

BOYAHANEDEN KUMAŞ RENGİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN İSTATİSTİKSEL DENEY TASARIMI YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Leyla DEMİR, Özcan MUTLU

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2020 Denizli.

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 boyhanesinde yıkamaya 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 işlemlerden hiçbirisinin haslık üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İstatistiksel Deney Tasarımı, Faktöryel Tasarım, Renk 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 colorfastness to washing in a textile dyehouse is explained by using 2⁴ factorial design. In conclusion, it has been seen that none of these after treatments have effect on the colorfastness to washing.

Keywords: Design of Experiments, Factorial Design, Colorfastness

1. Giriş

Kalitenin rekabet açısından çok önem kazandığı günümüzde, işletmeler için düşük maliyetler ile yüksek kaliteli ürünler üretebilmek birincil amaç haline gelmiştir. Bu amaçla birçok kalite iyileştirme tekniği kullanılmaktadır. İstatistiksel deney tasarımları da tüm dünyada sanayi sektöründe son 10-15 yılda çok geniş kullanım alanı bulan bir kalite iyileştirme tekniğidir.

Deney tasarımının amacı genel olarak bir sürecin gösterdiği davranışlar hakkında bilgi toplayarak, bu sürecin kalite karakteristiklerini etkileyen faktörleri belirlemek ve sürecin kalitesinin iyileştirilebilmesi için hangi faktörlerin hangi seviyede olması gerektiğini tespit etmektir. Bu şekilde süreçten beklenen performans özelliklerinin eniyilenmesi için optimum faktör seviyeleri belirlenmiş ve ilgili sürecin kalitesi geliştirilmiş olur.

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.

Çalışmanın ikinci bölümünde deney tasarımı tanımlanarak, deney tasarımının tarihçesine, kullanım alanlarına ve sağladığı faydalara değinilmiştir. Üçüncü bölümde tekstil terbiyesinin genel bir tanımı yapılarak bu çalışmanın konusunu teşkil eden renk haslıkları üzerinde durulmuştur. Dördüncü bölümde ise yıkamaya karşı renk haslığını etkileyen faktörlerden art işlemlerin etkisini belirlemek amacıyla yapılan deney tasarımına ve deney tasarımı sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizine yer verilmiştir. Beşinci ve son bölümde yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgulara ve bu çalışmanın devamında araştırılması düşünülen konulara yer verilmiştir.

2. İstatistiksel Deney Tasarımı

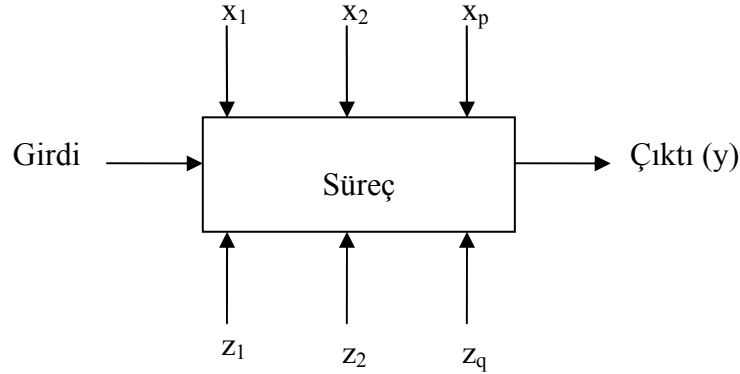
Deney tasarımı yöntemi ilk defa 1920'lerde istatistikçi Sir Ronald A. Fisher tarafından tarım alanında araştırmalar yaparken bulunmuş ve geliştirilmiştir. Fisher, ayrıca, deney verilerinin analizi için bugün klasik sayılan "varyans analizi" (ANOVA) yöntemini de geliştirmiştir (Şirvancı, 1997).

Deney tasarımı tekniklerinin ilk uygulamaları tarım ve biyoloji alanlarında olmuştur. Tarım alanında, çeşitli gübre ve dozları ile iklim koşullarının ve sulama düzeylerinin çeşitli ürünlere olan etkilerini belirlemek üzere uygulanmıştır. İlk endüstriyel uygulamasına ise 1930'ların başında İngiliz tekstil ve yün

sanayisinde rastlanmıştır. Deney tasarımı daha sonra kimya ve ilaç sektörlerinde de uygulanmış olmasına rağmen imalat sektöründeki uygulamaları 1970'lere kadar son derece sınırlı kalmıştır (Şirvancı, 1997). 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 değişkenliklerin gözlemlenmesi ve yorumlanmasıdır.

Süreç, belirli bir çıktı (ürün veya hizmet) elde etmek için birbirleriyle etkileşim halinde bulunan makine, malzeme, metot ve insan gibi kaynakların kullanıldığı faaliyetler dizisi olarak tanımlanabilir. Faktörler diğer adıyla deney değişkenleri ise deney sonucunu etkileyen kontrol edilebilen veya edilemeyen değişkenlerdir. Şekil.1'de basit olarak bir süreç ve bileşenleri gösterilmektedir.



Şekil 1. Bir sürecin veya sistemin genel modeli

Sürece etki eden faktörlerin bazılarını istenildiği gibi değer ataması yapılabilir ve sürecin işleyişi boyunca bu değerler sabit olarak tutulabilir. Bu tip faktörlere kontrol edilebilen faktörler denir. Kullanılan malzeme tipi, makine ayarları, üretim yöntemi vb. faktörler kontrol edilebilen faktörlerdir. Ortamdaki nem miktarı, sıcaklık gibi çevresel faktörler ölçülebilir ise de, bu faktörlerin sürecin işleyişi esnasında sabit olarak tutulmaları çok zor veya imkansızdır. Bu tip faktörler ise kontrol edilemeyen faktörler olarak isimlendirilir.

İstatistiksel deney tasarımının genel olarak amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir. (Montgomery, 1991):

1. Çıktı (y) üzerinde en çok etkiye sahip olan faktörleri belirlemek,
2. İstenen çıktıyı (y) elde etmek için kontrol edilebilen faktörlerin (x) alacağı değerleri belirlemek,
3. Çıktı (y) üzerindeki değişkenliği mümkün olduğu kadar azaltmak için kontrol edilen faktörlerin (x) alacağı değerleri belirlemek,
4. Kontrol edilemeyen faktörlerin (z) çıktı üzerindeki etkisini en aza indirecek şekilde kontrol edilen faktörlerin (x) alacağı değerleri belirlemek.

Deney tasarımı süreç geliştirmede ve mevcut bir sürecin performansını iyileştirmede çok önemli bir rol oynamaktadır. Bir çok durumda amaç, dış etkenlerden en az etkilenecek şekilde sağlam (robust) bir süreç geliştirmektir.

Deney tasarımları imalat süreçlerinin performanslarının iyileştirilmesinde, süreç geliştirmede, yeni ürün geliştirme ve varolan ürünlerin iyileştirilmesi gibi birçok mühendislik çalışmasında kullanılan ve kritik öneme sahip bir araçtır. Deney tasarımı tekniklerinin kullanılmasıyla mevcut süreçlerdeki değişkenlik miktarı azaltılmakta ve süreçten veya üründen beklenen performans özellikleri iyileştirilmektedir.

Deney tasarımı tekniklerinin süreç geliştirmede kullanılmasıyla:

1. Çıktı miktarı artırılır,
2. Süreçteki değişkenlik azaltılır,
3. Süreç geliştirme zamanı azaltılır,
4. Maliyetler azaltılır (Montgomery, 1991).

Deney tasarımı teknikleri ayrıca, yeni ürün geliştirme ve varolan ürünleri iyileştirme gibi mühendislik tasarım çalışmalarında da önemli bir rol oynamaktadır. Deney tasarımı yöntemleri, mühendisliğin aşağıdaki alanlarında uygulanmaktadır (Montgomery, 1991):

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.

3. Tekstil Terbiyesi

Terbiye işlemi dokunmuş ham bir bezin dikime hazır hale getirilinceye kadar gördüğü tüm işlemleri kapsamaktadır. Tekstil terbiyesi genel olarak aşağıdaki işlemlerden oluşmaktadır:

1. Ön terbiye,
2. Renklendirme,
3. Bitim işlemleri.

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 içerir. Renklendirme işlemi, ön terbiye işlemi tamamlanmış olan mamule boyama veya baskı yöntemiyle istenen renk ve görünümün kazandırılması işlemleridir. Bitim işlemleri ise, renklendirme işleminden sonra, kumaşın görünüm, tutum ve kullanım özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılan işlemlerdir.

Tekstil terbiye işlemleri sonucu mamulde oluşan hataların %24'ünün renklendirme işlemlerinden kaynaklandığı görülmüştür (Aniş, 1998). Renklendirme işlemleri içinde en çok karşılaşılan problemler ise müşterinin istediği rengin tutturulamaması ve müşterinin istediği haslık değerlerine ulaşılamamasıdır. Bu nedenle bu çalışmada renk haslıkları konusu ele alınmış ve renk haslıklarından yıkamaya karşı renk haslığını etkileyen faktörler araştırılmıştır.

3.1 Renk Haslıkları

Tekstil materyalleri çeşitli şartların etkisiyle renk değiştirirler. Güneş ışığı, nem gibi çevresel faktörler ve sürtünme, yıkama gibi kullanıma bağlı olarak oluşan faktörler renk değişmesine sebep olmaktadır. Bazı kumaşlar kullanıldıkça renklerini önemli ölçüde değiştirirken, bazıları ise çok az yada hiç değiştirmezler. Bir kumaşın değerlendirilmesi için kumaşta renk değişimine neden olan faktörler hakkında ve bu değişimlerin derecelendirilmesi ve rapor edilebilmesi hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir (Yakartepe, 1998).

Renk haslığı bir tekstil mamulünün renginin gerek üretimi, gerekse kullanımı sırasında karşı karşıya kaldığı etkenlere dayanma gücüdür.

Bir tekstil mamulünün renk haslığını belirlemek için yapılan testler, 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 kirlenme derecesi belirlenmektedir (Duran, 2001).

Renkli bir mamulün haslıkları şu parametrelere bağlı olarak değişmektedir:

1. Kullanılan boyarmadde grubu,
2. Kumaş cinsi ve konstrüksiyonu,
3. Terbiye prosesleri,
4. Boyama yöntemi,
5. Boyama sonrası uygulanan art işlemler.

Renk haslıkları, yıkama haslığı, sürtme haslığı, ter haslığı, ışık haslığı, su haslığı, deniz suyu haslığı ve klorlu su haslığı olmak üzere alt gruplara ayrılmaktadır. Tekstil ürünlerinin kullanım yerleri çok değişik olduğu için bazı haslık değerleri yerine göre diğerlerinden daha önce gelmektedir. Örneğin bir perdelik kumaşta ışık haslığı daha önemli iken, astarlık kumaşlarda ter ve sürtme haslığı daha önemlidir.

Bu çalışmada pek çok tekstil mamulünde istenen en önemli haslıklardan biri olan, yıkama haslığı üzerinde durulmuş ve yıkama haslığını etkileyen faktörler araştırılmıştır.

3.2 Yıkamaya Karşı Renk Haslığı

Yıkamaya karşı renk haslığı, boyalı ve baskılı tekstil mamullerinde, mamul cinsine ve kullanım amacına bağlı olarak farklı yıkama koşullarında rengin gösterdiği dayanıklılık derecesidir. Yıkamaya karşı renk haslığı, yıkama şartlarına, boyamada kullanılan boyarmadde grubuna, renye ve boyama sonrası yapılan art işlemlere bağlıdır.

Yıkama haslığı testleri, laboratuvar şartlarında ilgili standartta belirtilen 10x4 cm test numunesi ve multifiber adı verilen refakat kumaşı ile özel yıkama makinesinde gerçekleştirilmektedir. Multifiber altı

farklı kumaştan (asetat, pamuk, naylon, polyester, akrilik, yün) oluşan bir test kumaşdır. Multifiber yıkama haslığı testi sırasında test edilecek numuneye dikilerek yıkama işlemine tabi tutulur. Yıkama sonrasında numunenin multifiber üzerindeki kumaşları kirletme derecesine bakılarak yıkama haslığı değerlendirilir.

Yıkama haslığı testleri belirli uluslararası standartlara göre yapılmaktadır. Bu standartlardan en çok kullanılanları ISO'nun ISO 105 C01'den ISO 105 C06'ya kadar olan standartları ile AATCC'nin AATCC 61 standardıdır. Bazı firmalar bu standartların yanında kendi standartlarını da oluşturmuşlardır. 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 105 C06 C2S standardı kullanılarak 60°de yıkama haslığı testi yapılmıştır.

Yıkama haslığı test sonuçları gri skala olarak isimlendirilen bir ölçüm aracı ile değerlendirilmektedir. Gri skala, ışık haslığı dışındaki haslık testi sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan standart derecelendirmelere sahip bir değerlendirme skalasıdır. Yapılan haslık testi sonucunda; numune kumaşın renk değişim derecesinin ve numune kumaşın refakat kumaşını kirletme derecesini tespit etmek amacıyla 2 ayrı gri skala kullanılmaktadır. Her iki skalada da 1 en kötü değer 5 en iyi değer olmak üzere 9 ayrı değer bulunmaktadır. (1- 1/2- 2- 2/3-3 3/4- 4 -4/5- 5).

4. Uygulama

Bu çalışma, Denizli'de bulunan bir tekstil işletmesinin boyahanesinde gerçekleştirilmiştir. İşletmede koyu renk boyamalarda yıkama haslıklarının düşük çıkması ve istenilen haslık değerlerine ulaşamaması nedeniyle bu duruma yol açan faktörlerin neler olabileceği araştırılmıştır. Bu faktörler yukarıda da sayıldığı gibi kullanılan boyarmadde grubu, renk, boyama sonrası yapılan art işlemler ve yıkama şartlarıdır. Bu çalışmada renk haslığını etkileyen faktörlerden art işlemlerin etkisi üzerinde durulmuştur. Bu amaçla işletmede sorun yaşanan renklerden biri olan kırmızı renk üzerinde boyama sonrası yapılan art işlemlerin etkisi incelenmiştir.

4.1 Faktörlerin ve Çıktı Değişkeninin Belirlenmesi

Deney tasarımında incelenecek faktörler belirlenirken tekstil mamulü üzerine uygulanabilecek art işlemler araştırılmıştır. 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 sabunlamayı kapsamaktadır.

Yıkama işlemi, boyama esnasında tekstil mamulünün liflerine tutunmayıp, yüzeyde kalan boyarmaddeleri mamulden uzaklaştırmak amacıyla yapılır.

Mamule fiksator verilmesi işlemi boyaması bitmiş olan mamulün haslığını geliştirmek için yapılır. Açık ton boyamalarda genellikle fiksator verme işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır, çünkü açık ton boyamalarda kullanılan boyarmadde miktarı az olduğundan ve kullanılan boyarmadde molekülleri koyu ton boyamalarda kullanılanlara göre daha küçük yapıda olduğundan boyarmaddeler mamulün liflerine iyi bir şekilde tutunurlar. Koyu ton boyamalarda ise kullanılan boyarmadde miktarı daha fazladır ve koyu ton boyamalarda kullanılan boyarmadde molekülleri açık ton boyamalarda kullanılanlara oranla daha büyük molekül yapısına sahip olduğundan boyarmaddelerin mamulün liflerine tutunması daha zordur. Fiksator, bu tip boyarmaddelerin kumaşın liflerine tutunmasını kolaylaştırdığından dolayı özellikle koyu ton boyamalarda haslığı geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır.

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

Boyama sonunda mamulde istenilen renkten daha koyu bir renge ulaşıldığında yani renk tutturulmadığında rengi açmak amacıyla sabunlama ve kaynatma yapılmaktadır. Bazı durumlarda ise, mamulün özelliklerini iyileştirmek ve haslık değerlerini yükseltmek için sabunlama ve kaynatma yapılmaktadır.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen art işlemler (fiksator kullanımı, yumuşatıcı kullanımı, sabunlama ve kaynatma yapılması) yıkama haslığı üzerinde etkisi olan faktörler olarak düşünülmüş ve bu faktörlerin etkisinin olup olmadığı istatistiksel deney tasarımıyla incelenmiştir. Tablo 1'de bu faktörler ve deneyde kullanılan seviyeleri görülmektedir.

Bu çalışmada ilgilenilen faktörler tekstil mamulüne uygulanan art işlemlerdir. Herhangi bir tekstil mamulünün boyanmasında bu art işlemler uygulanır veya uygulanmaz. Örneğin boyamadan çıkan

mamule fiksator verilir yada verilmez. Bu nedenle çalışmada ilgilenilen faktörler iki seviyeye sahiptir. İstatistiksel deney tasarımında bir faktör iki seviyeye sahip ise faktör seviyelerinden biri “düşük” diğeri ise “yüksek” olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada, faktörün düşük seviyesi ilgili art işlemin uygulanmadığı durumu, yüksek seviyesi ise ilgili art işlemin uygulandığı durumu ifade etmektedir. Art işlemlerin uygulanıp uygulanmamasına göre düşük seviye için yok, yüksek seviye için var niteliksel değişkeni kullanılmıştır. Tablo 1’de dört faktörün düşük ve yüksek seviyede aldığı değerler gösterilmektedir.

Tablo 1. Deneyde incelenen faktörler ve seviyeleri

Faktör	Faktör	Düşük Seviye(-)	Yüksek Seviye(+)
A	Fiksator	yok	var
B	Yumuşatıcı	yok	var
C	Sabunlama	yok	var
D	Kaynatma	yok	var

Bu çalışmada yıkama haslığı ile ilgili olarak iki çıktı değeri ölçülmüştür. Bunlar renk değişim derecesi ve pamuğu kirletme derecesidir. Bu çıktıların değerleri önce gri skala ile uzman kişiler tarafından gözle belirlenmiş daha sonra aynı değerler spektral fotometre olarak bilinen bir cihazla ölçülmüştür. Spektralfotometre renkle ilgili, rengin tonu, derinliği vb. parametreleri çeşitli renk ölçüm yöntemleri ile sayısal olarak ölçen bir cihazdır.

Gri skala ile yapılan değerlendirme sonucunda elde edilen haslık değerlerinde herhangi bir farklılık görülmemiştir. Yalnızca renk değişim derecesi ve pamuğu kirletme derecesinde birkaç gözlemlerde farklı değerler elde edilmiştir. Gri skala ile yapılan değerlendirme gözle yapıldığından dolayı objektif olmayabilmektedir. 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.

4.2 Deneyin Tasarımı

Faktörler, faktör seviyeleri ve çıktı değişkeni belirlendikten sonra çalışmada hangi tip deney tasarımının kullanılacağına karar verilmiştir. Bu çalışmada her biri ikişer seviyeye sahip 4 faktör ve iki çıktı değişkeni bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmada 2^4 tam faktöryel deney tasarımı kullanılmıştır Burada olası tüm durumları değerlendirebilmek için toplam 16 adet deneme yapılması gerekmektedir. Bu deneme kombinasyonları Tablo 2’de gösterilmektedir. Deneyin doğruluğunu sağlamak amacıyla her bir deneme kombinasyonu için 3 tekrar yapılmış ve toplam 48 adet gözlem elde edilmiştir.

Tablo 2. 2⁴ Faktöryel deney tasarımında kullanılan deneme kombinasyonları

Deneme Sayısı	Faktör			
	A (fiksator)	B (yumuşatıcı)	C (sabunlama)	D (kaynatma)
1	yok	yok	yok	yok
2	var	yok	yok	yok
3	yok	var	yok	yok
4	var	var	yok	yok
5	yok	yok	var	yok
6	var	yok	var	yok
7	yok	var	var	yok
8	var	var	var	yok
9	yok	yok	yok	var
10	var	yok	yok	var
11	yok	var	yok	var
12	var	var	yok	var
13	yok	yok	var	var
14	var	yok	var	var
15	yok	var	var	var
16	var	var	var	var

4.3 Deneyin Yapılması

İşletmede kırmızı renge boyanmış olan 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 tutulmuş, ardından işlem görmüş numunelere ISO 105 C06 C2S standardına göre 60°de yıkama haslığı testi yapılmıştır. Örneğin Tablo 2’nin ikinci sütunundaki 2 numaralı denemede, deney numunesine sadece fiksator verilmiş, diğer art işlemler uygulanmamıştır. Yapılan bu art işlemten sonra numune yıkama haslığı testine tabi tutulmuştur. Deneyin doğruluğunu sağlamak amacıyla bu işlem 3 kez tekrar edilmiştir. Bu şekilde her bir deneme kombinasyonu için aynı işlemler tek tek yapılmıştır. Denemeler arasında bir etkileşim olmamasını sağlamak amacıyla da denemelerin sırası rasgele belirlenmiştir.

Denemeler için 220 gr 30/2 süprem kumaş kırmızı renk ile boyanmıştır. Denemelerde kullanılan boyama reçetesi Tablo 3’te verilmiştir. Art işlemlerde kullanılan fiksator ve yumuşatıcı oranları ise Tablo 4’teki gibidir:

Tablo 3. Denemelerde kullanılan boyama reçetesi

Kimyasal	Miktar
1. kim red shf-ep conc	3,2
2. syn red hf2gr %150	1,55
3. syn blue k-br	0,006
Flotte Oranı	1:10
Tuz	120 gr/lt
Soda	20 gr/lt

Tablo 4. Denemelerde kullanılan kimyasal madde reçetesi

Faktör	Kimyasal Türü	Miktar
Fiksator	Setafix of Conz	2 gr/lt
Yumuşatıcı	Tubingal OKN	6 gr/lt

Yapılan haslık testi sonuçlarının spektralfotometrede değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'deki değerler daha sonra SPSS istatistik programı ile değerlendirilmiş, varyans analizi sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7'de verilmiştir.

4.4 İstatistiksel Analiz Sonuçları

Bu çalışma için kurulmuş olan modelde her biri ikişer seviyeye sahip 4 faktörün etkisi incelenmiştir. Bu 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. Bu hipoteze göre eğer belirlenmiş olan faktörler çıktı üzerinde etkili değilse ortalamaların birbirine eşit olması gerekir. Ortalamalardan en az ikisi farklı ise faktörlerin çıktı üzerinde etkisi olduğu sonucuna varılır.

Hipotezi test etmek için varyans analizi yapılmıştır. Tablo 6'da renk değişim derecesi için yapılmış olan varyans analizi sonuçları, Tablo 7'de ise pamuğu kirletme derecesi için yapılmış olan varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirilirken %5 anlamlılık seviyesi kullanılmıştır. Tablo 6 ve Tablo 7'deki değerler bu anlamlılık seviyesi ile karşılaştırılmıştır. Bir faktörün etkisinden bahsedebilmek için bu faktöre karşı gelen anlamlılık seviyesinin belirlenen anlamlılık seviyesinden küçük olması gerekir. Yada, varyans analizi sonucunda elde edilen F değerlerinin ilgili F tablosu değerlerinden büyük olması gerekir.

Tablo 6 ve Tablo 7'nin anlamlılık seviyesi sütunlarına bakıldığında %5'in altında bir değer görülmemektedir. Bu nedenle boyama sonrasında yapılan art işlemlerin yıkama hashğı üzerinde etkili olmadığı sonucuna varılmaktadır. Ayrıca tablolara bakıldığında bu dört faktör arasında oluşabilecek muhtemel faktör etkileşimlerinin de mevcut olmadığı görülmektedir. Bir başka ifade ile, herhangi bir faktörün seviyesinin değişmesi sonucunda çıktı değişkeni üzerinde meydana gelen değişme diğer faktörün seviyesine bağlı değildir.

Tablo 5. Haslık testi sonuçları

Deneme Sayısı	Tekrar Sayısı	Faktörler				Renk Değişimi Derecesi	Pamuğu Kirlenme Derecesi
		A (fiksator)	B (yumuşatıcı)	C (sabunlama)	D (kaynatma)		
1	1	yok	yok	yok	yok	2,47	4,73
2	1	var	yok	yok	yok	2,77	4,53
3	1	yok	var	yok	yok	3,20	4,72
4	1	var	var	yok	yok	3,14	4,70
5	1	yok	yok	var	yok	3,12	4,57
6	1	var	yok	var	yok	2,98	4,66
7	1	yok	var	var	yok	2,79	4,69
8	1	var	var	var	yok	3,64	4,54
9	1	yok	yok	yok	var	2,54	4,67
10	1	var	yok	yok	var	2,55	4,52
11	1	yok	var	yok	var	2,91	4,51
12	1	var	var	yok	var	2,88	4,65
13	1	yok	yok	var	var	3,05	4,55
14	1	var	yok	var	var	2,88	4,48
15	1	yok	var	var	var	2,83	4,55
16	1	var	var	var	var	3,37	4,70
1	2	yok	yok	yok	yok	2,68	4,69
2	2	var	yok	yok	yok	2,42	4,73
3	2	yok	var	yok	yok	2,43	4,71
4	2	var	var	yok	yok	2,01	4,72
5	2	yok	yok	var	yok	2,47	4,69
6	2	var	yok	var	yok	2,52	4,68
7	2	yok	var	var	yok	3,02	4,70
8	2	var	var	var	yok	2,50	4,67
9	2	yok	yok	yok	var	2,20	4,71
10	2	var	yok	yok	var	2,47	4,67
11	2	yok	var	yok	var	2,20	4,70
12	2	var	var	yok	var	2,06	4,72
13	2	yok	yok	var	var	2,40	4,72
14	2	var	yok	var	var	1,90	4,63
15	2	yok	var	var	var	1,76	4,68
16	2	var	var	var	var	2,30	4,52
1	3	yok	yok	yok	yok	2,63	4,59
2	3	var	yok	yok	yok	2,64	4,56
3	3	yok	var	yok	yok	2,56	4,57
4	3	var	var	yok	yok	1,98	4,57
5	3	yok	yok	var	yok	2,96	4,51
6	3	var	yok	var	yok	1,80	4,48
7	3	yok	var	var	yok	2,57	4,52
8	3	var	var	var	yok	2,00	4,52
9	3	yok	yok	yok	var	2,61	4,53
10	3	var	yok	yok	var	2,39	4,50
11	3	yok	var	yok	var	2,51	4,54
12	3	var	var	yok	var	1,96	4,49
13	3	yok	yok	var	var	2,49	4,52
14	3	var	yok	var	var	2,33	4,50
15	3	yok	var	var	var	1,81	4,53
16	3	var	var	var	var	2,38	4,50

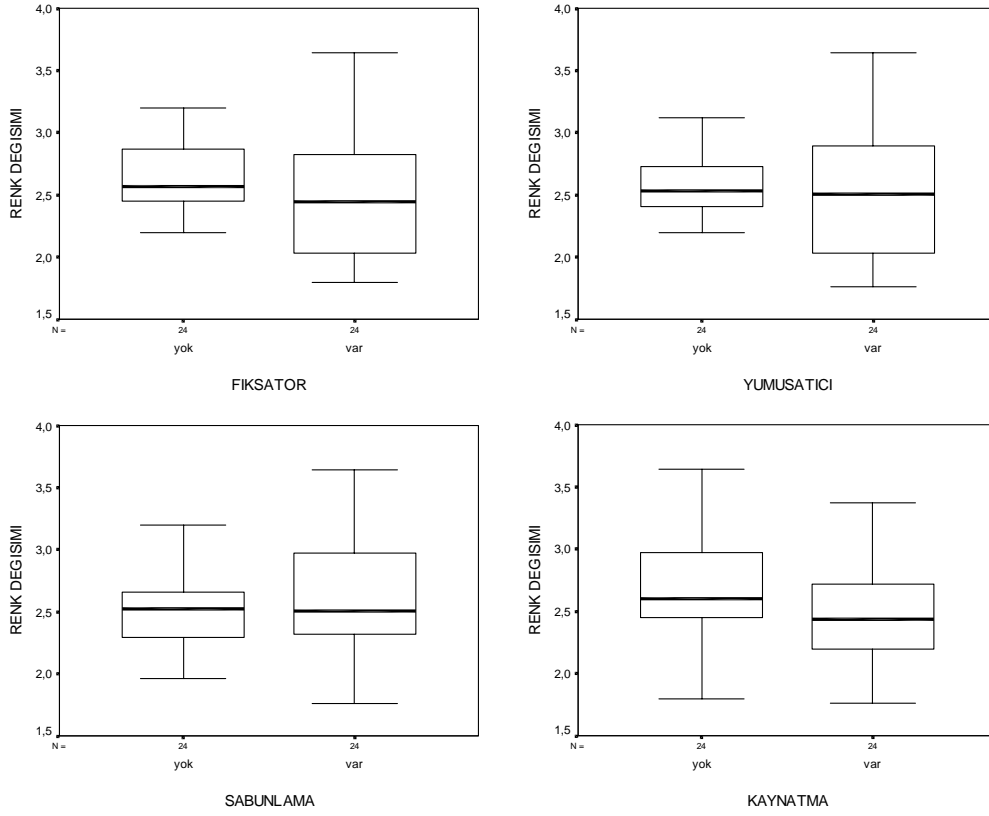
Tablo 6. Renk değişim derecesi için varyans analizi sonuçları

Değişkenliğin Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	Anlamlılık Seviyesi
Fiksator	0,114	1	0,114	0,537	0,469
Yumuşatıcı	0,0044	1	0,0044	0,021	0,886
Sabunlama	0,0574	1	0,0574	0,270	0,607
Kaynatma	0,426	1	0,426	2,005	0,166
Fiksator * Yumuşatıcı	0,0533	1	0,0533	0,251	0,620
Fiksator * Sabunlama	0,0208	1	0,0208	0,098	0,756
Yumuşatıcı * Sabunlama	0,0075	1	0,0075	0,035	0,852
Fiksator * Yumuşatıcı * Sabunlama	0,603	1	0,603	2,840	0,102
Fiksator * Kaynatma	0,147	1	0,147	0,694	0,411
Yumuşatıcı * Kaynatma	0,031	1	0,031	0,146	0,705
Fiksator * Yumuşatıcı * Kaynatma	0,0675	1	0,0675	0,318	0,577
Sabunlama * Kaynatma	0,031	1	0,031	0,146	0,705
Fiksator * Sabunlama * Kaynatma	0,08	1	0,08	0,377	0,544
Yumuşatıcı * Sabunlama * Kaynatma	0,0363	1	0,0363	0,171	0,682
Fiksator * Yumuşatıcı* Sabunlama * Kaynatma	0,0271	1	0,0271	0,128	0,723
Hata	6,795	32	0,212		
Toplam	318,991	48			

Tablo 7. Pamuğu kirletme derecesi için varyans analizi sonuçları

Değişkenliğin Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	Anlamlılık Seviyesi
Fiksator	0,0091	1	0,0091	0,989	0,327
Yumuşatıcı	0,0019	1	0,0019	0,204	0,654
Sabunlama	0,0176	1	0,0176	1,921	0,175
Kaynatma	0,0192	1	0,0192	2,092	0,158
Fiksator * Yumuşatıcı	0,0037	1	0,0037	0,400	0,531
Fiksator * Sabunlama	0,0000	1	0,0000	0,004	0,952
Yumuşatıcı * Sabunlama	0,0000	1	0,0000	0,004	0,952
Fiksator * Yumuşatıcı * Sabunlama	0,0075	1	0,0075	0,817	0,373
Fiksator * Kaynatma	0,0000	1	0,0000	0,000	1,000
Yumuşatıcı * Kaynatma	0,0003	1	0,0003	0,033	0,858
Fiksator * Yumuşatıcı * Kaynatma	0,0056	1	0,0056	0,614	0,439
Sabunlama * Kaynatma	0,0014	1	0,0014	0,153	0,698
Fiksator * Sabunlama * Kaynatma	0,0007	1	0,0007	0,074	0,788
Yumuşatıcı * Sabunlama * Kaynatma	0,0007	1	0,0007	0,074	0,788
Fiksator * Yumuşatıcı* Sabunlama * Kaynatma	0,0010	1	0,0010	0,110	0,742
Hata	0,294	32	0,0092		
Toplam	1019,173	48			

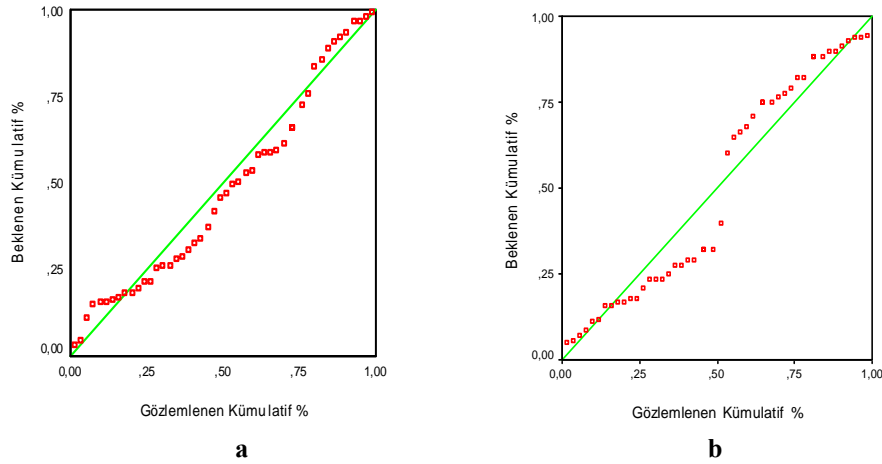
Şekil 2’de renk değişimi derecesi için art işlemlerin etkisi kutu grafiği (box plot) ile gösterilmektedir. Grafikler incelendiğinde boyama sonrası yapılan art işlemlerin yıkama haslığının üzerinde etkili olmadığı açıkça görülmektedir.



Şekil 2. Renk değişim derecesi için etki grafikleri

4.5 Modelin Yeterliliğinin Kontrolü

Faktör etkilerini test etmek amacıyla kurulmuş olan yukarıdaki modelin yeterliliğinin kontrolü deney hatalarının dağılımına bakılarak yapılmaktadır. Modelin doğru olabilmesi için deney hatalarının ortalaması 0 varyansı σ^2 olan normal dağılıma uygun olarak dağılması gerekmektedir. Hata dağılımlarının normal dağılımına uygunluğunu test etmek için normal olasılık grafikleri kullanılır. Hatalar normal olasılık grafiğine işaretlendiğinde düz bir çizgi elde edilir ise bu hataların normal dağılımından geldiği kabul edilir. Şekil 3'te renk değişim derecesi ve pamuğu kirletme derecesi için hata dağılım grafikleri çizilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü gibi hatalar aşağı yukarı düz bir çizgi oluşturacak şekilde dağılmıştır yani normale yakın bir dağılım göstermektedir. Bu da kurulmuş olan modelin yeterli ve uygun olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 3. Normal olasılık diyagramları a) renk değişim derecesi için b) pamuğu kirletme derecesi için

5. Sonuç ve Öneriler

Haslık testleri tekstil mamulünün kalitesinin belirlenmesinde kullanılan objektif yöntemlerdir. Bugün tekstil terbiye sektörünün yaşadığı en önemli kalite problemlerinden biri müşterinin istediği haslık değerlerine ulaşamamasıdır. Bu nedenle haslık testleri tekstil sektörü açısından kritik öneme sahip testlerden biridir.

Bu çalışmada tekstil mamullerinde en çok karşılaşılan haslık problemlerinden biri olan yıkama haslığı üzerinde durulmuştur. Yıkama haslıkları üzerinde art işlemlerin etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla 3 tekrarlı 2⁴ tam faktöryel deney tasarımı ile belirlenmiş olan faktörlerin etkisinin olup olmadığı incelenmiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda belirlenmiş olan faktörlerden hiçbirinin haslık üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Özellikle haslıkları iyileştirmek için kullanılan bir kimyasal olan fiksatorün haslık üzerinde beklenen etkiyi göstermediği belirlenmiştir.

Kullanıldığında sarartmaya yol açabildiği bilinen ve kumaşa yumuşaklık ve tutum özellikleri kazandırmak için kullanılan yumuşatıcının da yine haslık üzerinde bir etkisini olmadığı ancak rengin tonunu değiştirme yönünde olumsuz bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Haslıkları iyileştirmek ve mamulün özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılan sabunlama ve kaynatma işlemlerinin de haslık üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı, bu işlemleri yapmanın da haslığı geliştirme yönünde herhangi bir fayda sağlamadığı görülmüştür.

Yapılan art işlemlerin yıkama haslığı üzerinde hiçbir etkisinin görülmemesi üzerine bu durumun nedeni araştırılmış, uzmanlarla yapılan görüşmeler sonunda bu durumun boyama sonrası yapılan yıkama işlemlerinin yeterli sayıda ve iyi yapılmış olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu da boyama sonrası yapılan yıkamaların önemini ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışma ile, boyama sonrası yapılacak olan yeterli sayıda ve iyi yapılmış yıkamalarla istenen haslık değerlerine ulaşabileceği sonucuna varılmıştır. 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 bu çalışmanın devamı olarak aşağıdaki çalışmaların yapılması düşünülmektedir:

1. Çalışma birden fazla renk ile çalışılmak suretiyle genişletilmeli ve belirli renk tonları için aynı sonuçlara ulaşıp ulaşılmayacağı araştırılmalıdır.
2. Çalışma sonunda art işlemlerin sanıldığı kadar etkili olmaması nedeniyle, art işlemlerden önceki işlemler (farklı ön işlemler, farklı boyama metotları, farklı yıkama şartları vb) için de deney tasarımları yapılmalı, yıkama haslığı üzerinde bu işlemlerin etkisinin olup olmadığı tespit edilmelidir.
3. Yıkama şartları ve yapılan yıkama sayısı ayrıca incelenmeli, istenen haslık değerlerine minimum maliyetle hangi yıkama sayısında ulaşıldığı tespit edilmelidir.
4. Yıkama haslığı dışındaki renk haslıkları için de benzer çalışmalar yaparak bu haslıklar üzerinde art işlemlerin etkili olup olmadığı araştırılmalıdır.

Kaynaklar

Aniş, P., *Tekstil Ön Terbiyesi*, Alfa Yayınları, İstanbul, 204 sayfa, 1998

Box, G.E.P., Hunter, W.G. and Hunter, J.S., *Statistics for Experimenters*, John Wiley Sons, 653 pages, 1978.

Duran, K., *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, No:17, İzmir, 308 sayfa, 2001.

Montgomery, D. C., *Design and Analysis of Experiments*, John Wiley Sons, 649 pages, 1991.

Şirvancı, M., *Kalite İçin Deney Tasarımı: Taguchi Yaklaşımı*, Literatür Yayınları, İstanbul, 110 sayfa, 1997.

Yakartepe, M ve Yakartepe, Z., *Genel Tekstil (Elyaf- İplik- Örme- Dokuma)*, T. K. A. M. Yayın no: 131, İstanbul, 1998.