

SİLİNDİR ÜSTÜ BIÇAK YÖNTEMİ KULLANILARAK YAPILAN TEK YÜZ KAPLAMA İŞLEMİNİ ETKİLEYEN PROSES PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Onur BALCI*
Özlem ÇAYLAN
Nilay CAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü, 46100, Avşar/Kahramanmaraş

Gönderilme Tarihi / Received: 10.11.2011
Kabul Tarihi / Accepted: 14.12.2011

ÖZET

Çalışmada tek yüz kaplama prosesi ile işlem görmüş dokuma kumaşlarda, kaplama patının kumaş arka yüzüne geçme oranının ve bu geçme miktarını etkileyen proses parametrelerinin istatistiksel olarak incelenmesi hedeflenmiştir. Proses parametresi olarak binder tipi, kaplama kalınlığı, bıçak açısı ve pat içerisindeki yumuşatıcı tipi seçilmiştir. Metot olarak silindirik üstü bıçak yöntemi seçilmiştir. Arka yüzüne geçme oranının karar verilmesinde CIELab sonuçları ve su iticilik değerleri kriter olarak belirlenmiştir. Bunun yanında, kaplamalı ürünün kullanılabilirliğinin belirlenebilmesi için deneysel çalışmada bazı fiziksel (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, gramaj, eğilme dayanımı) testlere de yer verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, kullanılan binder tipinin ve kaplama kalınlığının kumaşın arka yüzüne geçme oranı için etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kaplama, silindirik üstü bıçak, renk, binder, su iticilik

INVESTIGATION OF PROCESS PARAMETERS AFFECTING THE SINGLE SURFACE COATING APPLIED BY ROLL ON KNIFE METHOD

ABSTRACT

In this study, it was statistically aimed to determine the penetration ratio of the coating paste to the back side of the fabric and to investigate the coating process parameters, which affect the quantity of this penetration, for woven fabrics manufactured by single face coating process. The binder type, coating thickness, angle of the coating knife and type of the softeners used in the paste were defined as process variables and the roll on knife coating was chosen as the application method. The CIELab values and water repellency performance were determined as the criteria to decide the penetration ratio of the paste to the back side of the sample fabrics. In addition, in order to determine the usability of the specimens, physical evaluations namely tensile strength, tear strength, weight, and bending strength were achieved. As a result, it was found that the binder type and coating thickness were effective parameters.

Keywords: Coating, roll on knife (knife over roll), color, binder, water repellency.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: obalci@ksu.edu.tr

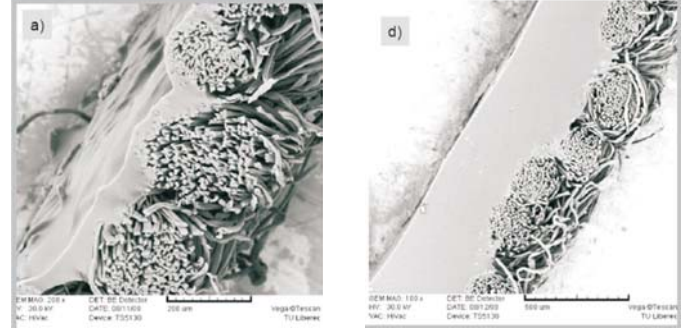
1.GİRİŞ

Kötü hava koşulları gibi dış etkilere korunmak için yağ, vaks gibi maddeler kumaş üzerine aktararak geçirgenlik özellikleri belli oranda kısıtlanmış kumaş elde etme amacı ile kaplama kumaş teknolojisine başlanmıştır. Kauçuk ve polimer maddelerin keşfi ve kimya sektöründeki gelişmelerle birlikte farklı özellikte ve farklı kullanım alanlarına sahip ürünler elde edilmeye başlanmıştır. Bu kullanım alanları gerek günlük kullanım ürünleri, giysilik kumaşlar, gerekse de teknik tekstil alanında kullanılan daha teknolojik ürünler olmuştur [1].

Günlük kullanım veya giysilik amaçlı kullanılacak ürünler için uygulanan kaplama proseslerinde estetik daha önemli olurken, endüstriyel veya teknik tekstil uygulamalarında kullanılacak kaplama ürünler için dayanım ve fonksiyonellik daha ön plana çıkmaktadır. Özellikle giysilik olarak kullanılacak ürünlerde, son ürün için fonksiyonellik kazandırmak amacıyla aktarılan kaplama patının çoğunlukla, gerek kullanıcı konforu, gerekse de ön yüzdeki kaplama performansı açısından, kumaşın arka yüzünde görülmesi ve hissedilmemesi tercih edilmektedir. Dolayısıyla kullanıcının kaplama patı ve içerisindeki kimyasal maddeler ile direkt temasının önü kesilmiş olmakta ve aktarılan patın tamamının kumaş yüzeyinde kalması sağlanmaktadır. Arkaya geçme durumu, özellikle askeri üniforma amaçlı kullanım alanı bulan melez kumaş üretim sistemlerinde önemlidir [2].

Kaplama uygulamaları için literatür incelendiğinde; Asker ve diğerleri (2011), çalışmalarında kaplama ve emdirme aplikasyon tekniklerini birleştirerek kumaşlara isteğe bağlı fonksiyonellik kazandırmak üzere bir çalışma yürütmüşlerdir [2]. Yeşilalan ve diğerleri (2010), çalışmalarında silindir üstü bıçak kaplama uygulamaları için kaplama malzemesinin penetrasyon derinliği ile ilgili deneysel ve teorik bir yaklaşıma yer vermişlerdir. Uygulamada poliüretan kaplama malzemesi kullanmışlardır. Çalışmada bazı kaplama parametreleri de değişken olarak kabul edilmiştir. Kaplamanın kalınlığının yanı sıra bazı fiziksel performans değerleri de ölçülen parametreler arasındadır. Sonuç olarak çalışmada, silindir üstü bıçak kaplama için, pat penetrasyonunu tahmin edebilen bir model oluşturulabilmiştir [3]. Mukhopadhyay ve Midha (2008), çalışmalarında fonksiyonel özellik olarak nefes alabilirliği seçmişler ve bu performansın medikal ve sağlık alanındaki öneminden bahsetmişlerdir. Bu kumaşın sadece bitim işlemleri ile değil de, kumaşın teknolojik parametreleri ile de elde edilebileceğini vurgulamışlar, özellikle hidrofilik membran ve kaplama teknolojisinden bahsetmişlerdir [4]. Padleckiene ve Petrusis (2009), çalışmalarında nefes alabilir özellikteki kaplanmış kumaşlarda sürtünme etkisinin hava geçirgenliği ve kütle kaybı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Uygulamada poliüretan kaplama malzemesi kullanmışlardır [5]. Dembicky (2010); yayınında kaplama prosesinin simülasyonu üzerine çalışmıştır. Kaplama kalınlığının bazı

kaplama parametrelerine bağlı olarak tahmini hedef olarak seçilmiştir. Uygulamada silindir üstü bıçak kaplama seçilmiş ve poliüretan malzeme kaplanmaya çalışılmıştır. Kaplama malzemesi olarak akrilik binder seçilmiştir. Şekil 1'de silindir üstü bıçak kaplaması sonrası, kaplanmış bir kumaşın SEM görüntüsüne yer verilmiştir. Çalışmada kaplama kalınlığı, kaplama hızı değişken olarak alınmış ve kaplama yapılan kumaşlar görüntülenerek, kaplamanın lif içerisine penetrasyon durumları gözlenmiştir. Çalışma sonunda iki farklı model geliştirilmiştir [6].



Şekil 1. Kaplanmış kumaş örnekleri [6]

Struszczyk ve diğerleri (2007), çalışmalarında medikal alanda kullanılacak modifiye edilmiş dokusuz yüzeylerin eldesini incelemişlerdir. Dokusuz yüzey eldesi için polipropilen ve viskon lifleri kullanılmıştır. Aplikasyon tekniği olarak kaplama, uygulamada binder kimyasal olarak kitosan esaslı bir kimyasal tercih edilmiştir. Böylece kumaşa absorpsiyon özelliği katılırken, kitosandan kaynaklı antibakteriyel özellik kazandırılmıştır [7]. Bulut ve Sülar (2009), çalışmalarında kumaşlara estetik özelliklerden çok, teknik ve fonksiyonel özellikler kazandırmak için kullanılacak yöntemlerden biri olarak kaplama ve laminasyon metotlarını öne çıkarılmışlardır. Çalışmada, kaplama yöntemlerinden, kaplanmış kumaşların kullanım alanlarından ve kaplanmış kumaşlara yapılan testlerden bahsedilmiştir [1]. Özyüzer ve diğerleri (2010) ve Tao ve diğerleri (2010); çalışmalarında konvansiyonel olmayan, yeni teknikler kullanılarak kaplama uygulamaları hakkında araştırmalar yapmışlar, deneysel uygulamalara yer vermişlerdir [8-9].

Bu deneysel çalışmada, silindir üstü bıçak kaplama tekniği ile dokuma kumaşlarda tek yüz (ön yüz) kaplama yapılırken, çeşitli faktörlerin kaplama patının kumaşın arka yüzüne geçme oranını etkileme dereceleri test edilmiştir. Bu bağlamda çalışmada, kullanılan binder tipi, kaplama kalınlığı, kaplama bıçağının kumaş yüzeyi ile yaptığı açı ve pat içerisinde kullanılan yumuşatıcının tipi değişken olarak kabul edilmiştir. Böylece istenen kalite özelliklerini yakalayan, fakat tek yüzde etkili kalan kaplama performansı için önemli faktörlerin bulunması amaçlanmış ve bu doğrultuda bir deneysel çalışma kurgulanmıştır. Arka yüze geçme oranının tespitinde, arka yüzdeki renk değişimi ve su iticilik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler

değerlendirme kriteri olarak belirlenmiştir. Bu deneysel çalışmadan elde edilen veriler, baskı ile renklendirme proseslerinde, baskı patının kumaş arka yüzüne geçmesi konusundaki sorular için de veri oluşturacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada kaplama yapmak üzere, %100 pamuklu ön terbiye işlemleri işletme şartlarında gerçekleştirilmiş, dokuma kumaş seçilmiştir. Kumaş atkı-çözümlü ipliği Ne 10/1 rotor ipliğinden dokunmuştur. Kumaşın ön terbiyesinde sırasıyla yakma, pişirme, merserizasyon ve ağartma prosesleri uygulanmıştır. Kaplama malzemesi (binder) olarak poliüretan (PU) ve akrilik (AK) malzemeler ile florokarbon ve izosiyonat polimeri (HİB) kombinasyonu olmak üzere 3 farklı tip polimer seçilmiştir.

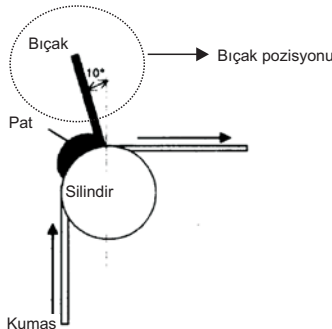
2.2. Metot

Silindir üzeri bıçak kaplamada, rakle bıçağı ile hazırlanan kaplama patı, düzgün bir şekilde taşıyıcı malzemenin üstüne sürülmüş, kaplama bileşenleri bir sabit bıçak ya da sıyırma bıçağı yardımıyla tekstil substratı üzerine üniform dağıtılmıştır. Kaplama kalınlığı, rakle (bıçak) ile kumaş yüzeyi arasındaki mesafe ile belirlenmektedir. Şekil 2'de çalışmada kullanılan kaplama makinesi görülmektedir.



Şekil 2. Kaplamanın yapıldığı makine

Bu teknikte bileşenler yüzeye, silindir sistemleri tarafından direkt uygulanmaktadır. Bıçak yardımı ile pat kaplamada; kumaş bıçağın altına doğru beslenmektedir. Pat veya köpük tüm eni boyunca bıçağına verilmektedir. Bu durumda bıçağın önünde bir pat rulosu meydana gelmektedir. Sonuçta pat, kumaşın üzerine bir miktar da kumaşın içine aplatılmaktadır (Şekil 1 ve Şekil 3) [2, 6].



Şekil 3. Silindir üzeri bıçak kaplama prensibi [2]

- Kaplamayı takiben, tekstil materyali kurutucu üniteye transfer edilmektedir. Kaplama, çeşitli proses varyasyonlarına bağlı olarak kurutucu üniteye gerçekleştirilmektedir.

Çalışmada takip edilen deney planı Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den de görülebileceği gibi binder tipi, kaplama kalınlığı (rakle ile kumaş arasındaki mesafe), bıçak pozisyonu ve pata ilave edilen yumuşatıcı tipi olmak üzere dört adet değişkenin etkileri incelenmiştir. Tablo 1'den görüleceği gibi çalışmada İG olarak belirtilen referans kumaşın yanında, sadece kurutma (KR) ve sadece kurutma-fikse (KR+FK) olmuş kumaşlar da değerlendirme kriteri olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çünkü çalışmada sadece pat parametrelerinin arkaya geçme oranının da incelenmesi hedeflendiği için, kurutma ve fiksenin dolaylı etkisinin görülüp, buna göre sadece pat etkisinin yorumlanabilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle de bu ısıl proseslerin bireysel etkisi görülmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Deney planı

Numune No	Binder Tipi	Kaplama Kalınlığı (mm)	Bıçak Pozisyonu	Yumuşatıcı Tipi
İG	İşlem görmemiş kumaş			
KR	Sadece su + kurutma uygulaması			
KR+FK	Sadece su + kurutma + fikse uygulaması			
1-13-25	PU-AK-HİB	0,25	P1	Mikro Silikon
2-14-26	PU-AK-HİB	0,25	P1	Makro Silikon
3-15-27	PU-AK-HİB	0,25	P2	Mikro Silikon
4-16-28	PU-AK-HİB	0,25	P2	Makro Silikon
5-17-29	PU-AK-HİB	0,25	P3	Mikro Silikon
6-18-30	PU-AK-HİB	0,25	P3	Makro Silikon
7-19-31	PU-AK-HİB	0,35	P1	Mikro Silikon
8-20-32	PU-AK-HİB	0,35	P1	Makro Silikon
9-21-33	PU-AK-HİB	0,35	P2	Mikro Silikon
10-22-34	PU-AK-HİB	0,35	P2	Makro Silikon
11-23-35	PU-AK-HİB	0,35	P3	Mikro Silikon
12-24-36	PU-AK-HİB	0,35	P3	Makro Silikon

PU. Poliüretan, AK. Akrilik, HİB. Hibrit

Tablo 1'den de görülebileceği gibi üç tip binder seçilmiştir. Bunlardan PU ve AK olarak gösterilenler konvansiyonel, HİB ise daha özel amaçları elde etmek için kullanılan bir ticari üründür. Deney planı içerisinde kaplama kalınlığı 0,25 ve 0,35 mm olmak üzere iki seviyede incelenmiştir. Şekil 4' te gösterilen ve kumaş yüzeyi ile bıçak arasında oluşan açığı temsil eden kaplama bıçağının pozisyonu, P1=67,5°, P2= 90°, P3= 112,5° olacak şekilde üç farklı seviyede seçilmiştir.

Bilindiği üzere kaplamada kullanılan binder malzemesi, yüzey kaplamasına bağlı olarak, kumaşın tuşesini olumsuz yönde etkileyen bir polimerdir. Bu nedenle pat içerisinde

bir yumuşatıcı maddenin kullanımının fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle uygulamada, silikon esaslı mikro ve makro yapıda iki farklı tip yumuşatıcı seçilmiştir.

Uygulamada baskı patı, binder: 100 gram, yumuşatıcı: 10 gram, fiksator: 10 gram, köpük kesici: 2 gram, üre: 5 gram, amonyak (%10'lük): 2.2 gram, kıvamlaştırıcı: 14 gram, su: 856.8 gram, toplamda 1.000 gram olarak hazırlanmıştır. Patın pH'ı 8-8,5 olacak şekilde ayarlanmış ve pH ayarı için amonyak kullanılmıştır. Homojen bir çözelti elde etmek için pat hazırlanırken, kıvamlaştırıcı eklenmeden önce diğer kimyasallar mikserde 15-20 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra karıştırma hızı artırılmakta ve karıştırmaya yüzeyden dibe doğru devam edilmektedir. 10-15 dakika sonra pat hazır olmuştur. Çalışmada ATAÇ GK-40K marka (Şekil 1) kesiksiz kaplama ve laminasyon makinesi kullanılmıştır. Kullanılan makinenin çalışma şartları, kurutma için fan devri: 3000 d/dk, kumaş geçiş hızı: 0.198 m/dk, kurutma sıcaklığı: 120°C, kıkse sıcaklığı: 150°C olacak şekilde belirlenmiştir. Kaplanacak numunenin makine içindeki hareketini sürdürebilmesi için astar kumaş kullanılmıştır. Numune astara dikilir ve numunenin bir ucu kaplama silindiri üzerine gelecek şekilde makineye yerleştirilmiştir. Rakle, silindir üzerindeki numune üzerine yerleştirilmiş ve daha sonra rakle açısı ve kaplama kalınlığı ayarlanmıştır. Makine kurutma ünitesi istenilen sıcaklığa (120°C) geldiğinde, rakle önünden kumaş üzerine yeterli miktarda pat aktarılmış ve kaplama işlemine başlanmıştır. Numune kaplanırken, kumaş aynı zamanda kesiksiz olarak kurutma kamarasında kurutulmuş, kurutma işleminden sonra fikse yapılmış ve kaplanmış numune elde edilmiştir.

2.3. Araştırma Yöntemleri

Tablo 1' de verilen deney planı çerçevesinde çalışma yürütüldükten sonra elde edilen numunelere renk ölçümü, su iticilik, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, gramaj tayini ve eğilme dayanımı testleri uygulanmıştır. Kaplama malzemesinin kumaş arka yüzüne geçme oranının tespiti, renk ölçümü ve su iticilik testlerinin sonuçları ile değerlendirilecektir. Diğer testler ise numunelerin fiziksel özelliklerini ortaya koymak için kullanılacaktır. Su iticilik testi ise ISO 4920 [10] standardına göre spray su iticilik test cihazı kullanılarak uygulanmıştır. Kopma mukavemeti EN ISO 13934-2 [11] ve yırtılma mukavemeti testi TS EN ISO 13937-2 [12] standartlarına göre TITAN Universal mukavemet test cihazında, gramaj TS 251 [13], eğilme dayanımı testi ASTM D 4032-94 [14] standardına göre sertlik test ölçüm cihazında, standardına göre yapılmıştır.

Numune kumaşların renk ölçümü (reflektans ölçümleri) Minolta marka, CM 3600 D model reflektans spektrofotometresinde yapılmıştır. Ölçüm esnasında LAV (Geniş Ölçüm Maskesi) kodlu ölçüm gözü kullanılmış ve ölçümler SCI (Spekular komponent dahil) modunda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler esnasında homojen sonuca varılması için, numunelerin üç farklı yerinden tekrarlı ölçüm alınmış

ve bunların ortalaması sonuç olarak kaydedilmiştir. Renk ölçümü esnasında, elde edilen numune kumaşların hem ön yüzleri hem de arka yüzlerinin reflektans değerleri ölçülmüştür. Renk kabul toleransları olarak ΔE için 1, ΔL^* için ± 1 , Δa^* ve Δb^* için ± 0.6 olarak belirlenmiştir. Kıyaslama yapılırken ilk olarak hiçbir işlem görmemiş kumaş referans alınarak, işlem görmüş kumaşların ön yüz-ön yüz ve arka yüz-arka yüz kıyaslaması yapılmıştır. Arka yüz kıyaslamaları, kaplama patının proses parametrelerine bağlı olarak kumaşın arka yüzüne geçme derecesinin tespiti için kullanılmıştır.

Deneysel inceleme sonunda, patın arkaya geçme durumunu incelemek için toplam renk değişimi datalarının istatistiksel değerlendirilmesi tek yönlü varyans analizi ile yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirme, 95% güven limitlerinde, Design-Expert Trial paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kurulan modellerin kontrolü de yapılmıştır.

3. SONUÇ

Sonuçlar, üç farklı şekilde değerlendirilmiştir. İlk olarak çalışmanın amacı gereği, kaplama patının ön yüzden arka yüzüne geçme oranını belirlemek için renk ve su iticilik değerleri verilmiştir. İkinci olarak, kaplama işleminin genel olarak kumaş karakteri üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Son olarak ise, istatistiksel değerlendirme yapılmıştır.

3.1. Arkaya Geçme Durumunun İncelenmesi

Tablo 2'de numunelerin ön ve arka yüzlerinin renk farkı değerleri verilmiştir. Bu tablo ve numunelerin su iticilik performansları kullanılarak, kullanılan kaplama malzemesinin, kumaşın arka yüzüne geçip geçmediği konusunda yorum yapmanın mümkün olabileceği düşünülmektedir. Tablo 2 incelendiğinde;

- I. Kurutma ve fikse işlemleri renk değişimine sebep olmuştur, ancak bu renk farkının önem derecesi düşük ve yaygın kabul edilen toleranslar dahilindedir.
- II. ΔE değeri incelendiğinde, PU ve AK binderleri ile yapılan denemelerde, kumaş arka yüzünün renginin değişime uğrama nedenlerinden birisinin kurutma ve fikse işlemleri olduğu görülmüştür. ΔL^* ve Δa^* değerlerinin değişiminde, kurutma ve fikse proses faktörleri etkin olurken, Δb^* değerinde kullanılan kaplama kimyasalının, renk değişiminin ana kaynağı olduğu söylenebilmektedir.
- III. HİB materyalinin kullanıldığı uygulamalarda ise, esas renk değişiminin kullanılan polimerik materyalden kaynaklandığı söylenebilmektedir. HİB uygulamaları sonrasında, kumaşın arka yüzünde oluşan renk farkı değeri tolerans limitlerin dışında ölçülmüştür. Özellikle kumaşların renginin koyulaştığı ve sarardığı tespit edilmiştir.

Tablo 2. Renk farkı değerleri

	Ön Yüz Kıyaslama				Arka Yüz Kıyaslama (Arka Yüze Geçme Durumu)			
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
İG								
KR	-0.36	-0.05	-0.48	0.60	-0.22	-0.05	-0.41	0.46
KR+FK	-0.54	-0.05	-0.29	0.61	-0.51	-0.04	-0.17	0.53
1	-1.31	-0.07	0.64	1.45	-0.95	0.05	0.27	0.98
2	-0.67	-0.05	0.53	0.85	-0.51	-0.02	0.47	0.69
3	-0.85	-0.01	0.34	0.91	-0.7	-0.01	0.28	0.75
4	-0.26	-0.01	0.36	0.44	-0.37	-0.02	0.49	0.61
5	-0.77	-0.06	0.31	0.83	-0.89	-0.06	0.56	1.05
6	-0.51	-0.01	0.65	0.82	-0.43	-0.01	0.59	0.73
7	-0.85	-0.06	0.34	0.91	-0.94	-0.04	0.93	1.32
8	-0.22	-0.03	0.39	0.44	-0.23	-0.02	0.56	0.60
9	-0.16	0.01	-0.09	0.18	-0.31	0.03	-0.05	0.31
10	-0.44	-0.09	0.74	0.86	-0.35	-0.04	0.71	0.79
11	-0.46	-0.14	0.63	0.79	-0.5	-0.08	0.75	0.90
12	-1.46	-0.05	0.58	1.57	-1.62	-0.1	0.3	1.65
13	-0.6	0.05	-0.07	0.60	0.03	-0.07	0.47	0.47
14	-0.98	-0.03	-0.16	0.99	-0.54	-0.05	0.46	0.71
15	0.15	0	-0.01	0.15	0.07	-0.06	0.46	0.46
16	0.18	-0.05	0.15	0.23	0.1	-0.12	0.48	0.50
17	0.34	-0.03	0.02	0.34	0.09	-0.11	0.35	0.37
18	0.17	-0.07	0.42	0.45	-0.23	-0.1	0.48	0.54
19	0.26	0	-0.08	0.27	0.09	-0.05	0.08	0.13
20	-0.96	0.03	-0.53	1.09	-0.19	-0.08	0.2	0.28
21	0.29	-0.02	0.06	0.29	-0.14	0	0.4	0.42
22	0.11	-0.02	-0.09	0.14	0.09	-0.05	0.25	0.27
23	0.11	-0.02	-0.09	0.14	0.09	-0.05	0.25	0.27
24	0.02	-0.01	-0.1	0.10	-0.27	-0.08	0.52	0.59
25	-1.01	-0.07	3.86	3.99	-0.81	0.27	1.97	2.14
26	-0.95	-0.16	3.84	3.95	-0.71	0.26	1.92	2.06
27	-0.93	-0.16	4.1	4.20	-0.67	0.33	1.85	1.99
28	-0.85	-0.17	3.99	4.08	-0.67	0.33	1.97	2.10
29	-1.04	-0.17	4.96	5.07	-0.91	0.45	2.44	2.64
30	-0.85	-0.18	3.63	3.73	-0.75	0.2	1.88	2.03
31	-1.4	-0.22	6.22	6.37	-1.06	0.5	2.55	2.80
32	-1.06	-0.21	4.99	5.10	-0.74	0.45	2.14	2.30
33	-1.38	-0.21	5.7	5.86	-1.17	0.39	2.68	2.95
34	-0.96	-0.19	4.7	4.80	-0.77	0.39	2.17	2.33
35	-1.51	-0.25	5.47	5.68	-1	0.43	2.72	2.92
36	-1.44	-0.1	5.63	5.81	-1.41	0.44	2.57	2.96

ΔL^* =açıklık-koyuluk farkı, Δa^* =kırmızılık-yeşillik farkı, Δb^* =sarılık-mavilik farkı, ΔE^* =toplam renk farkı

Tablo 2'deki sonuçlar ile yapılan değerlendirmeler ışığında; kaplama uygulaması sonrasında, polimerik kaplama malzemesinin kumaşın ön yüzünden arkasına geçme durumu ve miktarının, kullanılan patın özelliklerine ve kaplama kalınlığına bağlı bir durum olduğu kanısına varılmıştır. Özellikle kullanılan binder cinsi en etkili faktör olarak görülmüştür. Diğer iki parametrenin incelenen bu çıktı

üzerinde toleranslar dışında önemli bir sistematik etkisinin olmadığı kanısına varılmıştır. Yani bıçağın, silindir normaline göre pozisyonu, kumaş özelliklerini değiştirmek için kullanılan yumuşatıcının tipi, patın kumaşın ön yüzünden arkasına geçişi ile ilgili bir sonucu etkilememiştir. Burada esas, etkili faktörün kullanılan binderin reolojik özellikleri olabileceği düşünülmektedir.

HİB polimerik malzemesinin kullanıldığı denemelerde, arka yüzde oluşan renk farkı diğerlerine göre oldukça yüksek çıkmıştır. Kullanılan binder açısından bir kıyaslama yapılması gerekirse, HİB>PU>AK sıralaması, oluşan renk farkını kıyaslamak için uygun olacaktır. Özellikle, arka yüzde renk değişimine sebep olan HİB uygulamalarında, kaplama kalınlığının artmasının, renk değişimini artırdığı vurgulanabileceği bir diğer sonuçtur. Diğer denemelerde kaplama kalınlığı ile ilgili sistematik bir sonuca varılamamıştır. Ancak genel bir yorum yapılmak gerekirse, birçok denemede kaplama kalınlığının artması, renk değişimi eğilimini, daha fazla pat malzemesinin yüzeye aktarılması istenmesi sebebiyle artırma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.

Su iticilik değerleri de kaplama malzemesinin kumaşın arka yüzeyine geçmesi hakkında fikir verebilecek bir parametredir. Su iticilik testi, kumaşların sadece arka yüzeylerine uygulanmıştır. Test sonucunda gerek işlem görmemiş kumaşın, gerekse de kaplanan 36 kumaşın değerlerinin "0", yani hidrofob olduğu tespit edilmiştir. Bu veri, kaplama malzemesinin kumaş arka yüzeyine geçmeden, sadece yüzeyde kaldığı fikrini desteklemektedir. Ancak, durum renk sonuçları ile birlikte irdelendiğinde 25–36 no'lu numunelerde, HİB maddesine bağlı olarak arka yüzeye geçme olduğu açıktır. Bu sonuca, su iticilik değerleri incelendiğinde varılamamıştır. Bu durumun nedeni, HİB kimyasalının yapısı ve endüstriyel anlamdaki kullanım amacı incelendiğinde ortaya çıkmaktadır. HİB kimyasalı, melez (ön yüz hidrofob, arka yüz hidrofob) kumaş eldesinde kullanılan bir malzemedir [2].

3.2. Fiziksel Özelliklerin İncelenmesi

Tablo 3'de, incelenen kumaşların bazı fiziksel performans değerleri verilmiştir. Böylece üzerinde çalışılan kumaşların, kaplama prosesi sonunda kullanılabilirliği de incelenmiş olacaktır. Tablo 3'de verilen kumaşların fiziksel performansları incelendiğinde;

—PU ve HİB uygulamaları için kopma mukavemeti değerlerinin önemli değişiklikler göstermediği, AK uygulamasında ise mukavemet değerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Kopma mukavemeti üzerinde diğer parametrelerin önemli ve anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Bireysel olarak uygulanan kurutma ve fikse uygulamaları, kumaş rijitliğini de değiştirmesine bağlı olarak kopma mukavemeti değerlerini düşürmüştür.

—Yırtılma mukavemeti değerleri artmış olduğundan binder tipinin yırtılma mukavemeti üzerinde etkin olduğu söylenebilir.

—Uygulama sonrası aktarılan kaplama malzemesi, dolayısıyla kaplama kalınlığı ve kaplama malzemesi cinsine bağlı olarak gramajın artış gösterdiği belirlenmiştir.

—Eğilme dayanımı, kumaş tutumunun bir göstergesi

olarak değerlendirilebilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kullanılan binder tipinin kumaş tuşesini bozduğu söylenebilmektedir. Özellikle akrilik binder kullanılan durumlarda tuşenin oldukça gerilediği tespit edilmiştir. Ayrıca genel olarak kaplama kalınlığının, eğilme dayanımı etkile-yen diğer bir faktör olduğu düşünülmektedir.

—Kaplama uygulama sonrası kumaşın gramaj değerleri artmıştır. Kaplama kalınlığının artması, gramaj artışını yükseltmiştir. Kaplama uygulaması sonrası gramaj değişiminde, kullanılan yumuşatıcı tipinin önemli olmadığı düşünülmektedir.

Tablo 3. Numune kumaşların fiziksel performansları

Numune No	Kopma Mukavemeti (N)		Yırtılma Mukavemeti (N)		Gramaj (gr/m ²)	Eğilme Dayanımı (kgf)
	Cözgü	Atkı	Cözgü	Atkı		
İG	142,56	67,26	40,54	37,43	306,38	0,747
KR	128,32	45,06	41,06	42,25	305,66	0,468
KR+FK	124,16	42,08	40,97	44,54	305,50	0,660
1	161,09	88,45	61,55	59,78	315,80	1,793
2	142,96	68,40	66,42	72,96	314,56	0,964
3	139,88	79,36	48,55	55,69	312,00	1,164
4	151,10	78,32	66,91	81,15	309,96	0,941
5	162,86	66,74	52,10	67,03	314,68	0,771
6	138,03	58,71	77,73	51,86	307,07	0,903
7	129,02	66,35	52,93	65,86	324,33	1,139
8	136,33	59,53	56,27	75,06	321,46	1,152
9	135,55	74,63	58,33	76,17	320,52	0,772
10	139,54	33,74	56,31	68,75	323,01	0,961
11	134,05	60,77	62,53	68,41	320,95	1,076
12	136,15	66,82	50,06	73,21	322,46	1,472
13	147,19	78,18	46,45	43,99	317,73	2,280
14	157,19	64,21	51,61	65,46	318,93	2,577
15	165,56	65,43	41,59	46,22	317,97	2,082
16	154,66	52,29	52,85	49,69	317,39	2,973
17	157,58	47,57	44,50	41,85	314,76	2,425
18	165,84	47,61	51,65	58,88	321,66	2,505
19	160,03	51,62	46,10	42,16	327,48	4,144
20	138,90	69,31	54,05	52,86	319,96	3,374
21	156,51	53,17	43,50	42,49	328,28	3,237
22	154,43	77,07	45,01	49,54	323,07	3,202
23	158,00	73,26	40,51	39,64	331,57	3,714
24	160,33	80,45	44,30	57,14	333,35	3,826
25	142,58	35,44	58,80	81,32	326,46	0,724
26	133,76	40,52	61,70	77,15	321,23	0,904
27	139,39	32,58	73,07	92,44	319,84	0,697
28	139,96	63,86	66,17	88,92	319,72	1,011
29	138,83	52,22	61,67	76,09	319,77	1,018
30	136,58	68,81	61,07	75,57	319,33	0,787
31	139,05	66,04	56,53	76,94	321,49	1,105
32	134,31	61,55	58,09	80,62	325,30	0,751
33	137,58	77,68	61,61	80,21	329,07	1,131
34	138,00	36,90	55,51	81,57	324,25	0,663
35	148,30	77,45	52,75	80,74	321,04	0,778
36	130,08	45,36	59,01	91,93	334,40	1,118

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma sonunda, renk farkı değerlerinden yola çıkarak kaplama patının kumaşın ön yüzünden arka yüzeyine geçme durumu ve miktarının istatistiksel değerlendirilmesi verilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda incelenen dört parametreden sonuç üzerinde etkili olanlar ve bunların etki dereceleri tespit edilmiştir. Sonuçlar Tablo 4'de verilmektedir.

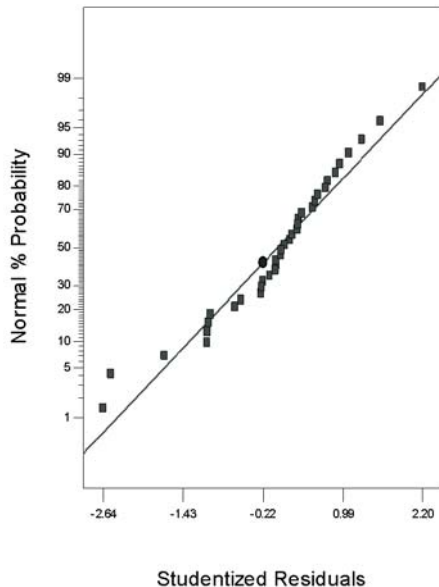
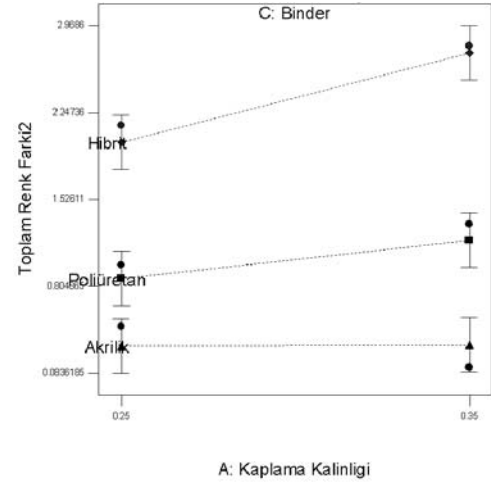
Tablo 4. İstatistiksel analiz sonuçları (toplam renk farkı değerleri için)

Faktör	F Değeri	p Değeri	Anlamlılık
Model	71.23	< 0,0001	Anlamlı
A	9.03	0,0499	Anlamlı
B	2.21	0,0372	Anlamlı
C	267.65	< 0,0001	Anlamlı
D	1.00	0.4374	Anlamsız
Standart Sapma		0,24	R ² Değeri
Ortalama		13,24	
C.V.		19,20	

A. Kaplama kalınlığı, B. Bıçak açısı, C. Binder cinsi, D. Yumuşatıcı tipi

İstatistik analiz sonuçları incelendiğinde, kaplama kalınlığı, binder cinsi, bıçak açısı parametrelerinin, kaplama patının arka yüzüne geçmesi ve bu yüzde renk farkı oluşturmada istatistiksel olarak anlam içeren değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4'de modelin kontrol grafiği, Şekil 5'de ise model sonuç grafiği verilmiştir. İstatistiksel analiz %95 güven limitlerinde, çift yönlü olarak Design Expert paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 5, kurulan modelin güvenilirliğini test etmek amacıyla oluşturulmuştur. Grafik incelendiğinde, dağılımın lineer bir doğru üzerinde olduğu, bunun da kurulan modelin homojenliği ve minimum hataya sahipliğinin bir kanıtı olduğu söylenebilmektedir.

Şekil 4'deki model grafiği incelendiğinde ise renk, dolayısıyla kaplama malzemesinin kumaş arka yüzüne geçme miktarının kaplama malzemesi cinsi, kullanılan bıçağın açısının ve kaplama kalınlığına çok bağlı olduğu görülmektedir. Kaplama kalınlığı özellikle HİB ve PU malzemelerde daha önemli bir parametre olarak ortaya çıkmıştır. Akrilik ile yapılan işlemlerde ise kaplama kalınlığının önem derecesi daha düşüktür.

**Şekil 4.** Model kontrol grafiği**Şekil 5.** Model Sonuç Grafiği

4. DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışmanın ana fikri, kaplama prosesinde kumaş ön yüzüne aktarılan kaplama malzemesinin, kumaşın arka yüzüne geçme miktarını etkileyen bazı proses parametrelerinin incelenmesi üzerinedir. Sonuç olarak, kaplama uygulamasında, ön yüze bıçak (rakle) ile aktarılan patın, kumaşın arka yüzüne geçmesi proses parametrelerine göre değişen ve renk değerleri ölçülerek tespit edilebilecek bir durum olduğu tespit edilmiştir. Temel kaplama parametreleri değişken olarak oluşturulan deney planının uygulanması sonucu özellikle, kullanılan ana kaplama maddesi binderin tipinin ve kumaş yüzeyine aktarılan patın miktarının (pat kalınlığı), arkaya geçme durumunun oluşmasında etkili parametreler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca istatistiksel analiz sonucu, binder cinsi ve kaplama kalınlığı parametrelerinin etkileşim gösterdiği ve uygulamada değerlendirme yapılırken, bu iki parametrenin birlikte göz önüne alınması gerektiği vurgulanabilecek bir diğer sonuçtur.

5. TEŞEKKÜR

Çalışmada desteklerinden ötürü Rudolf&Duraner Kimya'ya ve Bölge Sorumlusu Sayın Özgür ŞİMŞEK'e, testlerin yürütülmesinde desteklerinden ötürü ARSAN Tekstil'e teşekkürü borç biliriz. Çalışmada bütün laboratuvar uygulamaları, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen 00545.STZ.2010-1 kodlu SAN-TEZ proje bütçesinden alınan cihazlar ile yapılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Bulut, Y., Sülar, V., (2009), *Kaplama veya laminasyon teknikleri ile üretilen kumaşların genel özellikleri ve performans testleri*, Tekstil ve Mühendis, 15(70-71), 5-16.
2. Asker, G., Balcı, O., Topçal, F., (2011), *Kaplama ve emdirme aplikasyon yöntemlerinin kombinasyonu ile üretilen melez kumaşların performans özelliklerinin belirlenmesi*, Tekstil ve Mühendis, 18(82), 6-18.
3. Yesilalan, H., E., Warner, S., B., Laoulache, R., (2010), *Penetration of blade-applied viscous coatings into yarns in a woven*

- fabric*, Textile Research Journal, 80(18), 1930-1941.
4. Mukhopadhyay, A., Midha, V., K., (2008), *A review on designing the waterproof breathable fabrics part u: construction and suitability of breathable fabrics for different uses*, Journal of Industrial Textiles, 38 (1), 17-41,
 5. Padleckienė, I., Petruolis, D., (2009), *Effect of abrasion on the air permeability & mass loss of breathable-coated fabrics*, Fibres&Textiles in Eastern Europe, 17(2-73), 50-54.
 6. Dembický J., (2010), *Simulation of the coating process*, Fibres&Textiles in Eastern Europe, 18(1-78), 79-83.
 7. Struszczyk, M., H., Brzoza-Malczewska, K., Szalczyńska, M., (2007), *A nonwovens coated by chitosan with potential anti-microbial behaviour—preliminary results*, Fibres& Textiles in Eastern Europe, January/December, 15(5-6), 64-65.
 8. Özyüzer, L., Meriç, Z., Selamet, Y., Kutlu, B., Cireli, A., (2010), *Mıknatıssal saçırma sistemi ile metal kaplanan polipropilen liflerin antistatik ve antibakteriyel özellikleri*, Tekstil ve Mühendis, 17(78), 1-5.
 9. Tao, X., Koncar, V., Dufour, C., Onar, N., Akşit, A., (2010), *Sol-jel yöntemi ile düşük sıcaklıkta polietilen tereftalat dokusuz yüzey kumaşların indiyum çinko oksit çözeltileri ile kaplanması*, Tekstil ve Mühendis, 17 (79), 2-6.
 10. Test Standardı, AATCC Test Method 22-2010 *Water Repellency Spray Test*
 11. Test Standardı, EN ISO 13934-2, *Textiles -Tensile properties of fabrics -- Part 2: Determination of maximum force using the strip method*
 12. Test Standardı, EN ISO 13937-1, *Textiles -- Tear properties of fabrics -- Part 1: Determination of tear force using ballistic pendulum method (Elmendorf)*
 13. Test Standardı, TS 251, *Birim uzunluk ve birim alan kütlelerinin tayini*
 14. Test Standardı, ASTM D4032 - 08 *Standard test method for stiffness of fabric by the circular bend procedure*