



TEKSTİL TERBİYESİNDE UYGULANAN ART İŞLEMLERİN KURU SÜRTME HASLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İSTATİSTİKSEL DENEY TASARIMI YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Leyla DEMİR, Özcan MUTLU
Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Bölümü, 20020 DENİZLİ

ÖZET

İstatistiksel deney tasarımı ile amaçlanan, bir sürecin gösterdiği davranışlar hakkında bilgi toplayarak, bu sürecin kalite karakteristiklerini etkileyen faktörleri belirlemektir. Bu çalışmada bir tekstil işletmesinin boyahanesinde sürtünmeye karşı renk haslığını etkileyen faktörlerden art işlemlerin (fiksator, yumuşatıcı, kaynatma ve sabunlama) etkisi, 24 tam faktöryel deney tasarımı kullanılarak incelenmiştir. Deney tasarımından elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edildiğinde, uygulanan art işlemlerin kuru sürtme haslığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İstatistiksel deney tasarımı, faktöryel tasarım, renk sürtme haslıkları

ABSTRACT

The purpose of the design of experiments is to identify factors that have effect on the quality characteristics of a process by collecting data related to the process behavior. In this study, the effect of after treatments (fixator, softener, boiling and soaping) on color fastness to crocking in a textile dyehouse is investigated by using 24 factorial design. The result of this study showed that after treatments have no effect on the color fastness to crocking.

Keywords: Design of experiments, factorial design, color fastness to crocking

1. GİRİŞ

Kalitenin rekabet açısından çok önem kazandığı günümüzde, işletmeler için düşük maliyetler ile yüksek kaliteli ürünler üretebilmek birincil amaç haline gelmiştir. Bu nedenle istatistiksel deney tasarımı teknikleri tüm dünyada endüstrinin her alanında son 10-15 yılda geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Bu çalışmada tekstil terbiyesi alanında bir deney tasarımı uygulamasına yer verilmiş olup, tekstil mamullerinin en önemli kalite karakteristiklerinden biri olan renk haslığını etkileyen faktörler araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında literatür incelendiğinde; tekstil alanında yapılmış deney tasarımı uygulamaları ile renk haslıkları konusunda yapılmış çalışmalar üzerinde durulmuştur. Köksal ve diğ. (1998), çalışmalarında tekstil materyallerinin boyama süreci için sağlam (robust) bir tasarım gerçekleştirilmesi konusunu ele almışlardır. Boyama sürecindeki optimum proses parametrelerini belirleyerek, tekstil mamulü için hedeflenen renk seviyesinin en az renk varyasyonu ile tutturulması amacı ile deney tasarımı metodunu uygulamışlardır. Kale (2001), yüksek lisans tez çalışmasında bir iplik fabrikasının boyahanesinde iplik boyama standardına etki eden faktörleri yanıt yüzeyi metodolojisini kullanarak incelemiştir. Öktem ve diğ. (1998), çalışmalarında iki farklı boyarmadde (reaktif ve direkt) ile yapılan boyamaların ardından, mamulün haslık, tutum ve görünüm özelliklerini iyileştirmek amacıyla uygulanan iki kimyasal maddenin (fiksator ve yumuşatıcı) yıkama haslığı, sürtme haslığı ve ışık haslığı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Micheal ve diğ. (2001) ise, çalışmalarında pamuklu örme mamullerde iki farklı örme metodunun (çözgülü ve atkılı örme) ve üç farklı örme tipinin (interlock, jarse ve rib) boyanabilirlik ve ışık haslığı üzerindeki etkilerini incelemiştir.

Literatür incelendiğinde renk haslıkları üzerinde faktör etkilerini belirleyebilmek amacıyla yapılmış bir deney tasarımı uygulamasına rastlanmamış, bu nedenle deney tasarımı yöntemi kullanarak faktör etkilerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

2. DENEY TASARIMI

Deney tasarımı yöntemi ilk defa 1920'lerde istatistikçi Sir Ronald A. Fisher tarafından tarım alanında araştırmalar yaparken bulunmuş ve geliştirilmiştir. Bugün deney tasarımı teknikleri endüstrinin birçok alanında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Deney tasarımı bir sürecin performansını iyileştirmek amacıyla, süreci etkileyen faktörler üzerinde değişiklikler yaparak, sürecin çıktısı üzerindeki değişikliklerin gözlemlenmesi ve yorumlanmasıdır. Deney tasarımında, tasarımcı sistematik bir şekilde sürece etki eden faktörleri değiştirerek, sürecin sonunda elde edilen çıktılardaki değişkenliği değerlendirmeye çalışmaktadır.

Deney tasarımı mühendislikte imalat süreçlerinin performansının geliştirilmesinde kullanılan ve kritik öneme sahip bir kalite iyileştirme tekniğidir. Ayrıca deney tasarımı yeni süreçlerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Deney tasarımı tekniklerinin süreç geliştirmede kullanılmasıyla aşağıdaki katkılar elde edilmektedir (Montgomery, 1991):

1. Çıktı miktarı artırılır,
2. Süreçteki değişkenlik azaltılır,
3. Süreç geliştirme zamanı azaltılır,
4. Maliyetler azaltılır.

Deney tasarımı teknikleri yeni ürün geliştirme ve varolan ürünleri iyileştirme gibi mühendislik tasarım çalışmalarında da önemli bir rol oynamaktadır. Deney tasarımı teknikleri, mühendislik tasarımında:

1. Temel tasarım konfigürasyonlarının geliştirilmesinde ve alternatif konfigürasyonların karşılaştırılmasında,
 2. Malzeme alternatiflerinin seçiminde,
 3. Sağlam (robust) bir ürün üretmek için gerekli tasarım parametrelerinin belirlenmesinde,
 4. Ürün performansını etkileyen anahtar tasarım parametrelerinin belirlenmesinde,
- yaygın olarak uygulanmaktadır (Montgomery, 1991).

3. TEKSTİL TERBİYESİ

Terbiye işlemi, dokunmuş ham bezin dikime hazır hale getirilinceye kadar gördüğü tüm işlemleri kapsamaktadır. Tekstil terbiyesi genel olarak, ön terbiye, renklendirme ve bitim işlemlerinden oluşmaktadır.

Ön terbiye işlemi, diğer terbiye işlemleri için bir hazırlık aşaması olup, mamulün görünümünü güzelleştirmek ve mamulde dokuma esnasında oluşan yağ vb. istenmeyen maddeleri uzaklaştırmak için yapılan işlemleri içermektedir. Renklendirme işlemi, ön terbiye işlemi tamamlanmış olan mamule boyama veya baskı yöntemiyle istenen renk ve görünümün kazandırılması işlemidir. Bitim işlemleri ise, renklendirme işleminden sonra, kumaşın görünüm, tutum ve kullanım özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılan işlemlerdir.

Tekstil terbiye işlemleri mamulün kalite karakteristikleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu aşamada yapılacak hatalar mamulden beklenen kalite karakteristiklerinin istenen düzeyde olmamasına neden olacaktır.

Yapılan araştırmalar sonucu mamulde oluşan hataların %23'ünün renklendirme işlemlerinden kaynaklandığı görülmüştür (Aniş, 1998). Renklendirme işlemleri içinde en çok karşılaşılan problemler ise, istenen rengin tutturulamaması ve istenen haslık değerlerine ulaşamamasıdır.

Bu nedenle bu çalışmada renk haslıkları konusu ele alınmış ve renk haslıklarından sürtünmeye karşı renk haslığını etkileyen faktörler araştırılmıştır.

3.1 Renk Haslıkları

Renk haslığı bir tekstil mamulünün renginin gerek üretimi, gerekse kullanımı sırasında karşı karşıya kaldığı etkenlere dayanma gücüdür (Duran, 2001). Bir tekstil mamulünün renk haslığını belirlemek için yapılan testler ise haslık testleri olarak isimlendirilmektedir. Bu testler mamul kalitesini belirlemede kullanılan objektif yöntemlerdir. Haslık testleri ile tekstil ürünlerinin günlük hayatta karşılaşılabileceği fiziksel ve kimyasal etkiler sonucu gösterebileceği renk değişimlerinin derecesi ve/veya başka ürünleri kirletme derecesi belirlenmektedir (Duran, 2001).

Renkli bir mamulün haslıkları kullanılan boyarmadde grubu, kumaş cinsi ve konstrüksiyonu, terbiye prosesleri, boyama yöntemi ve boyama sonrası uygulanan art işlemler gibi parametrelere bağlı olarak değişmektedir.

Tekstil mamullerinin günlük hayatta karşılaşılabileceği fiziksel veya kimyasal etkilerin türüne göre, renk haslıkları birkaç başlık altında toplanmaktadır. Bunlar yıkama haslığı, sürtme haslığı, ter haslığı, ışık haslığı, su haslığı, deniz suyu haslığı ve klorlu su haslığıdır. Kaliteli bir kumaş için yukarıda belirtilen renk haslıklarının mümkün olduğunca iyi olması gerekir. Fakat tekstil ürünlerinin kullanım yerleri çok değişik olduğu için, kumaşlardan istenen renk haslıkları kullanım yerine göre farklılık göstermektedir. Örneğin bir perdelik kumaşta ışık haslığı daha önemli iken, astarlık kumaşta ter ve sürtme haslığı, mayoluk kumaşta ise deniz suyu haslığı daha önemlidir.

Bu incelemede pek çok tekstil mamulünde istenen en önemli haslıklardan biri olan sürtme haslığı üzerinde durulmuş ve sürtme haslığı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörler araştırılmıştır.

3.2 Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı

Sürtünmeye karşı renk haslığı (kısaca sürtme haslığı), boyalı ve baskılı bir tekstil mamulünün renginin temas halinde bulunduğu başka bir tekstil mamulüne geçme derecesi veya sürtünme sonucu o tekstil mamulünü kirletme derecesi olarak tanımlanmaktadır. Sürtme haslığı boyarmadde grubuna, boyama sonrası yapılan art işlemlere, lif özelliklerine ve kumaş yüzey yapısına bağlıdır.

Sürtme haslığı özellikle giysilik kumaşlarda ve döşemelik kumaşlarda önem kazanmaktadır. Sürtme haslığı, kuru sürtme haslığı ve yaş sürtme haslığı olmak üzere iki türüdür. Yaş sürtme haslığı, ıslak olan tekstil mamulünün renginin sürtüldüğü tekstil mamulüne geçme derecesidir. Kuru sürtme haslığı ise kuru olan tekstil mamulünün renginin sürtünme sonucunda diğer tekstil mamulüne geçme derecesidir.

Yaş sürtme haslığı test sonuçları sürtme haslığı testinde kullanılan refakat kumaştaki nem miktarına bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarda yaş sürtme haslığının istenen değere ulaşabilmesinin, lif özelliklerinde yapılacak değişikliklerle mümkün olabileceği görülmüştür. Bu ne-

denle yaş sürtme haslığı Öko-Tex gibi bazı uluslararası standartlardan çıkarılmıştır ve bir haslık parametresi olarak değerlendirilmemektedir. Bu nedenle bu çalışmada sürtme haslığı olarak sadece kuru sürtme haslık değerleri ölçülmüştür.

Sürtme haslığı testi renkli bir test numunesine standart beyaz refakat kumaşının standart basınç altında krokmetre cihazında kuru veya yaş olarak sürtünmesi suretiyle yapılmaktadır. Yapılan test sonucunda beyaz refakat kumaşının kirlenme derecesi gri skala yardımı ile belirlenmektedir.

Sürtme haslığı testleri belirli uluslararası standartlara göre yapılmaktadır. Bu standartlardan en yaygın olarak kullanılanları ISO 105X12 ve AATCC 8 standartlarıdır. Bazı firmalar bu standartların yanında kendi standartlarını da oluşturmaktadırlar. Haslık testinin hangi standarda uygun olarak yapılacağı genellikle müşteri tarafından firmaya bildirilmektedir. Ancak müşteri tarafından herhangi bir standart belirtilmemişse, firmalar kendi oluşturdukları standartlara göre de test yapabilmektedirler. Bu çalışmada, ISO 105X12 standardı kullanılarak kuru sürtme haslığı testi yapılmıştır.

4. UYGULAMA

4.1 Problemin Tanımı

Çalışma Denizli ilinde kurulu bulunan bir tekstil işletmesinin boyahanesinde gerçekleştirilmiştir. İşletmede koyu renk boyamalarda sürtme haslıklarının düşük çıkması ve istenen haslık değerlerine ulaşamaması nedeniyle, bu duruma yol açan faktörlerin neler olabileceği araştırılmıştır. Bu faktörler yukarıda da sayıldığı gibi kullanılan boyarmadde grubu, boyama sonrası yapılan art işlemler, lif özellikleri ve kumaş yüzey yapısıdır.

Çalışmada işletmede deney yapma imkanlarının ve zamanın kısıtlı olması nedeniyle renk haslığını etkileyen faktörlerden sadece art işlemlerin etkisi üzerinde durulmuştur. Bu amaçla işletmede zaman zaman istenen haslık değerlerinin elde edilemediği üç renk (kırmızı, haki ve lacivert) üzerinde, boyama sonrası yapılan art işlemlerin etkisi incelenmiştir.

4.2 Faktörlerin Belirlenmesi

Tekstil terbiye sürecinin, renklendirme aşamasında, mamulün boyanmasından sonra uygulanan işlemler art işlemler olarak adlandırılmaktadır. Art işlemler, boyama sonrası yapılan yıkamaları, mamule fiksator ve yumuşatıcı gibi kimyasallar verme işlemlerini, kaynatma ve sabunlama yapmayı kapsamaktadır.

Yıkama işlemi, boyama esnasında tekstil mamulünün liflere tutunamayıp, yüzeyde kalan boyamaddeleri mamulden uzaklaştırmak amacıyla yapılmaktadır.

Fiksator verilmesi işlemi, boyaması bitmiş olan mamulün haslığını geliştirmek için yapılmaktadır. Fiksator boyarmadde-nin liflere tutunmasını artıran bir kimyasaldır. Koyu ton boyamalarda açık ton boyamalara oranla daha fazla boyarmadde kul-

lanıldığı ve koyu ton boyamalarda kullanılan boyarmadde molekülleri açık ton boyamalarda kullanılanlara oranla daha büyük olduğu için, fiksator genellikle koyu ton boyamalarda haslığı geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır.

Bir tekstil mamulüne uygulanabilecek diğer bir art işlem ise mamule yumuşatıcı verilmesidir. Bu işlem, mamule tutum ve yumuşaklık kazandırmak amacıyla yapılmaktadır.

Boyama sonunda istenen renkten daha koyu bir renge ulaşıldığında, yani renk tutturulamadığında rengi açmak amacıyla sabunlama ve kaynatma yapılmaktadır. Sabunlama bir tekstil mamulünün kaynar sıcaklıkta deterjanla yıkanması işlemidir. Bazen, mamulün özelliklerini iyileştirmek ve haslık değerlerini yükseltmek için de sabunlama ve kaynatma yapılmaktadır.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen art işlemler (fiksator kullanımı, yumuşatıcı kullanımı, sabunlama ve kaynatma yapılması) sürtme haslığı üzerinde etkisi olan faktörler olarak düşünülmüş ve bu faktörlerin etkisinin olup olmadığı istatistiksel deneysel tasarımı yöntemi ile incelenmiştir. Denemelerde işletmede boyanmış olan kumaşlardan yıkama aşamasından sonra numune alınmış, deneyler laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yıkamaların etkisini gözlemlemek için işletmede her yıkama sonrası bir numune almak veya boyamaları laboratuvarında yapmak gerektiği ve bu da maliyetli ve zaman alıcı bir süreç olduğu için bu çalışmada yıkamaların etkisi gözlemlenmemiştir.

Tablo 1'de incelenen faktörler ve deneyde kullanılan seviyeleri görülmektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi, her bir faktör için iki seviye belirlenmiştir. Bu seviyeler belirlenirken fabrikada uygulanan mevcut süreç dikkate alınmıştır. Mevcut süreçte, kumaşlara istenen haslık değerlerine göre art işlemler uygulanmaktadır. Her bir art işlem için ise daha önce belirlenmiş sabit reçeteler kullanılmaktadır. Art işlemlerde kullanılan kimyasallar, işlem süreleri vb. parametreler bu reçetelere göre belirlenmektedir. Bu nedenle seviyeler belirlenirken miktarlar, süreler, sıcaklık gibi parametreler dikkate alınmamış, sadece o art işlemin yapılıp yapılmamasına göre iki seviye belirlenmiştir. Art işlemin uygulanmadığı durum düşük seviye, art işlemin uygulandığı durum yüksek seviye olarak isimlendirilmiş, düşük seviye için (-) yüksek seviye için ise (+) işareti kullanılmıştır.

Faktör	Faktör Adı	Düşük Seviye	Yüksek Seviye
A	Fiksator	-	+
B	Yumuşatıcı	-	+
C	Sabunlama	-	+
D	Kaynatma	-	+

Tablo1. Deneyde incelenen faktörler ve seviyeleri.

4.3 Çıktı Değişkeni ve Ölçüm Yöntemi

Çalışmada art işlemlerin sürtme haslığı üzerindeki etkisini belirlemek için kuru sürtme haslık değerleri önce gri skala ile uzman kişiler tarafından gözle belirlenmiş daha sonra aynı ölçümler spektralfotometre ile yapılmıştır. Gri skala ile yapılan değerlendirme sonucunda kuru sürtme haslığında elde edilen değerler 4 ve 4/5 değerleri arasında değişmiştir.

Gri skala ile yapılan değerlendirme gözle yapıldığı için objektif olmayabilmekte ve büyük yanılgılara yol açabilmektedir. Ayrıca gri skala ile bulunan değerler 1-5 arasında 1-1/2-2-2/3-3-3/4-4-4/5-5 değerlerini almaktadır. Bu çalışmada faktör etkisini belirleyebilmek için daha hassas değerlere ihtiyaç duyulduğundan haslık testi sonuçları spektralfotometre ile değerlendirilmiştir. Spektralfotometre ile ölçüm yapıldığında haslık değerleri yine gri skalada olduğu gibi 1 ile 5 arasında değerler almakla birlikte daha hassas ölçümler yapmak mümkün olmaktadır. Örneğin 2/3 ve 3 arasında 2.62 gibi bir değer ölçülebilmektedir.

Spektralfotometre ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilen kuru sürtme haslık değerleri SPSS istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

4.4 Deneyin Tasarımı

Deneyde incelenecek faktörler, bu faktörlerin seviyeleri ve ölçülecek çıktı değişkeni belirlendikten sonra, faktör etkilerini en iyi şekilde gözlemleyebilmek için kullanılacak olan deney tasarımının ne olması gerektiği belirlenmiştir. Bu çalışmada her biri ikişer seviyeye sahip dört faktör ve iki çıktı değişkeni bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmada 24 tam faktöryel deney tasarımı kullanılmıştır. Bu tasarımda oluşabilecek tüm durumları değerlendirebilmek için toplam 16 adet deneme yapılması gerekmektedir. Bu deneme kombinasyonları Tablo 2'de gösterilmektedir. Sonuçların doğruluğunu artırmak için her bir deneme kombinasyonu için 2 tekrar yapılmış ve her bir renk için toplam 32 adet gözlem elde edilmiştir. Denemeler 3 farklı kumaş ve 3 farklı renk üzerinde yapılmıştır. Kullanılan kumaşlar, bu kumaşların boyandığı renkler ve boyama reçeteleri Tablo 3'te verilmiştir.

4.5 Deneyin Yapılması

İşletmede kırmızı, haki ve lacivert olmak üzere üç farklı renkte reaktif boyarmaddeler ile boyanmış olan üç farklı kumaştan yıkama sonrası numune alınmıştır. Denemeler Tablo 2'de belirlenen deneme kombinasyonlarına göre yapılmıştır. Numuneler önce deneme kombinasyonlarında belirlenen faktör seviyelerine göre art işlemlere tabi tutulmuştur. Yapılan art işlemlere ilişkin reçeteler Tablo 4'te verilmiştir. Ardından işlem görmüş numunelere ISO 105X12 standardına göre kuru sürtme haslığı testi yapılmıştır. Örneğin Tablo 2'deki 2 numaralı denemede, deney numunesine sadece fiksator verilmiş, diğer art işlemler uygulanmamıştır. Yapılan bu art işlemten sonra numune kuru sürtme haslığı testine tabi tutulmuştur. Diğer deneme kombinasyonları için de benzer işlemler tekrar edilmiştir. İlgilenilen faktörler dışında, deneme sonuçlarına etki edecek faktörlerin etkisini azaltmak için denemelerin sırası rastlantsal olarak belirlenmiştir.

Deneme	Faktör			
	A	B	C	D
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	-	+	-	-
4	+	+	-	-
5	-	-	+	-
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	-
9	-	-	-	+
10	+	-	-	+
11	-	+	-	+
12	+	+	-	+
13	-	-	+	+
14	+	-	+	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

Tablo 2. Deneme kombinasyonları.

220 gr 30/2 Süprem-Kırmızı	
Boyarmadde	Konsantrasyon(%)
Kimsoline Red SHF-EP Conc	3,2
Synozol Yellow HF 2GR%150 (Yellow 145)	1,55
Synozol Blue K-BR (Blue 221)	0,006
Kimyasal Madde	Konsantrasyon(gr/lt)
Tuz	120
Soda	20

200gr 30/1 Ribana-Haki	
Boyarmadde	Konsantrasyon(%)
Synozol Yellow HF4GR	0,73
Kimsoline Red SHF-GD HI Conc (Red 223)	0,13
Synozol Blue K-BR (Blue 221)	0,42
Kimyasal Madde	Konsantrasyon(gr/lt)
Tuz	80
Soda	15

180gr. 24/1 Süprem-Lacivert	
Boyarmadde	Konsantrasyon(%)
Kimsoline Black B %150 (Black 5)	1,7
Synozol Red HF-6BN %150 (Red 195)	0,81
Kimsoline Blue SHF-GFN %150 (Blue 222)	0,5
Kimyasal Madde	Konsantrasyon(gr/lt)
Tuz	110
Soda	20

Tablo 3. Kumaş cinsleri, boyandıkları renkler ve boyama reçeteleri.

4.6 Verilerin Analizi

Bu çalışma için kurulmuş olan modelde her biri ikişer seviyeye sahip dört faktörün etkisi incelenmiştir. Modele uygun olarak aşağıdaki hipotez, %5 anlamlılık seviyesinde test edilmiştir:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_1 : En az iki ortalama birbirinden farklı.

Burada μ_1, μ_2, μ_3 ve μ_4 , sırasıyla fiksator, yumuşatıcı, sabunlama ve kaynatma faktörlerine ait deneme ortalamalarını temsil etmektedir.

Kimyasal	Kimyasal Türü	Konsantrasyon(%)	İşlem Süresi
Yumuşatıcı	Tubingal OKN	3	40°C'de 20 dk
Fiksator	Setafix of Conz	2	40°C'de 20 dk
Yumuşatıcı+Fiksator	Tubingal OKN+Setafix of Conz	3+2	40°C'de 20 dk
Sabunlama	Cottoblanc NSR	0,5	98°C'de 10dk
Kaynatma			98°C'de 10dk

Tablo 4. Art işlemlerde kullanılan kimyasal madde reçeteleri.

4.6.1 Kırmızı Renk İçin Verilerin Analizi

Tablo 5'te kırmızı renge boyanmış 220 gr/m² Ne 30/2 süprem kumaş için yapılan deneme sonuçlarının SPSS programında değerlendirilmesi sonucunda elde edilen varyans analizi tablosu (ANOVA tablosu) görülmektedir.

Tablodan da görüleceği üzere %5 anlamlılık seviyesinde kuru sürtme haslığı üzerinde yumuşatıcı ve sabunlamanın etkisi vardır. Ayrıca yumuşatıcı*sabunlama, yumuşatıcı*kaynatma ve sabunlama*kaynatma ikili bileşik etkileri ile fiksator*yumuşatıcı*kaynatma üçlü bileşik etkisinin mevcut olduğu görülmektedir.

Şekil 1'de bu etkiler grafikler yardımı ile gösterilmeye çalışılmıştır. Grafikler incelendiğinde fiksator ve kaynatmanın seviyelerinin değişmesi haslık değerinde herhangi bir farklılığa yol açmazken, yumuşatıcı ve sabunlamanın seviyelerinin değişmesi sonucunda haslık değerinde az da olsa bir değişim meydana gelmektedir. Buradan da fiksator ve kaynatmanın kuru sürtme haslığı üzerinde etkili olmadığı, yumuşatıcı ve sabunlamanın ise önemli düzeyde olmayan bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmaktadır.

Şekil 2'de ise kuru sürtme haslığı üzerinde etkili olan ikili bileşik etkilere ait grafikler görülmektedir. Bu grafiklerden de

görüleceği üzere, faktörlerden birinin seviyesinin değişmesinin haslık değeri üzerinde meydana getirdiği değişme diğer faktörün hangi seviyede olduğuna bağlıdır. Ancak bu bileşik etkiler şekilden de görülebileceği gibi çok önemli düzeyde değildir.

4.6.2 Haki Renk İçin Verilerin Analizi

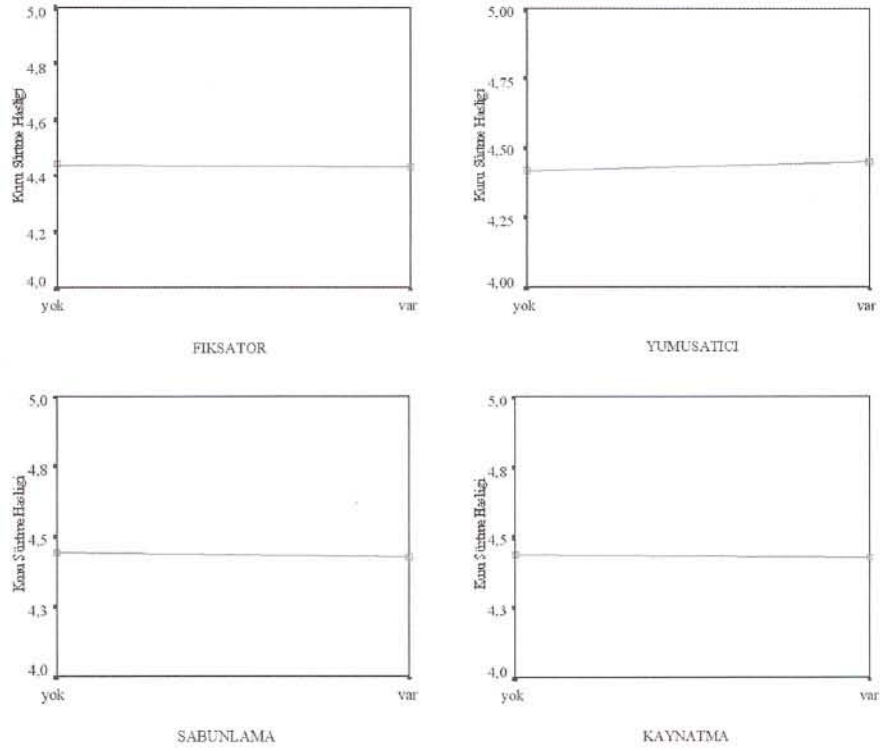
Tablo 6'da haki renge boyanmış 200 gr/m² Ne 30/1 ribana kumaşın sürtme haslığı test sonuçlarının SPSS programına girilip varyans analizi yapılması sonucunda elde edilen ANOVA tablosu görülmektedir. Tablodan da görüleceği üzere kuru sürtme haslık değeri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde yumuşatıcı esas etkisi ve fiksator*yumuşatıcı ikili bileşik etkisi söz konusudur. Bu etkiler Şekil 3 ve 4'te grafiklerle de gösterilmiştir. Şekil 3'ten yumuşatıcının kuru sürtme haslığı üzerinde olumsuz yönde bir etkisinin olduğu, ancak bu etkinin çok önemli düzeyde olmadığı görülmektedir.

Aynı şekilde fiksator*yumuşatıcı etkileşimi için çizilen grafiğe bakıldığında, bu etkileşimin önemli bir düzeyde olmadığı görülmektedir. Fiksatorün kuru sürtme haslığı üzerinde bir etkisinin olmadığını hem ANOVA tablosundan hem de fiksator için çizilen etki grafiğinden kolayca görülmüştür. Bu nedenle, fiksator*yumuşatıcı etkileşiminin önemli düzeyde olmadığı söylenebilir.

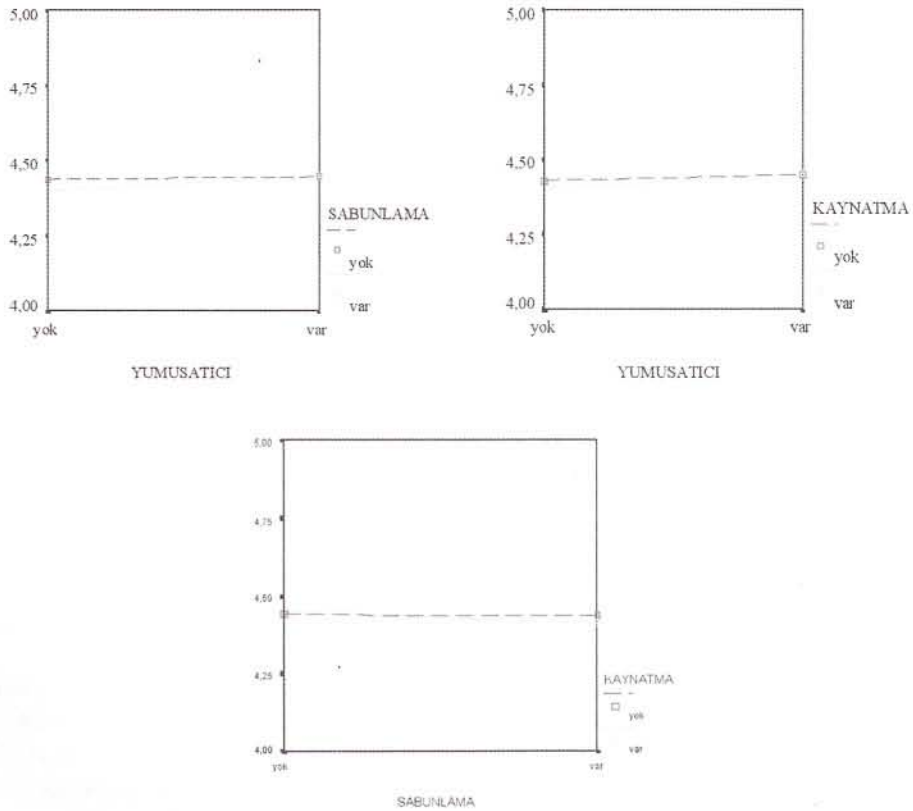
Değişkenliğin Kaynağı	Kareler	sd*	Ortalama	F	Anlamlılık
Fiksator	0,0004	1	0,0004	1,090	0,312
Yumuşatıcı	0,0095	1	0,0095	27,252	0,000
Sabunlama	0,0026	1	0,0026	7,577	0,014
Kaynatma	0,0009	1	0,0009	2,604	0,126
Fiksator*Yumuşatıcı	0,0000	1	0,0000	0,009	0,926
Fiksator*Sabunlama	0,0004	1	0,0004	1,090	0,312
Yumuşatıcı*Sabunlama	0,0053	1	0,0053	15,144	0,001
Fiksator*Yumuşatıcı*Sabunlama	0,0003	1	0,0003	0,730	0,406
Fiksator*Kaynatma	0,0003	1	0,0003	0,730	0,406
Yumuşatıcı*Kaynatma	0,0020	1	0,0020	5,631	0,031
Fiksator*Yumuşatıcı*Kaynatma	0,0020	1	0,0020	5,631	0,031
Sabunlama*Kaynatma	0,0023	1	0,0023	6,568	0,021
Fiksator*Sabunlama*Kaynatma	0,0000	1	0,0000	0,225	0,641
Yumuşatıcı*Sabunlama*Kaynatma	0,0001	1	0,0001	1,523	0,235
Fiksator*Yumuşatıcı*Sabunlama*Kaynatma	0,0001	1	0,0001	1,523	0,235
Hata	0,0056	16	0,0004		
Toplam	629,182	32			

*: serbestlik derecesi

Tablo 5. Kırmızı renk için kuru sürtme haslığına ait varyans analizi tablosu.



Şekil 1. Kırmızı renk için kuru sürtme haslık değerine ait esas etki grafikleri.

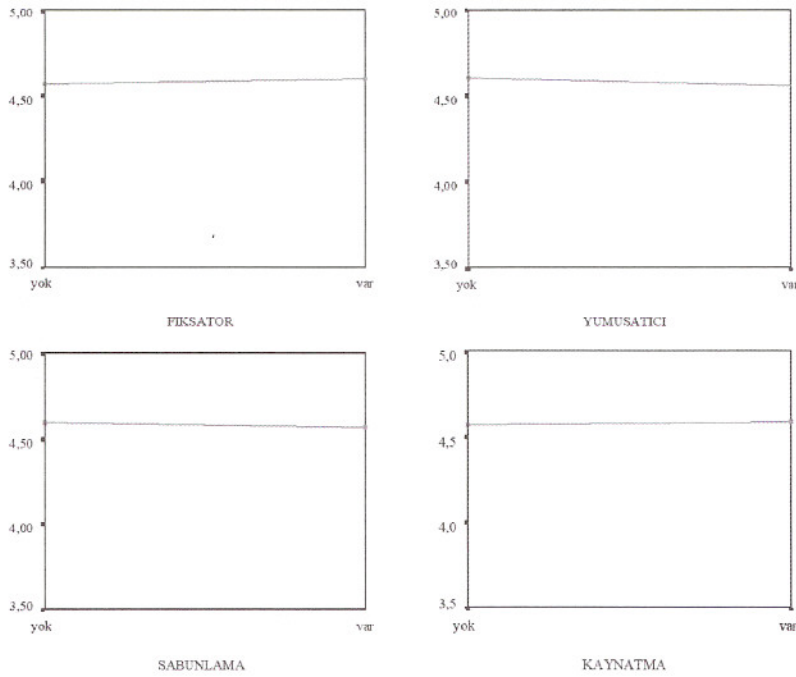


Şekil 2. Kırmızı renk için kuru sürtme haslık değerine ait ikili bileşik etki grafikleri.

Değişkenliğin Kaynağı	Kareler	sd*	Ortalama	F	Anlamlılık
Fiksator	0,0058	1	0,0058	1,969	0,180
Yumuşatıcı	0,0158	1	0,0158	5,368	0,034
Sabunlama	0,0063	1	0,0063	2,157	0,161
Kaynatma	0,0023	1	0,0023	0,776	0,391
Fiksator*Yumuşatıcı	0,0158	1	0,0158	5,368	0,034
Fiksator*Sabunlama	0,0005	1	0,0005	0,180	0,677
Yumuşatıcı*Sabunlama	0,0002	1	0,0002	0,052	0,822
Fiksator*Yumuşatıcı*Sabunlama	0,0020	1	0,0020	0,666	0,427
Fiksator*Kaynatma	0,0011	1	0,0011	0,384	0,544
Yumuşatıcı*Kaynatma	0,0000	1	0,0000	0,001	0,974
Fiksator*Yumuşatıcı*Kaynatma	0,0000	1	0,0000	0,001	0,974
Sabunlama*Kaynatma	0,0004	1	0,0004	0,129	0,724
Fiksator*Sabunlama*Kaynatma	0,0004	1	0,0004	0,129	0,724
Yumuşatıcı*Sabunlama*Kaynatma	0,0020	1	0,0020	0,666	0,427
Fiksator*Yumuşatıcı*Sabunlama*Kaynatma	0,0017	1	0,0017	0,563	0,464
Hata	0,0470	16	0,0029		
Toplam	673,087	32			

*: serbestlik derecesi

Tablo 6. Haki renk için kuru sürtme haslığına ait varyans analizi tablosu.



Şekil 3. Haki renk için kuru sürtme haslık değerine ait esas etki grafikleri.

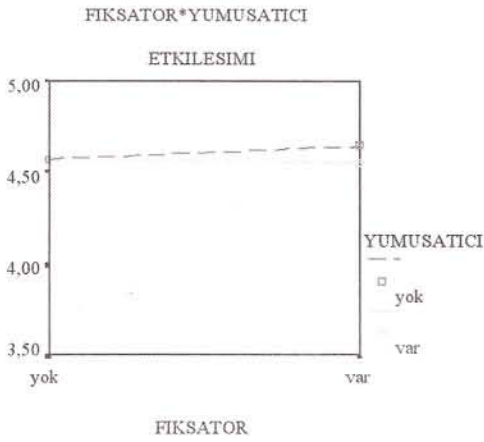
4.6.3 Lacivert Renk İçin Verilerin Analizi

Tablo 7'de lacivert renge boyanmış 180 gr/m² Ne 24/1 süprem kumaşa ait sürtme haslığı test sonuçlarının varyans analizi ile değerlendirilmesi sonucunda elde edilen ANOVA tablosu görülmektedir.

ANOVA sonuçlarından, %5 anlamlılık seviyesinde kuru sürtme haslığı üzerinde sadece yumuşatıcının etkili olduğu gö-

rülmektedir. Haslık değeri üzerinde oluşabilecek bileşik etkilerin ise mevcut olmadığı görülmektedir.

Bu etkiler Şekil 5'te grafiklerle gösterilmektedir. Şekil 5'ten de görüleceği üzere kuru sürtme haslığı üzerinde yumuşatıcının olumsuz yönde bir etkisi vardır, ancak bu etki önemli düzeyde değildir. İlgilenilen diğer faktörlerin ise kuru sürtme haslığı üzerinde herhangi bir etkisi yoktur.



Şekil 4. Haki renk için kuru sürtme haslık değerine ait ikili bileşik etki grafiği.

4.7 Modelin Uygunluğunun Kontrolü

Deney tasarımından elde edilen veriler varyans analizi yardımı ile yorumlandıktan sonra kurulmuş olan modelin uygunluğu kontrol edilmelidir. Varyans analizi iki temel varsayıma dayanmaktadır. Modelin uygunluğunun kontrolü yapılırken bu iki temel varsayımın geçerli olup olmadığı kontrol edilmektedir.

Varyans analizinin temelini oluşturan ilk varsayım olan deney hatalarının ortalaması 0, varyansı σ^2 olan normal dağılıma uygun olarak dağıldığı varsayımını kontrol etmek için deney hatalarının normal olasılık kağıdındaki dağılımına bakılmaktadır. Bu amaçla ölçülen çıktı değişkenine ait hataların dağılımı grafik olarak gösterilmektedir.

Şekil 6'da incelenen 3 renk için çizilmiş olan normal olasılık diyagramları görülmektedir. Bu diyagramlara bakıldığında bazı bölgelerde normallikten uzaklaşmalar görülse de genel ola-

rak verilerin normale yakın bir dağılım gösterdiği söylenebilir.

Varyans analizinin ikinci temel varsayımı deneyde incelenen her bir faktör seviyesine ait varyansların birbirine eşit olduğu varsayımdır. Bu varsayımın geçerliliğini kontrol etmek üzere her bir gözlem için tahmin değerlerine karşı gelen hata değerlerinin dağılımına bakılmaktadır. Şekil 7'de her üç renk için çizilmiş hata dağılım grafikleri görülmektedir.

Şekil 7'deki grafiklere bakıldığında eşit varyans varsayımının tam olarak sağlandığını söylemek mümkün değildir. Çünkü tahmin değerleri arttıkça hata dağılımının tahmin değerlerine bağlı bir yapı seyrettiği görülmektedir. Ancak incelenen modelde eşit varyans varsayımının sağlanmaması, sonuçların doğruluğu üzerinde önemli bir etki yaratmamaktadır. Bu varsayımın sağlanmaması, daha çok deneme kombinasyonları için farklı sayıda verilerin toplandığı veya her bir deneme kombinasyonu için verilerin toplanmadığı modellerde ciddi problemlere neden olur. (Montgomery, 1991). Bu nedenle eşit varyans varsayımının tam olarak sağlanmamış olması ciddi bir problem olarak ele alınmamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

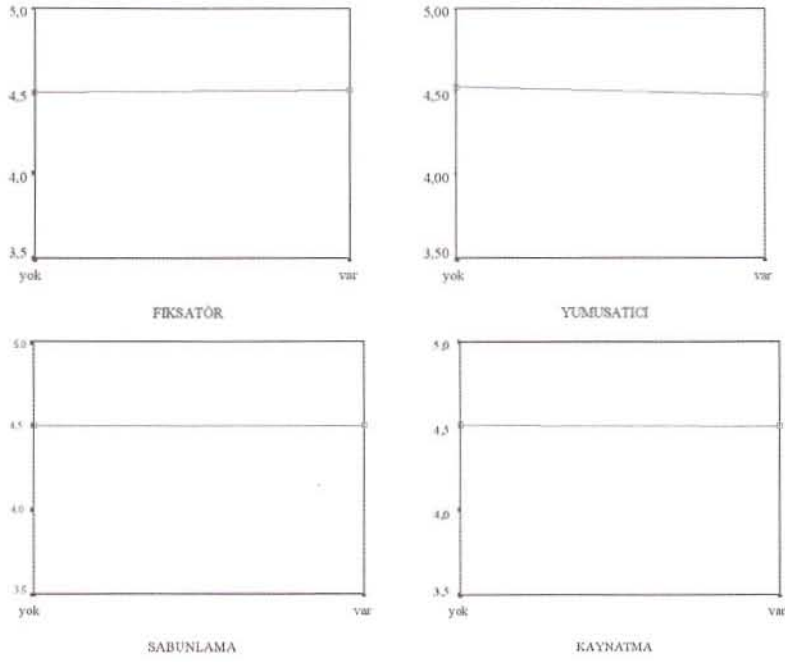
Bu çalışmada tekstil mamullerinde en çok karşılaşılan haslık problemlerinden biri olan sürtme haslığı üzerinde durulmuş ve sürtme haslığı üzerinde art işlemlerin etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla üç farklı kumaş ve üç farklı renk üzerinde iki tekrarlı 24 tam faktöryel deney tasarımı tekniği kullanılarak incelenen faktörlerin etkisinin olup olmadığı incelenmiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, incelenen kumaş cinsi ve renkleri için, yıkama sonrasında yapılan art işlemlerin sürtme haslığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bir başka ifade ile, sürtme haslığını iyileştirmek için bu

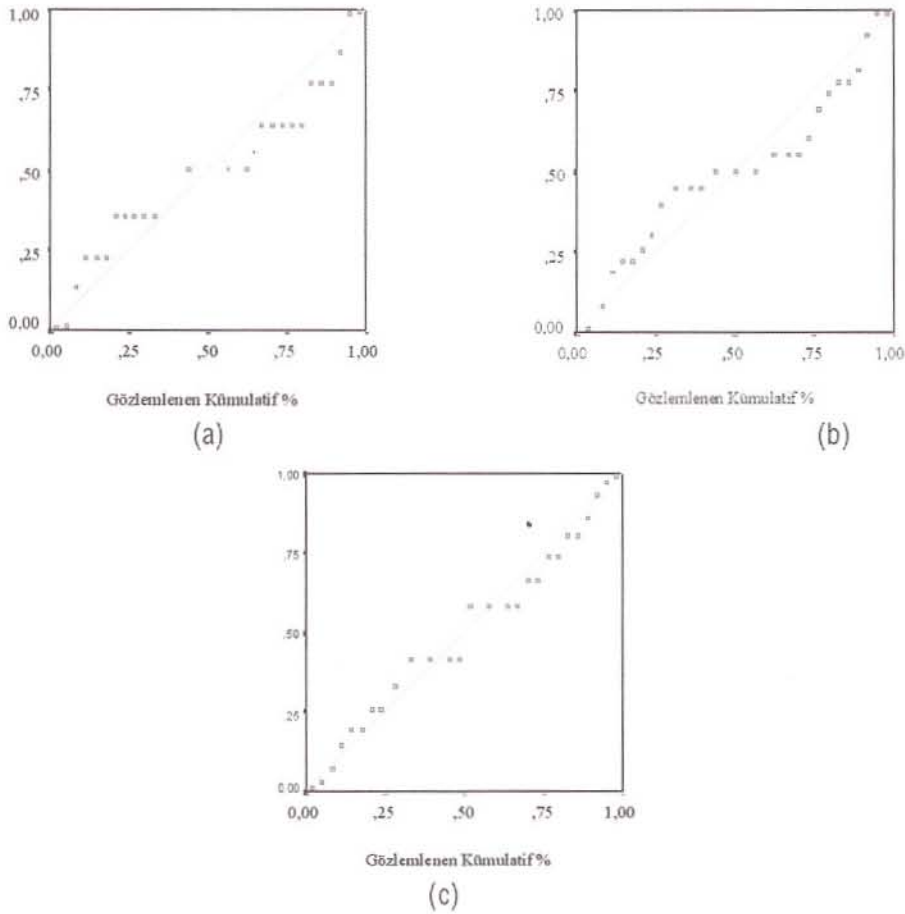
Değişkenliğin Kaynağı	Kareler	sd*	Ortalama	F	Anlamlılık
Fiksator	0,0008	1	0,0008	0,753	0,398
Yumuşatıcı	0,0162	1	0,0162	15,247	0,001
Sabunlama	0,0001	1	0,0001	0,106	0,749
Kaynatma	0,0002	1	0,0002	0,188	0,670
Fiksator*Yumuşatıcı	0,0028	1	0,0028	2,647	0,123
Fiksator*Sabunlama	0,0018	1	0,0018	1,694	0,211
Yumuşatıcı*Sabunlama	0,0001	1	0,0001	0,047	0,831
Fiksator*Yumuşatıcı*Sabunlama	0,0010	1	0,0010	0,953	0,344
Fiksator*Kaynatma	0,0000	1	0,0000	0,012	0,915
Yumuşatıcı*Kaynatma	0,0006	1	0,0006	0,576	0,459
Fiksator*Yumuşatıcı*Kaynatma	0,0000	1	0,0000	0,047	0,831
Sabunlama*Kaynatma	0,0025	1	0,0025	2,306	0,148
Fiksator*Sabunlama*Kaynatma	0,0001	1	0,0001	0,106	0,749
Yumuşatıcı*Sabunlama*Kaynatma	0,0036	1	0,0036	3,400	0,084
Fiksator*Yumuşatıcı*Sabunlama*Kaynatma	0,0000	1	0,0000	0,047	0,831
Hata	0,0170	16	0,0011		
Toplam	650,028	32			

*: serbestlik derecesi

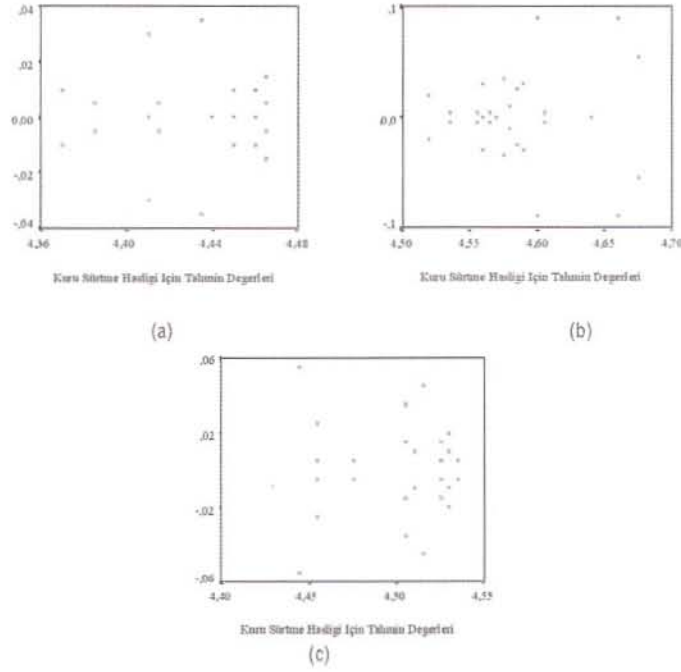
Tablo 7. Lacivert renk için kuru sürtme haslığına ait varyans analizi tablosu.



Şekil 5. Lacivert renk için kuru sürtme haslık değerine ait etki grafikleri.



Şekil 6. Normal olasılık diyagramları: (a) kırmızı (b) haki (c) lacivert.



Şekil 7. Hata dağılım grafikleri: (a) kırmızı (b) haki (c) lacivert.

renkler ve kumaşlar için art işlemleri uygulamaya gerek yoktur. Uzmanların ifadesine göre, boyama sonrası yapılan yeterli sayıda ve iyi yapılmış yıkamalar istenen sürtme haslığının elde edilmesinde yeterli olmaktadır.

Ancak kısıtlı olanaklarla yapılmış olan bu çalışmanın sonuçlarının genellenebilmesi için, çok karmaşık olan terbiye sürecinin her adımı titizlikle incelenmeli ve her bir adım için gerekli deney tasarımları yapılmalı ve bu tasarımlar sonucunda elde edilen bulgular bir bütünlük içinde değerlendirilmelidir.

Bu nedenle çalışmanın devamı olarak aşağıdaki çalışmaların yapılması önerilmektedir:

1. Çalışma daha fazla renk için genişletilmelidir.
2. Bu çalışmada deney yapma imkanlarının kısıtlı olması nedeniyle kumaş tiplerinin sürtme haslığı üzerindeki etkisi incelenememiştir. Çalışma, kumaş tiplerinin sürtme haslığı üzerinde etkili olup olmadığını test edecek şekilde genişletilmelidir.
3. Art işlemlerden önceki işlemler (farklı ön işlemler, farklı boyama metodları, farklı yıkama şartları vb.) için de deney tasarımları yapılmalı, sürtme haslığı üzerinde bu işlemlerin etkisinin olup olmadığı tespit edilmelidir.
4. Yıkama şartları ve yapılan yıkama sayısı ayrıca incelenmeli, istenen haslık değerlerine minimum maliyetle hangi yıkama sayısında ulaşıldığı tespit edilmelidir.
5. Sürtme haslığı dışındaki renk haslıkları için de benzer çalışmalar yaparak bu haslıklar üzerinde ilgili art işlemlerin etkili olup olmadığı araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Anış, P. (1998), *Tekstil Ön Terbiyesi*, Alfa Yayınları, İstanbul.
2. Box, G.E.P., Hunter, W.G. and Hunter, J.S. (1978). *Statistics for Experimenters*, John Wiley Sons.
3. Duran, K. (2001), *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, E. Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, No:17, İzmir.
4. Kale, B., "Deney Planlamasında Yanıt Yüzeyi Denemeleri ve Bir Uygulama Denemesi", *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 84 s., 2001.
5. Köksal, G., William, A. S. Jr, Yahya, F., Lu, J. C. and Mcgregor, R., "A Case Study in Off-Line Quality Control: Characterization and Optimization of Batch Dyeing Process Design", *International Journal Of Technology Management*, V.16, Nos. 4/5/6, 358-382, 1998.
6. Micheal, M.N. and Dyab, W.A., "Effect of Spinning Method and Knitting Type On Dyeability and Fading Kinetics", *AATCC Review*, 53-56, March, 2001.
7. Montgomery, D. C. (1991), *Design and Analysis of Experiments*, John Wiley Sons.
8. Öktem, T., Ögüt, A. ve Özkan, B.A., "Fiksatorlerin ve Yumuşatıcıların Renk, Tutum ve Boya Haslıkları Üzerine Etkileri", *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, Yıl:8, Sayı:4, 274-283, 1998.
9. Şirvancı, M. (1997), *Kalite İçin Deney Tasarımı: Taguchi Yaklaşımı*, Literatür Yayınları, İstanbul.