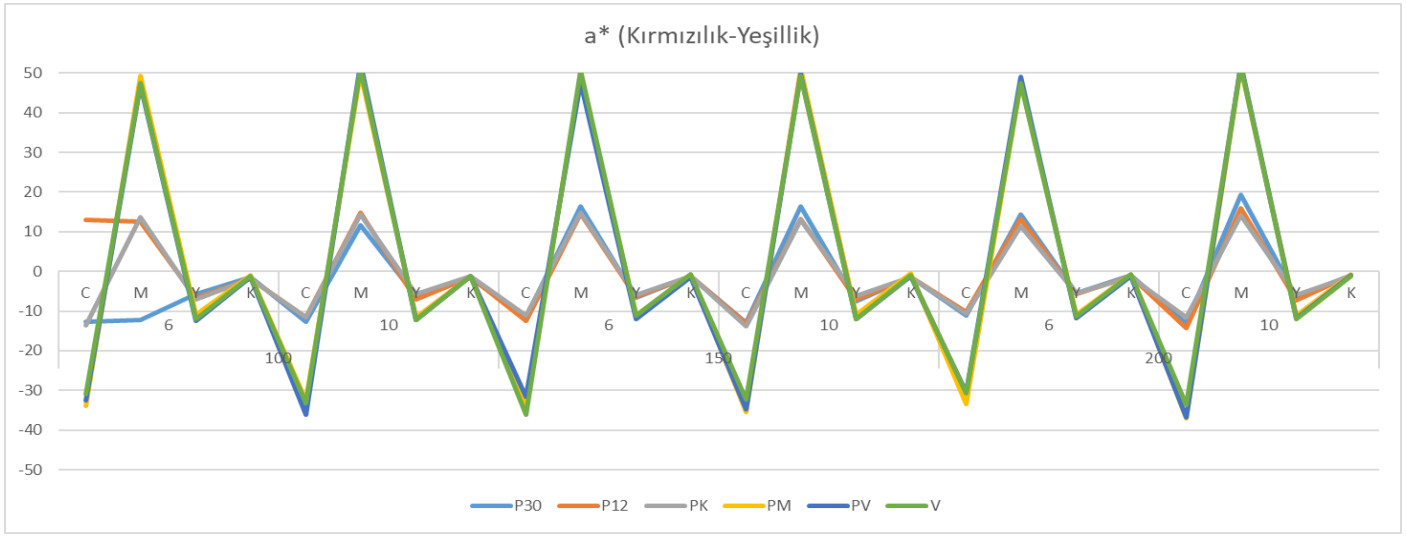
Spektrofotometrik renk sonuçlarına göre hazırlanan grafiklerde Şekil 4.15'de L* değeri açıklık-koyuluk, Şekil 4.16'da a* değeri kırmızılık-yeşillik ve b* değeri sarılık-mavilik değerlerini belirtmektedir. L* değerleri incelendiğinde PM, PV ve V numunelerine ait sonuçların neredeyse aynı çıktığı görülmektedir. Bu durumun rejenere selülozik liflerin sahip oldukları karakteristik parlaklık özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca P30, P12 ve PK değerlerinin de birbirine çok yakın çıktığı görülmüştür. Doğal liflerin benzer özelliklerde sonuçlar verdiği bu analizde, ayrıca C, M, Y ve K renkleri incelendiğinde tüm proses parametrelerinde Y değerinin en yüksek L* değerine sahip olduğu, yani en açık (parlak) renge sahip olduğu, K renginin de en düşük L* değerine sahip olduğu, yani en koyu renge sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 4.16'da a* değerleri incelendiğinde hammaddelerin tüm proses parametreleri değişiminin sonuçlarının birbirine çok yakın değerlerde çıktığı görülmüştür. C, M, Y ve K renklerine bakıldığı zaman M değerinin en yüksek a* değerine sahip olmasının Magenta renginin kırmızılık içermesinden kaynaklanmaktadır. Cyan rengi cam göbeği-turkuaz bir renk olduğu için içerisindeki yeşil renkten dolayı da C rengi en düşük a* değerinde çıkmıştır.

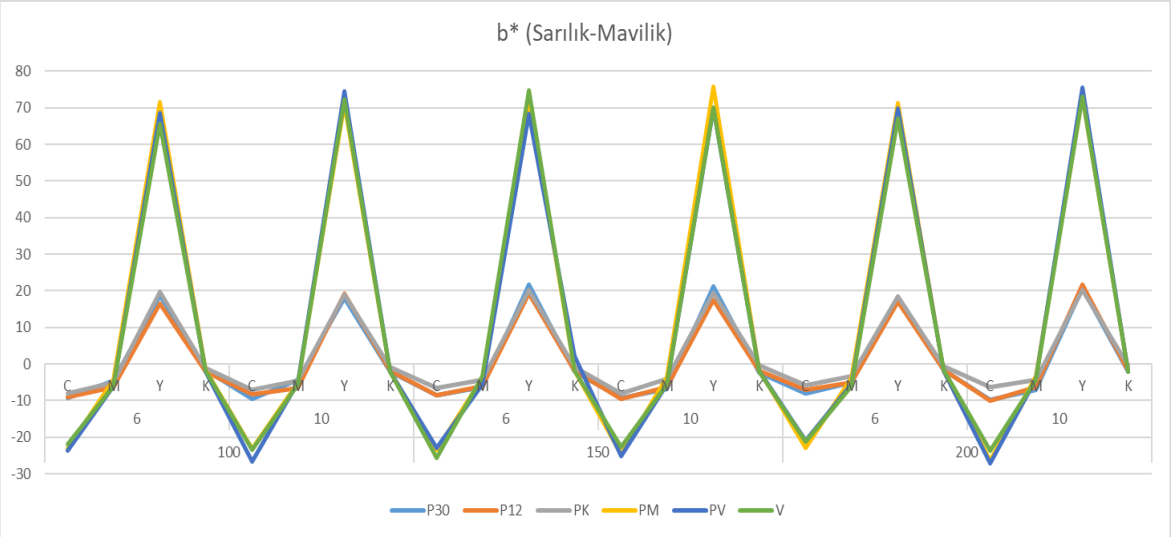
Rengin sarılık- mavilik özelliklerini gösteren bir değer olan b* değerleri Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Burada da spektrofotometrik ölçümlerin birbirine çok yakın değerler verdiği görülmüştür. Y rengi sarı değeri yüksek olduğundan b* değeri en yüksek, C rengi de mavi olduğundan b* değeri en düşük değer olarak elde edildiği görülmüştür.



Şekil 4.15. Numunelerin L* değerlerinin grafikleri



Şekil 4.16. Numunelerin a* değerlerinin grafikleri



Şekil 4.17. Numunelerin b* değerlerinin grafikleri

Çizelge 4.29'de numunelerin fikse süresi sabit tutulup kıvamlaştırıcı miktarı değişikliğinde oluşan renk farklılığı değerleri (ΔE) sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.30'da ise aynı kıvamlaştırıcı miktarında fikse süresi değişiminin meydana getirdiği renk farklılığı (ΔE) sonuçları gösterilmiştir. Bu iki çizelgede de literatürde bulunan Kasikovic ve arkadaşlarının yaptığı çalışmadaki ΔE-gri skala değeri karşılaştırması sonuçları belirtilmiştir.

Kıvamlaştırıcı miktarı değiştirildiğinde genellikle, 150 gram ile 100 gram arasında oluşan renk farkının, 150 gram ve 200 gram arasında oluşan renk farkından daha fazla olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bunun sonucu olarak elde etmek istenen renk için kullanılacak kıvamlaştırıcı miktarının 200 grama gerek kalmadan 150 gram ile sağlanabildiği kanaati oluşmuştur.

Çizelge 4.29. Kıvamlaştırıcı miktarı değişimi ile elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri

	Fikse Süresi	Kıvamlaştırıcı Miktarı	Renk	ΔE	Gri Skala Değeri
P30	10 dk	150 g ve 100 g	C	2,35	3/4
			M	3,71	3/4
			Y	3,8	3/4
			K	3,12	3
	6 dk	150 g ve 100 g	C	2	4
			M	5,02	2/3
			Y	3,87	3
			K	3,11	3
	10 dk	150 g ve 200 g	C	1,57	4
			M	3,2	3
			Y	2,62	3/4
			K	2,18	3/4
	6 dk	150 g ve 200 g	C	3,18	3
			M	2,61	3/4
			Y	5,18	2/3
			K	0,42	4/5

Çizelge 4.29. Kıvamlaştırıcı miktarı değişimi ile elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri (Devamı)

P12	10 dk	150 g ve 100 g	C	3,99	3
			M	3,35	3
			Y	2,56	3/4
			K	0,72	4/5
	6 dk	150 g ve 100 g	C	3,42	3
			M	2,74	3/4
			Y	3,32	3
			K	1,41	4
	10 dk	150 g ve 200 g	C	1,89	4
			M	2,96	3/4
			Y	4,12	3
			K	0,48	4/5
	6 dk	150 g ve 200 g	C	2,9	3/4
			M	1,72	4
			Y	2,74	3/4
			K	1,3	4
PK	10 dk	150 g ve 100 g	C	2,47	3/4
			M	3,01	3
			Y	1,7	4
			K	1	4/5
	6 dk	150 g ve 100 g	C	3,3	3
			M	3,9	3
			Y	1,59	4
			K	0,69	4/5
	10 dk	150 g ve 200 g	C	2,84	3/4
			M	1,19	4/5
			Y	2,73	3/4
			K	1,29	4
	6 dk	150 g ve 200 g	C	1,22	4/5
			M	3,62	3
			Y	1,76	4
			K	0,51	4/5
PM	10 dk	150 g ve 100 g	C	3,28	3
			M	2,42	3/4
			Y	4,08	3
			K	1,99	4
	6 dk	150 g ve 100 g	C	2,02	4
			M	0,53	4/5
			Y	1,27	4
			K	2,59	3/4
	10 dk	150 g ve 200 g	C	5,62	2/3
			M	2,66	3/4
			Y	2	4
			K	1,31	4
	6 dk	150 g ve 200 g	C	2,32	3/4
			M	1,73	4
			Y	1,31	4
			K	1,74	4

Çizelge 4.29. Kıvamlaştırıcı miktarı değişimi ile elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri (Devamı)

PV	10 dk	150 g ve 100 g	C	2,32	3/4
			M	2,84	3/4
			Y	5,05	2/3
			K	1,84	4
	6 dk	150 g ve 100 g	C	2,09	4
			M	1	4/5
			Y	1,17	4
			K	0,42	4/5
	10 dk	150 g ve 200 g	C	2,92	3/4
			M	3	3
			Y	4,89	2/3
			K	2,95	3
	6 dk	150 g ve 200 g	C	3,68	3
			M	1,41	4
			Y	1,75	4
			K	0,63	4/5
V	10 dk	150 g ve 100 g	C	1,12	4/5
			M	1,67	4
			Y	2,26	4
			K	1,29	4
	6 dk	150 g ve 100 g	C	4,85	2/3
			M	4,53	2/3
			Y	4,36	2/3
			K	3,36	3
	10 dk	150 g ve 200 g	C	1,7	4
			M	2,94	3/4
			Y	2,8	3/4
			K	1,42	4
	6 dk	150 g ve 200 g	C	3,76	3
			M	4,73	2/3
			Y	4,92	2/3
			K	3,33	3

Çizelge.4.30. Fikse süresi değiştirildiğinde elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri

	Kıvamlaştırıcı Miktarı	Renk	ΔE	Gri Skala Değeri
PK	100 g	C	3,57	3
		M	3,25	3
		Y	4,39	2/3
		K	3,58	3
	150 g	C	3,64	3
		M	2,79	3/4
		Y	1,81	4
		K	2,48	3/4
	200 g	C	4,24	2/3
		M	4,19	2/3
		Y	4,6	2/3
		K	3,41	3

Çizelge.4.30. Fikse süresi değiştirildiğinde elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri (Devamı)

P12	100 g	C	2,65	3/4
		M	2,7	3/4
		Y	3,49	3
		K	0,93	4/5
	150 g	C	2,51	3/4
		M	2,86	3/4
		Y	3,09	3
		K	0,38	5
	200 g	C	5,18	2/3
		M	3,31	3
		Y	5,22	2/3
		K	0,87	4/5
P30	100 g	C	0,51	4/5
		M	3,44	3
		Y	2,68	3/4
		K	3,19	3
	150 g	C	1,73	4
		M	0,72	4/5
		Y	1,35	4
		K	0,48	4/5
	200 g	C	4,38	2/3
		M	5,78	2/3
		Y	4,52	2/3
		K	2,49	3
PM	100 g	C	1,83	4
		M	1,38	4/5
		Y	0,94	4/5
		K	1,02	4/5
	150 g	C	1,85	4
		M	1,72	4
		Y	3,34	3
		K	0,37	5
	200 g	C	5,02	2/3
		M	3,6	3
		Y	1,9	4
		K	0,26	5
PV	100 g	C	4,82	2/3
		M	5,52	2/3
		Y	4,56	2/3
		K	1,43	4
	150 g	C	3,98	3
		M	2,03	3/4
		Y	2,28	3/4
		K	0,86	4/5
	200 g	C	5,75	2/3
		M	3,58	3
		Y	3,23	3
		K	1,59	4

Çizelge.4.30. Fikse süresi değiştirildiğinde elde edilen renk farklılığı (ΔE) değerleri (Devamı)

V	100 g	C	2,87	3/4
		M	3,49	3
		Y	3,2	3
		K	1,49	4
	150 g	C	5,57	2/3
		M	3,28	3
		Y	4,64	2/3
		K	3,17	3
	200 g	C	3,96	3
		M	4,88	2/3
		Y	4,09	3
		K	1,7	4

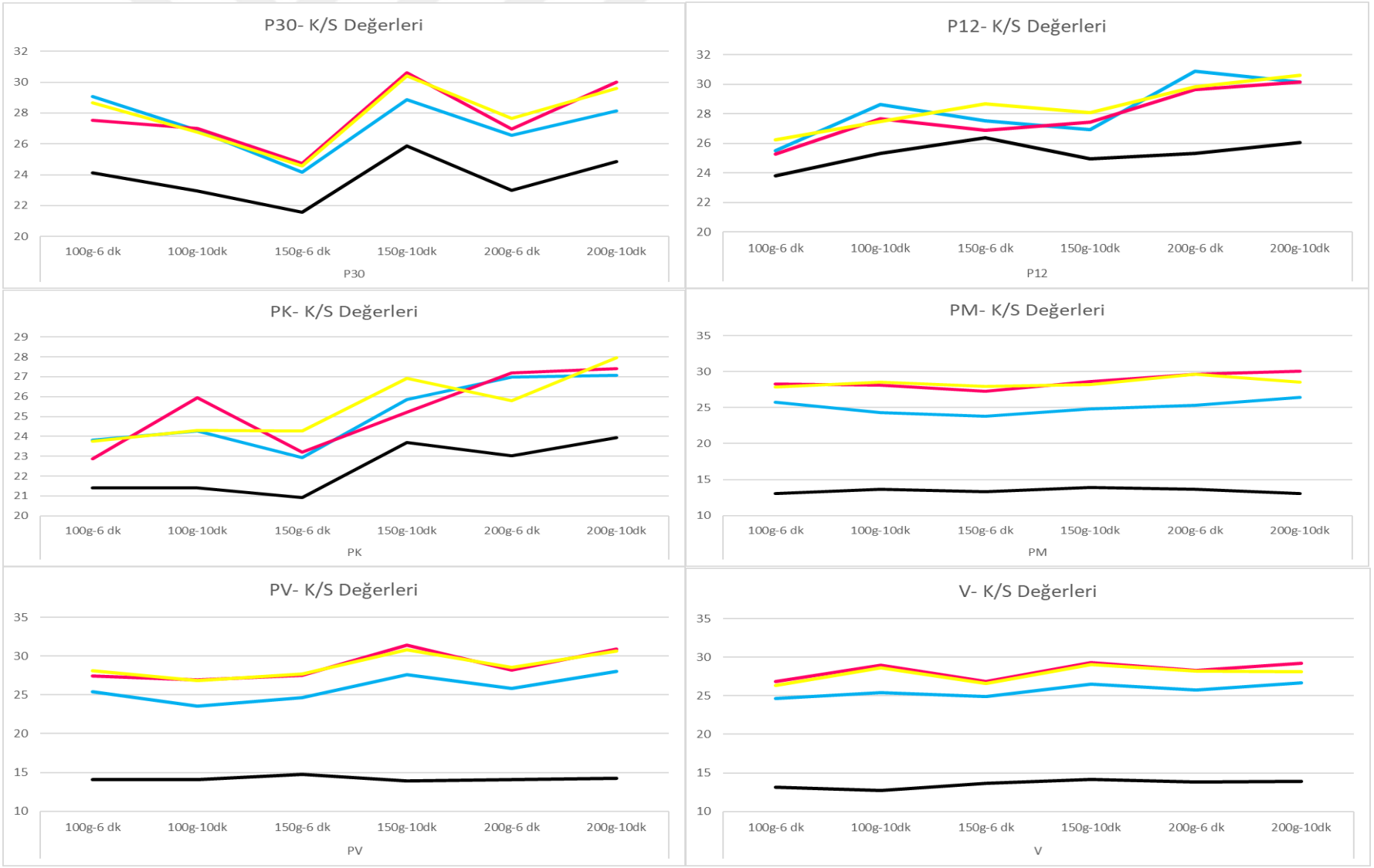
Çizelge 4.31'de numunelerin K/S değerleri verilmiştir. Sonuçlarda maksimum absorbsiyonun olduğu dalga boyundaki K/S değeri esas alınmıştır. Şekil 4.18'deki grafikte görülen sonuçlara göre tüm renkler arasında en iyi boyama verimi genellikle Cyan ve Magenta renginde elde edilmiştir. Bu durum literatürdeki benzer dijital baskı çalışmalarıyla paralel sonuçlanmıştır (Kanık ve ark., 2010). En düşük boyama verimi ise siyah renkte elde edilmiştir. Genel olarak hammaddelerin tüm numunelerindeki K/S değerleri kendi içlerinde benzer eğilim göstermişlerdir.

Çizelge 4.31. Numunelere ait K/S değerleri

Hammadde	İşlem	C	M	Y	K
P30	100g-6 dk	29,05	24,13	27,51	28,67
	100 g-10 dk	26,87	22,95	27,00	26,77
	150g-6 dk	24,16	21,57	24,72	24,56
	150 g-10 dk	28,85	25,86	30,61	30,42
	200g-6 dk	26,55	23,00	26,94	27,64
	200 g-10 dk	28,15	24,84	30,02	29,61
P12	100g-6 dk	25,52	23,79	25,27	26,24
	100 g-10 dk	28,65	25,34	27,65	27,49
	150g-6 dk	27,54	26,39	26,90	28,70
	150 g-10 dk	26,93	24,94	27,42	28,07
	200g-6 dk	30,91	25,33	29,63	29,84
	200 g-10 dk	30,17	26,07	30,17	30,61
PK	100g-6 dk	23,81	21,41	22,88	23,77
	100 g-10 dk	24,26	21,41	25,94	24,31
	150g-6 dk	22,92	20,93	23,22	24,26
	150 g-10 dk	25,86	23,70	25,20	26,91
	200g-6 dk	26,97	23,03	27,19	25,79
	200 g-10 dk	27,08	23,95	27,41	27,97

Çizelge 4.31. Numunelere ait K/S değerleri (Devamı)

PM	100g-6 dk	25,72	13,02	28,32	27,87
	100 g-10 dk	24,32	13,63	28,15	28,55
	150g-6 dk	23,80	13,30	27,30	27,92
	150 g-10 dk	24,79	13,90	28,66	28,22
	200g-6 dk	25,30	13,63	29,62	29,63
	200 g-10 dk	26,41	13,07	30,10	28,51
PV	100g-6 dk	25,43	14,04	27,47	28,16
	100 g-10 dk	23,59	14,07	26,97	26,87
	150g-6 dk	24,69	14,75	27,54	27,70
	150 g-10 dk	27,60	13,93	31,46	30,79
	200g-6 dk	25,87	14,07	28,20	28,54
	200 g-10 dk	28,02	14,20	30,89	30,69
V	100g-6 dk	24,66	13,18	26,86	26,38
	100 g-10 dk	25,37	12,73	28,95	28,67
	150g-6 dk	24,94	13,69	26,82	26,63
	150 g-10 dk	26,53	14,20	29,34	29,05
	200g-6 dk	25,75	13,78	28,30	28,17
	200 g-10 dk	26,69	13,86	29,26	28,10



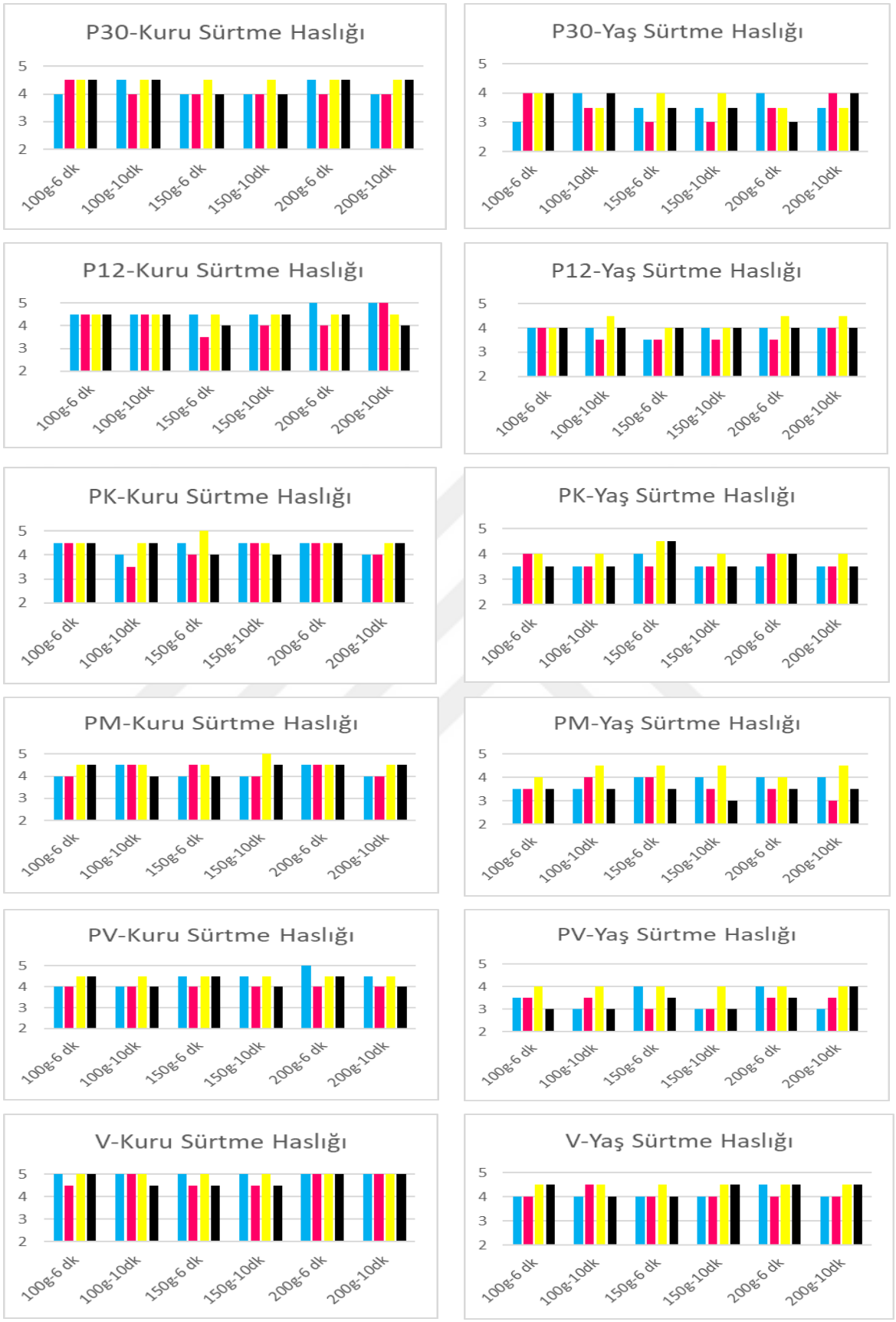
Şekil 4.18. Numunelerin K/S grafikleri

4.3. Haslık Testleri

Çizelge 4.32 numunelerin sürtme haslıklarını, Şekil 4.19 ise sürtme haslıkları grafiğini göstermektedir.

Çizelge 4.32. Baskılı kumaşların sürtme haslığı değerleri

Sürtme Haslığı		CYAN		MAGENTA		YELLOW		KEY	
		Kuru	Yaş	Kuru	Yaş	Kuru	Yaş	Kuru	Yaş
P30	100g-6 dk	4	3	4/5	4	4/5	4	4/5	4
	100g-10dk	4/5	4	4	3/4	4/5	4/5	4/5	4
	150g-6 dk	4	3/4	4	3	4/5	4	4	¾
	150g-10dk	4	3/4	4	3	4/5	4	4	¾
	200g-6 dk	4/5	4	4	3/4	4/5	4/5	4/5	3
	200g-10dk	4	3/4	4	4	4/5	4/5	4/5	4
P12	100g-6 dk	4/5	4	4/5	4	4/5	4	4/5	4
	100g-10dk	4/5	4	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4
	150g-6 dk	4/5	3/4	3/4	3/4	4/5	4	4	4
	150g-10dk	4/5	4	4	3/4	4/5	4	4/5	4
	200g-6 dk	5	4	4	3/4	4/5	4/5	4/5	4
	200g-10dk	5	4	5	4	4/5	4/5	4	4
PK	100g-6 dk	4/5	3/4	4/5	4	4/5	4	4/5	3/4
	100g-10dk	4	3/4	3/4	3/4	4/5	4	4/5	3/4
	150g-6 dk	4/5	4	4	3/4	5	4/5	4/5	4/5
	150g-10dk	4/5	3/4	4/5	3/4	4/5	4	4/5	¾
	200g-6 dk	4/5	3/4	4/5	4	4/5	4	4/5	4
	200g-10dk	4	3/4	4	3/4	4/5	4	4	3/4
PM	100g-6 dk	4/5	3/4	4	3/4	4/5	4	4/5	¾
	100g-10dk	4/5	3/4	4/5	4	4/5	4/5	4	3/4
	150g-6 dk	4/5	4	4/5	4	4/5	4/5	4	3/4
	150g-10dk	4/5	4	4	3/4	5	4/5	4/5	3
	200g-6 dk	4/5	4	4/5	3/4	4/5	4	4/5	¾
	200g-10dk	4/5	4	4	3	4/5	4/5	4/5	¾
PV	100g-6 dk	4	3/4	4	3/4	4/5	4	4/5	3
	100g-10dk	4	3	4	3/4	4/5	4	4	3
	150g-6 dk	4/5	4	4	3	4/5	4	4/5	¾
	150g-10dk	4/5	3	4	3	4/5	4	4	3
	200g-6 dk	5	4	4	3/4	4/5	4	4/5	¾
	200g-10dk	45	3	4	3/4	4/5	4	4	4
V	100g-6 dk	5	4	4/5	4	5	4/5	5	4/5
	100g-10dk	5	4	5	4/5	5	4/5	4/5	4
	150g-6 dk	5	4	4/5	4	5	4/5	4/5	4
	150g-10dk	5	4	4/5	4	5	4/5	4/5	4/5
	200g-6 dk	5	4/5	5	4	5	4/5	5	4/5
	200g-10dk	5	4	5	4	5	4/5	5	4/5



Şekil 4.19. Numunelerin sürtme haslığı grafikleri

Çizelge 4.33-36 renklere göre yıkama haslığı sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.33. CYAN rengi için yıkama haslığı değerleri

CYAN		Akma						Solma
		Yün	Akrilik	PES	Nylon	Pamuk	Asetat	
P30	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
P12	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PK	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PM	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PV	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
V	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4

Çizelge 4.34. MAGENTA rengi için yıkama haslığı değerleri

MAGENTA		Akma						Solma
		Yün	Akrilik	PES	Nylon	Pamuk	Asetat	
P30	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
P12	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PK	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PM	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PV	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
V	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4

Çizelge 4.35. YELLOW rengi için yıkama haslığı değerleri

YELLOW		Akma						Solma
		Yün	Akrilik	PES	Nylon	Pamuk	Asetat	
P30	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
P12	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
PK	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
PM	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
PV	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
V	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4/5
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4/5

Çizelge 4.36. KEY rengi için yıkama haslığı değerleri

KEY		Akma						Solma
		Yün	Akrilik	PES	Nylon	Pamuk	Asetat	
P30	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
P12	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PK	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PM	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
PV	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
V	100g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	100g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	150g-10dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-6 dk	5	5	5	5	5	5	4
	200g-10dk	5	5	5	5	5	5	4

Çizelge 4.37-40'da numunelerin ütüleme haslıkları sonuçları verilmiştir. Ütüleme haslığı değerlendirmesi yapılırken hem pres anında ölçüm yapılmıştır, hem de 4 saat bekledikten sonra kumaş değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, anlık analizlerde nemli ve ıslak ölçüm değerleri düşük olmasına rağmen, tüm numunelerin ütüleme haslıkları değerleri 4 saat sonra yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.37. CYAN rengi için ütüleme haslığı değerleri

CYAN		Kuru		Nemli		Islak	
		Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra
P30	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3	4/5
	200g-10dk	4/5	5	4	4/5	2/3	4/5
P12	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	2/3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3/4	4/5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3/4	5
	200g-6 dk	4/5	5	4	4/5	2/3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
PK	100g-6 dk	4/5	4/5	4/5	5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
	200g-10dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
PM	100g-6 dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	5	2/3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3/4	4/5
	150g-10dk	5	4/5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3	4/5
PV	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3	4/5
	150g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	4/5
	200g-6 dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
	200g-10dk	5	5	4/5	4/5	2	4/5
V	100g-6 dk	5	5	5	5	3	5
	100g-10dk	4/5	5	5	5	3	5
	150g-6 dk	5	5	5	5	3/4	5
	150g-10dk	5	5	5	5	3/4	5
	200g-6 dk	4/5	5	5	5	3	5
	200g-10dk	5	5	5	5	3	5

Çizelge 4.38. MAGENTA rengi için ütüleme haslığı değerleri

MAGENTA		Kuru		Nemli		Islak	
		Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra
P30	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	5	5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3	4/5
	200g-10dk	5	5	4	4/5	3	4/5
P12	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	2/3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3/4	4/5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	200g-6 dk	5	5	4	5	2/3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
PK	100g-6 dk	4/5	4/5	4/5	5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	5	5	3	5
	150g-10dk	4/5	5	5	5	3	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	2/3	4/5
	200g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	4/5
PM	100g-6 dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	5	2/3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3/4	4/5
	150g-10dk	5	4/5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
PV	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	4/5
	200g-6 dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
	200g-10dk	5	5	4/5	4/5	2	4/5
V	100g-6 dk	5	5	5	5	3	5
	100g-10dk	4/5	5	5	5	3	5
	150g-6 dk	5	5	5	5	3/4	5
	150g-10dk	5	5	5	5	3/4	5
	200g-6 dk	4/5	5	5	5	3	5
	200g-10dk	5	5	5	5	3	5

Çizelge 4.39. YELLOW rengi için ütüleme haslığı değerleri

YELLOW		Kuru		Nemli		Islak	
		Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra
P30	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	5	5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	150g-10dk	5	5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	200g-10dk	5	5	4	4/5	3	4/5
P12	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3/4	4/5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	200g-6 dk	5	5	4	5	3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
PK	100g-6 dk	4/5	4/5	4/5	5	3	4/5
	100g-10dk	5	4/5	4	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	5	5	3	5
	150g-10dk	4/5	5	5	5	3/4	4/5
	200g-6 dk	5	5	5	5	3	5
	200g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	5
PM	100g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	5	3	4/5
	150g-6 dk	5	5	4/5	5	3/4	4/5
	150g-10dk	5	5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	5	3	5
PV	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	5	5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5
	200g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3/4	5
	200g-10dk	5	5	4/5	4/5	3	4/5
V	100g-6 dk	5	5	5	5	3	5
	100g-10dk	4/5	5	5	5	3	5
	150g-6 dk	5	5	5	5	3/4	5
	150g-10dk	5	5	5	5	3/4	5
	200g-6 dk	4/5	5	5	5	3	5
	200g-10dk	5	5	5	5	3	5

Çizelge 4.40. KEY rengi için ütüleme haslığı değerleri

KEY		Kuru		Nemli		Islak	
		Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra	Hemen	4 saat sonra
P30	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3	4/5
	200g-10dk	5	5	4	4/5	3	4/5
P12	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	2/3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3/4	4/5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	200g-6 dk	5	5	4	5	2/3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
PK	100g-6 dk	4/5	4/5	4/5	5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	5	5	3	5
	150g-10dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	200g-6 dk	5	4/5	5	5	2/3	4/5
	200g-10dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
PM	100g-6 dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	5	2/3	4/5
	150g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3/4	4/5
	150g-10dk	5	4/5	4/5	5	3	4/5
	200g-6 dk	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5
	200g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
PV	100g-6 dk	4/5	5	4/5	4/5	3	4/5
	100g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-6 dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5
	150g-10dk	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	4/5
	200g-6 dk	4/5	5	4/5	5	2/3	4/5
	200g-10dk	5	5	4/5	4/5	2	4/5
V	100g-6 dk	5	5	5	5	3	5
	100g-10dk	4/5	5	5	5	3	5
	150g-6 dk	5	5	5	5	3/4	5
	150g-10dk	5	5	5	5	3/4	5
	200g-6 dk	4/5	5	4/5	5	3	5
	200g-10dk	5	5	4/5	5	3	5

Reaktif boyarmaddeler elyaflarla kovalent bağ yaptıklarından yıkama, ütüleme ve sürtme haslıkları çok yüksek derecelerdedir. Boyarmadde seçimi burada kritik bir rol oynamaktadır. Reaktif boyarmaddelerin canlı renklerle baskı kalitesi, haslık özelliklerinin iyi olması, baskı sonrası kumaş yumuşaklığının korunması gibi avantajlarının bu çalışmada elde edilen sonuçları desteklediği görülmüştür.

Yıkama haslığı değerlerine bakıldığında, tüm sonuçların multifiber beze akma değerleri çok iyi çıkmıştır. Tüm kıvamlaştırıcı ve fikse süresi değişikliklerinde yıkama haslıklarının tüm hammaddeler için çok iyi olduğu görülmüştür. Solma (renk değişim) derecesi de en düşük 4 olarak tespit edilmiştir ki bu çok iyi bir değerdir.

Özellikle viskon kumaşlarda sürtme haslıklarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Kuru sürtme haslıkları yaş sürtme haslıklarından daha yüksektir. Literatürle tutarlı olarak bazı pamuk karışımlarının ıslak sürtünme haslığı daha düşüktür. 4 renk analiz edildiğinde en iyi sonuçlar genellikle Key (Siyah) renkte bulunmaktadır.

4.4. Deneysel Verilerin İstatistiksel Analizi

4.4.1. Fiziksel ve Performans Özelliklerine Göre İstatistiksel Analiz

Standartlara uygun olarak yapılan testler sonucu elde edilen veriler, SPSS 22 paket programı kullanılarak 0.05 anlamlılık seviyesinde (%95 güven aralığında) istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Her bir satır bir numuneyi temsil edecek şekilde programa girilmiştir. Öncelikle verilerin normal dağılıma uyup uymadığı tespit edilmelidir. Çünkü yapılacak istatistiksel analiz bu normallik durumuna göre belirlenecektir. Bunun için SPSS menüsündeki One-Sample Kolmogorow-Smirnov testi uygulanmıştır. Burada Sig değeri 0,05'den küçük ise normal dağılım yoktur denilmektedir.

Şekil 4.20'de görüldüğü gibi bağımsız değişkenlerin bazıları normal dağılıma uymakta, bazıları uymamaktadır. Bu durumda yapılacak olan istatistiksel analiz test verisine göre seçilmiştir. Çizelge 4.41'de verilerin normal dağılıma uygun olup olmamasına göre seçilen analiz ve anlamlılık değerlendirmesi verilmiştir.

4.4.2. Spektrofotometre Sonuçlarına Göre İstatistiksel Analiz

Spektrofotometrik renk analizi sonucu elde edilen veriler, her bir satır bir numuneyi temsil edecek şekilde SPSS paket programına girilmiştir. Öncelikle verilerin normal dağılıma uyup uymadığı tespit edilmelidir. Çünkü yapılacak istatistiksel analiz bu normallik durumuna göre belirlenecektir. Bunun için SPSS menüsündeki One-Sample Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Burada Sig. değeri 0,05'den küçük ise 'normal dağılım yoktur' denilmektedir.

Buradaki tüm bağımsız değişkenler normal dağılıma uymamaktadır. Burada yapılan analizlerde non-parametrik veri grupları için olan analizler seçilmiştir. Çizelge 4.42'de analiz ve anlamlılık değerlendirmesi verilmiştir.

Analizler seçilirken, parametrelerin grup sayısı esas salınmaktadır. Fikse süresi 2 gruba sahip bir parametre olduğundan, parametrik değerlerde Student T testi, parametrik olmayan değerlerde de Man Whitney U testi uygulanmıştır. Hammadde, kıvamlaştırıcı miktarı ve renk değerleri 2'den fazla gruba sahip olduğu için parametrik değerlerde One Way Anova, parametrik olmayan değerlerde de Kruskal Wallis analizi uygulanmıştır.

Çizelge 4. 41. Fiziksel ve performans testleri verilerinin SPSS analizleri

	Bağımsız değişken	**Dağılım***	**Uygulanan Analiz**	**Sig. Değeri**	**Değerlendirme**
Fikse Süresi	Sıra sayısı	NDY-NP	Mann Whitney U	,456	Anlamlı bir fark yoktur.
	Çubuk sayısı	NDY-NP	Mann Whitney U	,516	Anlamlı bir fark yoktur.
	İlmek iplik uzunluğu	NDY-NP	Mann Whitney U	,728	Anlamlı bir fark yoktur.
	Kumaş kalınlığı	NDY-NP	Mann Whitney U	,046	Anlamlı bir fark vardır.
	Bağımlı Değişken	**Dağılım***	**Uygulanan Analiz**	**Sig. Değeri**	**Değerlendirme**
	Gramaj	ND-P	Student T Test	,398	Anlamlı bir fark yoktur.
	Sertlik (Stiffness)	ND-P	Student T Test	,123	Anlamlı bir fark yoktur.
	Patlama mukavemeti	NDY-NP	Mann Whitney U	,195	Anlamlı bir fark yoktur.
	Boncuklanma	NDY-NP	Mann Whitney U	,526	Anlamlı bir fark yoktur.
	Hava geçirgenliği	ND-P	Student T Test	,162	Anlamlı bir fark yoktur.
	Kurutma ile kütle kaybı	NDY-NP	Mann Whitney U	,548	Anlamlı bir fark yoktur.
	OMMC	ND-P	Student T Test	,023	Anlamlı bir fark vardır.
Hammadde	**Bağımsız değişken**	**Dağılım***	**Uygulanan Analiz**	**Sig. Değeri**	**Değerlendirme**
	Sıra sayısı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,002	Anlamlı bir fark vardır.
	Çubuk sayısı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,001	Anlamlı bir fark vardır.
	İlmek iplik uzunluğu	NDY-NP	Kruskal Wallis	,003	Anlamlı bir fark vardır.
	Kumaş kalınlığı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,002	Anlamlı bir fark vardır.
	Bağımlı Değişken	**Dağılım***	**Uygulanan Analiz**	**Sig. Değeri**	**Değerlendirme**
	Gramaj	ND-P	One Way Anova	,003	Anlamlı bir fark vardır.
	Sertlik (Stiffness)	ND-P	One Way Anova	,004	Anlamlı bir fark vardır.
	Patlama mukavemeti	NDY-NP	Kruskal Wallis	,001	Anlamlı bir fark vardır.
	Boncuklanma	NDY-NP	Kruskal Wallis	,001	Anlamlı bir fark vardır.
	Hava geçirgenliği	ND-P	One Way Anova	,010	Anlamlı bir fark vardır.
	Kurutma ile kütle kaybı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,002	Anlamlı bir fark vardır.
	OMMC	ND-P	One Way Anova	,000	Anlamlı bir fark vardır.
Kıvamlaştırıcı Miktarı	**Bağımsız değişken**	**Dağılım***	**Uygulanan Analiz**	**Sig. Değeri**	**Değerlendirme**
	Sıra sayısı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,998	Anlamlı bir fark yoktur.
	Çubuk sayısı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,832	Anlamlı bir fark yoktur.
	İlmek iplik uzunluğu	NDY-NP	Kruskal Wallis	,798	Anlamlı bir fark yoktur.
	Kumaş kalınlığı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,599	Anlamlı bir fark yoktur.
	Bağımlı Değişken	**Dağılım***	**Uygulanan Analiz**	**Sig. Değeri**	**Değerlendirme**
	Gramaj	ND-P	One Way Anova	,971	Anlamlı bir fark yoktur.
	Sertlik (Stiffness)	ND-P	One Way Anova	,702	Anlamlı bir fark yoktur.
	Patlama mukavemeti	NDY-NP	Kruskal Wallis	,736	Anlamlı bir fark yoktur.
	Boncuklanma	NDY-NP	Kruskal Wallis	,730	Anlamlı bir fark yoktur.
	Hava geçirgenliği	ND-P	One Way Anova	,388	Anlamlı bir fark yoktur.
	Kurutma ile kütle kaybı	NDY-NP	Kruskal Wallis	,880	Anlamlı bir fark yoktur.
	OMMC	ND-P	One Way Anova	,883	Anlamlı bir fark yoktur.

*ND:Normal Dağılım, NDY: Normal Dağılım Yoktur. P:Parametrik NP:Non-parametrik

Çizelge 4.42. Spektrofotometre sonuçlarının SPSS analizleri

	Bağımsız değişken	Uygulanan Analiz	Sig. Değeri	Değerlendirme
Fikse Süresi	L*	Mann Whitney U	,390	Anlamlı bir fark yoktur.
	a*	Mann Whitney U	,718	Anlamlı bir fark yoktur.
	b*	Mann Whitney U	,737	Anlamlı bir fark yoktur.
Hammadde	L*	Kruskal Wallis	,000	Anlamlı bir fark vardır.
	a*	Kruskal Wallis	,953	Anlamlı bir fark yoktur.
	b*	Kruskal Wallis	,895	Anlamlı bir fark yoktur.
Kıvamlaştırıcı Miktarı	L*	Kruskal Wallis	,981	Anlamlı bir fark yoktur.
	a*	Kruskal Wallis	,905	Anlamlı bir fark yoktur.
	b*	Kruskal Wallis	,924	Anlamlı bir fark yoktur.
Renk	L*	Kruskal Wallis	,000	Anlamlı bir fark vardır.
	a*	Kruskal Wallis	,000	Anlamlı bir fark vardır.
	b*	Kruskal Wallis	,000	Anlamlı bir fark vardır.

Analizlere ait SPSS Programı çıktıları Şekil 4.20-31'de gösterilmiştir.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		gramaj	sırasıklığı	cubuksıklığı	ilmekiplikuzunlugu	kalınlık	havagecirgenligi	sertlik	patlama	boncuklanma	OMMC	kurumadavranısı
N		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Normal Parameters[a,b]	Mean	150,47522	14,4885	20,8347	,54372	,4342	2131,76647	,068822	181,6414	2,028	,416842	29,0030
	Std. Deviation	18,331695	4,56206	9,05643	,397351	,09081	366,410297	,0085312	38,25924	,7166	,2252958	5,46760
Most Extreme Differences	Absolute	,139	,258	,245	,290	,295	,131	,175	,187	,321	,159	,261
	Positive	,139	,227	,210	,290	,295	,088	,119	,187	,321	,153	,230
	Negative	-,065	-,258	-,245	-,192	-,159	-,131	-,175	-,113	-,231	-,159	-,261
Test Statistic		,139	,258	,245	,290	,295	,131	,175	,187	,321	,159	,261
Asymp. Sig. (2-tailed)		,077[c]	,000[c]	,000[c]	,000[c]	,000[c]	,121[c]	,007[c]	,003[c]	,000[c]	,022[c]	,000[c]

Şekil 4.20. Fiziksel ve performans verilerinin One-Sample Kolmogorow-Smirnov sonuçları

Test Statistics[a]

	sırasıklığı	cubuksıklığı	ilmekiplikuzunlugu	kalınlık	patlama	boncuklanma	kurumadavranısı
Mann-Whitney U	138,500	141,500	151,000	99,000	121,000	143,500	143,000
Wilcoxon W	309,500	312,500	322,000	270,000	292,000	314,500	314,000
Z	-,745	-,650	-,348	-1,993	-1,297	-,633	-,601
Asymp. Sig. (2-tailed)	,456	,516	,728	,046	,195	,526	,548
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,462[b]	,521[b]	,743[b]	,047[b]	,203[b]	,563[b]	,563[b]

a. Grouping Variable: FIKSCODE

b. Not corrected for ties.

Şekil 4.21. Fikse süresi test verilerinin Mann-Whitney U sonuçları

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
gramaj	Equal variances assumed	,732	,398	-3,239	34	,003	-17,552889	5,419901	-28,567454	-6,538324
	Equal variances not assumed			-3,239	33,995	,003	-17,552889	5,419901	-28,567510	-6,538268
havagecirgenligi	Equal variances assumed	2,041	,162	4,455	34	,000	438,708944	98,465147	238,603691	638,814198
	Equal variances not assumed			4,455	32,121	,000	438,708944	98,465147	238,171532	639,246357
sertlik	Equal variances assumed	2,507	,123	,972	34	,338	,0027667	,0028460	-,0030170	,0085504
	Equal variances not assumed			,972	28,308	,339	,0027667	,0028460	-,0030602	,0085935
OMMC	Equal variances assumed	5,640	,023	-,914	34	,367	-,0688167	,0752754	-,2217948	,0841614
	Equal variances not assumed			-,914	30,806	,368	-,0688167	,0752754	-,2223811	,0847477

Şekil 4.22. Fikse süresi test verilerinin Student T testi sonuçları

Test Statistics[a,b]

	sırasıklığı	cubuksıklığı	ilmekiplikuzunlugu	kalınlık	patlama	boncuklanma	kurumadavranısı
Chi-Square	12,113	13,215	11,789	12,538	13,661	13,222	12,737
df	2	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	,002	,001	,003	,002	,001	,001	,002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: HAMCODE

Şekil 4.23. Hammaddeye göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
gramaj	Between Groups	5208,719	5	1041,744	4,769	,003
	Within Groups	6553,068	30	218,436		
	Total	11761,787	35			
havagecirgenligi	Between Groups	1796137,063	5	359227,413	3,713	,010
	Within Groups	2902840,629	30	96761,354		
	Total	4698977,692	35			
sertlik	Between Groups	,001	5	,000	4,497	,004
	Within Groups	,001	30	,000		
	Total	,003	35			
OMMC	Between Groups	,957	5	,191	7,013	,000
	Within Groups	,819	30	,027		
	Total	1,777	35			

Şekil 4.24. Hammaddeye göre test verilerinin One-Way Anova testi sonuçları

Test Statistics[a,b]

	sırasıklığı	cubuksıklığı	ilmekiplikuzunlugu	kalınlık	patlama	boncuklanma	kurumadavranısı
Chi-Square	,003	,368	,452	1,025	,614	,628	,257
df	2	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	,998	,832	,798	,599	,736	,730	,880

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: KIVCODE

Şekil 4.25. Kıvamlaştırıcı miktarına göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
gramaj	Between Groups	20,743	2	10,371	,029	,971
	Within Groups	11741,044	33	355,789		
	Total	11761,787	35			
havagecirgenligi	Between Groups	262247,667	2	131123,833	,975	,388
	Within Groups	4436730,026	33	134446,364		
	Total	4698977,692	35			
sertlik	Between Groups	,000	2	,000	,358	,702
	Within Groups	,002	33	,000		
	Total	,003	35			
OMMC	Between Groups	,020	2	,010	,183	,833
	Within Groups	1,757	33	,053		
	Total	1,777	35			

Şekil 4.26. Kıvamlaştırıcı miktarına göre test verilerinin One-Way Anova testi sonuçları

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		L	a	b
N		144	144	144
Normal Parameters[a,b]	Mean	60,5792	-,1270	5,6274
	Std. Deviation	18,38707	22,84084	27,28935
Most Extreme Differences	Absolute	,220	,251	,329
	Positive	,120	,251	,329
	Negative	-,220	-,143	-,157
Test Statistic		,220	,251	,329
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000[c]	,000[c]	,000[c]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Şekil 4.27. Spektrofotometre verilerinin One-Sample Kolmogorow-Smirnov sonuçları

Test Statistics[a]

	L	a	b
Mann-Whitney U	2377,000	2501,500	2508,000
Wilcoxon W	5005,000	5129,500	5136,000
Z	-,859	-,362	-,336
Asymp. Sig. (2-tailed)	,390	,718	,737

a. Grouping Variable: fikscode

Şekil 4.28. Fikse süresine göre test verilerinin Mann-Whitney U testi sonuçları

Test Statistics[a,b]

	L	a	b
Chi-Square	38,009	1,118	1,650
df	5	5	5
Asymp. Sig.	,000	,953	,895

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: hamcode

Şekil 4.29. Hammaddeye göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları

Test Statistics[a,b]

	L	a	b
Chi-Square	,039	,201	,157
df	2	2	2
Asymp. Sig.	,981	,905	,924

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kıvcode

Şekil 4.30. Kıvamlaştırıcı miktarına göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları

Test Statistics[a,b]

	L	a	b
Chi-Square	91,256	125,627	133,377
df	3	3	3
Asymp. Sig.	,000	,000	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: renkcode

Şekil 4.31. Renge göre test verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tekstil dijital baskısı gün geçtikçe sürdürülebilirlik yönünü ortaya koyan gelişimler sergilemektedir. Gerek hızlı moda gereksinimleri, gerekse de üretim maliyetlerindeki artış nedeniyle dijital tekstil baskıcılığı pazarda gitgide artan bir öneme sahip olacaktır.

Çalışmada Ne 30/1 %100 pamuk, Ne 30/1 %100 viskon, Ne 30/1 %50 pamuk + %50 viskon, Ne 30/1 %50 pamuk + %50 modal, Ne 12/1 %100 pamuk ve Ne 12/1 %70 pamuk + %30 kenevir süprem örme kumaşlar üretilmiştir. Bu kumaşlara ön işlem patında 100, 150 ve 200 g kıvamlaştırıcı içeren pat uygulanmıştır. Seçilen desende dijital baskı işlemi yapıldıktan sonra 6 ve 10 dakikada fikse işlemi ve ardından yıkama-kurutma uygulanarak kumaş üretimleri tamamlanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde;

- Kıvamlaştırıcı miktarının kumaş gramajı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Ancak, fikse süresinin neredeyse tüm numunelerde ağırlık artışına neden olduğu tespit edilmiştir. Buna neden olarak da fikse süresi artışının kumaşların alansal yoğunluğunu ve birim alandaki kütleyi arttırması olduğu tahmin edilmektedir.
- İplik numarası Ne 12/1 olan numunelerin bir ilmeğini üretirken kullanılan iplik uzunluğu yani ilmek iplik uzunluğu daha fazladır.
- Fikse süresinin numunelerde kalınlık artışına neden olduğu tespit edilmiştir.
- Fikse süresi artışı patlama mukavemetini genellikle arttırmıştır. Fakat kıvamlaştırıcı değişimi değerlendirildiğinde, genellikle 100 g kıvamlaştırıcı kullanılarak üretilen kumaş ile 200 g kıvamlaştırıcı kullanılarak üretilen kumaşın değerlerinin birbirine yakın ve 150 g kıvamlaştırıcı kullanılarak üretilen kumaştan fazla olduğu tespit edilmiştir.
- Hava geçirgenliği değerleri analiz edildiğinde, yine fikse süresi ile hava geçirgenliği değerinin ters orantılı olduğu gözlenmiştir. Fikse süresinin artmasından kaynaklı gramaj ve sıklık değerlerinin artması sebebiyle, kumaş gözenekliliği azaldığı için hava geçirgenliğinin düştüğü düşünülmektedir.
- Baskı işleminin genellikle numunelerin daha yumuşak olmasına yol açtığı söylenebilmektedir. Burada baskı öncesindeki ön işlem patı uygulamasının bazik ortamda gerçekleşmesinin numunelere daha yumuşak bir tuşe kazandırdığı tahmin edilmektedir.
- Yapılan proses değişikliklerinin boncuklanma üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir. Boncuklanmanın daha çok hammadde özellikleriyle ilgili olduğu söylenebilmektedir.
- Renk değerleri analiz edildiğinde elde edilen grafiklerde de görülebileceği gibi tüm proses değişikliklerinde renkler arasında aynı örüntü bulunmaktadır. L* değeri en

yüksek Yellow renginde elde edilmiştir. Bu durum sarı rengin en parlak renk olması sebebiyledir. En düşük L* değeri ise K(Siyah) renkte elde edilmiştir. Desendeki en koyu renk siyah olduğu için L* değeri en düşük çıkmıştır. a* değeri kırmızılık-yeşillik değeridir. Bu desende Magenta rengi en kırmızı renk olarak a* değeri en yüksek çıkan renktir. Cyan rengi de en küçük a* değerine sahiptir. b* değerinde de en yüksek sarılık Yellow renginde elde edilmiş olup en düşük b* değeri Cyan rengine aittir.

- Çalışmanın renk farklılığı sonuçları değerlendirildiğinde kıvamlaştırıcı miktarını 200 g olmasının renk özellikleri üzerinde iyileştirici bir etkiye sahip olmadığı ortaya çıkmıştır. İşletmenin kullandığı 150 gram kıvamlaştırıcı miktarının yeterli olabileceği, 200 gram kullanmaya gerek olmadığı söylenebilir. Seçilen bu desen özelinde Viskon kumaşlar haricinde fikse süresi değişiminin yol açtığı renk farklılığının 150 gram kıvamlaştırıcıda en az olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bir başka analizde de renk farklılığı sonuçlarının 6 dakika fikse süresinde daha yüksek çıktığı görülebilmektedir.
- K/S analizlerine bakıldığında ise tüm renkler arasında en iyi boyama verimi genellikle Cyan ve Magenta renginde elde edilmiştir. En düşük boyama verimi ise siyah renkte elde edilmiştir. Genel olarak hammaddelerin tüm numunelerindeki K/S değerleri kendi içlerinde benzer eğilim göstermişlerdir.
- MMT sonuçlarından da görülebileceği üzere özellikle viskon ve viskon karışımlı kumaşlarda nem iletim özellikleri belirgin şekilde daha iyi sonuçlar vermiştir. Modal kumaşlarda da yüksek sayılabilecek nem iletim değerleri elde edilmesinin, modal lif içerisindeki boşluklu yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Kuruma grafikleri incelendiğinde, fikse süresi ve kıvamlaştırıcı miktarının belirgin bir kuruma davranışı farklılığına sebep olmadığı tespit edilmiştir. Kuruma davranışı gibi konfor özellikleri kumaşların hammaddeleriyle yakından ilgilidir. Çalışmada kullanılan hammaddeler de selülozik esaslı olduğu için sonuçlar benzer eğilimler göstermişlerdir. Başka bir açıdan incelendiğinde, kalın iplikler ile örülmüş kumaşların daha geç kuruduğu göze çarpmıştır. Ne 12 ipliklerden üretilen kumaşların daha kalın olduğu göz önüne alınırsa bu beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Sadece viskon ve pamuk/viskon karışımlı numuneler daha çok su absorblamışlardır ve bu nedenle daha yavaş kurumuşlardır. Burada viskonun %10-16 arasındaki nem alımı etkilidir. 6 saatin sonunda numunelerin tamamen kuruyarak dengeye ulaştıkları tespit edilmiştir.
- Özellikle viskon kumaşlarda sürtme haslıklarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Kuru sürtme haslıkları yaş sürtme haslıklarından daha yüksektir. Literatürle tutarlı olarak bazı pamuk karışımlarının ıslak sürtünme haslığı daha düşüktür. 4 renk analiz edildiğinde en iyi sonuçlar genellikle Key (Siyah) renkte bulunmaktadır.

- Yıkama haslığı değerlerine bakıldığında, tüm sonuçların multifiber beze akma değerleri çok iyi çıkmıştır. Tüm kıvamlaştırıcı ve fikse süresi değişikliklerinde yıkama haslıklarının tüm hammaddeler için çok iyi olduğu görülmüştür. Solma (renk değişim) derecesi de en düşük 4 olarak tespit edilmiştir ki bu iyi bir değerdir.
- Ütüleme haslığı değerlendirmesi yapılırken hem pres anında ölçüm yapılmıştır, hem de 4 saat bekledikten sonra kumaş değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, anlık analizlerde nemli ve ıslak ölçüm değerleri düşük olmasına rağmen, tüm numunelerin ütüleme haslıkları değerleri 4 saat sonra yüksek çıkmıştır.

İstatistiksel analiz sonuçları da tablo şeklinde yapılan analizler ve anlamlılık durumu açıklanarak verilmiştir. Burada fikse süresi ile kalınlık ve OMMC değeri arasında anlamlı bir farklılık olduğu, diğer performans ve fiziksel değerler ile arasında anlamlı bir bağlantı olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Tüm fiziksel ve performans testleri hammadde ile anlamlı farklılık var sonucunu vermiştir. Yani hammadde değişikliği, bu analizler üzerinde etkili olmuştur. Kıvamlaştırıcı miktarının ise bu değerler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Renk verileri SPSS paket programı ile değerlendirildiğinde, sadece hammadde türünün rengin L*(açıklık-koyuluk) değeri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Diğer değişkenler, sonuçlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sebep olmamıştır. Ancak CMYK renk değişikliği tüm spektrofotometrik değerler üzerinde etkilidir ve aralarında anlamlı bir ilişki vardır.

Çalışmanın sonuçlarını özetlemek gerekirse, fikse süresinin 6 dakikadan 10 dakikaya çıkmasının performans özelliklerini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılabilir. Kıvamlaştırıcı miktarı değişikliğinin ise belirgin farklılıklara yol açmadığı gözlenmiştir. Burada esas etkinin kullanılan mürekkep- hammadde uyumu olduğu söylenebilir. Burada işletmelerin uygulayacağı prosesler talep edilen özellikler doğrultusunda değiştirilmelidir.

Sonuçlar genel olarak analiz edildiğinde odak noktası olan kenevir hammaddesine, baskı işleminin uygun olduğu görülmüştür.

Çalışmanın maliyet yönünden değerlendirmesi yapıldığında kıvamlaştırıcı miktarının 50 g artması ürüne günümüz fiyatlandırmasıyla yaklaşık 0,544 $ ek maliyet oluşturmaktadır. Fikse süresinin 6 dakikadan 10 dakikaya çıkarılması buhar tüketimini 53,4 kg arttırmaktadır. 1 kg buhar için yaklaşık 0,072 m^3 doğalgaz kullanılmaktadır. 53,4 kg buhar için 3,8448 m^3 doğalgaza ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmanın devamında yapılması planlanan çalışmalar şu şekilde özetlenebilir;

- Biyouyumluluk (biocompatibility) açısından değerlendirmeler yapılabilir.
- Dijital baskının çevreye olan etkisi geniş kapsamda ele alınabilir.

- Baskı sonrası yıkama suyunun kıvamlaştırıcı ve/veya boyarmadde içerip içermediği ile ilgili deneysel araştırmalar yapılabilir.
- Hammadde olarak pamuk ile karıştırılarak kullanılan kenevirin, karışımdaki oranı arttırılarak performansı, konfor özellikleri ve renk özellikleri analiz edilebilir.
- Kenevirin tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik değerlendirmesi yapılabilir.
- Kenevir karışımlı kumaşların baskı öncesi ve sonrası antibakteriyellik özelliklerine bakılabilir.

KAYNAKLAR

AATCC 195:2009-2017. Test Method for Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics.

Asif, M. S., 2017. Digital Printing On Textiles: Evolution, Progression And Techniques. In M. I. Kiron (Ed.), Textile Learner. Karachi, Pakistan.

Atasağun, H. G., 2015. Kumaşların Islanma ve Nem/Sıvı Emme Davranışları ve Giyim Konforu. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir. 228 s.

ASTM D 4032-94-1994. Dairesel Eğme Test Metodu

Başer, İ., 1992. Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Yayınları, 198 s.

Bedez Üte, T., Çelik, P., Kadoğlu, H., Üzümcü, M. B., Ertekin, G., ve Marmaralı, A., 2018. Farklı Doğal Liflerin İç Giysilerde Kullanımının Konfor Özellikleri Açısından Araştırılması, Tekstil ve Mühendis, 25(112):335-343.

Broadbent, A. D., 2001. Basic Prin

cibles Of Textile Coloration, West Yorkshire, England: Society of Dyers and Colourists, 1-578.

Cao, H., Ai, L., Yang, Z., ve Zhu, Y. 2019. One-Bath Pretreatment for Enhancing the Color Yield and Anti-Static Properties of Inkjet Printed Polyester Using Disperse Inks. Materials (Basel, Switzerland), 12(11):1820. Doi:10.3390/Ma12111820

Choi, P. S. R., Yuen, C. W. M., Ku, S. K. A., ve Kan, C. W., 2005. Digital İnk-Jet Printing For Chitosan-Treated Cotton Fabric. Fibers And Polymers, 6(3):229-234. Doi:10.1007/Bf02875647

Cie, C., 2015. Ink Jet Textile Printing. Woodhead Publishing Limited 183 s.

Çarkıt, G., 2012. Bambu-Pamuk Karışımlı Örme Kumaşların Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Çetin, M., 2019. Protein Liflerinin Baskısında İnk Jet Baskı Teknolojisinin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 102 s.

Çetin, A. Ö., 2016. Örme Tekstil Yüzeylerinin Kuruma Davranışının Gerçek Zamanlı Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Çiçek, R., 2019. Yeni Nesil Rejenere Selüloz Liflerinden Üretilen Örme Kumaşların Fiziksel Ve Konfor Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans, Ege Üniversitesi, İzmir.

Ding, Y., 2016. Color Gamut Comparison Methodology And Evaluation For Textile Ink Jet Printing. Doctor Of Philosophy, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.

Djurdjevic, S., Novakovic, D., Adamovic, S., Kasikovic, N., Milic, N., Strbac, B., ve Hadzistevicb, M., 2019. Colorımetric Changes Of Thermochromic Ink Printed On Smart Textıle Materials Exposed To Different Heat Transfer Methods . Textile and Apparel , 29 (4) , 336-343 . DOI: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.532666

Dönmez, E. T., 2008. Yuvarlak Örme Kumaşlarda Kumaş Gramajına Etki Eden Faktörler Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 92 s.

Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü Ve Reçete Çıkarma. 17. Sayı/E.Ü. Tekstil Ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi ISBN:9754834962, 308 s.

Eser, B., Çelik, P., Çay, A., ve Akgümüş, D., 2016. Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, Tekstil ve Mühendis, 23(101):43-60.

Faisal, S., Tronci, A., Ali, M., Lin, L., ve Mao, N., 2020. Pretreatment of Silk for Digital Printing: Identifying Influential Factors Using Fractional Factorial Experiments. Pigment & Resin Technology, 49(2):145-153. Doi:10.1108/Prt-07-2019-0065

Gedik, G., 2012. Kenevir Liflerinden Üretilen Kumaşların Optimum Ağartma Koşullarının ve Yöntemlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 82 s.

Gün, F., 2009. Tekstilde Boyamanın Antimikrobik Özellik Üzerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 167 s.

Güneşoğlu, S., 2005. Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Uludag Üniversitesi, Bursa, 208s.

Hajipour, A., ve Shams Nateri, A., 2019. The Effect of Weave Structure on The Quality of İnkjet Polyester Printing. The Journal of The Textile Institute, 110(6):799-806. Doi:10.1080/00405000.2018.1529722

Hajipour, A., ve Shams Nateri, A., 2017. The Effect of Fabric Density on The Quality of Digital Printing on Polyester. Fibers And Polymers, 18:2462-2468. Doi:10.1007/S12221-017-7441-Z

Helvacı, A. R., 2019. Viskon Elyafta Ekolojik Boyama Yöntemlerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 166 s.

https://sdlatlas.com/products/mmt-moisture-management-tester [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://www.iteks.com/pc/15/yakma-hatlari.html [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

http://www.zmo.org.tr/genel/bizdenidetay.php?kod=30467&tipi=17&sube=0 [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://monarchknitting.org/us/machines [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://tekstilbilgi.net/dijital-baski-nedir-nasil-uygulanir.html [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://www.derstekstil.name.tr/kenevir-elyafi.html [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://www.derstekstil.name.tr/ormeciligin-tarihcesi.html [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://www.ithib.org.tr/bilgi-merkezi/istatistikler-raporlar/kategori/aylik-ihracat-degerlendirme-bilgi-notlari-3 [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://www.mayercie.com/en/relanite-3-2-s_en/ [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://www.textilegence.com/dijital-cozumler-tekstil-baski-pazarindaki-payini-artiriyor/[Son erişim tarihi: 15.11.2023].

https://www.tekstilteknoloji.com.tr/dergiler/kasim_2019/

https://www.textilegence.com/kenevir-elyafi/# [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

http://www.upk.org.tr/User_Files/pdf/PDF-2022-2023/UPK-Pamuk%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202022-20230101%20EA.PDF [Son erişim tarihi: 21.12.2023].

ISO 105X12-2016. Tekstil - Renk Haslığı Deneyleri - Bölüm X12: Sürtmeye Karşı Renk Haslığı Tayini.

Jung, J. J., Kim, S., ve Park, C. K., 2016. Optimization of Digital Textile Printing Process Using Taguchi Method. Journal Of Engineered Fibers And Fabrics, 11(2):51-59. Doi:10.1177/155892501601100207

Kaimouz, A. W., Wardman, R. H., ve Christie, R. M., 2010. Ink-Jet Printing Process For Lyocell And Cotton Fibres. Part 2: The Relationship Of Colour Strength And Dye Fixation To İnk Penetration. Coloration Technology, 126(6):342-347. Doi:10.1111/J.1478-4408.2010.00267.X

Kaimouz, A. W., Wardman, R. H., ve Christie, R. M., 2010. The Inkjet Printing Process For Lyocell And Cotton Fibres. Part 1: The Significance Of Pre-Treatment Chemicals And Their Relationship With Colour Strength, Absorbed Dye Fixation And Ink Penetration. Dyes And Pigments - Dye Pıgment, 84(1):79-87. Doi:10.1016/J.Dyepig.2009.06.015

Kan, C. W., 2007. The Use of Plasma Pre-Treatment For Enhancing The Performance of Textile Ink-Jet Printing. Journal Of Adhesion Science And Technology, 21(10):911-921. Doi:10.1163/156856107781393884

Kanık, M., 2013. Dijital Tekstil Baskı Teknolojileri Dergisi, Erişim Linki: https://issuu.com/textileindustry/docs/d__j__tal_ek [Son erişim tarihi: 15.11.2023].

Kanık, M., 2015. Dijital ve Rotasyon Baskıda Yenilikler. Butekom Eğitim Kitapçığı, Butekom.

Kanık, M., ve Selçuk, E., 2010. Ön Emdirme İşleminde Kullanılan Kıvamlaştırıcı Türünün Reaktif Ink Jet Baskı Kalitesi Üzerine Etkileri. Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering, 15(1).

Karahan, N., ve Mangut, M., 2011. Tekstil Lifleri. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım, Sf.309 ISBN: 97897587685302011

Karakaş, O., 2023. Pamuk / Bambu Karışımlı Süprem Kumaşlarda Isıl Düzenleme Özelliğinin Deneysel Olarak Araştırılması. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 173 s.

Kasikovic, N., Novaković, D., Vladić, G., ve Klančnik, M., 2011. Influence Of Heat Treathment On Caracteristics Of Inkjet Prints On Textile Material. Journal Of Graphic Engineering And Design, 2(1):24-30.

Kasikovic, N., Vladić, G., Milić, N., Novaković, D., Milošević, R., ve Dedijer, S., 2018. Colour Fastness To Washing Of Multi-Layered Digital Prints On Textile Materials. Journal Of The National Science Foundation Of Sri Lanka, 46(3):381-391. Doi:10.4038/Jnsfsr.V46i3.8489

Kiatkamjornwong, S., Putthimai, P., ve Noguchi, H., 2005. Comparison Of Textile Print Quality Between İnkjet And Screen Printings. Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions, 88(1):25-34. Doi:10.1007/Bf02699704

Kurtuldu, E., ve Erdem İşmal, Ö., 2019. Sürdürülebilir Tekstil Tasarım ve Üretiminde Yeniden Değer Kazanan Lif: Kenevir, Art-e Sanat Dergisi, 12(24):694-718. DOI: 10.21602/sduarte.624485

Kürtüncü, E., 2013. Pamuklu Kumaşların Enzimatik Ön Terbiyesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 121 s.

Li, S. X., 2019. Print Clarity Test On Digitally Printed Textiles – A Quantitative Evaluation, ITMA 2019 Presentation, 26 June 2019, Barcelona,Spain

Li, X., Powell, N. B., ve Michielsen, S., 2020. Print Clarity On Digitally Printed Textiles–A Quantitative Evaluation. The Journal Of The Textile Institute, 111(1):108-121.

Liu, M., 2016. Pretreatment Of Hemp Fibers For Utilization İn Strong Biocomposite Materials. Kgs. Lyngby: Danmarks Tekniske Universitet (Dtu). Center For Bioprocess Engineering Department Of Chemical And Biochemical Engineering Technical University Of Denmark.

Liu, Z., Fang, K., Gao, H., Liu, X., ve Zhang, J., 2016. Effect Of Cotton Fabric Pretreatment On Drop Spreading And Colour Performance Of Reactive Dye Inks. Coloration Technology, 132(5):407-413. Doi:10.1111/Cote.12232

Malik, S. K., Kadian, S., ve Kumar, S., 2005. Advances İn İnk-Jet Printing Technology Of Textiles. Indian Journal Of Fibre And Textile Research. 30:99-113.

Marmaralı, A., Dönmez Kretzschmar, S., Özdil N., ve Gülsevin Oğlakcıoğlu N., 2006. Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler. Tekstil ve Konfeksiyon, 4:241-246.

Oğlakcıoğlu, N., ve Marmaralı, A., 2010. Thermal Comfort Properties Of Cotton Knitted Fabrics İn Dry And Wet States. Tekstil ve Konfeksiyon, 20(3):213-217.

Öner, E., 2015. Çeşitli Liflerden Üretilen Kumaşlardan Yapılan Spor Giysilerinin Termal Konforunun Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir228 s.

Özbağcı, Ö., 2008. Pamuk ve Bazı Rejenere Selüloz Esaslı Süprem Örgü Kumaşların Fiziksel ve Boyutsal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 166 s.

Özdemir, Ş., ve Doba Kadem, F., 2022. Farklı Hammaddeden Üretilmiş Dijital Baskılı Örme Kumaşların Ütü Haslığı Ve Spektrofotometrik Renk Değerlendirmesi. Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi-Uçtek 2022 29-30 Eylül 2022, Adana, Türkiye Sf.324-333

Özdemir, Ş., ve Doba Kadem, F. 2019b. An Experimental Study On Drying Behavior In Digital Printed Fabrics. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi 21(63):927-932.

Özdemir, Ş., ve Doba Kadem, F., 2018a. Dijital Baskılı Kumaşlarda Aşınma Ve Boncuklanma Üzerine Deneysel Bir Çalışma. The 6th International Gap Engineering Conference – Gap2018, Şanlıurfa.

Özdemir, Ş., ve Doba Kadem, F., 2018b. An Experimental Study On Air Permeability And Bursting Strength In Digital Printed Fabric. I. Uluslararası Akdeniz Sempozyumu (Pp. 253-262). Mersin.

Özdemir, Ş., ve Doba Kadem, F., 2019a. Dijital Baskılı Kumaşlarda Ard İşlemlerin Seçilmiş Özelliklere Etkisinin Araştırılması. The Euro Asia 5th. International Congress On Applied Sciences, Adana.

Özdemir, Ş., ve Doba Kadem, F., 2023. An eco-friendly approach: effect of fixation time on colour and comfort properties of digital printed fabric. Industria Textila v:74-5, Sf. 527-533.

Özgüney, A. T., ve Erdem İşmal, Ö., 2003. Tekstil Dijital Ink Jet Baskı Teknolojisi Temel İlkeleri ve Gelişim Süreci. Türk Tekstil Vakfı Yayın No:2, İzmir,.ISBN: ISBN 975-92219-0-

Özşeker, M., 2018. Bambu, Pamuk ve Viskon Lifinden Üretilen Kumaşların Spor Kıyafetlerinde Kullanımının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 85 s.

Park, S.-Y. J., Jeon, D.-W., Park, Y.-C., ve Lee, B. S., 2010. Effects On Printing Quality According To Yarn Twist And Knitting Structure Of Media İn Digital Textile Printing(II). Textile Coloration And Finishing, 22. Doi:10.5764/Tcf.2010.22.3.282

Rüzgar, A., 2019. Rotasyon Ve Dijital Reaktif Baskıların Çevresel Etkilerinin Yaşam Döngüsü Analizi Tekniğiyle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa. 71 s.

Seipel, S., Yu, J., Viková, M., Vik, M., Koldinská, M., Havelka, A., ve Nierstrasz, V. A., 2019. Color Performance, Durability And Handle Of Inkjet-Printed And Uv-Cured Photochromic Textiles For Multi-Colored Applications. Fibers And Polymers, 20(7):1424-1435.

Selçuk, E., 2009. Ink jet baskıda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 83 s.

Selli, F., ve Turhan, Y., 2017. Investigation Of Air Permeability And Moisture Management Properties Of The Commercial Single Jersey And Rib Knitted Fabrics. Tekstil Ve Konfeksiyon, 27:27-31.

Soleimani Gorgani, A., ve Shakib, N., 2013. Single-Phase Ink-Jet Printing Onto Cotton Fabric. Coloration Technology, 129:109-113. Doi:10.1111/Cote.12011

Stanković, S. B., Popović, D., ve Poparić, G. B., 2008. Thermal Properties Of Textile Fabrics Made Of Natural And Regenerated Cellulose Fibers. Polymer Testing, 27(1):41-48. Doi:https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2007.08.003

Sungur, G. D., 2015. Farklı Liflerden Örülmüş Kumaşların Kılcallık Özelliklerinin Incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri. 126 s.

Şahin, U. K., ve Acikgoz Tufan, H., 2018. Effects Of Binder Solution On Color Fastness Of Digital Printed Cotton Fabric. Iop Conference Series: Materials Science And Engineering, 460:012038. Doi:10.1088/1757-899x/460/1/012038

Tawiah, B., Howard, K. E., ve Asinyo K. B., 2016. The Chemistry Of Inkjet Inks For Digital Textile Printing – Review. International Journal Of Management, Information Technology And Engineering ISSN (P): 2348-0513, Issn (E): 2454-471x, 4(5):61-78.

Thompson, K., 2016. Digital Textile Printing: Colorfastness Of Reactive Inks Versus Pigment Inks, In Graduate Faculty, Iowa State University: Ames, Iowa. P. 109.

TS 251-1991 Dokunmuş Kumaşlar - Birim Uzunluk Ve Birim Alan Kütlesinin Tayini-1991

TS 391 EN ISO 9237-1999 Tekstil -Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini

TS 472 EN ISO 105-X11-2000. Tekstil - Renk Haslığı Deneyleri - Bölüm X11: Sıcak Pres İle Ütülemeye Karşı Renk Haslığı Tayini

TS 7128 EN ISO 5084-1998 Tekstil-Tekstil Ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini

TS EN 14971 Tekstil- Örülmüş Kumaşlar- Birim Uzunluk Ve Birim Alan Başına Örgü İlmeği Sayısının Tayini 2006.

TS EN 14970-2006.Tek İplikli Örme Kumaşlarda Örgü İlmeği Ve İplik Doğrusal Yoğunluğunun Tayini

TS EN ISO 105-C10-2011. Tekstil - Renk Haslığı Deneyleri - Bölüm C10: Sabun Veya Sabun ve Soda İle Yıkamaya Karşı Renk Haslığı

TS EN ISO 12945-2- 2002. Tekstil- Kumaşlarda Yüzey Tüylenmesi ve Boncuklanma Yatkınlığının Tayini- Bölüm 2: Martindale Metodu

TS EN ISO 13938-2-2020. Tekstil-Kumaşların Patlama Özellikleri - Bölüm 2: Patlama Mukavemetinin ve Patlama Gerilmesinin Tayini İçin Pnömatik Metot

Turhan, E., 2019. Çeşitli Terbiye İşlemleri Görmüş Viskon Örme Kumaşların Performans Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Ujiie, H., 2006. Digital Printing Of Textiles. Woodhead Publishing Limited, 368 s.

Ütebay, B., 2010. Pamuklu Kumaşlara Uygulanan Ink-Jet Baskı İşleminde Renk Verimine Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi: İzmir. 96 s.

Yang, Y., ve Naarani, V., 2004. Effect Of Steaming Conditions On Colour And Consistency Of İnk-Jet Printed Cotton Using Reactive Dyes. Coloration Technology, 120(3):127-131. Doi:10.1111/J.1478-4408.2004.Tb00218.X

Yazıcı, B., 2020. Polyester Kumaşların İnk Jet Baskısında Ön İşlemlerin Baskı Kalitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi,Bursa Uludağ Üniversitesi, 89 s.

Yuen, C. W. M., Ku, S. K. A., Kan, C. W., ve Choi P. S. R., 2007. Enhancing Textile İnk-Jet Printing With Chitosan. Coloration Technology, 123:267-270. Doi:10.1111/J.1478-4408.2007.00094.X

Yuen, C. W. M., Ku, S. K. A., Kan, C. W., 2008. Use Of A Biomaterial As A Thickener For Textile İnk-Jet Printing. Journal of Applied Polymer Science, 107:1057-1065.

ÖZGEÇMİŞ

Şehpal ÖZDEMİR İlköğrenimini Mersin Perşembe Vakfı İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini Mersin 19 Mayıs Anadolu Lisesinde tamamladı. 2007 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Bilimleri Anabilim dalında yüksek lisansa başladı. 2016 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlayıp, aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Bilimleri Anabilim dalında doktora eğitimine başladı.

Evli ve bir kız annesi olan Şehpal ÖZDEMİR, 2015 yılından beri Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.