

Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: I. Kumaş Hatalarının Kontrolü

A Statistical Quality Control System in a Medium-Scale Weaving Mill: I. Control of Fabric Defects

Özlem DÜLGEROĞLU KISAOĞLU*

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 20070, Denizli

Geliş Tarihi/Received : 11.09.2009, Kabul Tarihi/Accepted : 04.04.2010

ÖZET

Orta ölçekli bir dokuma işletmesinde istatistiksel proses kontrol teknikleri kullanılarak kontrol sistemi kurma çalışmaları yapılmış ve bu kontrol sisteminin diğer dokuma işletmeleri için de örnek oluşturabileceği düşünülmüştür. Belirli bir örnekleme planına bağlı olarak üretim parametrelerinin belirlenebilmesi ve bunların kontrolünün sağlanabilmesi için sondaj kontrolleri ile dokuma işlemi sırasında oluşan duruşlar nedenleri ile birlikte incelenmiş ve üretimi devam eden kumaş üzerindeki hatalar tespit edilmiştir. Bu çalışmalar için üç farklı kord ve bir poplin dokuma kumaşın üretimi izlenmiştir. Yapılan duruş analizleri iplik, dokuma hazırlık, dokuma proseslerindeki mevcut problemler konusunda bilgi vermekte ve özellikle iplik kalite özelliklerine, dokuma makinesi ayarlarına ve dokuma hazırlık işlemlerine işaret etmektedir. Dokuma kumaş kalitesi ile ilgili yapılan değerlendirmeler incelenen tüm kumaş tiplerinde iplikten gelen hata oranının, dokuma hazırlık/dokuma prosesinden kaynaklanan hata oranından çok daha yüksek olduğunu göstermiştir.

AnahtarKelimeler: *İstatistiksel proses kontrol, Dokuma işletmesi, Sondaj kontrolü, Dokuma kumaş hataları, Dokuma makinesi duruşları, Kontrol kartları.*

ABSTRACT

Establishing a control system in a medium-scale weaving mill by using statistical process control techniques was worked on and considered that the control system also would be a model for weaving mills. To determine production parameters and control them according to a definite sampling plan, the loom stoppages were investigated with their reasons and the defects on the fabric were detected during running of looms in process inspection. Therefore three different kinds of cord and a poplin fabric were observed. Analysis of loom-stoppages gives information about problems which are present in yarns, weaving preparation, weaving processes, and particularly indicates yarn quality, weaving machine adjustments and weaving preparation processes. In conclusion of woven fabric quality evaluations it was determined that the rate of defects originated from yarn is rather higher than that of defects originated from weaving preparation/weaving process.

Keywords: *Statistical process control, Weaving mill, Process inspection, Woven fabric defects, Loom stoppages, Control charts.*

1. GİRİŞ

Kalitede sürekli ve devamlı iyileşme felsefesini benimseyen sanayi kuruluşları üretimlerinde hata oluşmasını önleyecek yeni teknikleri kullanmaya özen gösterirler. Proses verimliliğinin artırılmasına yönelik yaklaşımlar içeren en etkin kontrol tekniklerinden biri istatistiksel proses kontrolüdür. İstatistiksel proses kontrol tekniğinde, örnekler üzerinde yapılan ölçmelerle üretimin kalitesi ile ilgili bilgilerin sürekli biçimde toplanması, kalitedeki bozulmaların saptanarak gerekli incelemelerin yapılması ve

çıkabilecek sorunlar için önlemlerin alınarak rapor edilmesi şeklinde bir yol izlenmektedir (Aft, 1988).

Bu araştırma kapsamında ihracatının % 80'ini tekstil ve konfeksiyon ürünleri oluşturan Denizli ilinde örnek bir proses kontrol sistemi kurma çalışması yapılmıştır (DETKİB, 2001). Bu çalışma, 2002 yılında yapıldığından belirtilen tarihteki veriler esas olarak gösterilmiştir. Şubat 2010 içinde kayda alınan tekstil ve hazır giyim ihracat kayıt rakamı 83.022.200 USD olup, 2009 yılının Şubat ayı rakamlarına göre % 27,38'lik bir artış

* Yazışılan yazar/Corresponding author. E-posta adresi/E-mail address : ozlemk@pau.edu.tr (Ö. Dülgeroğlu)

göstermiştir. Ocak-Şubat 2009-2010 döneminde Denizli ilimiz tekstil ve konfeksiyon ihracatının üç ana kalemini oluşturan mamullerden bornoz-sabahlık ihracatında %11,2'lik bir düşüş gözlenirken, havlu ihracatında %14,0'lük, çarşaf-nevresim ihracatında ise %10,0'luk bir artış meydana gelmiştir. Bu üç kalemin toplam ihracatımız içindeki payı % 60,4'dür (DETKİB, 2010).

Dokuma işleminden istenilen kalitenin ve üretim verimliliğinin sağlanabilmesi, işletmenin gerçek seviyesinin belirlenmesi, üretim hata ve kayıplarının zamanında tespit edilmesi için bazı kontroller yapılması gerekir.

Son yıllarda dokuma işletmelerinde bilgisayarlı üretime geçişi tamamlayan bilgi işleme, izleme ve tanımlama sistemleri olarak bilinen on-line kontroller ürün kalitesinin iyileştirilmesine yönelik proses kontrol uygulamaları içinde yer almaktadır. Türkiye'de dokuma işletmelerinin büyük çoğunluğu orta büyüklükte olan işletmelerdir. Bu ölçekteki dokuma işletmeleri için on-line üretim ve kalite izleme sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Ayrıca bilgisayarlı kontrol sistemlerinin henüz giderilemeyen sınırlı kumaşlar ile çalışabilme ve önemsiz sayılabilen kusurların algılanmasından kaynaklanan hata raporlarındaki gereksiz hata sayısı artışı gibi eksik yönleri de mevcuttur. Bu nedenle bu araştırmada orta ölçekli bir dokuma işletmesinde kalite parametrelerinin sürekli izlenmesi, sorunların ortaya konulması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi konularında yardımcı olacak istatistiksel proses kontrol tekniklerini kullanan bir kontrol sistemi kurulmasına yönelik çalışmalar yapılması amaçlanmıştır (Özek, 1995).

1. 1. İstatistiksel Proses Kontrolü

İstatistiksel proses kontrolü üretim faaliyetlerinin yürütülmesi sırasında oluşabilecek hataları veya üretimin kontrol dışına çıkması durumlarını en kısa sürede ortaya çıkartmak suretiyle düzeltici önlemlerin zamanında alınmasını sağlayan istatistiksel tekniklerin uygulamasıdır. Prof. K İshikawa'ya göre sanayide karşılaşılan sorunların % 95'i basit yedi temel teknikte çözümlenebilmektedir: Bu teknikler; akış diyagramı, çetele diyagramı, pareto analizi, neden-sonuç diyagramı, histogram, dağılım diyagramı ve kontrol kartlarıdır (Uğur, 1995; Asaka ve Ozeki, 1996).

Yapılan bu iki aşamalı çalışmada, işletmede karşılaşılan problemlerin ortaya koyulmasında ve bunların çözümünde kullanılan pareto diyagramları ve c kontrol kartları ile ilgili genel bilgi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

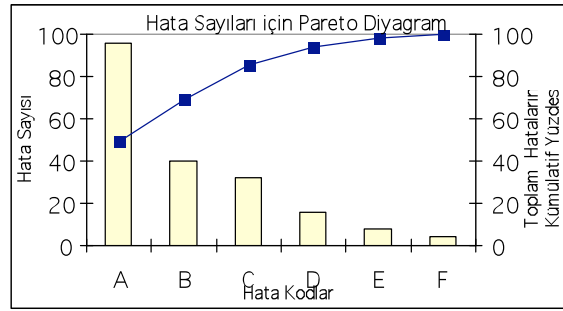
1. 2. Pareto Diyagramı

Pareto diyagramı, bir problemi oluşturan etkenlerin önem sırasına göre listesidir. Az sayıdaki önemli sorunun çok sayıdaki önemsiz sorundan ayırma tekniği

olarak da tanımlanabilir. Problemlerin kaynaklarının % 80'nin tüm problemlerin % 20'sini oluşturan basit nedenleri ortadan kaldırmakla çözümlenebileceği öngörülmektedir. Pareto diyagramı çiziminde araştırılacak sorunun belirlenmesinden sonra uygun veri çizelgesiyle toplanan bilgilerden faydalanılır. Toplanan veriler birim miktarlarına göre azalan bir sıra ile sıralanır. Büyüklüğüne bakılmaksızın "diğerleri" en son sıraya yerleştirilir. Pareto diyagramlarının yorumlanmasında dikkat edilecek en önemli nokta çözüme kavuşturulduğunda en fazla kâr getirecek problemin çözümünden başlamaktır. Aşağıda pareto diyagramı bir örnek üzerinde gösterilmektedir (Tablo 1 ve Şekil 1).

Tablo 1. Pareto diyagramı örneği.

Hata kodları	A	B	C	D	E	F
Hata sayısı	96	40	32	16	8	4
Kümülatif Hata (%)	48,98	69,39	85,72	93,88	97,96	100
	48,98	20,41	16,33	8,16	4,08	2,04



Şekil 1. Pareto diyagramı örneği.

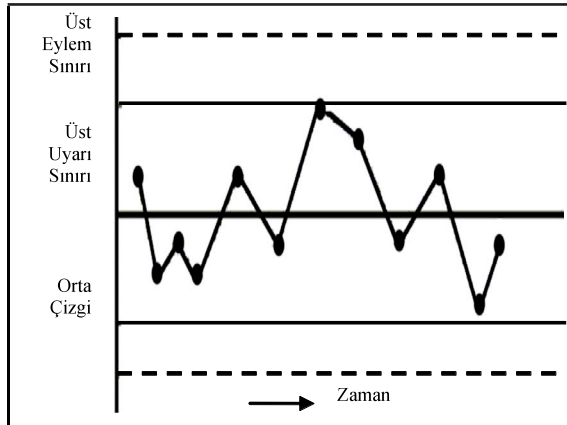
1. 3. Kontrol Kartları

Kontrol kartları, belirli ve eşit zaman aralıklarında alınan örneklerden elde edilen değerlerin zaman içindeki değişimlerinin gösterildiği grafiklerdir (Şekil 2). Bir prosesin kontrol kartları yardımıyla izlenmesi ve istenilen limitler arasında kalmasını sağlamak için; geçmiş bilgilerin analizi yapılarak kontrol limitleri saptanır. Belirli zaman aralıklarında yapılan ölçmelerle gerçekleştirilen spesifikasyonlar bulunur. Elde edilen sonuçlara göre yorum yapılır ve gerekli önlemler alınır.

Değişkenlik nedenleri kalite açısından genel ve özel nedenler olarak iki farklı gruba ayrılır: Genel nedenler, doğal nedenlerden meydana gelen ve proses faaliyeti süresince varolan rasgele bozulmalardır. Söz konusu bozulmalar, ürünlerde proses karakteristiği içinde öngörülebilir değişkenliklere sebep olurlar ve işletmede değişiklik yapılmadığı sürece yok edilemezler. Değişiklik ise çoğu kez önemli harcamalar ve büyük yatırımlar gerektirir. Genel nedenler; işletme şartları, makinelerin teknolojik durumu, kalite programının niteliği, hammadde

özelliklerinin belirlenmesi gibi faktörlere bağlı olarak oluşur. Özel nedenler, proseste ve ürün değişkenliğinde öngörülmeleyen bozulmalara sebep olurlar. Özel nedenler prosesin karakteristiği ile bağıntılı değildir; işçinin durumu, hammaddenin uyumsuzluğu, makine ayarlarının bozulması gibi belli bir sebepten kaynaklanan bozulmalardır. İyi dizayn edilmiş bir proses kontrolünde özel faktörlerin varlığı hemen anlaşılır. Bir üretim prosesinde özel nedenler sebebiyle değişimin varolduğu ancak istatistiksel proses kontrolü ile belirlenebilir.

Basit bir kontrol kartı, dikey bir eksen üzerinde merkezi (orta) çizginin ve alt-üst eylem sınırlarının bulunduğu üç yatay çizgiden oluşur. Kontrol kartının ortasındaki orta çizgi dağılım ortalamasını ya da olması istenilen standart değeri gösterir. % 95 olasılık sınırları olan $\mp 2\sigma$ uzaklığa çizilen iki yatay doğru uyarı sınırlarıdır. Alt ve üst kontrol limitleri olarak da bilinen % 99,73 güvenilirlikle orta çizginin $\pm 3\sigma$ uzaklığına çizilen iki yatay doğru ise eylem sınırlarını oluşturur. Kontrol altındaki bir üretimde herhangi bir karakteristiğin değişimi genellikle $\pm 3\sigma$ sınırları arasındadır. Bu sınırlar dışına düşen herhangi bir ortalama değer gerçek bir farkın, diğer bir deyişle önlenmesi gerekli bir hatanın varlığını gösterir.



Şekil 2. Kontrol kartının genel yapısı.

Tekstil endüstrisinde hatalı veya hatasız olarak kesin bir ayırımın yapılamadığı, hata miktarının ve önem derecesinin birbirinden farklı olduğu bazı durumlarla da karşılaşılabılır.

Örnek hacminin çok büyük ve olayın meydana gelme olasılığının çok küçük olduğu durumlarda Poisson dağılışı kullanılır. Poisson dağılışı örnek hacminin belirli sayının üzerinde olması durumunda normal dağılışa yaklaşır ve normal dağılışı için hazırlanan güven sınırları Poisson dağılışı için de uygulanabilir. Bu durumda sayılabilen değişimler için c ve u kontrol kartları kullanılır. Bu çalışmada kullanılan c kontrol kartında örnek sayısı sabittir ve hata sayısı belirtilir. c kontrol kartı için sınırlar aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. c kontrol kartı sınır değerleri.

Kontrol Kartları	Orta Çizgi	Alt ve Üst Kontrol Limitleri
Hata Sayısı (c)	\bar{c}	$\bar{c} \pm 3 \sqrt{\bar{c}}$

1. 4. Kontrol Kartlarının Yorumlanması

Uyarı ve eylem sınırlarının belirlendiği bir kontrol kartı üzerine gözlemlenen değerlerin yerleştirilmesiyle prosesin durumu hakkında yorum yapabilmek mümkün olur. Genel olarak noktalar limitler arasında kaldığı sürece, prosesin tesadüfi faktörlerin etkisi altında bulunduğu, kontrol dışına çıkmadığı sonucuna varılabilir. Eğer bir veya üst üste birkaç nokta limitler dışına çıkarsa süreci etkileyen bir özel faktörün mevcut olduğuna karar verilir ve düzeltici önlem alma yoluna gidilir. Her iki durumda da az da olsa bir hatalı karar verme riski vardır. Amaç, bu riski ekonomik olmak koşulu ile mümkün olduğu kadar en aza indirmektir.

2. 1. Dokuma Kumaş Hataları

“Kumaş hataları; bölgesel olarak ortaya çıkan, kumaş görünümünü etkileyen, kumaş strüktürünü değiştiren ve bölgesel sınırlılıkta özellik değişimlerine yol açan sapmalardır” (Weissenberger, 1996). Dokuma kumaş hataları genellikle çözgü yönündeki hatalar, atkı yönündeki hatalar, kumaş yüzeyindeki hatalar ve kenar hataları olmak üzere dört grup altında incelenmektedir. Tablo 3’de dokuma kumaş hataları için yapılan sınıflama görülmektedir (A.S.T.M. 1988; <http://www.protokolglobal.com/gpage1.html>; TMO, 2009).

2. 2. Dokuma Kumaş Hataları Kontrol Yöntemleri

2. 2. 1. Manuel Kumaş Kontrolü

Kumaş hatalarının tespit edilmesinde yıllardan beri kullanılan en yaygın yöntem ışıklı pano üzerinde hareket eden kumaşın izlenmesidir. Manuel kumaş kontrolü sonucunda oldukça sübjektif ve tekrarlanabilme yüzdesi düşük bir değerlendirme yapılır. Kumaş hatalarının sınıflanarak kaydedilmesi ve hata kaynakların belirlenerek önlem alınması zordur. Yapılan kontrol işlemi yorucu ve zaman alıcı olup operatörün verimli olarak çalıştığı zaman da sınırlıdır (Özek, 1995).

2. 2. 2. Görüntü Analizi Yöntemi

Görüntü analizi sistemleri çok değişik tekstil ürünleri üzerinde çeşitli ölçüm ve kontrol amaçlarıyla uygulanabilmektedir. Bir kumaşın dijital taranması sırasında elde edilen veriler hatasız bir kumaşın aynı koşullarda yapılan taramasıyla karşılaştırıldığında farklılık gösterirse bir hatanın varolduğu açıkça belirlenecektir. Ancak kumaş üzerindeki çok çeşitli desenler, örgü yapıları, renkler ve değişik hata türleri bu işlemi güçleştirmektedir. Otomatik kumaş kontrol sistemleri ile kumaş kalitesi hakkında sabit, objektif

ve yinelenabilir kararlar alınması sağlanır ve hata sebepleri hızlı olarak belirlenirken, önlem alma süresi kısalmır (Özek, 1995).

Tablo 3. Dokuma kumaş hataları.

Dokuma Kumaş Hataları	
1. Çözgü Yönündeki Hatalar	
Çözgü kopuğu (kaçığı)	Gevşek çözgü ipliği
Çözgü ucu	İnce – Kalın çözgü ipliği
Çözgü yolu	Karışık çözgü ipliği
Çift çözgü ipliği	Kirli-yağlı çözgü ipliği
Çözgüde ek yeri	Tarak yolu
Çözgüde iplik düzgünsüzlüğü	Tarak izi
Gergin çözgü ipliği	Tahar, desen, rapor hatası
2. Atkı Yönündeki Hatalar	
Atkı bozukluğu (Şekilsizliği)	Atkı ilmeği (Boncuk)
Atkı aralığı (Duruş izi)	İnce-kalın atkı ipliği
Atkı yığılması	Karışık atkı ipliği
Atkı bandı	Kirli-yağlı atkı ipliği
Atkı kaçığı (Ayak kaçığı)	Sık-seyrek atkı
Yarım atkı kaçığı	Sıyrılmış atkı
Çift atkı	Sökülmüş atkı izi
Atkı eğriliği	Tutuk atkı
Gergin atkı ipliği	Atkıda desen hatası
Gevşek atkı ipliği	Atkı ipliği abrajı
Atkı ipliği düzgünsüzlüğü	
3. Kumaş Yüzeyindeki Hatalar	
Çepel	Uçuntu
Dalgalı yüzey	Patlak, delik, yırtık
Düğüm	Kafes
Balık	Sürtünme izi (Ezik)
Nope	Yüzeydeki yabancı lifler
Havlı yüzey	Atlama
Leke	Pamuklama
Haşıl fazlalığı	Bükümsüz iplik
Kat izi (Kırışıklık)	
4. Kenar Hataları	
Bozuk kenar	Kıvrık kenar
Çımbar izi	Kalın kenar
Çekik kenar	Sakal (Püskül)
Gergin-gevşek kenar	Kenarda fazla atkı ipliği (Dalma)

3. MATERYAL

Deneyisel çalışmalar işletmede Kord A, Kord B, Kord C ve Poplin A olarak adlandırılan üç farklı kord ve bir poplin kumaş ile yürütülmüştür. Her iki makalede poplin A kumaşa ait veriler detaylı olarak sunulmuştur. Sonuçların tartışıldığı kısımlarda ise çalışmanın bütününde yer alan kord kumaşlara ait olan veriler analiz edilmiştir. Tüm kumaşların konstrüksiyon özellikleri ve üretimle ilgili değerleri Tablo 4’de görülmektedir. Dokuma makineleri farklılığından kaynaklanabilecek olumsuzlukları önlemek için aynı tip kumaşı üreten dokuma makinelerinin teknik özellikler ve ayarlar açısından benzer olmasına dikkat edilmiştir.

4. METOT

4. 1. Çalışma Planı

Belirlenen kumaş tiplerinin üretim ve kalite parametreleri yirmi gün boyunca düzenli olarak üretim esnasında ve üretimden sonra incelenmiştir.

Dokuma prosesinin mevcut kalite durumunu belirleyebilmek için öncelikle veri toplama planı oluşturulmuştur. Üretim esnasında oluşan dokuma kumaş hataları sondaj kontrolleri ile belirlenmiştir. Sondaj kontrolleri, belirli bir anda yapılan periyodik veya periyodik olmayan kontrollerdir. Sondaj kontrollerinin özellikle vardiya teslimi, çay ve yemek molası gibi etüt açısından sakıncalı zamanlara rastlamaması konusuna dikkat edilmiştir. İncelenen her kumaş tipi için günde on kez duruş, on kez hata sondaj kontrolü yapılmıştır. Kontrol edilen kumaşı dokuyan makineler önce bir kez hata, ardından bir kez duruş sondaj kontrolü için düzenli olarak dolaşmıştır. Belirlenen kumaş tipleri için gerçekleştirilen hata ve duruş sondaj süreleri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 4. İncelenen kumaşların konstrüksiyon özellikleri ve üretim değerleri.

Kumaş Tipi	Kord A	Kord B	Kord C	Poplin A
Atkı ipliği no-eğirme sis.	10/1 Open-end	10/1 Open-end	7/1 Open-end	20/1 Open-end
Çözgü ipliği no-eğirme sis.	16/1 Open-end	16/1 Open-end	16/1 Open-end	20/1 Open-end
Atkı Sıklığı	19 tel/cm	19 tel/cm	21 tel/cm	23 tel/cm
Çözgü Sıklığı	41 tel/cm	41 tel/cm	40 tel/cm	23 tel/cm
Toplam çözgü tel sayısı	6539X2 tel	6539X2 tel	6539 tel	3853X2 tel
Tarak eni	165 cm	165 cm	165 cm	175 cm
Tarak no	100/4	100/4	100/4	110/2
Ham en	160 cmX 2	160 cmX 2	160 cm	165 cm
Gramaj	287 g/m ²	287 g/m ²	360 g/m ²	150 g/m ²
Örgü tipi	Kord	Kord	Kord	Bezayağı
Dokunduğu makineler	Sulzer-Ruti, Plean model	Sulzer-Ruti, Plean model	Sulzer-Ruti, SRQ model	Sulzer-Ruti, Plean model
Çalışılan makine no.ları	404-407-410-412	402-409-411-413-414-418	204-205-213-214-220-222	309-311-312-314-315-316-317
Ortalama randıman	%74,7	%83,8	%83,9	%93,6
Ortalama günlük üretim	347,7 m/gün/makine	391,4 m/gün/makine	243,2 m/gün/makine	349,9 m/gün/makine

Tablo 5. Kumaş tipleri için sondaj süreleri.

Kumaş Tipi	Toplam dokuma makinesi sayısı	Hata - Duruş sondaj süresi
Kord C	6 adet	110 dakika
Kord B	6 adet	110 dakika
Kord A	4 adet	75 dakika
Poplin A	7 adet	120 dakika

Üretilmekte olan kumaş üzerinde yapılan hata sondaj kontrollerinde kumaş oluşum çizgisinin hemen önünde ani gözlemler ile saptanan hatalar makine numarası belirtilerek kaydedilmiştir. Bu tespitlerin belirlenen süre içinde yapılmasıyla veri toplama düzenin bozulmaması konusuna özellikle önem verilmiştir. Dokunmuş kumaşların kalite parametrelerinin belirlenmesi amacıyla son kontrol manuel olarak kalite kontrol makinelerinde yapılmıştır. Günlük üretim miktarına göre tüm kumaşların ortalama % 27,01'inin kontrolü yapılmıştır (Kısaoğlu, 2002).

4. 2. Ham Kumaş Kontrolünde Uygulanan Yöntem

Yapılan ham kumaş kontrolleri sırasında her hata çeşidi ortaya çıktıkları metrelerde boyutlarıyla beraber tespit edilmiştir. Ayrıca kontrolü yapılan kumaş topunun uzunluğu ve üretimin gerçekleştiği dokuma makinesi numarasını içeren bilgiler de kalite kontrol formlarına kaydedilmiştir.

Hertip kumaş için hata dağılım yüzdeleri oluşturulmuş ve tespit edilen hatalar için Pareto analizi yapılmıştır. Deneysel çalışmada incelenen tüm kumaş tiplerinde 100 metrede belirlenen hata sayıları için tip bazında c kontrol kartları hazırlanmıştır.

Kumaş hatalarının değerlendirilmesi ve kalite sınıflaması için The Worth Street Rules 4 Puan Sistemi kullanılmıştır. 4 puan sistemine göre hata boyutuna karşılık hata puanları belirlenmekte ve 1 yarda (0,9144 m) kumaşa 4 hata puanından daha fazla puan verilmemektedir (Powderly, 1987). Deneysel çalışmada 4 puan sistemindeki İngiliz ölçme sistemine göre verilen hata boyutları metrik sisteme göre tekrar düzenlenmiş ve 45 hata puanından daha yüksek puanı olan 100 metre uzunluğundaki kumaş topları ikinci kalite olarak değerlendirilmiştir (British Standards Ins., 1983). Kullanılan puanlandırma sisteminde belirli hata boyutlarına karşılık gelen hata puanları Tablo 6'da verilmiştir (Kısaoğlu, 2002).

Tablo 6. Kullanılan puanlandırma sistemine göre hata boyutları ve puanları.

Hata Boyutu	Hata Puanı
0 – 7.5 cm arasındaki hata için	1 puan
7.5 – 15 cm arasındaki hata için	2 puan
15- 23 cm arasındaki hata için	3 puan
23 cm'den fazla hata için	4 puan

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

5. 1. Hata Sondaj Kontrol Sonuçları

Dokunmakta olan kumaş üzerinde tespit edilen hataların sınıflarına göre sayısal sonuçları için Pareto analizi yapılmış ve hata dağılım yüzdeleri grafik halinde verilmiştir (Kısaoğlu, 2002).

5. 2. 1. Poplin A Kumaşın Hata Sondaj Kontrol Sonuçları

Poplin A kumaşın sondaj kontrolleriyle hata çeşitlerine göre belirlenen hata sayıları Pareto diyagramı ile Şekil 3'de, hata yüzdelerinin dağılımı ise Şekil 4'de gösterilmiştir.

5. 2. Ham Kumaş Kontrol Sonuçları

Kontrol edilen bir kumaş topundaki tüm hataların sınıflandırılmasıyla 100 metre kumaş uzunluğundaki hata dağılımları belirlenmiştir. Tespit edilen hata çeşitlerinin sayısal değerleri için Pareto analizi yapılarak her kumaş tipinde en sık görülen hatalar gösterilmiştir.

Aynı tip kumaşı dokuyan makinelerin ürettikleri kumaşlar hata sayıları bakımından karşılaştırılmış ve makineler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olup olmadığı, tesadüf parselleri deneme tasarımı kurularak varyans analizi ile % 5 önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Hata sayıları için yapılan varyans analizi sonucunda aynı kumaş tiplerini dokuyan makineler arasındaki farkın iki kumaş türünde önemli olduğu görülmüştür. Fakat pratik olarak kullanım kolaylığı sağlaması açısından 100 metrede belirlenen hata sayıları için tip bazında c kontrol kartları hazırlanmıştır.

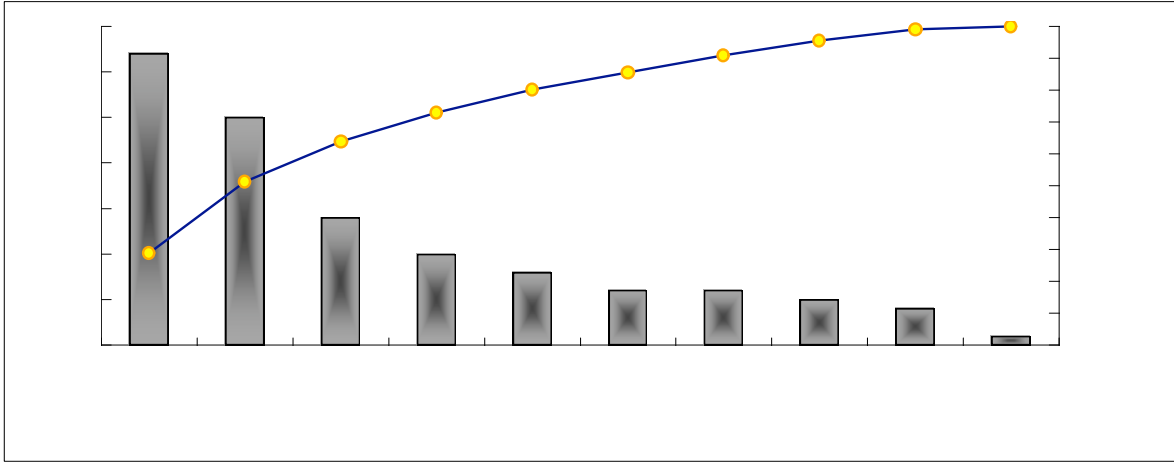
The Worth Street Rules 4 puan sisteminin metrik sisteme göre düzenlendiği puanlandırma sistemi esas alınarak günlük hata puanları hesaplanmış ve hata puanlarından faydalanılarak kalite sınıfları belirlenmiştir. Kontrolü yapılan kumaşların dokunduğu makinelerin günlük toplam üretim miktarından faydalanarak her kumaş tipi için belirli sondaj sürelerinde gerçekleşen üretim miktarı bulunmuş ve 100 metre kumaş uzunluğu için hata sayıları hesaplanmıştır. Üretimde hata sondaj kontrolleriyle ve üretimden sonra ham kumaş kontrolleriyle tespit edilen hataların karşılaştırılması ve sondaj kontrolleri ile hataların üretim sırasında belirlenebilme durumu değerlendirilmiştir (Kısaoğlu, 2002).

5. 2. 1. Poplin A Kumaşın Ham Kumaş Kontrol Sonuçları

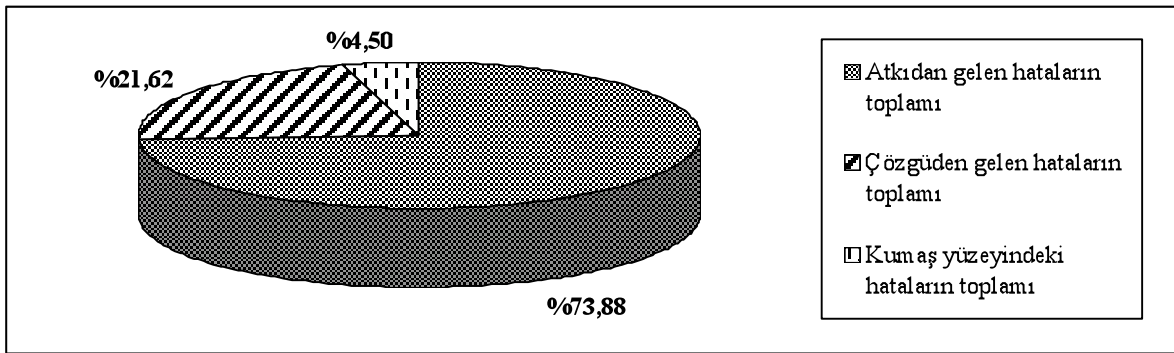
Poplin A kumaşın günlük ham kumaş kontrolü sonucunda tespit edilmiş olan hatalarının kaynaklarına göre dağılımı Şekil 5'da gösterilmiştir.

Şekil 5 incelendiğinde Poplin A kumaştaki hatalarının yaklaşık % 70'inin atkıdan, % 20'sinin çözgüden kaynaklandığı görülmektedir. Kenar hatalarının toplam hata sayısındaki payı çok düşük olmasına

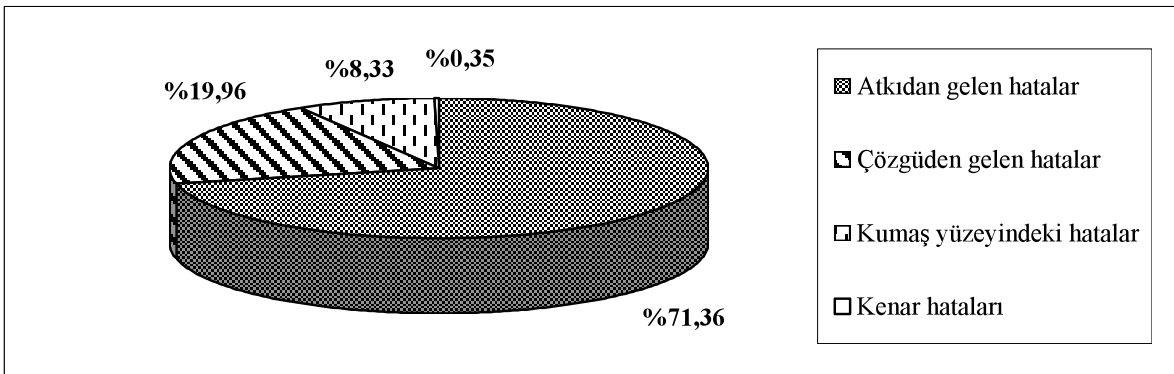
rağmen bu hatalar uzun metrajda ortaya çıktıklarında kumaş kalitesini önemli ölçüde etkilemekte ve ikinci kalite kumaşa neden olmaktadır.



Şekil 3. Poplin A kumaşın üretiminde belirlenen hatalar için Pareto diyagramı.



Şekil 4. Poplin A kumaşın hata sondajlarına göre hata dağılımı.



Şekil 5. Poplin A dokuma kumaş hatalarının dağılımı.

5. 2. 1. 1. Poplin A Kumaş Hatalarının Pareto Analizi ile İncelenmesi

20 gün boyunca kalite kontrol dairesinde hataları tespit edilen Poplin A kumaşın 100 metredeki hata sayıları için düzenlenmiş olan Pareto diyagramı Şekil 6'da verilmiştir. Pareto diyagramına göre toplam hataların % 64,86'sını atkı-çözgü yönünde tespit

edilen bükümsüz iplik ve renkli elyaf ile duruş izi ve atkıda yığılma hataları oluşturmaktadır.

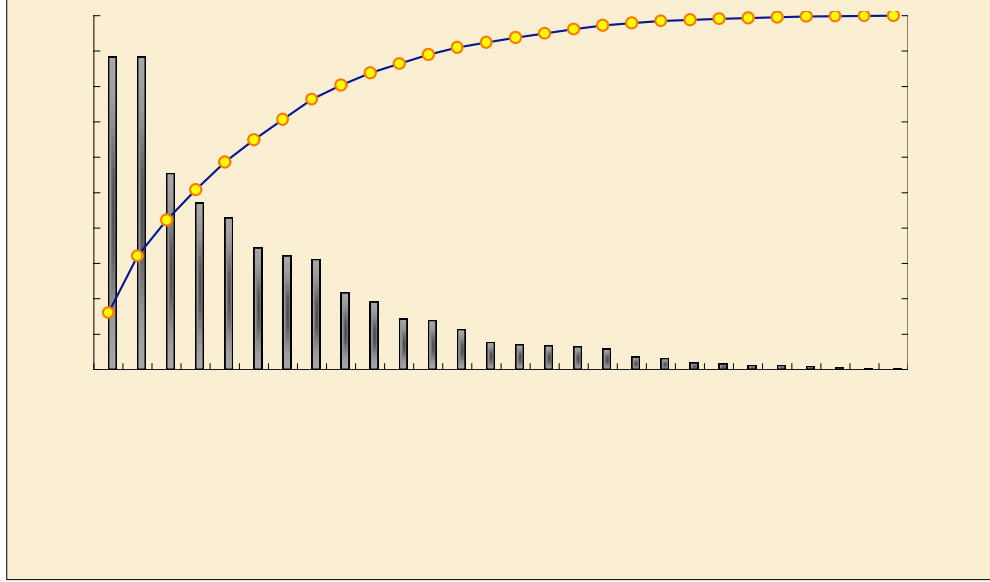
5. 2. 1. 2. Poplin A Dokuma Kumaş Hata Sayıları İçin c Kontrol Kartının Hazırlanması

Poplin A dokuma kumaş hatalarının kontrolü için 100 metre kumaş uzunluğunda belirlenen hata

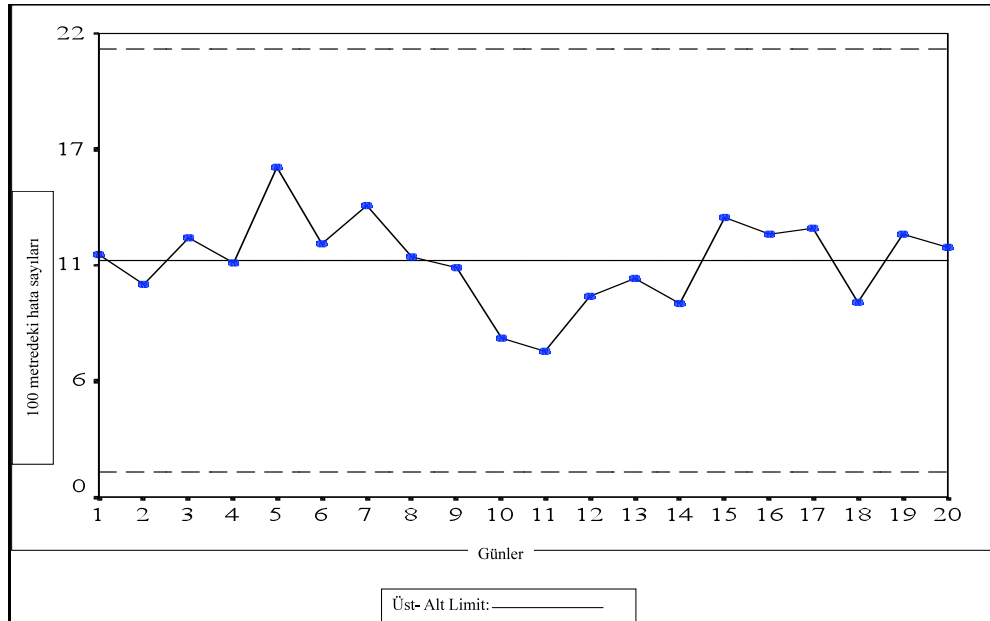
sayıları değişken olarak alınarak c kontrol kartları hazırlanmıştır. (Şekil 7) Tablo 7’de Poplin A dokuma kumaş hata sayıları için hesaplanan kontrol kartı sınır değerleri verilmiştir.

Bu durumda prosesin hata sayıları açısından kontrol altında olduğu söylenebilir. 20 günlük ham kumaş kontrolü sırasında incelenen 72 adet kumaş topu içerisinde hiçbir hata sayısı üst eylem sınır değerini aşmamıştır.

Poplin A hata sayıları kontrol kartı incelendiğinde eylem sınırları dışında herhangi bir nokta yoktur.



Şekil 6. Poplin A dokuma kumaşın 100 metredeki hata sayıları için Pareto diyaframı.



Şekil 7. Poplin A dokuma kumaş hata sayıları için c kontrol kartı.

Tablo 7. Poplin A dokuma kumaş hata sayıları için c kontrol kartı sınır değerleri.

Orta Çizgi	Sınırlar	$\bar{x} \pm \sigma$ Sınırları	Uyarı ($\bar{x} \pm 2\sigma$) Sınırları	Eylem ($\pm 3\sigma$) Sınırları
11,22	Üst Limit	14,57	17,92	21,27
	Alt Limit	7,87	4,52	1,17

5. 2. 1. 3. Poplin A Dokuma Kumaş Hata Puanları

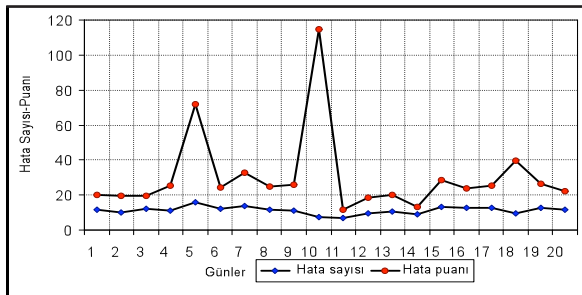
Poplin A kumaşın günlük olarak hesaplanan hata puanları ve bu değerlerden faydalanılarak belirlenen kalite sınıfları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Poplin A ham kumaş hata puanları ve kalite sınıfları.

Gün	Hata Puanı	Kalite Sınıfı
1	20,07	Birinci Kalite
2	19,54	Birinci Kalite
3	19,33	Birinci Kalite
4	25,43	Birinci Kalite
5	71,79	İkinci Kalite
6	24,25	Birinci Kalite
7	32,98	Birinci Kalite
8	24,80	Birinci Kalite
9	25,88	Birinci Kalite
10	114,60	İkinci Kalite
11	11,44	Birinci Kalite
12	18,49	Birinci Kalite
13	19,90	Birinci Kalite
14	13,01	Birinci Kalite
15	28,61	Birinci Kalite
16	24,03	Birinci Kalite
17	25,21	Birinci Kalite
18	39,59	Birinci Kalite
19	26,18	Birinci Kalite
20	22,01	Birinci Kalite
Ort.:	30,36	Birinci Kalite

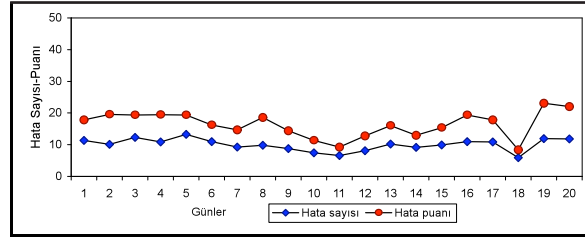
5. 2. 1. 4. Poplin A Kumaşın Hata Sayıları ile Hata Puanları Arasındaki İlişki

Poplin A ham kumaş kontrolü ile tespit edilen hata sayıları ve bunlara göre hesaplanan hata puanları karşılaştırılmıştır. Şekil 8’de 100 metredeki günlük hata sayıları ve hata puanları aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafikte yüksek hata puanına sebep olan bazı hata çeşitleri görülmektedir. Yüksek hata puanına sebep olan hatalar sürekli tekrarlayan atkı bandı, kalın atkı-çözgü iplikleri, atkı ipliği düzgünsüzlükleri, duruş izleri, saçak ve gevşek kenar hatalarıdır.



Şekil 8. Poplin A kumaş için günlük hata sayıları ve puanları (I. Durum).

Yüksek hata puanına sebep olan hataların olmadığı varsayılarak düzenlenen ikinci hata sayısı-hata puanı grafiği Şekil 9’da verilmiştir. Bu grafikte hata puanı ile hata sayısı arasında lineer bir ilişki olduğu görülmektedir.



Şekil 9. Poplin A kumaş için günlük hata sayıları ve puanları (II. Durum).

Poplin A kumaşın hata sayısı-hata puanı arasındaki korelasyon katsayısı 0,90 olarak hesaplanmış ve $\alpha = 0,05$ için kritik r değeri (0,433) ile karşılaştırılmıştır. Buna göre Poplin A kumaşın hata sayısı ile hata puanı arasındaki korelasyon istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

5. 2. 1. 5. Poplin A Kumaşın Sondaj ve Ham Kumaş Kontrollerinde Belirlenen Hatalarının Karşılaştırılması

Poplin A kumaşın üretiminde hata sondaj kontrolleriyle ve kalite kontrolde ham kumaş kontrolleriyle tespit edilen hata sınıfı dağılımlarının karşılaştırılması Tablo 9’da verilmiştir.

Yapılan değerlendirmelere göre atkıdan gelen hatalardan renkli elyaf, bükümsüz iplik ve kalın atkı ipliğinin % 25,97’sinin, çözgüden gelen hatalardan renkli elyafın % 12,83’ünün hata sondaj kontrolleri ile tespit edilebildiği belirlenmiştir.

Tablo 9. Poplin A kumaşın sondaj ve ham kumaş kontrollerine göre hata sınıfı dağılımları.

Hata Sınıfları	Sondaj Kontrollerindeki Hata %	Ham Kumaş Kontrollerindeki Hata %
Atkıdan Gelen Hatalar	73,88	71,36
Çözgüden Gelen Hatalar	21,62	19,96
Kumaş Yüzeyindeki Hatalar	4,50	8,33
Kenar Hataları	-	0,35

6. SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

Bu çalışmada üç farklı kord ve bir poplin kumaşın üretim-kalite parametreleri incelenmiştir. Kumaşların dokunması sırasında yapılan periyodik hata sondaj kontrolleriyle ve üretimden sonraki ham kumaş kontrolleriyle elde edilen bilgileri kullanarak dokuma işletmesi için örnek bir istatistiksel proses kontrol sistemi kurulmuştur (Kısaoğlu, 2002). Dokunmakta olan kumaş üzerinde yapılan hata sondaj kontrolleri ile tüm kumaş tiplerinde ortak olarak tespit edilen hatalar atkıda ve çözgüde renkli elyaf ve bükümsüz iplik ile atkıda yığılma hatalarıdır. Sondaj kontrollerinde tespit edilen atkı ve çözgüdeki

bükümsüz iplik ve renkli elyaf oranlarının ham kumaştaki değerler ile karşılaştırılması sonucunda bu hataların önemli bir kısmının üretim esnasında belirlenebildiği sonucuna varılmıştır. Bu durum iplikteki renkli elyaf (Şekil 10) ve bükümsüz iplik (Şekil 11) miktarı hakkında bir fikir vermesi açısından önemlidir.

Üretim esnasında hata sondaj kontrolleri ile ve üretimden sonra ham kumaş kontrolleri ile tespit edilen hata sınıfı dağılımlarının karşılaştırılması sonucunda Kord B, Kord A ve Poplin A kumaş tiplerinde hata dağılım oranlarının birbirine yakın olduğu, Kord C kumaş tipinde ise hata sondaj kontrollerinde belirlenen çözgü yönündeki hata oranının ham kumaş kontrolünde belirlenen orandan daha yüksek olduğu görülmüştür.

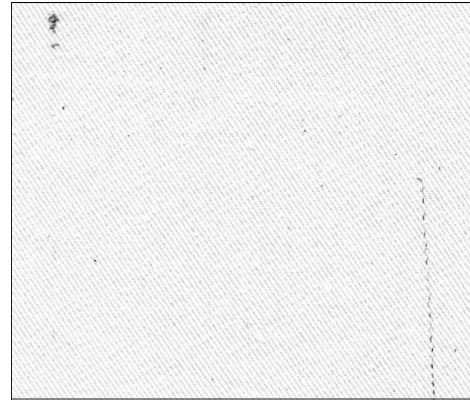
Büyük-küçük hatalar başlığı altında yapılan sınıflama; The Worth Street Rules 4 puan sistemine göre bir ve iki hata puan ile değerlendirilen hataların küçük, üç ve dört hata puanı ile değerlendirilen hataların büyük hatalar olarak sınıflandırılması esasına dayanmaktadır. İncelenen kumaş tiplerinde büyük-küçük hata oranlarının birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Tüm kumaş tiplerinde tespit edilen ortalama büyük hata sayısının oranı % 29,3 küçük hata sayısının oranı ise % 70,7 olarak bulunmuştur. (Tablo 10).

Ham kumaş kontrol sonuçlarının değerlendirilmesinde hata çeşitleri iplikten ve dokuma hazırlık/dokumadan kaynaklanan hatalar olmak üzere iki sınıf altında toplanmıştır. Yapılan bu değerlendirmenin sonuçları Tablo 11'de verilmiştir. İncelenen tüm kumaşlarda iplikten gelen hataların ortalaması % 66,27, dokuma hazırlık/dokumadan gelen hataların ortalaması ise % 33,73 olarak hesaplanmıştır.

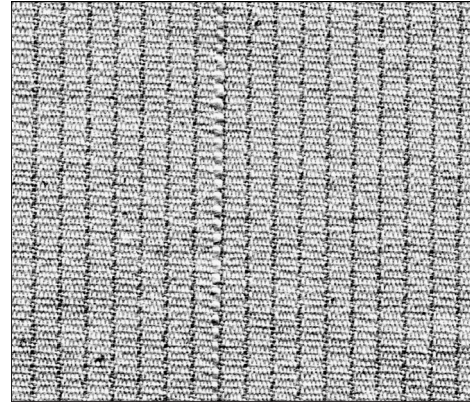
Kumaş tiplerine göre iplikten gelen bükümsüz iplik ve renkli elyaf hatalarının dağılımı Tablo 12'de görülmektedir. Tablo 12'ye göre bükümsüz iplik hatası iplikten gelen hataların % 45,54'ünü, renkli elyaf hatası % 28,27'sini oluşturmaktadır. Bütün kumaşların toplam hatalarının ortalama % 48,91'i atkı ve çözgüde tespit edilen bükümsüz iplik ve renkli elyaf hatalarından kaynaklanmaktadır.

Dokuma hazırlık ve dokumadan gelen hatalar içinde çözgü ucu, düğüm, duruş izi (Şekil 12) ve atkı yığılması (Şekil 13) hatasının Kord C kumaş tipinde % 68,15; çift atkı ipliği, atkı yığılması, çözgü ucu ve duruş izi hatasının Kord B kumaş tipinde % 59,85; çift atkı ipliği, atkı yığılması ve duruş izi hatasının Kord A kumaş tipinde % 57,93; atkı yığılması ve duruş izi hatasının Poplin A kumaş tipinde % 54,57 oranında olduğu belirlenmiştir. Bu duruma göre kumaş tiplerinin hepsinde dokumadan gelen hataların ortalama % 16,84'ünü atkı yığılması, % 22,10'unu duruş izi oluşturmaktadır.

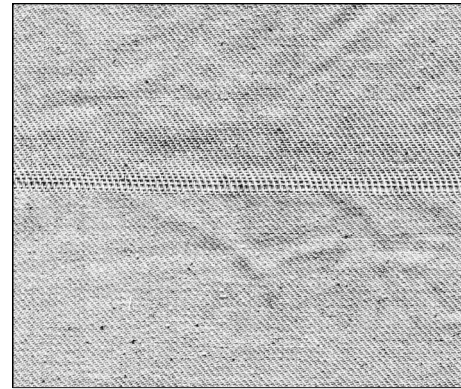
İncelenen kord ve poplin kumaşların üretiminde open-end iplik kullanılmaktadır. İncelenen tüm kumaş tiplerinin üretildiği open-end ipliklerinde önemli sayıda iplik kopuşuna ve kumaş hatasına sebep olduğu belirlenen kalın ve bükümsüz yerlere rastlanmıştır. Bükümsüz yer, normal iplik çapının 5-6 katı çapında, uzunluğu 10 cm'e kadar ulaşabilen, yatay olarak biriken elyaf kümelerinden oluşan iplikteki büküm almayan kısımların oluşturduğu hatadır. Son zamanlarda open-end makinelerinde kalın, bükümsüz yer ve moire hatalarını önlemek amacıyla bu hataları tespit ederek, eğirme ünitelerini durduran kapasitif veya optik olarak çalışan cihazlar geliştirilmiştir.



Şekil 10. Renkli elyaf hatası.



Şekil 11. Bükümsüz iplik hatası.



Şekil 12. Duruş izi.

Tablo 10. Ham kumaş kontrol sonuçlarına göre büyük-küçük hata oranları (%).

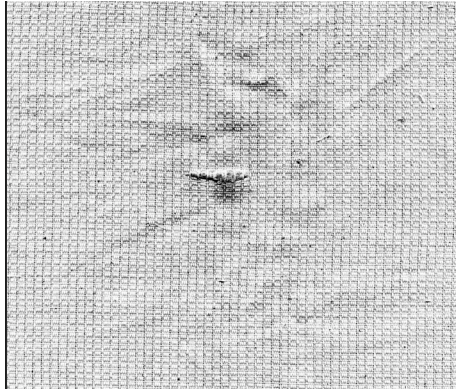
Kumaş Tipleri Hata Çeşitleri	Kord C	Kord B	Kord A	Poplin A
Büyük hatalar	28,21	29,31	31,33	29,31
Küçük hatalar	71,79	70,69	68,67	70,69

Tablo 11. İncelenen kumaşlarda iplikten ve dokuma hazırlık/dokumadan kaynaklanan hata oranları.

Kumaş Tipleri Hata Kaynakları	Kord C	Kord B	Kord A	Poplin A
İplikten kaynaklanan hata oranı (%)	60,77	67,10	70,00	67,20
D.hazırlık/dokumadan kaynaklanan hata oranı (%)	39,23	32,90	30,00	32,80

Tablo 12. İncelenen kumaşlarda iplikten gelen hatalar içindeki bükümsüz iplik ve renkli elyaf oranları.

Kumaş Tipleri Hata Kaynakları	Kord C	Kord B	Kord A	Poplin A
Atkıda bükümsüz iplik oranı (%)	25,87	33,67	31,54	23,91
Çözgüde bükümsüz iplik oranı (%)	16,72	10,64	26,07	12,74
Atkıda renkli elyaf oranı (%)	17,72	28,64	19,04	23,91
Çözgüde renkli elyaf oranı (%)	10,37	3,04	2,03	9,32
Toplam (%)	70,68	75,99	78,68	69,88



Şekil 13. Atkı yığılması.

Genellikle iplik kopuşuna neden olmayan, fakat kumaş hataları içinde yüksek oranda tespit edilen iplikten gelen renkli elyaf hatası pamuk elyafının kirlenmesinden kaynaklanır. Elyafın kirlenmesine balya ambalajında oluşan hasarlar ve balya içindeki yabancı madde ile yabancı lifler neden olur. Elyaf içinde olabilecek yabancı maddeler dokunmuş balya ambalajları, bez, ip ve sicim parçaları, plastik folyeler, sentetik maddeler, jüt, kanaviçe, yaprak, tüy, kağıt, deri, metal v.b.'dir. Elyafın yabancı madde tarafından kirlenmesini önlemek için pamuğun yetiştirme, hasat, depolama, çırçırılama ve ambalajlama işlemlerinde düzenlemeler yapılarak pamuğun iplik işletmesine mümkün olabildiğince temiz gelmesi sağlanmalıdır. Ayrıca iplikteki yabancı maddelerin belirlenmesi ve uzaklaştırılması için harman-hallaç dairesi ile bağlantılı olarak çalışan yabancı elyaf-materyal kontrol edici ve ayırıcı cihazların kullanılması yararlı olacaktır (Egbers v.d., 1985).

İncelenen tüm kumaş tipleri için 100 metre kumaş uzunluğundaki ortalama hata sayısı, hata puanı ve kalite sınıfı Tablo 13'de verilmiştir (Kısaoğlu, 2002).

Tablo 13 incelendiğinde Kord A kumaşın hata sayısının Kord C kumaştan daha düşük, hata puanının ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum Kord A kumaşın uzun metrajda sürekli devam eden hatalarının olmasından kaynaklanmaktadır. Kord A kumaş tipi 45 hata puanının üzerinde bir değer aldığı için ikinci kalite olarak değerlendirilmiştir. Fakat bu kumaşın hata sayıları c kontrol kartında kontrol sınırları dışına çıkan bir nokta görülmemektedir. Bu nedenle ham kumaş kalite değerlendirmesi yapılırken hata sayısı kontrol kartı ile hata puanı sonuçları birlikte incelenmelidir. Özellikle kumaş boyunca devam eden, yüksek hata puanına neden olan kumaş hataları olmadığında hata sayısı ile hata puanı arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve hata sayısına uygun olarak hata puanının tahminlenebileceği belirlenmiştir. Bu araştırmada, orta ölçekli bir dokuma işletmesinde istatistiksel proses kontrol teknikleri kullanılarak dört ayrı tip kumaşın kalite parametreleri belirlenmiş ve üretimin kontrol altına alındığı örnek proses kontrol sistemi oluşturulmuştur. Farklı dokuma işletmelerinde de benzer proses kontrol teknikleri kullanılarak sürekliliği sağlanabilecek olan kontrol sistemi ile üretim verimliliği artırılabilir aynı zamanda kumaş kalitesinin de yükselmesi sağlanabilecektir.

Tablo 13. İncelenen kumaş tiplerinin kalite karakteristikleri.

Ü. ve K. Karakteristikleri	Kumaş Tipleri	Kord C	Kord B	Kord A	Poplin A
Ortalama Hata Sayısı		16,58	10,03	16,08	11,22
Ortalama Hata Puanı		39,93	28,15	64,15	30,36
Kalite Sınıfı		I. Kalite	I. Kalite	II. Kalite	I. Kalite

KAYNAKLAR

- A.S.T.M. 1988. Committee on Standarts. Standart Terminology Relating To Fabric Defects, D3990. Philadelphia.
- Aft, L.S. 1988. Quality Improvement Using Statistical Process Control. Orlonda:Harcourt Brace Javanovich Inc.
- Asaka, T. and Ozeki, K. 1996. Handbook of Quality Tools. Portland: Productivity Press.
- British Standarts Institution. 1983. Numerical Designation of Fabric Faults by Visual Inspection, BS 6395. London.
- DETKİB, 2001. Denizli Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği. 01 Ocak-30 Kasım 2001 yılı değerlendirme raporu. Denizli.
- DETKİB, 2010. Denizli Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği. Şubat 2010 Yılı Değerlendirme Raporu. Denizli.
- Egbers, G., Azarschab, M., Murrweib, H., Weinsdörfer, H. and Wolfrom, J. 1985. Dokuma Verimini Geliştirebilmek İçin Alınan Önlemler. Sagem, s. 14-24.
- Gray Fabric Defects.<http://www.protokolglobal.com/gpage1.html>.
- Kısaoğlu, Ö. 2002. "Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Kalite Kontrol Sisteminin Kurulması", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Özek, Z. 1995. Tekstilde Kalite Kontrol Semineri, Dokuma Kumaşlarda Hata ve Kalite Kontrol Yöntemleri. Bursa: Sagem.
- Powderly, D. 1987. Fabric Inspection & Grading. Columbia: Bobbin International Inc.
- TMO, 2009. Tekstil Mühendisleri Odası. Dokuma Kumaş Hataları.
- Uğur, N. 1995. İstatistik Süreç Kontrol. (II. Baskı). Ankara: Kosgeb Eğitim Merkezi, Yayın No: 24.
- Weissenberger, W. 1996. VII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu. Kalitenin Yüksek Verimli Dokumahanelerde Hayati Önemi. İzmir.