



**TEKSTİL VE MÜHENDİS**  
**(Journal of Textiles and Engineer)**



<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>

**Konfeksiyon Üretiminde Kumaş Kaynaklı Hataların Azaltılması Amacıyla Kesimhane Öncesinde Uygulanan 4puan Kumaş Kontrol Sistemi Verimliliğinin Analizi**

**Analysis of the Efficiency of a 4-Point Fabric Inspection System that is Used before Cutting to Reduce Fabric-Related Defects in Garment Manufacturing**

Müslüm EROL<sup>1\*</sup>, Hüsnü AYDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Tekstil Teknolojisi Programı, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Tekstil Teknolojisi Programı, Bingöl, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online):30 Eylül 2022 (30 September 2022)

**Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):**

Müslüm EROL, Hüsnü AYDEMİR (2022): Konfeksiyon Üretiminde Kumaş Kaynaklı Hataların Azaltılması Amacıyla Kesimhane Öncesinde Uygulanan 4puan Kumaş Kontrol Sistemi Verimliliğinin Analizi, Tekstil ve Mühendis, 29: 127, 140- 149.

**For online version of the article:** <https://doi.org/10.7216/1300759920222912704>

## *Araştırma Makalesi / Research Article*

# KONFEKSİYON ÜRETİMİNDE KUMAŞ KAYNAKLI HATALARIN AZALTILMASI AMACIYLA KESİMHANE ÖNCESİNDE UYGULANAN 4PUAN KUMAŞ KONTROL SİSTEMİ VERİMLİLİĞİNİN ANALİZİ

Müslüm EROL<sup>1\*</sup>   
Hüsnü AYDEMİR<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Tekstil Teknolojisi Programı, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Tekstil Teknolojisi Programı, Bingöl, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 14.02.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 23.05.2022

**ÖZ:** Kumaş maliyetleri, konfeksiyon üretiminde maliyet kalemleri içinde ilk sırada yer almaktadır. Şüphesiz bu maliyetlerin önemli bir kısmını da kumaş kaynaklı ikinci kalite maliyetleri oluşturmaktadır. Bu çalışma, hazır giyim üretimi yapan bir işletmede kumaş kaynaklı hataların neler olduğunun tespiti ve kumaş kesime girmeden önce hataların tespit edilip olası kayıpların minimizasyonunu amaçlayan 4Puan kumaş kontrol sisteminin (4P-KKS) verimliliğini ortaya çıkarmayı hedeflemektedir. Bu amaçla dokuma kumaştan pantolon üretimi yapan bir işletmenin kesimhanesi sonrasına konulan ve ek bir kontrol işlevi gören tasnif departmanı aracılığı ile veriler toplanmıştır. Buna göre araştırma yapılan işletmenin kesimhanesi 10 gün boyunca takip edilmiş ve kesilen ürünler tasnifte kontrol edilerek hangi hata sınıfında kaç adet hatanın olduğu tespit edilmiştir. İkinci 10 günlük süreçte ise kumaşlar daha depoda iken 4P-KKS'ye göre gerekli kontroller yapılmış ve kesim sonrasında belirlenen hata sınıflarındaki hata adetleri tespit edilmiştir. Veri analizi için SPSS Version22 programı kullanılmıştır. Elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (Oneway Anova), Duncan testi, Korelasyon analizi ve Paired Samples T-testi uygulanarak sistemin ne düzeyde verimli olduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre önerilen 4P-KKS'nin günlük kumaş kaynaklı hatalı ürün sayısını %90 oranında düşürdüğü ve yapılan hataların tafelisinden kaynaklı oluşan işgücü maliyetlerinin de ortalama olarak %89,68 oranında azaldığı hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hazır giyim, 4Puan kumaş kontrol sistemi, Verimlilik, Kumaş hataları, Kalite

## ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF A 4-POINT FABRIC INSPECTION SYSTEM THAT IS USED BEFORE CUTTING TO REDUCE FABRIC-RELATED DEFECTS IN GARMENT MANUFACTURING

**ABSTRACT:** Fabric costs are in the first place among cost items in garment manufacturing. Of course, a significant part of these costs consists of fabric-related second quality costs. This study aims to identify fabric-related defects at a facility that manufactures garments and reveal the efficiency of a 4-Point Fabric Inspection System (4P-FIS) that aims to minimize potential losses by the identification of fabric-related defects before the cutting process of the fabric. For this purpose, data were collected through the classification department of a facility that manufactures trousers from woven fabrics that is placed after the cutting department and functions as an additional inspection unit. Accordingly, the cutting department of the studied facility was monitored for 10 days, and the numbers of defects in each defect class were determined by inspecting the cut pieces in the classification process. In the second 10-day period, the necessary inspections were made based on 4P-FIS while the fabrics were still in storage, and the numbers of defects in each defect class were determined. The SPSS Version 22 program was used to analyze the data. The data were subjected to One-way analysis of variance (Oneway Anova), Duncan's test, correlation analysis and paired-samples t-test to determine the efficiency of the system. According to the statistical analysis results, the proposed 4P-FIS reduced the number of products with fabric-related defects by 90%, and the labor costs caused by the repair of defects decreased by a mean rate of 89.68%.

**Keywords:** Ready wear, 4-Point fabric inspection system, Efficiency, Fabric defects, Quality

\*Sorumlu Yazarlar/Corresponding Author: merol@bingol.edu.tr

DOI: <https://doi.org/10.7216/1300759920222912704> www.tekstilvemuhendis.org.tr

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin üretim alanlarında yaygın olarak kullanılması ile birlikte işletmeler arasında süregelen rekabetin düzeyi önemli derecede artmıştır. Rekabette öne çıkmanın en önemli koşulu şüphesiz üretilen ürün veya hizmetin düşük maliyet ve yüksek kalite ile tüketiciye sunulmasıdır. Düşük maliyet ve yüksek kârlılık ile üretim yapmak için bant içi kontrol sistemlerinin [1] uygulanmasının yanında teknolojik seviyesi yüksek makine sistemlerinin kullanılması da büyük önem taşımaktadır [2]. Hazır giyim üretimi çok fazla parametreyi içinde barındıran yoğun emek gerektiren bir üretim sürecine sahiptir. Giysi üretiminde toplam maliyetin %50-%60'ını kumaş maliyetleri oluştururken, toplam hata içinde kumaş kaynaklı hataların oranı ise %75-85'i bulabilmektedir [3]. Kumaş hatalarının tespiti tüm üretim süreçlerinde üzerinde durulan aktif bir araştırma alanı olmuştur. Kaliteli ürünlerin üretim kârlılığı ve tüketicinin üst düzeyde tatminini sağlamak ve bu vesile ile küresel çapta rekabet edebilirliği artırmak çok kritik bir konudur.

Türk standartları enstitüsüne göre kumaş hataları; iplik, yardımcı malzemeler, işgücü, makine-teçhizat veya üretim sistemi kaynaklı olarak ortaya çıkan gözle görülebilen, estetik ve kalite anlamında sorunlara sebep olan hatalardır [4]. Kumaş hataları giysi üretim sürecinden önce tespit edilemez ise işletmenin kârlılığında %45-%65 arasında düşüslere sebep olabilmektedir [5]. İşletme kârlılığını bu düzeyde etkileyen kumaş hatalarının minimizasyonu için kesimhane öncesinde kalite kontrol yapılmalıdır. Kumaş kontrolü, işletmeye gelen kumaş topunun kontrol makinesinde açılması ve kumaş üzerinde ne gibi hataların olduğunun tespit edilmesi esasına dayanmaktadır [6].

Kumaş kontrolleri ışıklı kontrol masalarında manuel veya otomatik olarak yapılabilmektedir. Manuel kumaş kontrolleri kalifiye işgücü tarafından yapılmakta ve bu yöntemlerde hata spektrumunun çok geniş ve belirgin bir alanında son derece güvenilir sonuçlar alınabilmektedir. Nitelikli eğitim almış ve sağlıklı bir kontrol sisteminin bulunduğu bir işletmede kontrolcü kumaş hatalarının %80'ini tespit edebilmektedir.

Manuel olarak yapılan kumaş kalite kontrol yöntemi Şekil 1'de gösterilen üstten ve alttan farklı ışık kaynakları ile desteklenmiş bir tabla üzerinde hareket eden kumaşın göz ile kontrolü esasına dayanmaktadır. Kalite kontrolü yapan işçi, eğimli tablanın önünde durmakta ve göz kontrolü ile kumaş üzerindeki hataları tespit ederek hata yerlerini işaretlemektedir [7].

Kumaş hatalarının belirlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise otomatik kumaş kontrol sistemleridir. Bunlar ileri görüntü analizi, sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleri olarak ifade edilebilir [8]. Kumar ve Ragubaty, yaptıkları çalışmada bulanık mantık yöntemini kullanarak kumaş hatalarını sınıflandırıp tespit etmiş ve bu çalışmaya göre kumaş hatalarının %23 oranında azaltıldığını bildirmişlerdir [9].

Behera, görüntü işleme tekniklerini kullanarak boncuklanma derecesini raporlayabilen bir sistem geliştirmiştir [10]. Balakrishnan'da üretim esnasında kumaş üzerindeki hataların tespiti amacıyla görüntüyü farklı tonlarda parçalara ayırmak

suretiyle kumaş hatalarını tespit edebilen bir sistem geliştirmiştir [11].



Şekil 1. Kumaş kontrol makinesi.

Yücel, 2007'de yaptığı çalışmasında hata türlerini belirleme ve bu hataların üretim süreçleri içerisindeki etkilerini belirleyerek yaratacağı verimsizliği önlemek amacıyla yaptığı çalışmada hataların önemli miktarda azaldığı ve hata tamiri için harcanan zamanında %30 oranında düştüğünü ifade etmiştir [12]. Benzer bir çalışmayı yapan Eren ve Pamuk, kısa ve uzun vadede potansiyel hataların tespit edilerek düzeltilmesinin mümkün olacağını ifade etmişlerdir. Risk öncelikli faktörlerde %26 oranında iyileşmeler sağlamışlardır [13]. Ala ve İkiz, ise iki farklı sipariş için kullanılacak kadife bornozluk kumaşları, farklı hata puanlama sistemlerini kullanarak sınıflandırmışlardır. Sonuçta hangi hata kontrol sisteminin daha iyi sonuçlar verebildiğini tespit etmeye çalışmışlardır [14]. Barış ve Özek, dokuma kumaş hatalarının boyutlarına göre sınıflandırılmasında 4Puan ve 10Puan kumaş kontrol sistemlerini kullanmışlardır. Kontrol sistemleri gereği farklı uzunluklardaki kumaş eni ve boyuna yöndeki hatalara 1-4 arasında puanlar verilmişlerdir. Bu kontrol sistemleri ile hata tespiti yapmanın nihai kaliteye olumlu etkiler yaptığını ifade etmişlerdir [15].

Yoğun emek gerektiren hazır giyim sektöründe işgücü maliyetlerinin yanında kumaş maliyetleri çok önemli bir yere sahiptir. İşletmeler kumaş hatalarından kaynaklı olarak büyük maliyetlere katlanmaktadırlar. Sektör temsilcileri ise kumaş maliyetlerini minimize etmek için farklı kumaş kontrol sistemlerini denemektedirler. Literatür incelendiğinde daha çok kumaş kontrol sistemleri ve bu sistemlerin birbirleri ile kıyaslanarak hangi sistemin daha verimli olduğu ile ilgilenildiği görülmüştür. Yine literatürde dokuma kumaş üreten işletmelerde kumaş hatalarının tespiti amacıyla yapılmış çalışmalara rastlanmıştır. Kumaş kontrol sisteminin işgücü maliyetleri ile ilişkisi ve verimlilik düzeyinin daha detaylıca araştırıldığı, özellikle hazır giyim sektörüne yönelik çalışmalara rastlanmamıştır.

Bu çalışma, kontrol sistemlerinden biri olan 4P-KKS'nin performans düzeyini belirlemek adına yapılmıştır. Araştırmalar kesim-

hane öncesinde bilinen herhangi bir kumaş kontrol sistemini uygulamayan, büyük oranda serim işlemleri esnasında ustanın yüzeysel gözlemleri ile sınırlı tutulan bir hazır giyim işletmesinde tamamlanmıştır. Pantolon üretimi yapan işletmenin ilk 10 günlük sürecinde işletmenin kendi işleyişine müdahale edilmeden kesim yapılmıştır. Sonraki 10 günlük süreçte ise kesimhane öncesinde kumaşlar 4P-KKS sistemine göre kontrol edildikten sonra kesime alınmıştır. Kesimhane sonrasına konulan tasnif bölümü aracılığı ile kesilmiş kumaşlar kontrolden geçirilmiştir. Bu aşamada tespit edilen hata türlerine bağlı hata sayıları işlenerek 4P-KKS'nin verimlilik düzeyi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

## 2.MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Çalışma, dokuma kumaştan giysi üretimi yapan bir işletmede yapılmıştır. Araştırmalar işletmenin kumaş deposu, kesimhane ve kesimhane sonrasında veri toplama amacıyla yerleştirmiş olduğumuz ilave bir kontrol noktası olan tasnif bölümlerinde gerçekleştirilmiştir. 20 iş günü boyunca tasnif bölümünde kontrol ve denetimler yapılmıştır. Araştırmanın ilk 10 günü gözlem süreci, sonraki 10 günü ise deney süreci olarak tanımlanmıştır. Tasnif bölümünde tespit edilen kumaş kalite hatalarının sebepleri, hata oranları, hataların maliyete etkisi ve bunların nasıl giderilebileceği ile ilgili veriler toplanmıştır.

### 2.2. Metot

Kumaş deposu, kesimhane ve tasnif bölümlerinde alan araştırması ve istatistiksel analiz yöntemleri uygulanmıştır. Araştırma yapılan işletmede sadece dikim sonrasında son kontrol amaçlı bir kontrol mekanizması ve bant içinde ise sağlıklı işlemediğini gözlemlediğimiz bir bant içi kontrol sistemi bulunmaktadır. Ancak kesim öncesi kumaş topları üzerinde teknik düzeyde yapılan kumaş kontrol sistemi bulunmamaktadır. Gözlem sürecinde işletmenin üretim akışına, iç işleyişine ve iş yapma biçimine müdahale edilmemiş olup bu süreçte sadece veri toplanmıştır. Deney sürecinde ise önerilen 4P-KKS uygulanmıştır. 4P-KKS'yi uygulamak üzere gerekli formlar hazırlanmış ve uygulama çalışmaları yapılmıştır. Araştırma aynı modelin üretimi sürecinde yapıldığından çalışan işgücü, kullanılan makine donanımı, fiziki alan ve organizasyon şekli bakımından sonuçları etkileyebilecek bir durum olmamıştır. Değişen tek önemli parametre uyguladığımız 4P-KKS olduğundan bu sistemin kumaş hata oranları ve maliyete olan etkisi ortaya çıkarılmıştır.

#### 2.2.1. Hataların Tespiti ve Hata Oranlarının Belirlenmesi

Kontrol işlemi kesimhane sonunda kurulan tasnif departmanında, kesilmiş ve metolanan (numaralandırılan) kumaş parçalarına uygulanmıştır. Metolama işlemine tabi tutulan özellikle büyük parçaların %80'i kontrolden geçirilmiştir. Bu kontrollerde belirlediğimiz hata sınıfları dikkate alınarak işlem yapılmıştır. Tespit edilen hatalar tasarlanan kumaş kalite raporuna not edilmiştir. Günlük 2500 adet kesilmiş ürün kontrole tabi tutulmuştur. Vardiya bitiminde her hata sınıfından kaç adet hata yapıldığı belirlenmiştir. Hata sayısı kontrol edilen toplam parça

adedine bölünerek hata oranı hesaplanmıştır. Bu işlem gözlem ve deney süreci olmak üzere toplam 20 gün boyunca izlenmiş ve veriler tablolara aktarılmıştır.

#### 2.2.2. Hata Sınıfında Yapılan Hata Maliyetlerinin Hesaplanması

Sipariş maliyetleme yöntemi kullanılarak maliyet hesaplanmıştır. Her hata sınıfından kaç adet hata yapıldığı tespit edilmiş ve kontrol süreci sonrasında yapılan tüm hataların maliyetinin hesabı için işletme dakika maliyeti bulunmuştur.

Her bir hatanın tespit edilip yerine doğru parçanın kesilerek konması için geçen sürenin ortalama olarak aynı olduğu ölçülmüştür. İşletme dakika maliyeti ile hatanın telafisi için geçen standart zamanının çarpılması ile operasyon maliyeti bulunmuştur. Her hata sınıfında yapılan hata sayısı ile operasyon maliyetinin çarpılması suretiyle günlük hatalı ürün maliyeti hesaplanmıştır [7]. Kumaş maliyeti her operasyonda hatalı kesilen kumaş parçasının büyüklüğüne bağlı olarak değişebildiğinden bu maliyet çalışmamızda hatalı kumaş maliyeti dikkate alınmamış olup, hataların sadece işçilik maliyetine etkisi üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

#### 2.2.3. Uygulanan 4 Puan Kumaş Kontrol Sistemi (4P-KKS)

Kumaş deposuna gelen kumaş hammaddesine 4P-KKS uygulanmıştır. Kontrol işlemleri esnasında (Ek 1: Form A) kullanılmıştır.

**Kontrol şartları:** Kumaş kontrol makinesi yukarıdan ışıklandırma, minimum 1000lux gün ışığı ampul ve 15m/dk kontrol hızı ile ayarlanmalıdır.

**Kontrol edilmesi gereken miktar:** Üretimi yapılacak model için gelen kumaş siparişinin ne kadarının kontrole tabi tutulacağını belirlemek gerekmektedir. 4P-KKS'ye göre;

0-500 m arası siparişin %100'ü

501-1000 m arası siparişin %50'si

1001-2000 m arası siparişin %25'i

2001 m ve üzerinde siparişin %10'unun kontrol edilmesi gerekmektedir. Eğer hata oranlarının çok yüksek olduğu tespiti yapılırsa kontrol miktarının %50 artırılması önerilmektedir.

#### **Kontrol prosedürü**

- 1) Toplar arasındaki renk farkının tespiti amacıyla kontrolü yapılacak her kumaş topundan 15cm/en'den parçalar kesilir. Kesilen her parçanın üzerine hangi kumaş topuna ait olduğunu belirleyebilmek için top numarası yazılır.
- 2) Her topun kontrolü sırasında makine başta, ortada ve sonda olmak üzere en az 3 defa durdurulur. Her duruşta kanat farklılıkları, tuşe, şardon ve zımpara işlemlerinin doğru yapılıp yapılmadığının tespiti amacıyla orijinal kumaş ile karşılaştırılarak kontrol edilir.
- 3) Kumaşın kullanılabilirliği tespit edilerek kumaş kalite raporuna yazılır.
- 4) Kumaş topunun etiketteki metrajı ile ölçülen metraj kayıt altına alınır.

5) Kumaş üzerindeki hata sınıflarına, hatanın büyüklüğüne göre puan verilir. Buna göre;

Hata kodu	Hata türü	Hata puanı
1	Atkı kaçığı	1
2	Atkı eğriliği	1
3	Çözgü kaçığı	2
4	Baskı hataları	2
5	Renk farklılıkları (kanat farkı, abraj)	3
6	Desen eksikliği veya kaymaları	3
7	Delik (büyüklüğü önemli değil)	4
8	Yırtık (büyüklüğü önemli değil)	4

\*\*91,4cm x En'de 4 puandan fazla hata olmamalıdır.

\*\*Bir kumaş topunda 2'den fazla birleştirme olmamalıdır.

\*\*Eğer bir topta 40 puandan fazla hata varsa o kumaş topu kabul edilemez.

6) Bulunan bütün hatalar rapora yazılır ve kumaşın bir kenarına işaretlenir.

7) Kumaşta %2'den fazla eğrilik ve kayma olmamasına dikkat edilir.

8) 100 m<sup>2</sup>'de ki hata puanları aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır. Bir partideki toplam hatalar 33Puan/100 m<sup>2</sup>'yi geçmemelidir [17].

$$\frac{Puan}{100m^2} = \frac{\text{Bulunan puan sayısı}}{\text{Kontrol edilen top uzunluğu}} \times \frac{91,4}{En} \times 100 \quad (1)$$

4P-KKS'ye tabi tutulan kumaş partisi kesim onayı alırsa modelin üretimi yapılacak süreye kadar ideal koşullarda istiflenerek bekletilir. Çalışmamızda kesimhane sonrasında veri toplama amacıyla tasnif departmanından yapılan kontroller neticesinde belirlenen hata türlerinden kaç adet hatanın çıktığı belirlenip tasnif kontrol formuna (Ek:2 Form B) yazılmıştır. Form B'deki açıklama kısmına hatanın sebebi ile ilgili elde edilen veriler var ise yazılır.

#### 2.2.4. İstatistiksel Analiz Yöntemi

Veriler günlük olarak ve hata oranları baz alınarak değerlendirilmiştir. Hata türlerinin hata oranları ve maliyet üzerindeki etkisi

**Tablo 1.** Tasnif gözlem ve tasnif deney süreçlerinde varyansların homojenliği testi.

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
<b>Tasnif gözlem süreci</b>	,657	7	72	,708
<b>Tasnif deney süreci</b>	1,052	7	72	,403

**Tablo 2.** Tasnif gözlem ve deney süreçlerinde hata türlerinin, hata oranlarına etkisine ilişkin ANOVA analizi.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Tasnif gözlem süreci</b>	Between Groups	,270	7	,039	12,828	,000
	Within Groups	,217	72	,003		
	Total	,487	79			
<b>Tasnif deney süreci</b>	Between Groups	,021	7	,013	1,212	,000
	Within Groups	,051	72	,002		
	Total	,072	79			

istatistiksel olarak araştırılmıştır. Analizlerde IBM SPSS Version 22 programı kullanılmıştır. Önem seviyesi  $\alpha = 0,05$  olarak alınmıştır. Faktörlerin, hata oranları bağımlı değişken üzerindeki etkisini belirlemek için her faktör için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) testi uygulanmıştır. Değişkenler arasında ne türden bir ilişkinin olduğunun tespiti amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Farklılığa rastlanan faktörler içindeki grupları belirlemek amacıyla da Duncan Testi kullanılmıştır. Ayrıca uygulanan kontrol sisteminin hata oranları ve maliyet verileri üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla Eşleştirilmiş örneklem (Paired Samples) T-testi uygulanmıştır.

### 3. BULGULAR

Tasnif bölümünde kurulan kontrol sistemi aracılığı ile 20 gün boyunca yapılan araştırmalar sonucunda üretimi yapılan modelin kesilen kumaşları tasnifte metolama esnasında kontrolden geçirilmiştir. Hata türleri, hatanın tespiti için standart süre, hata kaynaklı oluşan işçilik maliyeti, her hata türündeki hata sayısı, her hata türünde yapılan hataların toplam maliyeti ve günlük yapılan hata oranlarını gösteren sonuçlar; tasnif gözlem süreci için Tablo 3 ve tasnif deney süreci için Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3 ve Tablo 4'te isimleri verilen ve en sık rastlanan toplam 8 adet hata türü dikkate alınarak kontroller yapılmıştır. Bu 8 adet hata türünden kontrol öncesinde ve sonrasında kaç adet hatanın oluştuğu ve bu hatalar sebebiyle geçen zamanda işçilik maliyetine ne oranda yansıtıldığı analiz edilmiştir.

Hem gözlem sürecinde ve hem de deney sürecinde hataların niteliğinden kaynaklı olarak hata oranlarında bir değişimin olup olmadığını belirlemek için varyans homojenliği testi Levene (Tablo 1) ve Oneway ANOVA (Tablo 2) testleri yapılmış ve sonuçlar tablolarda verilmiştir. Buna göre hesaplanan anlamlılık değeri, araştırma için belirlenen eşik değerden yüksek olduğundan varyans homojenliği varsayımının sağlandığı görülmektedir. Tablo 2'de ise hata türleri ile hata oranları arasındaki ilişkiyi belirlemek adına tek yönlü varyans analizi sonuçları bulunmaktadır. Buna göre hata türlerine bağlı olarak hata oranlarının değişimi bakımından anlamlı farklılıkların olabildiği görülmektedir.

**Tablo 3.** Tasnif kontrol süreci, hata türüne bağlı hata oranları ve hata türü kaynaklı oluşan toplam işçilik maliyeti.

		<b>TASNİF GÖZLEM SÜRECİ</b>													
NO	HATA TÜRLEERİ	Hata tespit süresi (DK)	Hata işçilik maliyeti (TL)	Toplam hata sayısı	Hatalı ürünlerin toplam maliyeti (TL)	HATA ORANLARI (%)									
						1. Gün hata oranı	2. Gün hata oranı	3. Gün hata oranı	4. Gün hata oranı	5. Gün hata oranı	6. Gün hata oranı	7. Gün hata oranı	8. Gün hata oranı	9. Gün hata oranı	10. Gün hata oranı
1	Atkı kaçı	0,46	0,237	59	13,98	0,24	0,32	0,28	0,16	0,32	0,24	0,16	0,20	0,28	0,16
2	Atkı eğriliği	0,46	0,237	36	8,53	0,16	0,24	0,16	0,12	0,16	0,20	0,12	0,08	0,12	0,08
3	Çözüğü kaçı	0,46	0,237	30	7,11	0,08	0,20	0,12	0,12	0,16	0,08	0,16	0,08	0,08	0,12
4	Basku hataları	0,46	0,237	29	6,87	0,12	0,16	0,12	0,04	0,12	0,16	0,08	0,08	0,12	0,16
5	Renk farklılıkları (kanat farkı, abraç)	0,46	0,237	66	15,64	0,36	0,32	0,28	0,32	0,24	0,20	0,16	0,24	0,24	0,28
6	Desen eksikliği veya kaymaları	0,46	0,237	40	9,48	0,24	0,12	0,12	0,24	0,16	0,16	0,20	0,08	0,16	0,12
7	Delik (büyüklüğü önemli değil)	0,46	0,237	60	14,22	0,28	0,20	0,24	0,32	0,16	0,24	0,36	0,20	0,16	0,24
8	Yırtık (büyüklüğü önemli değil)	0,46	0,237	29	6,87	0,20	0,12	0,20	0,12	0,08	0,16	0,04	0,04	0,08	0,12
<b>TOPLAM</b>				<b>349</b>	<b>82,71</b>										

**Tablo 4.** Tasnif kontrol süreci, hata türüne bağlı hata oranları ve hata türü kaynaklı oluşan toplam işçilik maliyeti.

		<b>TASNİF DENEY SÜRECİ</b>															
NO	HATA TÜRLERİ	Hata tespit süresi (Dk)	Hata işçilik maliyeti (TL)	Toplam hata sayısı	Hatalı ürünlerin toplam maliyeti (TL)	1. Gün hata oranı											
						2. Gün hata oranı	3. Gün hata oranı	4. Gün hata oranı	5. Gün hata oranı	6. Gün hata oranı	7. Gün hata oranı	8. Gün hata oranı	9. Gün hata oranı	10. Gün hata oranı			
1	Atkı kaçı	0,46	0,237	5	1,19	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00
2	Atkı eğriliği	0,46	0,237	5	1,19	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,04	0,00
3	Çözgü kaçı	0,46	0,237	3	0,71	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Baskı hataları	0,46	0,237	5	1,19	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04
5	Renk farklılıkları (kanat farkı, abraç)	0,46	0,237	5	1,19	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04
6	Desen eksikliği veya kaymaları	0,46	0,237	4	0,95	0,00	0,04	0,04	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04
7	Delik (büyüklüğü önemli değil)	0,46	0,237	5	1,19	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04
8	Yırtık (büyüklüğü önemli değil)	0,46	0,237	4	0,95	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04
<b>TOPLAM</b>				<b>36</b>	<b>8,53</b>												

Hata oranlarının hangi hata türünde daha fazla bulunduğunu tespit etmek amacıyla Post-Hoc çoklu karşılaştırma Duncan testi uygulanmıştır. Tasnif gözlem süreci Duncan testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Hata türleri dikkate alınarak hata oranları 2 gruba ayrılmıştır. 10 günlük gözlem sonuçlarına göre; baskı hataları ve kumaş yırtık hataları %0,1160 hata oranı ortalaması ile en az tespit edilen hatalar olmuştur. Bu hataları sırasıyla çözgü kaçığı (%0,1200), atkı eğriligi (%0,1440), desen eksikliği veya kaymaları (%0,1600) ile takip etmektedir. Renk farklılıkları %0,2640 hata oranı ortalaması ile en fazla hatanın olduğu tür olmuştur. Bunu takiben kumaş yüzey delikleri (%0,2400) ve atkı kaçığı (%0,2360) diğer en fazla hatanın olduğu türler olmuştur.

**Tablo 5.** Tasnif gözlem süreci hata oranlarına göre hata türlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Hata Türleri	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Baskı hataları	10	,1160	
Yırtık (büyüklüğü önemli değil)	10	,1160	
Çözgü kaçığı	10	,1200	
Atkı eğriligi	10	,1440	
Desen eksikliği veya kaymaları	10	,1600	
Atkı kaçığı	10		,2360
Delik (büyüklüğü önemli değil)	10		,2400
Renk farklılıkları (kanat farkı, abraj)	10		,2640
Sig.		,115	,287

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

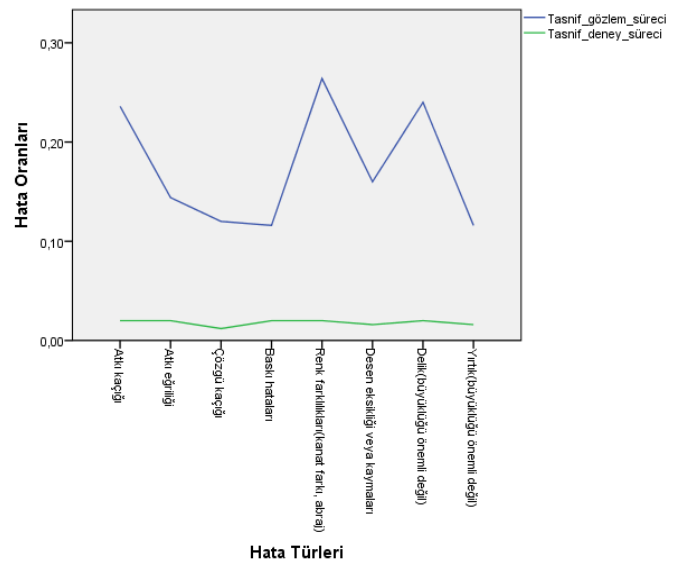
Tasnif deney sürecinde uygulanan 4P-KKS Duncan sonuçları ise Tablo 6'da verilmiştir. Uygulanan kontrol sistemi sonrası çözgü kaçığı hataları yaklaşık %90 oranında azalmış ve %0,120 ile en az rastlanan hata türü olmuştur. Bunu sırasıyla %0,160 hata oranı ortalaması ile Desen eksikliği veya kaymaları ve kumaş yırtıkları hata türleri takip etmektedir. Diğer hata türlerinde %0,2 hata oranları gözlenmiştir. Kumaş kontrol sistemi uygulanmadan önceki hata oranları ile kıyaslandığında %82 ile %92 arasında değişen oranlarda hatalarda azalma olduğu hesaplanmıştır.

**Tablo 6.** Tasnif deney süreci hata oranlarına göre hata türlerini gösteren Duncan testi sonuçları

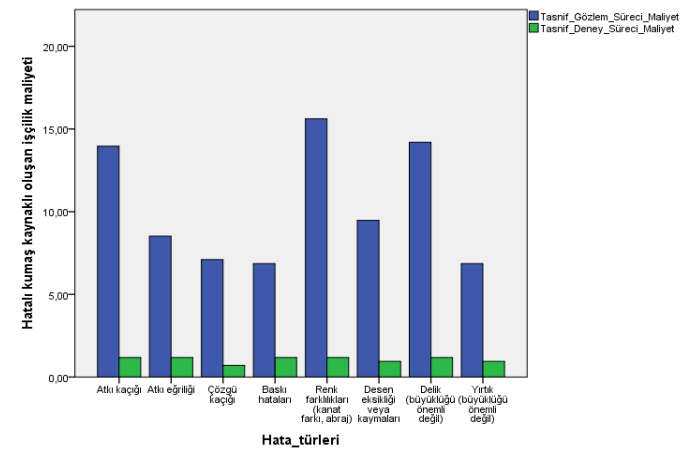
Hata Türleri	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Çözgü kaçığı	10	,0120	
Desen eksikliği veya kaymaları	10	,0160	
Yırtık (büyüklüğü önemli değil)	10	,0160	
Atkı kaçığı	10	,0200	
Atkı eğriligi	10	,0200	
Baskı hataları	10	,0200	
Renk farklılıkları (kanat farkı, abraj)	10	,0200	
Delik (büyüklüğü önemli değil)	10	,0200	
Sig.		,472	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

4P-KKS uygulandıktan sonra hata oranlarında önemli düşüşler olmuştur. Hatalı parçaların yerine yeni parça kesilmesi durumunda kumaş maliyetinin yanında ve zaman kaybı sebebiyle işçilik maliyeti de ortaya çıkmaktadır. Çalışmalarımızda kumaş maliyetleri dikkate alınmamış olup hataların işçilik maliyetine yansımaları üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Buna göre tasnif gözlem sürecindeki hatalı ürünlerin toplam maliyeti 82,71TL iken deney sürecinde 8,53 TL'ye düşmüştür (Tablo 3ve Tablo 4). Hatalı ürünler sebebiyle işçilik maliyetlerinde %89,68 oranında bir azalma meydana geldiği görülmektedir. Hata oranlarının önerilen kumaş kontrol modeli ile nasıl düştüğü Şekil 2'de gösterilmiştir. Hatalı ürün maliyetlerinin analizi ise Şekil 3'te verilmiştir.



**Şekil 2.** Tasnif gözlem ve deney sürecinde hata türlerine bağlı olarak hata oranları



**Şekil 3.** Tasnif gözlem ve deney süreçlerinde hatalı kumaş kaynaklı oluşan zaman kayıplarının maliyeti.

İşletmenin kumaş deposuna önerilen kumaş kontrol sisteminin uygulanması öncesinde ve sonrasındaki hata oranları arasında herhangi bir ilişki olup olmadığı ve bu hata oranları arasındaki farkın hangi güven aralığında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Eşleştirilmiş Örneklem (Paired Samples) T-Testi uygulanmıştır. Anlamlı bulunan farkın şiddeti veya büyüklüğü hakkında



bilgiye ulaşmak için etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan “t” değerinin, birim sayısı “N” değerinin kareköküne oranı ile etki büyüklüğü bulunmaktadır. Bu değer 1’den büyük çıkarsa farkın çok büyük olduğu şeklinde yorumlanmaktadır [16]. Tablo 7’deki verilerden hareketle etki büyüklüğünün 1,99 olduğu hesaplanmıştır. Bu değer kontrol öncesi ve sonrası hata oranları arasındaki farkın büyük olduğunu ifade etmektedir. Sonuç olarak geliştirilen kumaş kontrol modelinin hata oranlarını anlamlı düzeyde düşürme konusunda başarılı ve etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

## SONUÇLAR

İşletmenin kumaş deposunda 4P-KKS uygulanmadan önce günde ortalama 35 civarında kumaş menşeli hata çıkmakta iken önerdiğimiz kumaş kontrol sistemi uygulandıktan sonra günlük hata adedi %90 oranında düşerek ortalama 3,6 adede düşmüştür. Kumaş kaynaklı hataların kesimhaneye gelmesinin önlenmesi ile birlikte ek işgücü ihtiyacının ve kayıp zamanların azaldığı tespit edilmiştir. Verimli zaman kullanımı ile birlikte bu bölümde hataların telafisi kaynaklı oluşan işgücü maliyetlerinin ortalama olarak %89,68 oranında düştüğü hesaplanmıştır.

**Tablo 7.** Tasnif gözlem ve deney süreçleri hata oranlarının Paired Samples T-Testi sonuçları.

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pai r 1	Göz_süreci_hata_oran - Den_süreci_hata_oran	,15650	,07826	,00875	,13908	,17392	17,887	79	,000

## KAYNAKLAR

- Erol, M., 2021, *An in-line control model proposal developed to reduce manufacturing defects in garment industry sewing line*, Journal of Textiles and Engineer, 28(123): 208-218.
- Erol, M., 2021, *Dikiş makinelerinin teknolojik seviyesinin birim üretim süresine ve maliyete etkisinin analizi*, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 10(1): 150-158.
- Erol, E., Paşayev, N., 2014, *Analyzing production cost of small and medium sized enterprises in terms of sewing department production conditions*, Textile and Apparel, 24(1): 134-140.
- Türk Standartları Enstitüsü, 2005, “Dokuma Kumaşlar Hata Tarifleri-Terimler”. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, TS 471 ISO 8498
- K. Srinivasan, P.H. Dastoor, P. Radhakrishnaiah, S. Jayaraman, 1992, *FDAS: A knowledge-based framework for analysis of defects in woven textile structures*, J. Textile Inst. 83 (3): 431-448.
- Mehta PV, Bhardwaj SK., 1998, *Managing Quality in the Apparel Industry*. 1st ed. New Delhi, India. New Age International Ltd. pp. 237.
- Çelik, Hİ, Dülger, LC, Topalbekiroğlu, M., 2012, *Görüntü işleme teknikleri kullanarak kumaş hatalarının belirlenmesi*, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(1): 22-39.
- Kısaoğlu, Ö., 2006, *Kumaş Kalite Kontrol Sistemleri*, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(2): 233-241.
- Kumar Naveen, K.V., Ragupaty, U.S., 2012, *An intelligent scheme for fault detection in textile web materials*, International Journal of Computer Applications, 46(10): 24-29.

Ayrıca Duncan testi sonuçlarına göre; kumaşta renk farklılıkları, kumaş yüzeyindeki delik ve atkı kaçığı gibi hataların en fazla rastlanan hatalar olduğu tespit edilmiştir. Kumaş kontrolcülerinin, kesimhane ve tasnif personelinin sık rastlanan hatalara odaklanmasının önemi vurgulanmıştır.

Yapılan eşleştirilmiş örneklem t-testi sonucuna göre kumaş kontrol sistemi uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki hata oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve önemli büyüklükte bir fark olduğu ve geliştirilip önerilen 4P-KKS’nin beklendiği gibi amaca hizmet ettiği ortaya çıkmıştır. Rekabet koşullarının her geçen gün daha da arttığı konfeksiyon sektöründe hammadde ve işçilik kaynaklı hataların anında tespit edilip düzeltilebilmesi için her aşamada kontrol sistemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda önerdiğimiz kumaş kontrol sistemi kumaş maliyetlerini düşürmenin yanında, hatalı kumaş parçalarının yerine yeni parça kesme sürecinde harcanacak olası zamanların yaratacağı maliyetlerin azalması ve daha iyi bir planlama ve koordinasyonun oluşmasına da imkân sağlayacaktır.

- Behera, BK., Madan Mohan, TE., 2005, *Objective measurement of pilling by image processing technique*, International Journal Of Clothing Science And Technology, 17 (5): 279-291.
- Balakrishnan H., Venkataraman, S., & Jayaraman, S., 1998, *FDICS: A Visionbased system for the identification and classification of fabric defects*, Journal of the Textile Institute, 89(2): 365-380.
- Yücel, Ö., 2007, *Konfeksiyon üretiminde hata türü ve etkileri analizi*, Tekstil ve Konfeksiyon, 17(2): 126-131.
- Eren, E.R., Pamuk, O., 2020, *Hata türü ve etkileri analizi yönteminin konfeksiyon sektöründe uygulanması*, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(3): 1533-1546.
- Ala, D.M., İkiz, Y., 2014, *Bornozluk kadife kumaşların hata kontrolü ve hata puan sistemlerine göre sınıflandırılması*, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21(7): 288-295.
- Bariş, B., Özek, H.Z., 2019, *Dokuma kumaş hatalarının sistematik sınıflandırılması üzerine bir çalışma*, Tekstil ve Mühendis, 26 (114): 156-167.
- Yıldırım, H., *Eşleştirilmiş (paired) örneklem t-testi uygulanması ve yorumu/spss ile veri analizi*, [https://www.youtube.com/watch?v=0jaI-UTgAIM&ab\\_channel=HasanY%C4%B1ld%C4%B1r%C4%B1m](https://www.youtube.com/watch?v=0jaI-UTgAIM&ab_channel=HasanY%C4%B1ld%C4%B1r%C4%B1m), (Erişim tarihi: 14.04.2022)
- Mehta, PV., 1992, *An introduction to quality control for the apparel industry*. 2nd ed. Boca Raton, Florida, USA, CRC Press,



