



## DOKUMA ÜRETİMİ SÜRESİNCE OLUŞAN KUMAŞ HATALARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK İSTATİSTİKSEL BİR ARAŞTIRMA

### A STATISTICAL INVESTIGATION FOR DETERMINING FABRIC DEFECTS THAT OCCUR DURING WEAVING PRODUCTION

Deniz Mutlu ALA<sup>1\*</sup>, Yüksel İKİZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.

dmala@cu.edu.tr

<sup>2</sup>Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.

yikiz@pau.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 07.03.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 12.06.2014

\* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2014.05706

Araştırma Makalesi/Research Article

#### Öz

Dokuma üretimi süresince oluşan kumaş hataları, konfeksiyon üretiminde firelere yol açmaktadır. Eğer kumaş hataları konfeksiyon üretiminde fark edilmezse bitmiş ürünün ikinci kaliteye ayrılmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmada bir dokuma işletmesinde, üç hafta boyunca dokuma sonrası ışıklı panoda yapılan ham kumaş kontrolü sonucu görülen kumaş hataları istatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Kalite kontrol sonucu görülen hatalar sınıflandırılarak kalite kontrol kartlarına kaydedilmiştir. Kumaş kontrolü sonucunda görülen hata sayılarının istatistiksel değerlendirilmesinde istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi ve p kontrol grafikleri kullanılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Dokuma, Kumaş, Hata, Kalite kontrol, İstatistiksel proses kontrol

#### Abstract

Fabric defects that occur during weaving production causes wastage at garment production. If fabric defects can not be detected during garment production, causes separation of the finished product as second quality. In this study, in a weaving mill, raw fabrics were inspected during three weeks for defect detection after weaving operation and results were investigated using statistical methods. Detected fabric defects has been classified and noted on quality control charts. For statistical investigation of number of defects pareto analysis and p control charts were used from statistical process control methods.

**Keywords:** Weave, Fabric, Defect, Quality control, Statistical process control

## 1 Giriş

Tekstil sektörü, ülkemizin geleneksel sanayi kollarından biri olup, sağladığı istihdam olanakları ve üretim sürecinde yarattığı katma değer açısından geçmişten günümüze Türkiye ekonomisini büyük ölçüde etkileyen bir sektördür. Tekstil sanayinin en önemli alt sektörlerinden biri de dokuma kumaş sanayisidir. Dünyada dokuma kumaş ihracatının toplam tekstil ihracatındaki payı 2011 yılı sonu itibarıyla %28.6 seviyesindedir. Bir taraftan sahip olduğu yatırım kapasitesi ve ihracat potansiyeli, diğer taraftan hazır giyim ve konfeksiyon sektörüne hammadde tedarik etmesi nedeniyle dokuma kumaş sanayi ülkemiz açısından da son derece önemlidir. Türkiye’de dokuma kumaş ihracatının, toplam tekstil ihracatındaki payı 2011 yılı sonu itibarıyla %33.4 seviyesindedir [1].

Uzun yıllardan beri hazır giyim ve konfeksiyon sanayinin en temel hammaddesi konumunda olan dokuma kumaşlar, çok çeşitli yapılarda ve özelliklerde üretilebilmektedir. Bunlardan en basiti bir atkı bir çözümlü sistemiyle elde edilen 2-iplik sistemli yapılar. Bununla birlikte havlu, kadife gibi 3-iplik sistemli yapılar, 2-katlı, 3-katlı ya da daha-çok katlı kumaşlar gibi 4-iplik veya daha fazla iplik sayısında olan yapılar, amacına ve kullanım yerine uygun şekilde tasarlanmakta ve üretilebilmektedir [2],[3].

İmalat sektöründe, üretimi yapılan her üründe olabileceği gibi dokuma kumaşların üretiminde de hata oluşumu kaçınılmazdır [4]. Dokuma kumaş hataları; bölgesel olarak ortaya çıkan,

kumaş görünümünü etkileyen, kumaş yapısını değiştiren ve bölgesel sınırlılığa özel değişimlere yol açan sapsmalardır [5]. Kumaş hatası İngiliz standartlarında “mamul kumaşın faydalı enindeki, son ürünün kalitesini düşürecek her tür özellik” olarak tanımlanmaktadır [6]. Türk Standartları Enstitüsü tarafından ise kumaş hataları, “kumaşlarda iplik, yardımcı madde, işçilik, makine, donanım ya da çalışma metodu yüzünden oluşan, gözle görülüp değerlendirilebilen ve kumaşın görünüşünü bozan kusurlar” şeklinde tanımlanmıştır [7]. Hatalı üretimden kaynaklanacak maddi kayıp kaygıları nedeniyle, oluşabilecek bu hataların tespiti oldukça önemlidir [4]. Kumaş istenen kalitede üretilmemişse, bunun tüketici tarafından tespit edilmesi halinde hangi kurallar uygulanırsa uygulansın problemin gerçek çözümü olmamaktadır. Giyim endüstrisindeki hataların %85’inin kumaş hatalarından kaynaklandığı göz önüne alınır; dokuma kumaş üreticilerinin, kendi bünyelerinde ürettikleri kumaşları, etkin bir kalite kontrol sistemi kullanarak istenen kalitede üretmeleri ve bu şekilde satışa sunmaları en doğru sistemdir [8].

Ham ya da bitmiş kumaşların hata kontrolü; ışıklı kontrol panolarında hareket eden kumaşın, deneyimli ve bu işlem için özel olarak eğitilmiş operatörler tarafından izlenmesi şeklinde yapılmaktadır. Işıklı pano üzerinde dakikada 8-20 metre arasındaki bir hızla hareket eden kumaşın kalite kontrolünü gerçekleştiren operatör, herhangi bir hatayı fark ettiği anda kumaş hareketini durdurarak, hatanın kumaş üzerindeki yerini işaretlemektedir. Kumaşın tamamı denetlendikten sonra, birim uzunluktaki hata sayısına göre kumaş sınıflandırılmaktadır [9].

Literatürde 200'ün üzerinde farklı dokuma hatası ve olası nedenleri belirtilmektedir. Bununla birlikte pratikte bunların 40-50 kadarı tekstil firmaları tarafından kalite kontrol kartlarına işlenmektedir. Hatta kartlardaki bu hatalardan bir kısmı ya hiç kullanılmamakta ya da çok nadir kullanılmaktadır. Bu nedenle kumaş dokuma işletmelerinde ortaya çıkan dokuma kumaş hatalarının sürekli izlenmesi, sorunların ortaya konulması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi konularında yardımcı olacak istatistiksel proses kontrol teknikleri kullanılmalıdır.

İstatistiksel proses kontrolü, bir ürünün en ekonomik ve en yararlı bir şekilde üretilmesini sağlamak, önceden belirlenmiş kalite özelliklerine uygunluğunu ve standartlara bağlılığını hedef almak, kusurlu ürün üretimini en düşük seviyeye indirmek amacıyla çeşitli istatistik tekniklerinin kullanılmasıdır. Prof. K. Ishikawa'ya göre sanayide karşılaşılan sorunların %95'i yedi temel teknikle çözümlenebilmektedir. Bu teknikler akış diyagramı, çetele diyagramı, pareto analizi, neden sonuç diyagramı, histogram, dağılım diyagramı ve kontrol kartlarıdır [5],[10]. Tekstil sektöründe istatistiksel proses kontrol teknikleri; dokunmakta olan kumaş üzerinde tespit edilen hataların sınıflarına göre sayısal sonuçlarının değerlendirilmesi [5], dokuma üretiminin duruş ve hatalar yönünden kontrol altına alınması [11], dokuma üretim randımanına etki eden faktörlerin belirlenmesi [12],[13] dikimde üretim hatalarının sebeplerinin araştırılması [14], konfeksiyon işletmesinde dikiş hatalarının azaltılması [15], erkek gömleği üretim sürecinin iyileştirilmesi [16], kumaş tasarım ve geliştirme çalışmalarında [17] kullanılmaktadır.

Bu çalışmada bir dokuma işletmesinde kumaş üretiminde karşılaşılan dokuma hataları belirtilip tanımları yapılmış ve en fazla karşılaşılan hatalar istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi ve  $p$  kontrol grafiği kullanılarak incelenmiştir. Dokuma kumaş kalite kontrolü sırasında tespit edilen kumaş hatalarının tamamının oluşmasını önlemek mümkün olmamaktadır. Pareto analizi tekniği ile çok sayıda hata tipi önem sırasına göre sıralanmıştır. Bu sayede bir dokuma işletmesinde ortaya çıkan en önemli kumaş hataları tespit edilmiştir. Kalite kontrol sonuçları  $p$  kontrol grafikleri ile incelenmiştir. Bu sayede kalite seviyesinin devamlılığını kontrol etmek, prosesi kontrol altına almak ve hedeflenen ürün kalitesine ulaşmak için yapılması gereken düzenlemelerin sunulması amaçlanmıştır.

## 2 Materyal ve Metot

### 2.1 Materyal

Bu çalışmada üç vardiya şeklinde çalışılan bir dokuma işletmesindeki 30 adet dokuma tezgahında üretilen kumaşlar, üç hafta süreyle, ışıklı kontrol panolarında deneyimli kontrol elemanları tarafından kontrol edilmiştir. Pazar günleri işletmede çalışma olmamış, dolayısıyla üç haftada toplam 18 iş günü çalışılmıştır. İlk hafta A vardiyasında üretim yapan işçiler, ikinci hafta B vardiyasında üçüncü hafta C vardiyasında çalışmıştır. Bu şekilde çalışmanın yapıldığı üç hafta içerisinde her bir dokumacı birer hafta farklı bir vardiyada çalışmıştır.

### 2.2 Metot

Dokunan kumaşlardaki hatalar kontrol kartlarında duruş izi, kenar yığması, sık şeklinde duruş izi, seyrek şeklinde duruş izi, yarım atkı, yarım atkı kaçığı, atkı kaçığı, çift atkı, atkı yığması,

çift çözüğü, çözüğü kopuğu, çözüğü yığması, çözüğü kaçığı, yağ-pas-leke, delik-yırtık, gergin gevşek, çözüğü ip düzgünlüğü, pamuklanma, kafes, renkli uçuntu, atkı renk bandı, rapor hatası, kirli çözüğü ipliği, patlak, düğüm, atlama-dalma, atkı ip düzgünlüğü ve tarak-tahar hatası olarak sınıflandırılmıştır. Bezayağı, dimi veya saten dokulu, %100 pamuklu ham kumaşlarda, görsel değerlendirmeler ön yüzde yapılmıştır. Kumaşlar hataların görülebilmesi için ideal olarak düşünülen 20 m/dk hız ile ışıklı kontrol panosunda sıralarak hata kontrolü yapılmıştır. Kumaş kontrolü deneyimli kalite kontrol elemanlarınca, tüm kumaş enini gözlemleyebilecekleri bir mesafeden gerçekleştirilmiştir. Kumaş kontrolü sırasında TL84 üst aydınlatma kullanılmıştır. 140.062 metre kumaş kontrolü sonucunda görülen dokuma hataları, belirlenen sınıflar dikkate alınarak, kalite kontrol kartlarına kaydedilmiştir. Kenardan 3 cm içerideki hatalar dikkate alınmamıştır. 1 metretülde birden fazla hata var ise; kontrol kartına en büyük hata kaydedilmiştir.

Kumaş kontrolü sonucunda görülen hata sayılarının istatistiksel değerlendirilmesinde istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi ve  $p$  kontrol grafikleri kullanılmıştır.

## 3 Dokuma Hata Sayıları ve İstatistiksel Değerlendirme

Tablo 1'de 18 günlük sürede dokunan 140 062 metre kumaşın ışıklı kontrol panosunda kontrolü sonucunda görülen 3.211 adet kumaş hatasının dağılımı görülmektedir. Toplam kısmında kontrol kartlarına kaydedilen her bir hatanın 140.062 metre kumaştaki sayısı verilmiştir.

Hata takip raporundaki kumaş hataları toplam sayılarına göre büyükten küçüğe sıralanıp, hata yüzdeleri ve birikimli yüzdeleri hesaplanarak Tablo 2 oluşturulmuştur.

İncelenen 28 dokuma hatası arasından, toplam hataların %80'ini oluşturan hataların belirlenmesi amacıyla, Tablo 2'deki veriler kullanılarak, Şekil 1'deki pareto diyagramı oluşturulmuştur. Bir problemi oluşturan etkenlerin önem sırasına göre listesini belirten pareto analizi tekniği, sorunların tanımlanması ve önceliklendirilmesi için kullanılan bir araçtır. Bu sayede az sayıda önemli sorun, çok sayıda önemsiz sorundan ayrılmış olacaktır [14],[15],[18].

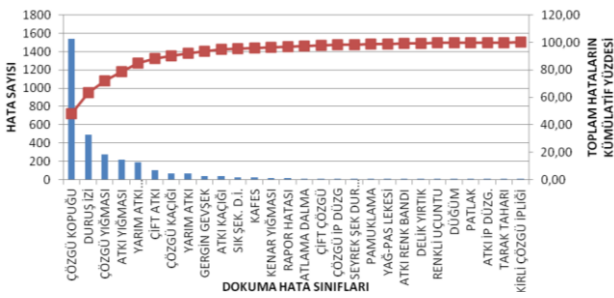
Hazırlanan pareto analizinde 28 hata sınıfının içinde, çözüğü kopuğu (%48.02), duruş izi (%15.32), çözüğü yığması (%8.69) ve atkı yığması (%6.88) hatalarının ilk dört sırayı alarak; toplam hata sayısının %78.92'sini oluşturdukları görülmektedir (Bkz Tablo 2, Bkz Şekil 1). Kumaş dokunması sırasında karşılaşılan 28 adet hatadan, sadece bu dört hatanın dokuma sırasında önlenmesi sayesinde toplam firenin yaklaşık %80 oranında azaltılabileceği tespit edilmiştir.

Toplam hataların %48.02'sini oluşturan çözüğü kopuğu hatası; çözüğü ipliği koptuğu zaman, tezgahın durmamasından dolayı kumaş boyunda görülen çözüğü ipliği noksanlığı şeklindeki hatadır. Kumaşın görünüşünü bozması yanı sıra kumaş mukavemetinin düşmesine de neden olur. Testere tertibatının ayarlanması ve lamellerin arasının düzenli olarak temizlenmesi sayesinde hata sayılarında azalma gözlenecektir [7],[19],[20].

En sık karşılaşılan ikinci problem olan duruş izi hatası; duran tezgahın yeniden çalıştırılmasının ardından; kumaş eninde sıklık veya seyreklik şeklinde görülen hatadır.

Tablo 1: Hata takip raporu.

Hata Adı/Gün	1	2	3	4	...	16	17	18	Toplam
Duruş izi	34	17	18	15	...	13	18	72	492
Kenar yığılması	2	0	0	0	...	0	0	1	18
Sık şekilde duruş izi	1	0	0	0	...	0	0	0	22
Seyrek şekilde duruş izi	1	0	0	0	...	1	0	4	10
Yarım atkı	5	6	1	8	...	0	2	3	65
Yarım atkı kaçığı	36	9	13	37	...	3	13	1	191
Atkı kaçığı	2	4	9	1	...	1	1	1	39
Çift atkı	8	17	8	4	...	2	7	5	104
Atkı yığılması	17	19	12	13	...	2	16	5	221
Çift çözgü	0	2	0	0	...	0	1	0	11
Çözgü kopuğu	93	109	88	135	...	33	58	53	1542
Çözgü yığılması	39	12	16	14	...	8	7	12	279
Çözgü kaçığı	4	2	4	13	...	3	2	0	69
Yağ-Pas-Leke	0	0	1	1	...	0	0	0	7
Delik-Yırtık	0	0	1	0	...	0	0	1	7
Gergin gevşek	3	2	0	2	...	1	2	2	40
Çözgü ip düzgünlüğü	2	1	0	0	...	1	1	0	10
Pamuklanma	2	2	0	0	...	0	0	0	8
Kafes	0	6	4	0	...	1	0	0	21
Renkli uçuntu	0	1	0	2	...	0	0	0	6
Atkı renk bandı	0	2	1	0	...	0	0	0	7
Rapor hatası	0	0	0	1	...	1	0	0	15
Kirli çözgü ipliği	0	0	0	1	...	0	0	0	1
Patlak	0	0	0	1	...	0	0	0	4
Düğüm	0	0	0	4	...	0	0	0	4
Atlama-Dalma	0	0	0	0	...	0	0	0	13
Atkı ip düzgünlüğü	0	0	0	0	...	0	0	0	3
Tarak tahar hatası	0	0	0	0	...	0	0	0	2
<b>Toplam Dokuma Hatası</b>	<b>249</b>	<b>211</b>	<b>176</b>	<b>252</b>	<b>..</b>	<b>70</b>	<b>128</b>	<b>160</b>	<b>3211</b>
<b>Kontrol Edilen Kumaş Uzunluğu (mt)</b>	<b>10790,6</b>	<b>9751,9</b>	<b>8669,4</b>	<b>9759,2</b>	<b>..</b>	<b>5277,6</b>	<b>5714</b>	<b>6669</b>	<b>140.062</b>



Şekil 1: Dokuma kumaşlarda görülen dokuma hatası miktarlarını gösteren pareto diyagramı.

Duruş izi hatasının oluşmasının başlıca nedenleri; çözgü köprüsündeki ayarsızlıklar, çözgü salma sistemindeki ayarsızlıklar, kumaş çekme sistemindeki ayarsızlıklar, çözgü geriliminin çok yüksek olması ve dokumacının dikkatsizliği olarak sıralanabilir. Çözgü gerilimini düzenlemek için çözgü köprüsü, çözgü salma sistemi ve kumaş çekme sistemindeki ayarların gözden geçirilmesi gerekmektedir [7],[19],[20].

Üçüncü önemli problem olan çözgü yığılması hatası; çerçevelerle tarak arasında kopan çözgü ipliğinin, ağızlıkta atkı yönünde yığılması ve üzerine atkı atılarak sıkıştırılması şeklinde görülen

hatadır. Başlıca nedeni, dokumacının çözgü kopuğunu giderirken ağızlıktaki çözgü ipliğini çıkarmamasıdır.

Dokumacılara gerekli eğitimlerin verilmesi ve kalite bilincinin artırılması sayesinde çözgü yığılması hatalarının önüne geçilebilecektir [7],[19],[20].

Gözlemlenen atkı yığılması hataları; kumaş üzerinde atkı yönünde atkı ipliği düzgünlüğü veya sıklık şeklinde görülen hatadır. Başlıca nedeni, kumaş sarma sistemindeki arızalardır. Atkı yığılması hatasının önlenmesi için, kumaş sarma sistemindeki ayarsızlıkların giderilmesi gerekmektedir [7],[19],[20].

Gözleme dayanan bir sistemden önlemeye dayalı bir sisteme geçebilmek için, zaman içerisinde proses çıktısındaki varyasyonu görmek ve kontrol altına almak gerekmektedir. Üretimden belirli ve eşit zaman aralıklarında alınan örneklerden elde edilen ölçüm değerlerinin, zaman içerisindeki değişimlerin gösterildiği kontrol grafikleri sayesinde; süreçte meydana gelen değişikliklerin doğal ya da doğal olmayan nedenlerden oluştuğu ayırt edilir [14],[15]. Mamullerin kusurlu olup olmadıklarının araştırılması durumunda,  $p$  kontrol grafiği ile kusurlu oranlarının kontrol edilmesi uygun bir yöntemdir.  $p$  kontrol grafiği oluşturmak için belirli zaman aralıkları ile  $n$  büyüklüğünde örnekler alınmaktadır. Her örnek için

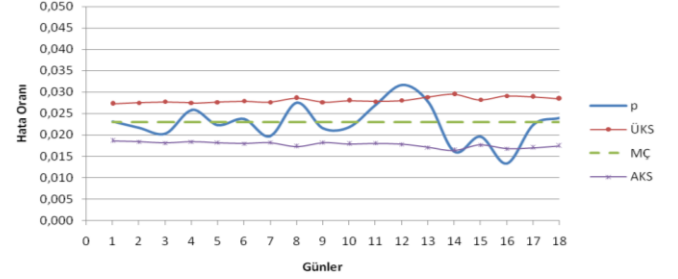
hesaplanan kusurlu oranı grafik üzerinde bir nokta ile işaretlenmektedir. İşaretlenen tüm noktalar istatistikî güven sınırları olan kontrol limitleri içinde ise süreç kontrol altındadır [10],[21].

Tablo 2: Dokuma kumaşlarda görülen hata miktarları.

Hata Adı	Hata Sayısı	Hata Yüzdesi	Birikimli Yüzde
Çözgü Kopuğu	1542	48.02	48.02
Duruş İzi	492	15.32	63.34
Çözgü Yığıması	279	8.69	72.03
Atkı Yığıması	221	6.88	78.92
Yarım Atkı Kaçığı	191	5.95	84.86
Çift Atkı	104	3.24	88.10
Çözgü Kaçığı	69	2.15	90.25
Yarım Atkı	65	2.02	92.28
Gergin Gevşek	40	1.25	93.52
Atkı Kaçığı	39	1.21	94.74
Sık Şek. D.İ.	22	0.69	95.42
Kafes	21	0.65	96.08
Kenar Yığıması	18	0.56	96.64
Rapor Hatası	15	0.47	97.10
Atlama-Dalma	13	0.40	97.51
Çift Çözgü	11	0.34	97.85
Çözgü İp Düzgünsüzlüğü	10	0.31	98.16
Seyrek Şek. D.İ.	10	0.31	98.47
Pamuklanma	8	0.25	98.72
Yağ-Pas Lekesi	7	0.22	98.94
Atkı Renk Bandı	7	0.22	99.16
Delik-Yırtık	7	0.22	99.38
Renkli Uçuntu	6	0.19	99.56
Düğüm	4	0.12	99.69
Patlak	4	0.12	99.81
Atkı İp Düzgünsüzlüğü	3	0.09	99.91
Tarak Taharı	2	0.06	99.97
Kirli Çözgü İpliği	1	0.03	100.00

Proses çıktısındaki varyasyonu görmek ve kontrol altına almak amacıyla, kumaş kontrolü sonucunda görülen dokuma hatalarının kaydedildiği kalite kontrol kartlarındaki veriler kullanılarak, hatalı oranı  $p$  kontrol grafiği hazırlanmıştır.  $p$  grafiği hazırlanan dönem için günlük kontrol edilen ürün miktarları farklıdır. Birim zamanda gerçekleşen üretime bağlı olarak, kontrol edilen miktarın farklılık gösterdiği işletmelerde, kontrol grafikleri değişken örneklem büyüklüklerine sahip olacaktır. Bu gibi durumlarda üç farklı yaklaşım uygulanabilmektedir [21]. Dokuma işletmesinden alınan 18 günlük veriler için üç farklı yaklaşıma ile  $p$  kontrol şemaları oluşturulmuştur. İlk yaklaşıma göre her örneklem için ayrı kontrol limitleri belirlenmektedir. Her gün için üst kontrol limiti ve alt kontrol limiti, denklem 1 ve denklem 2 kullanılarak hesaplanmıştır ve Tablo 3'te sunulmuştur. Her gün için kontrol

limitleri ayrı ayrı belirlendikten sonra oluşturulan kontrol grafiği Şekil 2'de görülmektedir. İlk yaklaşım ile oluşturulan kontrol grafikleri güvenilir sonuçlar vermesine rağmen, kontrol grafiğini inceleyen personel yorumlamakta güçlükler yaşayabilir [21].



Şekil 2: Birinci yaklaşıma göre hazırlanan hata oranı  $p$  kontrol grafiği.

$\bar{n}$  : Ortalama Hata Oranı = Toplam Hata Adedi/Toplam Kontrol Edilen Ürün Metrajı

$n$  : Kontrol Edilen Kumaş Metrajı

$k$  : Alınan Örnek (18 gün)

ÜKS : Üst Kontrol Sınırı

MÇ : Merkez Çizgi

AKS : Alt Kontrol Sınırı

$$MÇ = \bar{p}$$

$$ÜKS = \bar{p} + 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n} \quad (1)$$

$$AKS = \bar{p} - 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n} \quad (2)$$

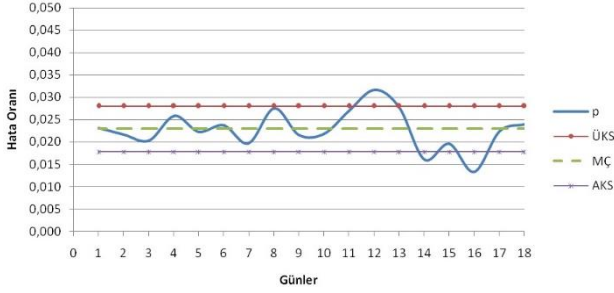
İkinci yaklaşıma göre yaklaşık kontrol limitleri, ortalama örneklem büyüklüğü kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu yaklaşım kullanıldığında, kontrol limitleri sabit olacağı için kontrol grafikleri daha anlaşılır olmaktadır. Fakat örneklem büyüklüğünde olağandışı büyük bir değişim varsa ya da kontrol limitlerinin yakınında noktalar bulunuyorsa, bu noktalar için gerçek kontrol limitleri belirlenmelidir. İkinci yaklaşıma göre ortalama örneklem büyüklüğü ( $\bar{n}$ ) Denklem 3 kullanılarak  $\bar{n} = 7781.2$  üst kontrol limiti denklem 1 kullanılarak  $ÜKS = 0.028$  ve alt kontrol limiti denklem 2 kullanılarak  $ÜKS = 0.018$  olarak hesaplanmıştır [21]. İkinci yaklaşıma göre oluşturulan  $p$  kontrol grafiği Şekil 3'te verilmiştir.

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k} \quad (3)$$

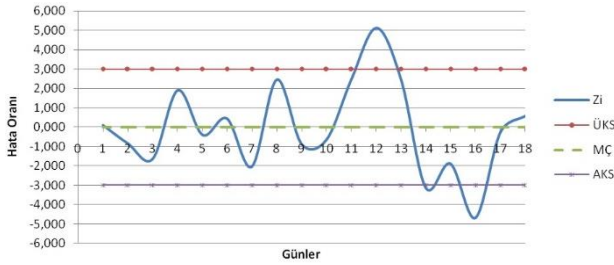
Herhangi bir örnek için alınan örnek büyüklüğü, ortalama örnek büyüklüğünden %25'ten fazla farklılaştığı zaman  $p$  kontrol grafiğinin oluşturulmasında ikinci yaklaşımın kullanılması önerilmez. İkinci yaklaşım yerine kullanılacak üçüncü yaklaşımda, denklem 4 kullanılarak hesaplanan hatalı oranlarının standartlaştırılmış değerleri kontrol grafiğine işlenmektedir. Kontrol grafiğinin merkez çizgisi 0, üst kontrol limiti +3 ve alt kontrol limiti -3 olacaktır [21]. Her bir örnek için ayrı ayrı hesaplanan  $Z_i$  değerleri Tablo 3'te görülmektedir.

Üçüncü yaklaşıma göre oluşturulan kontrol grafiği Şekil 4'te görülmektedir. Kontrol grafiğinde gerçek hatalı oranları yerine onların standartlaştırılmış değerlerinin yer alması, grafiği yorumlayan personel açısından bir dezavantaj olmaktadır.

$$Z_i = \frac{p_i - \bar{p}}{\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}}} \quad (4)$$



Şekil 3: İkinci yaklaşıma göre hazırlanan hata oranı  $p$  kontrol grafiği.



Şekil 4: Üçüncü yaklaşıma göre hazırlanan hata oranı  $p$  kontrol grafiği.

Tablo 3: Hatalı oranı  $p$  kontrol grafiği verileri.

Örnek No (Günlük, k)	Örnek Büyüklüğü (n)	Hata Adedi (Di)	Hatalı Oranı (p)	ÜKS	MÇ	AKS	Z <sub>i</sub>
1	10790.6	249	0.023	0.027	0.023	0.019	0.1042
2	9751.9	211	0.022	0.027	0.023	0.018	-0.8503
3	8669.4	176	0.020	0.028	0.023	0.018	-1.6326
4	9759.2	252	0.026	0.027	0.023	0.018	1.9117
5	9055.5	202	0.022	0.028	0.023	0.018	-0.3934
6	8195.2	194	0.024	0.028	0.023	0.018	0.4517
7	9027.4	178	0.020	0.028	0.023	0.018	-2.0364
8	6323.1	174	0.028	0.029	0.023	0.017	2.4400
9	9049.6	195	0.022	0.028	0.023	0.018	-0.8756
10	7832.3	171	0.022	0.028	0.023	0.018	-0.6462
11	8413	227	0.027	0.028	0.023	0.018	2.4860
12	7673.7	243	0.032	0.028	0.023	0.018	5.1161
13	5855.9	162	0.028	0.029	0.023	0.017	2.4230
14	4715.9	76	0.016	0.029	0.023	0.016	-3.1246
15	7289.1	143	0.020	0.028	0.023	0.018	-1.8866
16	5277.6	70	0.013	0.029	0.023	0.017	-4.6899
17	5714	128	0.022	0.029	0.023	0.017	-0.2649
18	6669	160	0.024	0.028	0.023	0.017	0.5817
<b>Toplam</b>	<b>140062</b>	<b>3211</b>					

## 4 Sonuç ve Öneriler

Dokuma kumaş hataları bitmiş ürün üzerinde istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle dokuma kumaşların hatalı kısımları, konfeksiyon üretimi öncesinde, kesim aşamasında, kumaş içerisinden kesilip çıkarılmaktadır. Bu durum pastal firesi oluşturmaktadır. Kesim sırasında fark edilmeyerek kumaş içerisinden çıkarılmayan hatalı kısımlar ise bitmiş ürünün son kontrolünde ikinci kaliteye ayrılmasına neden olmaktadır. Eğer bitmiş ürün üzerindeki dokuma hatası fark edilmez ve bitmiş ürün müşteriye bu haliyle ulaşırsa, daha büyük problemler ortaya çıkmakta ve müşterinin güveni sarsılmaktadır.

Konfeksiyon işlemi görmüş ürünlerde karşılaşılan hataların neredeyse %85'inin kumaş hatalarından oluştuğu göz önüne alınırsa, bu hataların oluşmasını önlemek en doğru yol olacaktır. Bir mamulden beklenen özellikleri önceden belirlemek ve üretilen mamullerin önceden belirlenen bu özelliklere uygunluğunun ölçülmesi işlemi sırasında mühendislik yöntem ve teknikleri kullanılmaktadır. Diğer yandan, yapılan ölçüm sonuçlarının analizi ve yorumlanması istatistik yöntemlerle yapılmaktadır [18]. Bu çalışmada bir dokuma işletmesinde 18 gün boyunca üretilen ham kumaşların ışıklı kontrol panolarında kalite kontrolleri yapılarak, tespit edilen hata sayıları istatistik yöntemlerle incelenmiştir. Deneyimli kontrol elemanları tarafından yapılan kumaş kontrolü sonucu görülen kumaş hataları 18 gün boyunca kalite kontrol kartlarına işlenerek veriler toplanmıştır. Hata takip raporunda bulunan 28 hata sınıfının tamamı için önlem almak ve bu hataların tamamının oluşmasını önlemek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle tespit edilen hatalar pareto analizi tekniği ile önem sırasına göre sıralanmıştır. 28 hata sınıfı içinde toplam hataların %78.92'sini oluşturan çözgü kopuğu hatası (%48.02), duruş izi hatası (%15.32), çözgü yağması hatası (%8.69) ve atkı yağması hatası (%6.88) için hata tanımları yapılmıştır.

Gözleme dayanan bir sistemden önlemeye dayalı bir sisteme geçmek için, zaman içerisinde proses çıktısındaki varyasyonu görmek ve kontrol altına almak gerekmektedir. Herhangi bir prosesin elde edilen ürünlerin ölçüm değerleri arasındaki değişkenlik hakkında yorum yapmak ve prosesin kontrol dışında olması durumunda bir uyarı sinyali almak ve bu değişkenleri kontrol altında tutmak için kontrol grafikleri kullanılan bir araçtır [18]. Prosesler kendiliğinden kontrol altına alınmaz. Bu nedenle kontrol grafiklerinin kullanımı, belirlenebilir sebepleri yok etmek, prosesdeki değişkenliği azaltmak ve proses performansını sürekli hale getirmek için önemli bir adımdır. Bu amaçla, kumaş kontrolü sonucunda görülen dokuma hatalarının kaydedildiği kalite kontrol kartlarındaki veriler kullanılarak hatalı oranı  $p$  kontrol grafiği hazırlanmıştır.  $p$  grafiği hazırlanan dönem için günlük kontrol edilen ürün miktarları farklı olduğu için üç farklı yaklaşım uygulanarak  $p$  grafikleri hazırlanmıştır. Tüm noktaların kontrol limitleri içinde olması sürecin kontrol altında olduğunu gösterir. Üst kontrol limitleri dışına taşan değerler bulunduğu anda ise özel faktörler araştırılarak gerekli düzeltmeler yapılmalıdır. Noktaların orta çizgi altında bulunması, kalitede iyileşme olduğu anlamına gelebilir. Alt kontrol sınırının altında bulunan değerler bu dönemde kusur oranının çok düşük olduğunu ifade eder. Bu durumlarda söz konusu iyileşmelerin sebepleri araştırılır [21]. Üretimdeki kumaş tiplerinin atkı sıklıklarındaki değişimlere bağlı olarak, metre bazında günlük kumaş üretim miktarı değişmektedir.

Günlük üretim miktarına bağlı olarak, kontrol edilen miktarlar farklılık gösterdiği için, kontrol grafiklerinin oluşturulmasında üç farklı yaklaşım uygulanmıştır.  $p$  kontrol grafiklerinin oluşturulmasında izlenen ilk yaklaşıma göre; her gün için hesaplanan hata oranları ( $p$ ), 12. günde üst kontrol sınırlarının dışında, 14. Günde alt kontrol sınırında ve 26. günde ise alt kontrol sınırlarının altında olduğu için, kalitenin istatistiksel olarak kontrol altında olmadığı tespit edilmiştir. Birinci yaklaşım güvenilir sonuçlar vermekle birlikte, kontrol grafiğini inceleyen personel yorum yapmakta zorlanabilmektedir. İkinci yaklaşımla oluşturulan kontrol grafiğinde 8. Gün için hesaplanan hata oranı üst kontrol sınırında, 14. Gün için hesaplanan hata oranı ise alt kontrol sınırının altında gözükmektedir. Yaklaşık kontrol sınırlarının yakınında bulunan noktaların kontrol sınırı dışında gözükmesi ikinci yaklaşımın zayıf yönü olarak görülmektedir. Üçüncü yaklaşıma göre oluşturulan kontrol grafiğinde, hata oranlarının standartlaştırılmış değerleri yer almaktadır. Gerçek hata oranlarını göstermemesi üçüncü yaklaşıma göre hazırlanan kontrol grafiğini yorumlayan personel için bir dezavantajdır.

Bu çalışma ile ham dokuma kumaşlarda dokuma üretimi süresince oluşan kumaş hataları istatistik yöntemlerle incelenmiştir. Bitmiş üründe istenmeyen bir durum olan kumaş hatalarının hepsini birden oluşmadan önlemek olanaksızdır. Fakat istatistiksel proses kontrol yöntemleri sayesinde belirli kumaş hatalarının tespit edilerek önlenmesi ile kalite seviyesi %80 oranında yükseltilebilecektir. Yakalanan kalite seviyesinin devamlılığını kontrol etmek amacıyla kullanılan kontrol grafikleri sayesinde; kalitenin kontrol dışı olduğu günlerdeki hataların nedenleri araştırılarak hedeflenen ürün kalitesine ulaşmak için yapılması gereken düzenlemeler görülebilecektir. Hatalı üretimin azalması sayesinde istenilen ürün kalitesine ulaşılmasının yanı sıra işletme maliyetleri de önemli ölçüde azalacaktır.

## 5 Kaynaklar

- [1] İTKİB. "İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri". <http://www.itkib.org.tr> (6.12.2013).
- [2] Eren R. *Dokuma Hazırlık Teknolojisi*. 1. Baskı. Bursa, Türkiye, Marmara Kitap Merkezi Yayınları, 2009.
- [3] Kadolph SJ, Langford AL, Hollen N, Saddler J. *Textiles*, 7<sup>th</sup> ed. Macmillan Publishing Company, New York, US, 1993.
- [4] İzbudak H, Alkan A. "Denim Fabric Defect Detection by Using Correlation Method". *2010 National Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering*, Bursa, Türkiye, 02-05 December 2010.
- [5] Dülgeroğlu Kısaoğlu Ö. "Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: I. Kumaş Hatalarının Kontrolü". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 291-301, 2010.
- [6] British Standards Institution. "Numerical Designation of Fabric Faults by Visual Inspection". British Standards Institution, London, United Kingdom, BS 6395, 1983.
- [7] Türk Standartları Enstitüsü. "Dokunmuş Kumaşlar Hata Tarifleri Terimler". Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, TS 471 ISO 8498, 2005.
- [8] Dorrry JL, Vachtsevanos G, Jasper W. "Real-Time Fabric Defect Detection and Control in Weaving Processes". National Textile Center Annual Report, Pensilvanya, USA, G94-2, 1996.
- [9] Kısaoğlu Ö. "Kumaş Kalite Kontrol Sistemleri". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 233-241, 2006.
- [10] Patır S. "İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri ve Kontrol Grafiklerinin Malatya'daki Bir Tekstil (İplik Dokuma) İşletmesinde Bobin Sarım Kontrolüne Uygulanması". *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(18), 231-249, 2009.
- [11] Dülgeroğlu Kısaoğlu Ö. "Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: II. Duruşların Kontrolü". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 303-313, 2010.
- [12] Meriç B, Özkal A. "Döşemelik Kumaş Üreten Bir İşletmede Randıman Analizi". *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1), 131-140, 2002.
- [13] Chummar A, Kuriakose S, Mathew G. "Study on Improving the Production Rate by Rapier Looms in Textile Industry". *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 2(7), 107-112, 2013.
- [14] Bircan H, Gedik H. "Tekstil Sektöründe İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri Uygulaması Üzerine Bir Deneme". *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(2), 69-79, 2003.
- [15] Kayaalp İD, Erdoğan MÇ. "Konfeksiyon İşletmesinde Dikiş Hatalarının İstatistiksel Proses Kontrol Yöntemlerini Kullanarak Azaltılması". *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19(2), 169-174, 2009.
- [16] Güner M, Akman Ü, Yücel Ö. "Erkek Gömleği Üretim Sürecinin Altı Sigma Yöntemiyle İyileştirilmesi". *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(1), 75-81, 2010.
- [17] Gjorgjevska B, Kjortosheva S, Chepujnoska V. "Statistical Process Control Model in the Design and the Development of Fabrics". *Journal of Engineering & Processing Management*, 2(1), 77-91, 2010.
- [18] Yücel M. "Toplam Kalite Kontrolü Açısından İstatistiksel Süreç Kontrol Tekniklerinin Önemi". *8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi*, Malatya, Türkiye, 24-25 Mayıs 2007.
- [19] ASTM Standards. "Standard Terminology Relating to Fabric Defects", ASTM Standard, Philadelphia, USA, ASTM D3990-99, 1999.
- [20] British Standards Institution. "Glossary of Terms for Defects in Woven Fabrics". British Standard, London, United Kingdom, BS 7342:1990, ISO8498:1989, 1990.
- [21] Ertuğrul İ, Karakaşoğlu N. "Kalite Kontrolde Örneklem Büyüklüğünün Değişken Olması Durumunda  $p$  Kontrol Şemalarının Oluşturulması". *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(10), 65-80, 2006.