



# HAM BORNOZLUK HAVLU KUMAŞLARDA DOKUMA ÜRETİMİ SÜRESİNCE OLUŞAN KUMAŞ HATALARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK İSTATİSTİKSEL BİR ARAŞTIRMA

## A STATISTICAL INVESTIGATION INTO THE DETERMINING WOVEN FABRIC DEFECTS THAT OCCUR ON RAW TERRY FABRICS 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: 24.01.2013, Kabul Tarihi/Accepted: 24.09.2013

doi: 10.5505/pajes.2014.64936

\* Yazışılan yazar/Corresponding author

Araştırma Makalesi/Research Article

### Öz

Bu çalışmada ham bornozluk havlu kumaşlarda dokuma üretimi süresince oluşan belirli dokuma hatalarının sayıları istatistiksel proses kontrol teknikleriyle incelenmiştir. Bornozluk havlu kumaş dokuması yapan bir işletmede seçilen standart bir kumaş üretimi için, dokuma sonrası ham kumaş hata kontrolü yapılmıştır. Işıklı kontrol panosunda, deneyimli kontrol elemanlarınca yapılan kontrol sonucu görülen dokuma hatalarının sayıları kalite kontrol kartlarına işlenmiştir. İstatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi uygulanarak, toplam hataların %80'ini oluşturan hatalar ortaya çıkarılmıştır. Problemlerin kaynaklarının %80'inin, tüm problemlerin %20' sini oluşturan basit nedenleri ortadan kaldırmakla çözümlenebileceği öngörüsüne dayanarak, belirlenen hatalar için neden-sonuç diyagramları ve p kontrol grafikleri oluşturulmuş ve bu hataların önlenmesine yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Bornoz, Dokuma, Kumaş, Hata, İstatistiksel proses kontrol.

### Abstract

In this study, the number of specific woven fabric defects occurred on raw terry fabrics during weaving production were investigated with statistical process control techniques. Raw fabrics of a selected standart fabric production were inspected for defect detection after weaving operation in a towel production company. Defects were detected by inspection of fabric on a lighted control board by experienced experts. Number of defects were noted on quality control charts. Applying pareto analysis, defects were revealed that formed 80% of total defects. Cause-effect diagrams and p control charts were created and solution suggestions to avoid these defects were presented keeping in mind that eliminating elementary causes, which is 20% of total problems, can resolve 80% of resources of problems.

**Keywords:** Bathrobe, Weave, Fabric, Defect, Statistical process control.

## 1 Giriş

Bornoz; suyu kolaylıkla emen, vücudun kurulanmasında kullanılan, bir veya iki yüzü ilmekli olarak dokunmuş veya örülmüş, terbiye işlemi uygulanmış havlu kumaştan dikilen giysidir. Önceleri özellikle ev tekstil ürünleri içerisinde yer alan ve hijyen sağlamak amacıyla kullanılmakta olan havlu kumaşlar, günümüzde döşemelik kumaşlar ve giyim ürünleri gibi farklı amaçlarla da kullanılmaya başlanmış olup, giderek artan bir taleple karşı karşıya kalmaktadır [1].

Türkiye'de havlu kumaş üretimi, Türkiye' nin ihraç ettiği havlu ve bornozun 2/3'ünün üretildiği Denizli ilinin yanı sıra yoğun olarak Bursa, Hatay, Kayseri ve Gaziantep illerinde gerçekleştirilmektedir. Denizli İhracatçılar Birliği'nin (DENİB) verilerine göre, 2012 yılında havlu ve bornoz ihracatının Denizli ilinin toplam tekstil ihracatı içindeki payı %27.2'dir [2]. Sanayi ve ticaret odalarından alınan verilere göre 2012 yılında Denizli'de 90 firma havlu dokuma alanında faaliyet göstermektedir [3].

Havlu kumaşlar dokuma ve örme olmak üzere iki şekilde imal edilebilirler. Havlu kumaşlarda havı meydana getiren ilmek %100 pamuk ipliği olmalıdır. Zemin ipliği olarak dokuma türü havlularda %100 pamuk ipliği, örme türü havlularda ise havlu kütlesine oranı %12'den fazla olmamak koşuluyla pamuk-

sentetik veya sentetik olmaktadır. Dokuma tipi havlu kumaşlar üç, dört, beş veya daha fazla atkılı olarak imal edilebilirler ve yapılarında birbirini takip eden iki zemin çözgü teli arasında en az bir ilmek yapan çözgü teli bulunmalıdır [4].

İmalat sektöründe, üretimi yapılan her üründe olabileceği gibi bornozluk havlu kumaşların üretiminde de hata oluşumu kaçınılmazdır. Hatalı üretimden kaynaklanacak maddi kayıp kaygıları nedeniyle, oluşabilecek bu hataların tespiti oldukça önemlidir [5]. Çünkü kumaş istenen kalitede üretilmemişse, bunun tüketici tarafından tespit edilmesi hangi kurallar uygulanırsa uygulansın problemin gerçek çözümü olmamaktadır. Giyim endüstrisindeki hataların %85'inin kumaş hatalarından kaynaklandığı göz önüne alınırsa dokuma kumaş üreticilerinin kendi bünyelerinde ürettikleri kumaşları etkin bir kalite kontrol sistemiyle istenen kalitede üretmeleri ve bu şekilde satışa sunmaları en doğru sistemdir [6].

### 1.1 Dokuma Kumaş Kalite Kontrolü

Tekstil fabrikalarında kalite planlamasının ilk aşaması son ürünün bitmiş durumdaki özelliklerinin saptanmasıdır. Bu çerçevede, kumaş hatalarının tespit edilmesinde yıllardan beri kullanılan en yaygın yöntem "ışıklı pano" üzerinde hareket eden kumaşın izlenmesidir. Bir kumaşın gözle görülen hatalarının tespit edilebilmesi için, deneyimli ve bu işlem için

özel olarak eğitilmiş bir operatör, kendisine verilen eğitim ve edindiği deneyime dayanarak kontrol sırasında fark ettiği hataları tespit eder ve mümkün olanları giderir ya da daha sonra giderilmesi için işaretler. Kumaş toplarının ortalama kalitesi hakkındaki karar, birim kumaş alanında saptanan hata sayısının, alıcının koyduğu pratik sınırlar veya deneyimler sonucu elde edilen standart üst sınırlar ile karşılaştırmasına dayanarak verilir.

## 1.2 Dokuma Kumaş Hataları

Dokuma kumaş hataları farklı şekillerde tanımlanmıştır. Kumaş hataları; bölgesel olarak ortaya çıkan, kumaş görünümünü etkileyen, kumaş yapısını değiştiren ve bölgesel sınırlılıkta özel değişimlere yol açan sapmalardır [7]. Kumaş hatası İngiliz standartlarında "mamul kumaşın faydalı enindeki, son ürünün kalitesini düşürecek her tür özellik" olarak tanımlanmaktadır [8]. TSE ise kumaş hatasını "kumaşlarda iplik, yardımcı madde, işçilik, makine, donanım ya da çalışma metodu yüzünden oluşan, gözle görülüp değerlendirilebilen ve kumaşın görünüşünü bozan kusurlar" şeklinde tanımlamıştır [9].

Dokuma kumaş hataları çözgü yönündeki hatalar, atkı yönündeki hatalar, kumaş yüzeyindeki hatalar ve kenar hataları olmak üzere dört ana başlık altında incelenebilir [9]. Literatürde 200'ün üzerinde farklı dokuma hatası ve mümkün olan 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 bornozluk 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.

## 1.3 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. Ishikawa'ya göre sanayide karşılaşılan sorunların %95'i yedi temel teknikte çözümlenebilmektedir. Bu teknikler akış diyagramı, çetele diyagramı, pareto analizi, neden sonuç diyagramı, histogram, dağılıma diyagramı ve kontrol kartlarıdır [7].

Bu çalışmada bornozluk kumaş üretiminde karşılaşılan dokuma hataları belirtilip tanımları yapılacak ve en fazla karşılaşılan hatalar istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi, neden-sonuç diyagramı ve p kontrol grafiği kullanılarak incelenecektir.

## 1.4 Pareto Analizi

Bir problemi oluşturan etkenlerin önem sırasına göre listesini belirten pareto analizi tekniği, problemlerin hangisinin öncelikle ele alınması gerektiğini göstermektedir [10]. Bu sayede, az sayıdaki önemli sorun, çok sayıdaki önemsiz sorundan ayırılmış olacaktır. 80:20 kuralı olarak bilinen pareto ilkesine göre problemlerin kaynaklarının %80'inin tüm problemlerin %20'sini oluşturan basit nedenleri ortadan kaldırmakla çözümlenebileceği öngörülmektedir.

Problemlerin nedeni olan %80'in belirlenebilmesi amacıyla pareto analizi yapılmaktadır [11].

İncelemeye alınan tüm problemlerin sonuca etkisi aynı şiddette olmadığından dolayı, problemlerin önemini görmek amacıyla pareto diyagramı çizilmektedir. Araştırılacak problemin cinsinin belirlenmesinin ve sınıflandırmasının yapılmasının ardından, uygun veri tablosuyla toplanan veriler birim miktarlarına göre azalan bir sıra ile sıralanır. Veri tablosu üzerinde her sınıfa ait toplamlar ve yüzdeleri belirtilir. En son gurup olarak, seçilmiş sınıfların dışında kalan problemler "diğerleri" hanesine kaydedilir. Oluşturulan veri tablosu kullanılarak, dikey eksenin toplamları ve yüzdelerini, yatay eksenin de sınıfları gösterdiği bir çubuk diyagramı oluşturulur [7],[11].

Pareto analizi tekniği dokunmakta olan kumaş üzerinde tespit edilen hataların sınıflarına göre sayısal sonuçlarının değerlendirilmesi [7],[12], dokuma işletmesinde ortaya çıkan duruş nedenlerinin [13] ve dokuma üretim randımanına etki eden faktörlerin belirlenmesinin [14] yanında tekstil ve konfeksiyon üretiminde problemlerin çözümü için gerekli çalışmaların başlatılmasında kullanılan bir grafiksel çözüm tekniğidir.

Bu çalışmada, pareto analizi tekniği kullanılarak problemlerin kaynaklarının %80'inin tüm problemlerin %20'sini oluşturan basit nedenleri ortadan kaldırmakla çözümlenebileceği öngörüsüne dayanarak, bornozluk havlu kumaş üretiminde ortaya çıkan dokuma hatalarının %80'ini oluşturan hatalar ortaya çıkarılmış olacaktır.

## 1.5 Neden-Sonuç Diyagramı

Neden-sonuç diyagramı, bir sürecin çıktı ya da sonucunun bağlı olduğu faktörlere yönelik oluşturulan neden ve sonuç ilişkisinin basit ve kolay bir şekilde açıklanması yöntemidir [15]. Neden-sonuç diyagramı bir sonuç ile sonuca etki eden bütün nedenleri bir arada göstermek için yapılır. Balık kılıcı şeklinde hazırlanan detaylı bir diyagram çizilirken, sorun açıkça tanımlanarak diyagramın sağ tarafına ve olası nedenler ana kategoriler halinde diyagramın sol tarafına yazılır. Daha sonra ana kategoriler içindeki olası nedenler belirlenip diyagrama ilave edilir. Çeşitli faaliyetleri bir arada görerek aralarındaki ilişkiyi inceleyebilmek neden-sonuç diyagramının en önemli avantajıdır [11],[16]. Diyagramda olası nedenlerden en önemlileri belirlenerek, bunlarla ilgili iyileştirme yapmak için araştırmalar yapılır [17].

## 1.6 Kontrol Grafikleri

Kontrol grafikleri, süreçte meydana gelen değişikliklerin doğal ya da doğal olmayan nedenlerden oluştuğunu ayırt etmeye yarar. Doğal olmayan nedenlerle ortaya çıkan değişiklikler süreci olumsuz olarak etkileyeceği için bu nedenlerin tanımlanması, araştırılması ve kontrol altında tutulması gerekir. Bu sayede süreç istatistiksel yöntemlerle ekonomik ve güvenilir biçimde kontrol altına alınmış olacaktır [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 istatistiksel güven sınırları olan kontrol limitleri içinde ise süreç kontrol altındadır [16],[18].

## 2 Materyal ve Metod

### 2.1 Materyal

Bu çalışmada %100 pamuk ve birim ağırlığı 420 gr/m<sup>2</sup> olan bornozluk havlu kumaşlar kullanılmıştır. Kumaş üretiminde Ne 16/1 karde ring hav ipliği, Ne 20/2 karde ring zemin çözgü ipliği ve Ne 16/1 karde ring atkı ipliği kullanılmıştır. Kumaş zemin çözgü sıklığı 12 çözgü/cm, atkı sıklığı 20 atkı/cm'dir. Hav iplikleri yumuşak olması için  $\alpha_e=3.7$  büküm katsayısı ile üretilmiştir. Dokuma tezgahı çıkışında 164 cm eninde olan kumaşların kontrolü için ışıklı kontrol panosu kullanılmıştır. Işıklı kontrol panosu TL84, D65 ve UV üst aydınlatma sistemine, TL84 alt aydınlatma sistemine sahiptir. Bu sayede farklı ışık kaynakları altında hatalar gözlemlenebilmektedir.

### 2.2 Metod

Bornozluk kumaşlardaki hatalar kontrol kartlarında çektirme, gergin çözgü teli, hav düşmesi, tahar hatası, tarak hatası, yağlı çözgü teli, atkı ipliği abrajı, yağ lekesi, eksik çözgü teli, çözgüde farklı iplik, yarım atkı kaçı, uçuntu ve delik-yırtık hataları olarak sınıflandırılmıştır. Kumaşlar hataların görülebilmesi için ideal olarak düşünülen 20 m/dak hız ile ışıklı kontrol panosunda sarılarak hata kontrolü yapılmıştır. Kumaş kontrolü deneyimli kalite kontrol elemanlarınca tüm kumaş enini gözlemleyebilecekleri bir mesafeden gerçekleştirilmiştir. Kumaş kontrolü sırasında TL84 üst aydınlatma kullanılmıştır.

23708 metre bornozluk 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 en büyük hata kontrol kartına kaydedilmiştir.

Kumaş kontrolü sonucunda görülen hata sayılarının istatistiksel değerlendirilmesinde istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi, neden-sonuç diyagramı ve p kontrol grafikleri kullanılmıştır.

## 3 Dokuma Hata Sayıları ve İstatistiksel Değerlendirme

23708 metre bornozluk ham kumaş kontrolü sonucunda hazırlanan hata takip raporu Tablo 1'de görülmektedir. Bu tablo 34 günlük sürede dokunan kumaşlarda görülen hata miktarlarını içermektedir. Toplam kısmında kontrol kartlarına kaydedilen her bir hatanın 23708 metre kumaştaki sayısı toplanmıştır. 34 gün boyunca 23708 metre kumaş kontrol edilmiş ve dokuma üretimi süresince oluşan 963 adet kumaş hatası tespit edilmiştir.

Hata takip raporundaki veriler kullanılarak kumaş hataları için pareto analizi yapılmıştır. Kumaş hataları toplam sayılarına göre büyükten küçüğe sıralanmış, hata yüzdeleri ve birikimli yüzdeleri hesaplanmıştır. Pareto analizi için kullanılacak veriler Tablo 2'de gösterilen veri tablosuna kaydedilmiştir.

Tablo 1: Hata takip raporu.

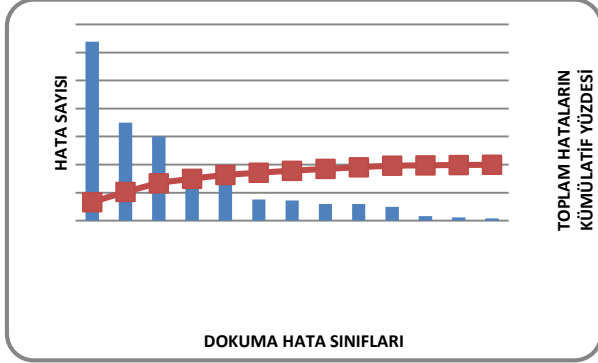
Hata Adı/Gün	1	2	3	4	5	6	32	33	34	Toplam
Çektirme	6	3	10	5	2	7	11	14	3	319
Gergin çözgü teli										175
Hav düşmesi	2	2	2	1	11	5	1	7	7	150
Tahar hatası				3						78
Tarak hatası										64
Yağlı çözgü teli										38
Atkı ipliği abrajı										36
Yağ lekesi				7						30
Eksik çözgü teli			2			3				30
Çözgüde farklı iplik										25
Yarım atkı kaçı					5					8
Uçuntu								2		6
Delik yırtık										4
<b>Toplam</b>										
<b>Dokuma</b>	8	5	14	16	18	15	12	23	10	963
<b>Hatası</b>										
<b>Kontrol Edilen</b>										
<b>Kumaş Uzunluğu</b>	520.4	615.9	613.8	607	605.6	608.4	652.3	578.4	538	23708
<b>(mt)</b>										

Tablo 2: Bornoz kumaşlarda görülen hata miktarları.

Hata Adı	Hata Sayısı	Hata Yüzdesi	Birikimli Yüzde
Çektirme	319	33.1	33.1
Gergin çözgü teli	175	18.2	51.3
Hav düşmesi	150	15.6	66.9
Tahar hatası	78	8.1	75
Tarak hatası	64	6.7	81.7
Yağlı çözgü teli	38	4.0	85.7
Atkı ipliği abrajı	36	3.7	89.4
Yağ lekesi	30	3.1	92.5
Eksik çözgü teli	30	3.1	95.6
Çözgüde farklı iplik	25	2.6	98.2
Yarım atkı kaçı	8	0.8	99
Uçuntu	6	0.6	99.6
Delik yırtık	4	0.4	100



İncelenen 13 dokuma hatası arasından, toplam hataların %80'ini oluşturan hataların belirlenmesi amacıyla, Tablo 2'deki veriler kullanılarak, dikey eksenin toplam hata sayılarını ve yüzdelerini, yatay eksenin de hata sınıflarını gösterdiği Şekil 1'deki pareto diyagramı oluşturulmuştur.



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

Hazırlanan pareto analizinde görüleceği gibi 13 hata sınıfının içinde, çektirme hatasının (%33.1), gergin çözgü teli hatasının (%18.2), hav düşmesi hatasının (%15.6), tahar hatasının (%8.1) ve tarak hatasının (%6.7) ilk beş sırayı alarak toplam hata sayısının %81.7'sini oluşturduğu görülmüştür (Bkz Tablo 2, Bkz Şekil 1). Bornozluk kumaş dokunması sırasında karşılaşılan 13 adet hatadan, sadece beşi olan bu hataların dokuma sırasında önlenmesi, toplam fireyi yaklaşık %80 oranında azaltabileceği tespit edilmiştir.

Toplam hataların %33.1'ini oluşturan çektirme hatası, hav eksikliğinden kaynaklanan çözgü yönünde oluşan iz şeklindeki hatadır (Şekil 2). Hav ipliklerinin birbirine yapışması ya da hav akışını engelleyen bir pislik veya biriken uçuntulardan dolayı hav ipliğinin lamel veya gücünde takılarak kumaş yapısından sağlanması nedeniyle oluşan hav eksikliğinden kaynaklanır. Çözgü ipliği koştugu zaman veya çözgüde uç gelmesi halinde, tezgahın durmaması sonucu kumaş boyunda hav çözgü ipliği noksanlığı olarak da görülebilir.



Şekil 2: Çektirme hatası.

En sık karşılaşılan ikinci problem olan gergin çözgü teli hatası, diğer çözgü tellerine nazaran farklı gerginlikte olan bir hav çözgü teli nedeniyle kumaş yüzeyinde çözgü yönü boyunca bir sıra havın diğerlerine göre kısa kalması şeklinde görülmektedir (Şekil 3). Hav çözgü levendindeki eksik çözgü tellerinin yerine dokumacının bobinden iplik vermesi ve

bobinden beslenen ipliğın gerginliğinin ayarlanamaması sonucu oluşur.



Şekil 3: Gergin çözgü teli hatası.

Üçüncü önemli problem olan hav düşmesi hatası, atkı ipliğinin düzensizliği veya incelik farkı nedeniyle hav ilmeklerinin istenen düzeyde teşkil edilememesi ve kumaş yüzeyinde atkı yönünde bir sıra havın diğerlerine göre kısa kalması nedeniyle oluşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4: Hav düşmesi hatası.

Gözlemlenen tahar hataları hav çözgü tellerinin gücü tellerinden veya tarak dişlerinden hatalı geçirilmesi sonucu oluşan, kumaş yüzeyinde çözgü yönünde iz şeklinde görülen hatalardır (Şekil 5).



Şekil 5: Tahar hatası.

Tarak hatalarının temel nedeni tarak dişi aralıklarındaki eşitsizlik veya tarak dişlerindeki bozukluk olup, özellikle zemin çözümlerinin arasındaki boşlukların bu bozukluk nedeniyle açılması nedeniyle oluşmaktadır. Çözgü boyunca bir sık çizginin yanında bir seyrek çizgi halinde görülen, sürekli çizgi şeklindeki hatadır (Şekil 6). Özellikle kadifelik kumaşlarda oluşan tarak hataları, kadife traş işleminden sonra çözgü yönünde uçları kesilmiş hav tellerinin arasında havsız bölgeler var görünümünü verecek şekilde çizgi çizgi boşluklar oluşmasına ve kumaşın ikinci kaliteye ayrılmasına neden olmaktadır.



Şekil 6: Tarak hatası.

Karşılaşılan dokuma hataları operatör kaynaklı olabileceği gibi, kullanılan iplik özellikleri, işletme çalışma şartları ve dokuma tezgahının bakımı ile de ilgili oluşabilmektedir. Bu nedenle dokuma hatalarının oluşma nedenleri yine istatistik yöntemlerle incelenmeli ve en doğru tespit yapılarak hatanın oluşmasını önleme yoluna gidilmelidir.

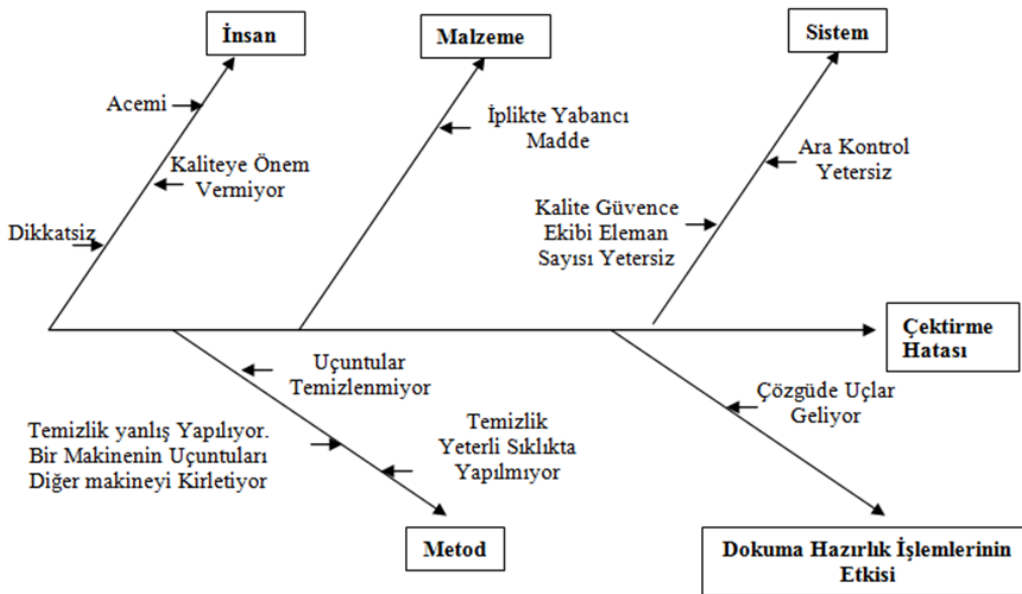
Hazırlanan pareto analizinde toplam hataların %81.7'sini oluşturan çektirme hatası, gergin çözgü teli hatası, hav düşmesi hatası, tahar hatası ve tarak hatasının oluşmasını önlemek için "beyin fırtınası tekniği" ve "neden-sonuç

diyagramı" kullanılarak, bu hataların neden olduğu anlaşılmasına çalışılmıştır. Hata oluşumuna yol açan tüm nedenler, işletme ekibi ile birlikte beyin fırtınası tekniği kullanılarak belirlenmiş ve neden-sonuç diyagramlarında gösterilmiştir.

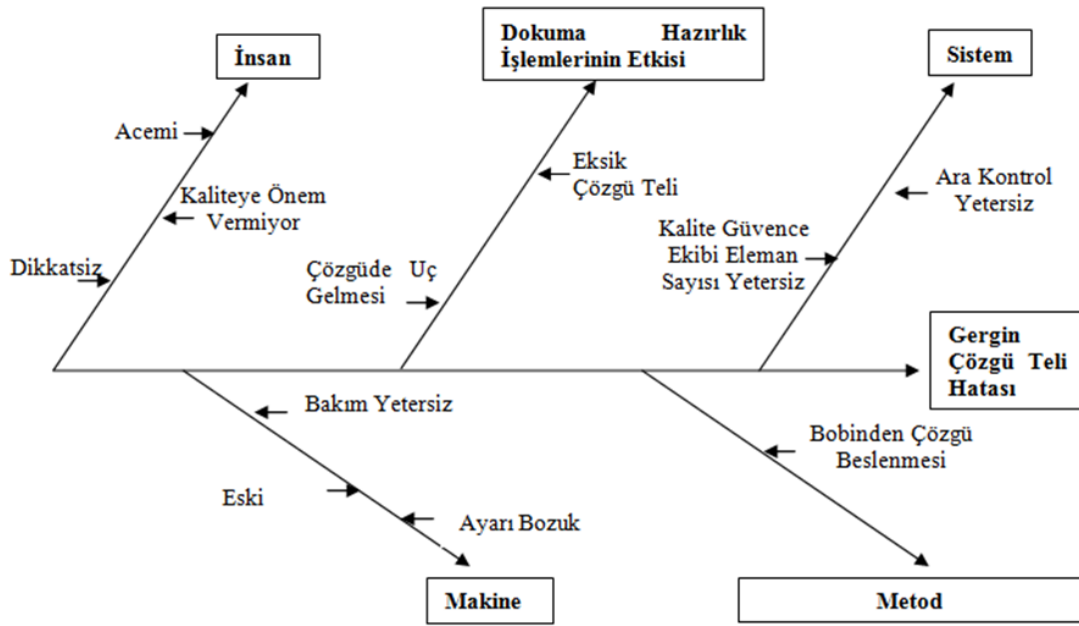
Çektirme hatası için oluşturulan diyagramda (Şekil 7) hata nedenleri insan, malzeme, sistem, metod ve dokuma hazırlık işlemlerinin etkisi olarak beş ana başlık altında toplanmıştır. Hata nedenleri önem düzeyine göre sıralanarak, çektirme hatasının sebeplerinde "iplikte yabancı madde" en önemli hata sebebi olarak belirlenmiştir. Dokumacının dikkatsizliği ve ara kontrollerin yetersizliği kumaş yüzeyinde çektirme hatasının boyutunun büyümesinde önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmede makine temizliğinin düzenli ve doğru bir şekilde yapılmasının çektirme hatalarının oluşumunu önemli ölçüde azaltacağı kanaatine varılmıştır.

Gergin Çözgü Teli hatası için oluşturulan diyagramda (Şekil 8) hata nedenleri insan, sistem, dokuma hazırlık işlemlerinin etkisi, makine ve metod olarak beş ana başlık altında toplanmıştır. Hata nedenleri önem düzeyine göre sıralanarak, gergin çözgü teli hatasının sebeplerinde "bobinden çözgü beslenmesi" en önemli hata sebebi olarak belirlenmiştir. Çözgü hazırlama işleminde hav çözgü tel sayısının kopuş vb nedenlerden dolayı eksik kalması hata oluşumuna zemin hazırlar. Dokumacının eksik kalan çözgü teli yerine bobinden beslediği çözgü telinin gerginliğinin, diğer çözgü tellerine nazaran farklı olması sonucu hata oluşur. Bu nedenle çözgü levendinde eksik tel olmaması ve uç gelmemesi istenir.

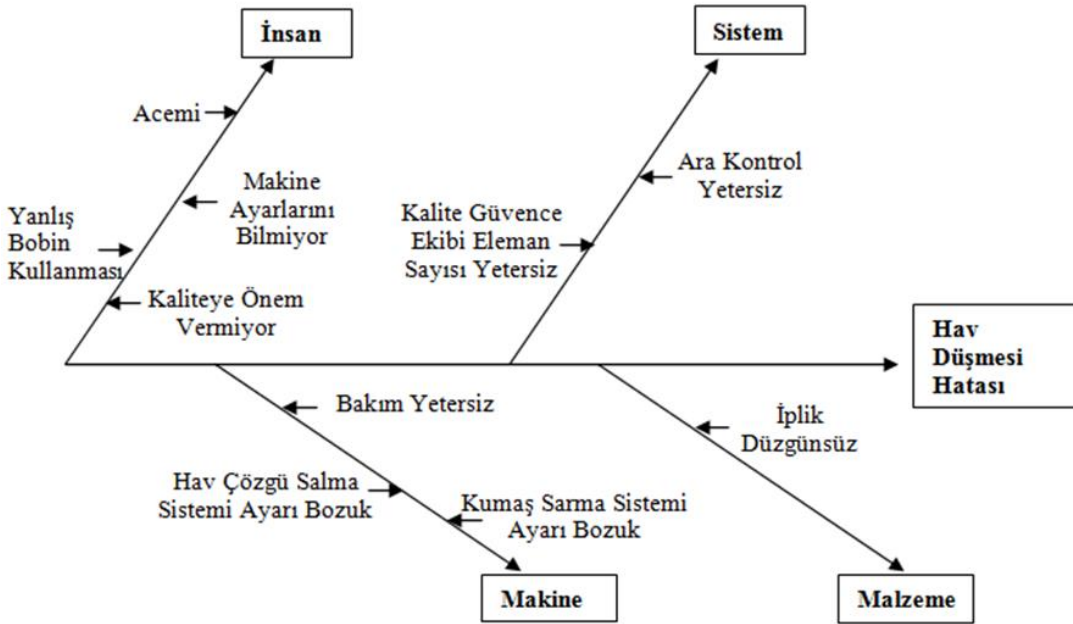
Hav Düşmesi hatası için oluşturulan diyagramda (Şekil 9) hata nedenleri insan, sistem, makine ve malzeme olarak dört ana başlık altında toplanmıştır. Hata nedenleri önem düzeyine göre sıralanarak, hav düşmesi hatasının sebeplerinde "iplik düzgünsüzlüğü" ve "yanlış bobin kullanılması" en önemli hata sebepleri olarak belirlenmiştir. İşletmede makine ayarlarının düzenli kontrol edilmesinin ve doğru bir şekilde yapılmasının hav düşmesi hatalarının oluşumunu önemli ölçüde azaltacağı kanaatine varılmıştır.



Şekil 7: Çektirme hatası için hazırlanan neden sonuç diyagramı.



Şekil 8: Gergin çözgü teli hatası için hazırlanan neden sonuç diyagramı.



Şekil 9: Hav Düşmesi hatası için hazırlanan neden sonuç diyagramı.

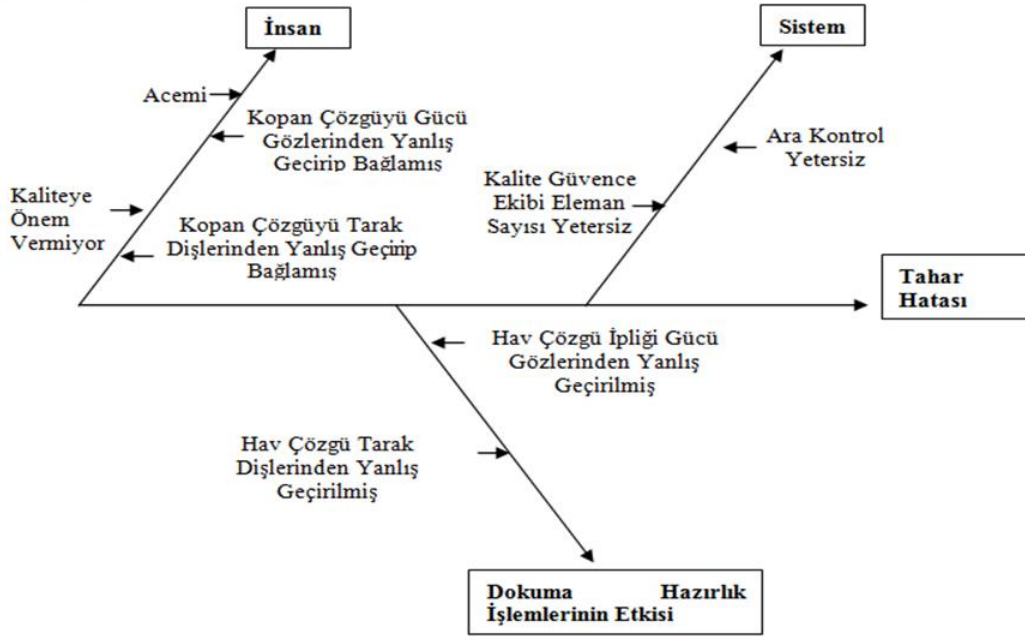
Tahar hatası için oluşturulan diyagramda (Şekil 10) hata nedenleri insan, sistem ve dokuma hazırlık işlemlerinin etkisi olarak üç ana başlık altında toplanmıştır. Hata nedenleri önem düzeyine göre sıralanarak, tahar hatasının sebeplerinde "hav çözgü ipliğinin gücü veya tarak gözlerinden yanlış geçirilip bağlanması" en önemli hata sebebi olarak belirlenmiştir. Dokumacının dikkatsizliği hata boyutunun büyümesine yol açan önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tarak hatası için oluşturulan diyagramda (Şekil 11) hata nedenleri insan, sistem, makine ve metod olarak dört ana başlık altında toplanmıştır. Hata nedenleri önem düzeyine göre sıralanarak, tarak hatasının sebeplerinde "tarak dişlerinin bozukluğu" en önemli hata sebebi olarak

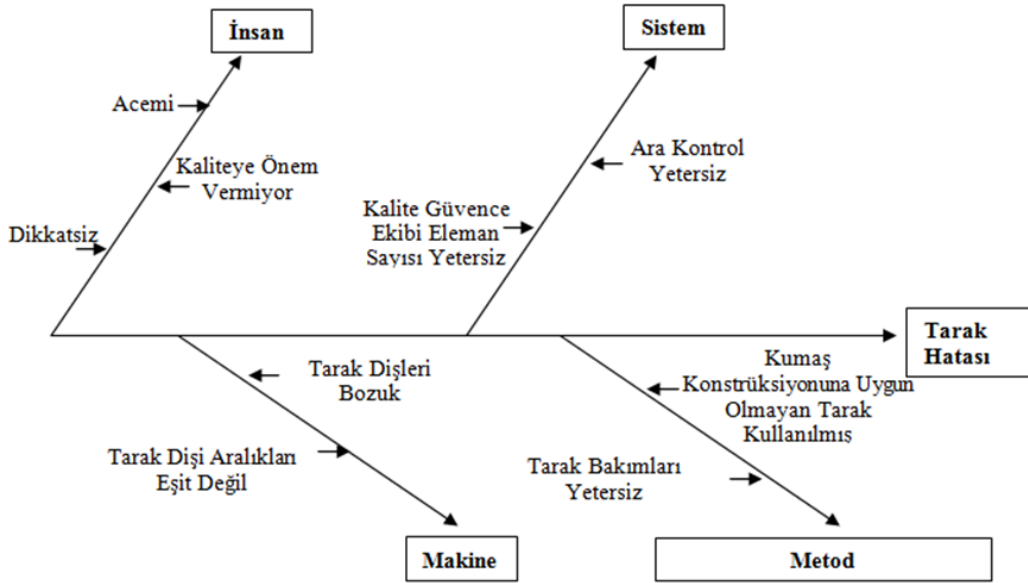
belirlenmiştir. Tarak hatasının önlenmesi için tarak dişlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve tarak bakımlarının yapılması gerekmektedir.

Gözleme dayanan bir sistemden önlemeye dayalı bir sisteme geçmek için, zaman içerisinde proses çıktısındaki varyasyonu görmek ve kontrol altına almak gerekmektedir. Bu amaçla, bornozluk 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. Bu nedenle önce p grafiğinde ortak kontrol sınırı kullanılıp kullanılmayacağı tespit edilmiştir.





Şekil 10: Tahar hatası için hazırlanan neden sonuç diyagramı.



Şekil 11: Tarak hatası için hazırlanan neden sonuç diyagramı.

P grafiğinde ortak sınır kullanılabilmesi için;  $n_{min} \times 1.20 \geq n_{max}$  olmalıdır [15].

$n_{min}=243.5$

$n_{max}=1854.2$

$243.5 \times 1.20 = 292.2 < 1854.2$  olduğu için ortak sınırlar kullanılmayan p grafiği hazırlanacaktır. Yani her n değeri için  $i=1'$  den  $i=34'$  e kadar farklı kontrol sınırları hesaplanacaktır.

p : Ortalama Hata Oranı = Toplam Hata Adedi/Toplam Kontrol Edilen Ürün Metrajı

n: Kontrol Edilen Kumaş Metrajı

ÜKS: Üst Kontrol Sınırı (Denklem 1)

MÇ: Merkez Çizgi

AKS: Alt Kontrol Sınırı (Denklem 2)

$MÇ = \bar{p}$

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

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

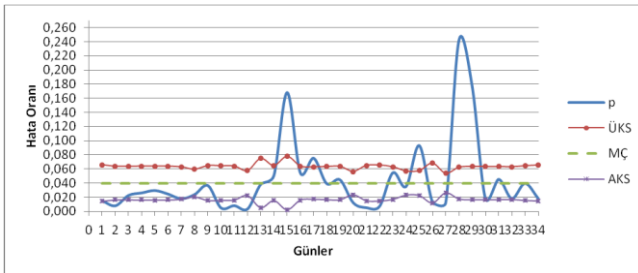
$$\text{Ortalama hata oranı} = \bar{p} = \frac{963}{23708} = 0.040$$

Ortalama hata oranının hesaplanmasının ardından her n değeri için ayrı yarı hesaplanan ÜKS, MÇ ve AKS değerleri Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3: Hatalı oranı p kontrol grafiği verileri.

Örnek No (Günler)	Örnek Büyüklüğü (n <sub>i</sub> )	Hata Adedi	Hatalı Oranı (p)	ÜKS	MÇ	AKS
1	520.4	8	0.015	0.066	0.040	0.014
2	615.9	5	0.008	0.064	0.040	0.016
3	613.8	14	0.023	0.064	0.040	0.016
4	607	16	0.026	0.064	0.040	0.016
5	605.6	18	0.030	0.064	0.040	0.016
6	608.4	15	0.025	0.064	0.040	0.016
7	662.9	12	0.018	0.063	0.040	0.017
8	914.5	22	0.024	0.059	0.040	0.021
9	571.7	21	0.037	0.065	0.040	0.015
10	588.7	3	0.005	0.064	0.040	0.016
11	603.9	5	0.008	0.064	0.040	0.016
12	1125.7	4	0.004	0.058	0.040	0.022
13	285.6	11	0.039	0.075	0.040	0.005
14	570.4	29	0.051	0.065	0.040	0.015
15	243.5	41	0.168	0.078	0.040	0.002
16	603.9	33	0.055	0.064	0.040	0.016
17	662.3	50	0.075	0.063	0.040	0.017
18	634	25	0.039	0.063	0.040	0.017
19	623.9	28	0.045	0.064	0.040	0.016
20	1280.8	16	0.012	0.056	0.040	0.024
21	557.8	3	0.005	0.065	0.040	0.015
22	540.4	4	0.007	0.065	0.040	0.015
23	656.9	36	0.055	0.063	0.040	0.017
24	1214.7	43	0.035	0.057	0.040	0.023
25	1135.8	106	0.093	0.057	0.040	0.023
26	441	6	0.014	0.068	0.040	0.012
27	1854.2	23	0.012	0.054	0.040	0.026
28	698.1	169	0.242	0.062	0.040	0.018
29	626.1	111	0.177	0.063	0.040	0.017
30	635.6	12	0.019	0.063	0.040	0.017
31	636.1	29	0.046	0.063	0.040	0.017
32	652.3	12	0.018	0.063	0.040	0.017
33	578.4	23	0.040	0.064	0.040	0.016
34	538	10	0.019	0.065	0.040	0.015
<b>Toplam</b>	<b>23708</b>	<b>963</b>				

Tablo 3'teki veriler kullanılarak Şekil 12'de görülen hata oranı p kontrol grafiği hazırlanmıştır. Kumaş hataları için hazırlanan p kontrol grafiğinde 34 günlük kontrolün hata oranı (MÇ) %4 olarak görülmektedir. Grafikte 15, 17, 25, 28 ve 29. günlerde hata oranlarının üst kontrol sınırlarının dışında olduğu görülmektedir. 2, 10, 11, 12, 20, 21, 22 ve 27. günlerde ise hata oranları, alt kontrol sınırlarının altında çıkmıştır. Kontrol sınırlarının dışında kalan noktalar nedeniyle dokuma üretiminde kalitenin istatistiksel olarak kontrol altında olmadığı bu grafikte anlaşılmıştır.



Şekil 12: Dokuma sırasında oluşan kumaş hataları için hazırlanan hata oranı p kontrol grafiği.

## 4 Sonuçlar ve Öneriler

Kumaşlarda oluşan dokuma hatalarının çoğunlukla düzeltilmesi mümkün olmamaktadır. Hatalı kısımlar, konfeksiyon üretimi öncesinde kesim aşamasında kumaş içerisinden, pastal planındaki ek yerleşimine göre kesilip çıkarılmakta ve pastal firesi oluşmaktadır. Kesilen bu kısımlarda hatasız bölgeler bulunsa dahi, renk farkı oluşacağı endişesiyle üretimin devamında kullanılmamaktadır. Kesim sırasında hatalar fark edilemezse, hatalı kısımlardan kesilen parçalar dikilecek bornozun farklı kısımlarına rasgelebilmektedir. Sonuçta bu kısımlardan dikilen bornozun üzerinde dokuma hatası bulunacağı için son ürün kontrolü sırasında ikinci kaliteye ayrılmaktadır. Bu aşamada eğer bornoz üzerinde bulunan hata fark edilmez ve müşteriye ulaşırsa daha büyük problemler ortaya çıkmaktadır.

Konfeksiyon işlemi görmüş ürünlerde karşılaşılan hataların neredeyse %85'inin kumaş hatalarından oluştuğu göz önüne alınırsa, bu hataların oluşmasını önlemek en doğru yol olacaktır. Bu nedenle ham kumaş kontrolü sırasında tespit edilen hata sayıları istatistik yöntemlerle incelenmiştir.

Bu çalışmada dokuma üretimi sonrasında ışıklı kontrol panosunda yapılan kumaş kontrolü sonucu görülen kumaş hataları kalite kontrol kartlarına kaydedilerek veriler toplanmıştır. 34 günlük kontrol sonucunda verilerin topluca yer aldığı hata takip raporu (Tablo 1) oluşturulmuştur. Hata takip raporu hata sayılarını hata adı ve gün bazında içermektedir.

Bornozluk kumaşların dokuma üretimi süresince farklı kumaş hataları oluşabilmektedir. Karşılaşılan çok fazla sayıdaki hata sınıfının tamamı için önlem almak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle tespit edilen hataların önem sırasına göre listesinin hazırlanması amacıyla pareto analizi tekniği kullanılmıştır. Pareto analizinde incelenen 13 hata sınıfının içinde çektirme hatası, gergin çözgü teli hatası, hav düşmesi hatası, tahar hatası ve tarak hatası sayılarının toplam hata sayısının %81.7'sini oluşturduğu görülmüştür. Bu hatalar tanımlanmış ve oluşmasını önlemek için bu hataların neden oluştuğu anlaşılmaya çalışılmıştır.

Kumaş hatalarının oluşmasını önlemek için günlük çözümler üretmek yerine beyin fırtınası tekniği ve neden-sonuç diyagramı kullanılmıştır. Hata sebepleri insan, makine, metod, sistem ve dokuma hazırlık işlemlerinin etkisi başlıkları altında toplanarak detaylı analizi yapılmıştır. Kumaş hatalarının oluşmasına sebep olan tüm etkenler balık kılıcı şeklindeki diyagramda topluca gösterilmiştir. Bu etkenler her bir hata için önem sırasına göre sıralanarak en önemlileri belirlenmiştir. Dokuma hataları farklı nedenlerle oluşmakla birlikte, dokumacının dikkatsizliği veya kaliteye önem vermemesi sonucu oluşan hatayı geç fark etmesi, makinede hatalı kumaş dokunmasının devam etmesine neden olacaktır. Oluşan hata ne kadar erken fark edilirse o kadar erken müdahale yapılacak ve hatalı üretimin önüne geçilmiş olacaktır. Dokumacının hatayı geç fark etmesi; başka bir tezgahla ilgilenmesi, acemiliği, dikkatsizliği veya kaliteye önem vermemesinden kaynaklanabilir. Dolayısıyla sistemin oluşan dokuma hatalarının en kısa sürede fark edilip hatalı üretimin önüne geçilmesi şeklinde kurulması gerekmektedir.

Ayrıca makine kaynaklı hataların önüne geçilmesi için periyodik bakım ve kontroller düzenli olarak usta kişiler gözetiminde yapılmalıdır.



Kontrol edilen kumaşlardaki hata oranlarının ne kadar değişim gösterdiğini ve bu değişimin ne kadarının rasgele nedenlere bağlı olduğunu saptamak amacı ile hata oranları p kontrol grafiği kullanılmıştır [11]. 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. [18]. Her gün için hesaplanan hata oranları (p), 15, 17, 25, 28 ve 29. günlerde üst kontrol sınırlarının dışında, 2, 10, 11, 12, 20, 21, 22 ve 27. günlerde ise alt kontrol sınırlarının altında olduğu için, kalitenin istatistiksel olarak kontrol altında olmadığı tespit edilmiştir. Hata oranlarının üst kontrol sınırlarının dışında olduğu günlerde oluşan hatalar top boyunca devam etmiş olan büyük boyutlardaki gergin çözgü teli hatası, tahar hatası, tarak hatası, yağlı çözgü teli hatası ve atkı ipliği abrajı hatalarıdır. Bu hatalar dokumacının acemiliği, kaliteye önem vermemesi, bakımların yetersizliği gibi nedenlerden ortaya çıkmaktadır. Fakat bu hatalar oluştuğundan sonra dokumacı tezgah üzerinde hatayı fark edip tezgahı durdurmamış, ve hatalı kumaş top boyunca dokunmaya devam etmiştir. Sonuçta hata boyutları büyümüştür. Çalışanların kalite bilincinin artırılması ve ara kontrollerin düzenli hale getirilmesiyle bu tarz hataların önüne geçilebilecektir. Hata oranlarının alt kontrol sınırının altında olduğu günlerde işletmede tip değişimlerinin olmadığı, dolayısıyla üretimin dokumacılar tarafından sürekli olarak takip edildiği görülmektedir.

Bu çalışma ile ham bornozluk dokuma kumaşlarda dokuma üretimi süresince oluşan kumaş hataları istatistik yöntemlerle incelenmiş ve kumaş firelerini azaltabilecek çözüm önerileri getirilmiştir. Kumaş firelerine yol açan kumaş hatalarının hepsini birden önlemek olanaksızdır. Fakat istatistiksel proses kontrol yöntemleri sayesinde tespit edilen belirli kumaş hatalarının önlenmesi ile kumaş firelerinin büyük oranda azaltılabileceği gösterilmiştir.

## 5 Teşekkür

Bu çalışmaya katkı sağlayan Oğuzlar Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür ederiz.

## 6 Kaynaklar

- [1] Baykal PD, Tunç M. "Bornoz Dikiminde Üretim Yönetimi Üzerine Bir Çalışma". *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(2), 9-17, 2011.
- [2] Denizli İhracatçılar Birliği. "DENİB - Denizli İhracatçılar Birliği Genel Sekreterliği". <http://www.denib.gov.tr/tr/> (05.06.2013).
- [3] Denizli Sanayi Odası. "Denizli Sanayi Odası" <http://www.dso.org.tr/> (05.06.2013).

- [4] Türk Standartları Enstitüsü. "Havlular ve Havlu Kumaşlar". TS 629, 1991.
- [5] İzbudak H, Alkan A. "Denim Kumaşlarda Korelasyon Yöntemi ile Hata Tespiti". *Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu (ELECO 2010)*, Bursa, Türkiye, 2-5 Aralık 2010.
- [6] Dorritry JL, Vachtsevanos G, Jasper W. "Real-Time Fabric Defect Detection and Control in Weaving Processes". National Textile Center Annual Report, 113-122, G94-2, 1996.
- [7] Kısaoğlu ÖD. "Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: I. Kumaş Hatalarının Kontrolü". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 291-301, 2010.
- [8] British Standards Institution. *Method for Numerical Designation of Fabric Faults by Visual Inspection*. British Standards Institution, 1983.
- [9] Türk Standartları Enstitüsü. "Dokunmuş Kumaşlar Hata Tarifleri-Terimler". TS 471 ISO 8498, 2005.
- [10] 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.
- [11] Yücel M. "Toplam Kalite Kontrolü Açısından İstatistiksel Süreç Kontrol Tekniklerinin Önemi". *8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi*, Malatya, Türkiye, 2007.
- [12] Gjorgjevska B, Kjørtosheva 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.
- [13] Kısaoğlu ÖD. "Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: II. Duruşların Kontrolü". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 303-313, 2010.
- [14] 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.
- [15] Kayaalp İD, Erdoğan MÇ. "Konfeksiyon İşletmesinde Dikiş Hatalarının İstatistiksel Proses Kontrol Yöntemlerini Kullanarak Azaltılması". *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19(2), 169-174, 2009.
- [16] 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.
- [17] Güner M, Akman Ü, Yücel Ö. "Erkek Gömleği Üretim Sürecinin Altı Sigma Yöntemiyle İyileştirilmesi". *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(1), 75-81, 2010.
- [18] 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.