

# Application of Statistical Quality Control Methods in a Textile Manufacturing Company

Ömer Faruk YILMAZ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Trabzon, Turkey

## Article Info

Research article  
Received: 19/12/2022  
Revision: 01/04/2023  
Accepted: 04/04/2023

## Keywords

Statistical Quality Control  
Control Charts  
Single Acceptance Sampling  
Operating Characteristic  
Curve

## Makale Bilgisi

Araştırma makalesi  
Başvuru: 19/12/2022  
Düzeltilme: 01/04/2023  
Kabul: 04/04/2023

## Anahtar Kelimeler

İstatistiksel Kalite Kontrol  
Kontrol Grafikleri  
Tek Katlı Kabul Örnekleme  
İşletim Karakteristiği Eğrisi

## Graphical/Tabular Abstract (Grafik Özet)

In this study, statistical quality control (SQC) method is used to improve the standards of a textile company. The company's data are analyzed and SQC methods is determined to for quality control system. U chart is used to determine the limits for fabrics and to detect the deviations from mean. / Bu çalışmada bir tekstil firmasının standartlarını geliştirmek amacıyla istatistiksel kalite kontrol (İKK) yöntemine başvurulmuştur. Firmanın örnek kumaş kalite kontrol verileri analiz edilerek kullanılan kalite kontrol sisteminin iyileştirilmesi amacıyla uygun İKK yöntemleri belirlenmiştir. Tedarikçilerin ürettiği kumaşların kalite sınırlarını tespit etmek ve ortalamadan kaymaları tespit etmek amacıyla U kontrol grafiği kullanılmıştır.

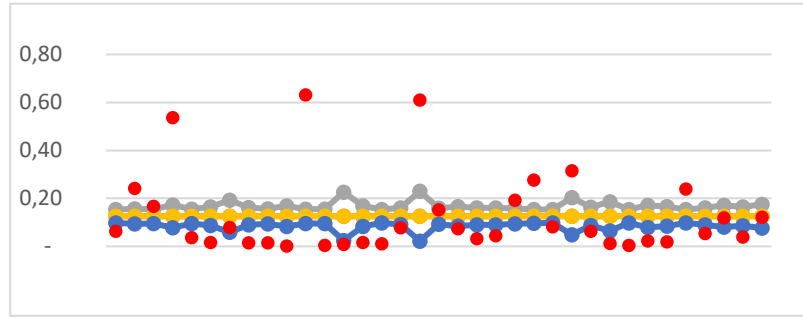


Figure 1: T1 U Control Chart / Şekil 1: T1 U Kontrol Grafiği

## Highlights (Önemli noktalar)

- Statistical quality control method is employed. / İstatistiksel kalite kontrol yöntemi uygulanmıştır.
- MIL-STD 105 D is used for acceptance sampling. / MIL-STD 105 D örnekleme tablosundan yararlanılmıştır.
- Statistiskel kalite kontrol uygulamaları standartların geliştirilmesine katkı sunmaktadır. / Application of statistical quality control methods contributes improving the standards.

**Aim (Amaç):** The aim of this study is to investigate the use of statistical quality control tools to improve quality standards in enterprises. / Bu çalışmanın amacı işletmelerde kalite standartlarının iyileştirilmesi için istatistiksel kalite kontrol araçlarının kullanımının araştırılmasıdır.

**Originality (Özgünlük):** In this study, U control chart is proposed instead of the quality assessment tool used in a textile company and its application is carried out. / Bu çalışmada bir tekstil firmasında kullanılan kalite değerlendirme aracı yerine U kontrol şeması önerilmiş ve uygulaması gerçekleştirilmiştir.

**Results (Bulgular):** U control charts can be successfully applied in monitoring and evaluation of processes related to fabrics in textile enterprises. / Tekstil işletmelerinde kumaşlarla ilgili süreçlerin izlenmesinde ve değerlendirmelerde bulunulmasında U kontrol şemaları başarıyla uygulanabilmektedir.

**Conclusion (Sonuç):** Suppliers need quality improvement practice and as a result of statistical quality control efforts, it is possible to reach high quality standards in enterprises. / Tedarikçilerin kalite iyileştirme çalışmalarına ihtiyaçları bulunmaktadır ve istatistiksel kalite kontrol çalışmalarının gerçekleştirilmesi sonucunda işletmelerde yüksek kalite standartlarına ulaşılması mümkün olacaktır.



## İstatistiksel Kalite Kontrol Metotlarının Bir Tekstil İşletmesinde Uygulanması

Ömer Faruk YILMAZ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Trabzon, Turkey

### Makale Bilgisi

Araştırma makalesi  
Başvuru: 19/12/2022  
Düzeltilme: 01/04/2023  
Kabul: 04/04/2023

### Anahtar Kelimeler

İstatistiksel Kalite Kontrol  
Kontrol Grafikleri  
Tek Katlı Kabul Örneklemesi  
İşletim Karakteristiği Eğrisi

### Öz

İstatistiksel kalite kontrol (İKK), işletmelerin süreçlerini izleyebilmesi ve bu sayede standartlarını koruyabilmeleri için kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu çalışmada ele alınan tekstil firmasının kalite standartlarını artırmak amacıyla bu yöntemle başvurulmuş ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Firmanın geçmiş yıla ait örme kumaş kalite kontrol verileri analiz edilerek halihazırda kullanılan kalite kontrol sisteminin iyileştirilmesi amacıyla uygun istatistiksel kalite kontrol (İKK) yöntemleri belirlenmiştir. Tedarikçilerin ürettiği kumaşların kalite sınırlarını tespit etmek ve ortalamadan kaymaları tespit etmek amacıyla U kontrol grafiği kullanılmıştır. Firmanın, tedarikçiden gelen örme kumaş partilerine uygulamış olduğu kabul örnekleme yönteminin standartlaştırılması amacıyla tek katlı kabul planı oluşturulmuştur. Tek katlı kabul planı oluşturulurken MIL-STD 105 D Örneklem Tablosu'ndan yararlanılmıştır. Örneklem plani için işletim karakteristiği (İK Eğrisi) oluşturularak değişik kusurlu oranlarındaki partilerin kabul ihtimalleri incelenmiştir. Sonuçlarda yer verildiği üzere, tedarikçilerin kalite iyileştirme çalışmalarına ihtiyaçları bulunmaktadır ve bu çalışmaların gerçekleştirilmesi sonucunda işletmede yüksek kalite düzeylerine ulaşılması mümkün olacaktır.

## Application of Statistical Quality Control Methods in a Textile Manufacturing Company

### Article Info

Research article  
Received: 19/12/2022  
Revision: 01/04/2023  
Accepted: 04/04/2023

### Keywords

Statistical Quality Control  
Control Charts  
Single Acceptance Sampling  
Operating Characteristic  
Curve

### Abstract

Statistical quality control is an effective method employed to increase the finished product quality of enterprises, and this method is used to increase the quality standards of the textile company presented in this study. The company's knitted fabric quality control data of the previous years are analyzed, and appropriate statistical quality control methods are determined to improve the quality control system currently used. U control chart is considered to assess the quality limits of the fabrics received from the suppliers. A single acceptance sampling plan is structured to standardize the acceptance sampling method applied by the company to the knitted fabric lots. MIL-STD 105 D military standard is considered while creating a single acceptance sampling plan. The operating characteristic (OC Curve) for the sampling plan is designed and the acceptance probabilities of the lots with different defective rates are examined. As stated in the computational results, suppliers need quality improvement efforts and followed by that it would be possible to reach high quality levels in the enterprise.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Rekabetin yoğun şekilde hissedildiği günümüz üretim ortamlarında, tüketici ihtiyaçlarına belirlenen spesifikasyonlarda cevap verebilmek için tekstil işletmelerinin standartları oluşturmak ve korumak anlamında kaliteye önem vermeleri oldukça önemlidir. Kalite, müşteri spesifikasyonlarını karşılamanın yanı sıra standartları korumak anlamına da gelmektedir. Bu

durum göz önünde bulundurulduğunda, işletmelerin aksiyon almaları ve uygulamada etkili olan yöntemleri kullanmaları oldukça elzemdir. Bu yöntemlerin en yaygın kullanılan ve sonuç alınanı ise istatistiksel kalite kontrolü yöntemidir [1]. İstatistiksel kalite kontrolü (İKK), “bir ürünün önceden belirlenmiş olan kalite standartlarına uygun olarak üretilmesini sağlamak amacıyla, istatistiksel yöntemlerin üretimin tüm aşamalarında uygulanması” olarak değerlendirilebilir [2].

İstatistiksel yöntemler; üretim sürecindeki değişimlerin örneklemeler üzerinden izlenmesinde, bu değişimlerin sebeplerinin araştırılmasında, ürünün spesifikasyon limitlerinin içerisinde üretilmesinde ve ortalama kaymaların önlenmesinde etkili rol oynamaktadırlar. Bu yöntemler sayesinde üretim sürecindeki kaymalar ortaya çıkarılabilmekte ve kaymaların sebepleri araştırılabilmektedir [3].

Bu çalışma kapsamında tekstil ürünleri üreten bir firmanın hammadde kabul aşamasında kalite kontrol yöntemlerinin uygulanması ele alınarak mevcut durumda ayrılan kaynak miktarlarının azaltılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, mevcut durumda uygulanan yöntemler analiz edilerek bu yöntemlerin iyileştirilmesi sağlanmıştır. Hammaddelerin kalite düzeylerini tespit etmek amacıyla U kontrol grafiği ele alınmıştır. Vaka analizine konu üretici firmanın, tedarikçiden gelen örme kumaş partilerine uygulamış olduğu kabul örnekleme yönteminin standartlaştırılması amacıyla tek katlı kabul planı oluşturulmuştur. Tek katlı kabul planı oluşturulurken MIL-STD 105 D örnekleme tablosu'ndan yararlanılmıştır. Örnekleme planı için işletim karakteristiği (İK Eğrisi) oluşturularak değişik kusurlu oranlarındaki partilerin kabul ihtimalleri incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında tekstil sektörüyle ilgili literatürde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü kısmında ele alınan tekstil firmasının örme kumaşlara uygulamakta olduğu kalite kontrol sistemi ve sistemde belirlenen probleme yer verilmiştir. Çalışmanın dördüncü kısmında kullanılacak kalite kontrol metotları açıklanmıştır. Çalışmanın beşinci kısmında önerilen kalite kontrol yöntemleri uygulanmıştır ve bulgular incelenmiştir. Çalışmanın son ve altıncı kısmında elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Literatürde tekstil firmalarında kullanılan istatistiksel kalite yöntemleriyle ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde örnekleme planlarının ve işletim karakteristiği eğrilerinin Şahan[4], Gergin ve ark. [5] ve Özdamar [6] tarafından dikkate alındığı görülmektedir. Şahan[4] çalışmasında, tek katlı nitel örnekleme planı kullanan bir üretici seçmiştir. Elde edilen veriler ile, işletme için tek katlı, çok katlı ve ardışık olmak üzere üç ayrı örnekleme

planı hazırlanmıştır. Bu planlar değişik açılardan birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmanın sonucunda, tasarlanan üç plan arasından, ardışık örnekleme planının bu işletme için en uygun plan olabileceğine karar verilmiştir. Gergin ve ark. [5] çalışmasında, kabul örnekleme için geliştirilen yöntemlerin uygunluğunu analiz etmek için, kontrol kayıtlarındaki örneklem büyüklükleri ve yorumları çıkarmıştır. Takiben, ANSI/ASQ Z-1.4 (TSE/TS 2756) standardı kullanılarak kabul/ret sonuçları karşılaştırılmıştır. Kabul/ret oranlarının değişimi, hata türlerinin dağılımı ve sebepleri uygulama yapılan işletmeye sunulmuş ve standart örnekleme planlarının yaygınlaştırılması önerilmiştir. Özdamar [6] çalışmasında, değişkenliğin kontrol grafiği üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla işletim karakteristiği (İK) eğrisi kullanmıştır. Çalışmalarında vaka analizi amacıyla orman endüstri sektöründen bir firmayı baz almışlardır.

Tedarikçi ve/veya üretici kaynaklı hataların tespiti, puanlandırılması, sınıflandırılması ve kontrol grafikleriyle takibi üzerine gerçekleştirilen çalışmaların özellikle hata türleri belirlenmesi ve sınıflandırılması üzerine yoğunlaştıkları görülmektedir. Bu konularda son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda ise görüntü işleme ve makine öğrenmesi algoritmalarının sıklıkla kullanıldığı gözlemlenmiştir. Kayaalp ve Erdoğan [7] çalışmasında, tekstil sektöründeki işletmelerde üretim sürecinde üründe oluşan hataların, ürün kalitesini bozduğunu, üretim verimliliğini olumsuz yönde etkilediğini ve üretim maliyetlerini arttırdığını tespit ederek dikiş hatalarının İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) yöntemleri üzerinden azaltılması gerekliliğini vurgulamıştır. Kısaoğlu[8] çalışmasında, orta ölçekli bir dokuma işletmesinde İPK teknikleri üzerinden kontrol sistemi kurma çalışmasını ele alarak ve bu kontrol yaklaşımının diğer işletmeler için de örnek oluşturabileceğini göstermiştir. Üretim parametrelerinin belirlenmesinde bir örnekleme planı kullanılması ve duruşlar nedenleriyle birlikte analiz edilmiş ve üretimdeki kumaşlar üzerindeki hatalar ortaya koyulmuştur. Yapılan değerlendirmeler neticesinde incelenen kumaş tiplerinde iplikten gelen hata oranının, dokuma hazırlık/dokuma prosesinden kaynaklanan hata oranından nispeten daha yüksek olduğu görülmüştür. Ala ve İkiz [9] çalışmasında, kumaş topları için gerçekleştirilen kalite kontrol işlemlerini incelemiştir. Kontrol sırasında, hata sayıları ve boyutları kalite kontrol kartlarına kaydedilmiştir.

Hataların tanımlarının yapılmasını takiben kumaş hataları belirlenen puan sistemlerine dayalı puanlandırılmıştır. Hem üreticinin hem de müşterinin üzerinde mutabık olduğu bir hata puan sistemi vasıtasıyla çalışılması gerektiği vurgulanmıştır. Ala ve İkiz [10] çalışmasında, bir tekstil işletmesinde, ışıklı panoda gerçekleştirilen kumaş kontrolü sonucu ortaya koyulan hataları istatistiksel yöntemler üzerinden analiz etmiştir. Kontrol sonucunda ortaya çıkan hata sayılarının değerlendirilmesi amacıyla pareto analizi ve  $p$  kontrol grafikleri üzerinde durulmuştur. Yıldız ve Buldu [11] çalışmasında, tekstil endüstrisi için önem arz eden kaşe ve kot kumaş çeşitleri için hataların tespit edilmesi ve sınıflandırılması amacıyla hareket etmiştir. Hataların tespiti amacıyla termal görüntüleme kullanılmış olup bu sayede kumaş hataları tespit edilebilmiş ve sınıflandırılabilmiştir. Ünal ve Ağırgan[12] çalışmasında, hata tiplerinin makineler üzerinden sınıflandırılması ile ilgilenmiş ve yuvarlak örme kumaş üretilen bir işletmede vaka analizi gerçekleştirmiştir. Kontrol limitlerinin belirlenmesiyle birlikte üretim sürecinin analizi gerçekleştirilmiştir. Pınar [13] çalışmasında, denim kumaşlar için hata tespiti ve sınıflandırılması amacıyla görüntü işleme metodunu uygulamıştır. Ayrıca, sınıflandırma için karar ağacı kullanarak farklı yöntemlerle karşılaştırmasını gerçekleştirmiştir. Çelik [14] çalışmasında, tekstil ürünlerinin baskı kalite kontrolü için görüntü işleme yöntemini kullanarak insan kaynaklı kusur belirleme hatalarının önüne geçilmesini amaçlamıştır. Arıkan [15] çalışmasında, hata tespiti gerçekleştiren kontrol makinesi çıktılarının daha anlaşılır ve görsel olması için bir altyapı iyileştirme sistemi geliştirmiştir. Çam ve ark. [16] çalışmasında, hataların tespiti için derin öğrenme algoritması geliştirerek tekstil sektöründeki bir firmada uygulanmasını gerçekleştirmiştir. Uygulama sonuçları insanların kontrolünden daha iyi sonuçlar elde edildiğini göstermektedir.

İşletmelerin sürdürülebilir büyüme modelleri için istatistiksel kalite yöntemlerinin uygulandığı ve etkilerinin analiz edildiği çalışmalar da bulunmaktadır. Baykal ve Göçer [17] çalışmasında, bir konfeksiyon işletmesinde her kumaş türü ve model kombinasyonu için verimlilik ve kalite metriklerini analiz etmiştir. Rahman [18] çalışmasında, hazır giyim üreticilerinin kaliteli üretim sağlayarak sürdürülebilir iş büyümesi üzerine odaklanmıştır. Üretim operasyonları sırasında kalite

sürecinin uygulanmasının yanı sıra, gelecekte üretimdeki kusurların sayısını azaltarak bitmiş ürünler için nihai kalite kontrol prosedürlerinin uygulanmasının önemi vurgulanmıştır. Özdemir [19] çalışmasında, deri tekstil sektöründe 6 sigma uygulaması gerçekleştirerek beş aşamalı bir uygulama metodoloji önermiştir. Uygulama öncesi ve sonrası karşılaştırmalar ile uygulanan 6 sigma yönteminin firmanın kalite seviyesi üzerine olan etkileri gösterilmiştir.

Literatürde tekstil firmalarında yapılan istatistiksel kalite kontrol için kullanılan yöntemler incelendiğinde çalışmaların üç başlık altında toplandığı görülmektedir. Bunlar, örnekleme planları ve işletim karakteristiği eğrilerini ele alan çalışmalar, hata tespiti ve kontrol grafiklerini ele alan çalışmalar ve sürdürülebilir büyüme ve kalite ilişkisini ele alan çalışmalardır. Bütünsel olarak bakıldığında örnekleme planları, kontrol grafikleri ve işletim karakteristiği eğrisini aynı anda inceleyen çalışmaların yok denecek kadar az olduğu gözlemlenmiştir. İKK alanında gerçekleştirilen uygulamalarda ele alınan yöntemlerin bütünsel olarak değerlendirilmelerinin başarılı sonuçlar elde edilmesinde oldukça önemli olduğu akademik literatürde vurgulanmaktadır. Bu anlamda, bu çalışma literatürdeki bu boşluğu bütünsel olarak sunduğu yöntemlerle dolduracaktır.

### 3. PROBLEMİN TANIMLANMASI (PROBLEM DESCRIPTION)

Çalışmanın yapıldığı tekstil firması, tedarikçiden satın aldığı örme kumaşlarındaki hataları incelerken, Uluslararası bir kumaş kontrol sistemi olan “4 Puan Kalite Kontrol Sistemi” ni kullanmaktadır.

4 Puan Kalite Kontrol Sistemi: Bu sistem, Amerikan giyim imalatçıları ortaklığı puan derecelendirme sistemi olarak da bilinmekle birlikte, basit olması nedeniyle kumaş kalitesini değerlendirmek amacıyla sıklıkla başvurulmaktadır. Önceden belirlenen standartlar baz alınarak kumaş hatalarına puan değerleri atanır. Toplam hata puanları değerlendirme amacıyla belirlenmektedir. 40 puandan yüksek bir puana sahip kumaş ruloları ikinci kalite olarak değerlendirilir [9].

Örme kumaş kalite kontrol aşamaları şu şekilde ilerlemektedir:

a)Miktar Kontrolü: Örne kumaşlarda partinin tamamı tartılır ve darası düşürülerek (tedarikçiye ait dara verileri dikkate alınarak) net miktar belirlenir.

b)Giriş Kalite Kontrol: Kumaş kalite kontrol elemanı, parti içinden örneklem sayısı kadar topu rastgele seçer ve 4 puan kontrol sistemine göre kalite kontrolünü gerçekleştirir. Parti miktarının %10'u örneklem olarak alınmaktadır.

c) Parti Kullanım Kararının Verilmesi: Giriş kalite kontrol sonucunda onay kararı verilen parti Tedarik Müdürü/Tedarik Sorumlusu/Kumaş Tedarik Sorumlusu değerlendirmesine düşmektedir. Tedarik Müdürü/Tedarik Sorumlusu/Kumaş Tedarik Sorumlusunun bir iş günü içinde nedeniyle birlikte onayı gerekçelendirmesi gerekmektedir.

Tekstil firması, örme kumaşlarda yaptığı kalite kontrol çalışmalarını daha etkin ve dinamik hale getirerek tedarikçileriyle olan ilişkilerini yeniden gözden geçirmeyi ve gerekli önlemleri almayı hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda; kısıtlı olan iş gücüyle daha fazla hatayı tespit etmek; sorun yaşanmayan tedarikçilerden odağı çekip sorun yaşananlara daha çok odaklanmak istemektedir.

Uygulanacak yöntemler doğrultusunda, hataları doğru tespit ederek ve var olan sistemin analizini yaparak kalite kontrol sistemini standart hale getirilebilecek öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

### 3.1. Kullanılan Araçlar (Applied Methods)

Kontrol grafikleri, küçük büyüklükte ve sık şekilde üretimden alınan örneklemelerin belirlenen metriklerinin (ortalama gibi) zaman içerisindeki seyrinin gösterildiği araçlardır. Bu araçlar sayesinde, ortalamadan kaymalar yakalanabildiği gibi değişimlerin ana nedenleri belirlenebilmektedir [20]. Tedarikçilerin ürettiği örme kumaşların kalite sınırları içerisinde olup olmadığı süreç kontrol diyagramlarından olan ve ölçülemeyen özellikler için tercih edilen U kontrol grafiği kullanılarak incelenecektir.

Tedarikçilerden alınan partiler firma tarafından kalite kontrol işlemlerine tabi tutulmaktadır. Partilerin %10'u kontrol edilmektedir. Kullanılan %10 örnek alma yöntemi geçmiş deneyimlere ve risk analizine dayanmaktadır ve bilimsel alt yapısı bulunmamaktadır. Oysaki örneklem alma işlemi bir standarda bağlı olarak yapılmalı ve parti büyüklüğüne göre kontrol edilecek örneklem miktarı alınmalıdır. Bu aşamada birçok

bilimselyöntem kullanılacağı gibi standart örnekleme tablolarından da faydalanılabilir.

Partilere uygulanan kalite kontrol işlemi tek katlı örnekleme planına uymaktadır. Tek katlı örnekleme planını oluşturmak amacıyla Askeri Standart (MIL-STD) Örnekleme Tablosu'ndan yararlanılmıştır.

İşletim karakteristiği eğrisi oluşturularak değişik kusurlu oranlarındaki partilerin kabul ihtimalleri gösterilecektir. Bu eğriye bakarak iyi partinin reddedilme ve kötü partinin kabul edilme riskleri incelenecektir.

## 4. VAKA ANALİZİ (CASE STUDY)

### 4.1. U Kontrol Grafikleri (U Control Charts)

Tekstil firmasının örme kumaş tedarikçilerinin, kalite sınırları içerisinde kumaş üretip üretmediklerini tespit etmek amacıyla ilk aşamada tüm tedarikçilerin U kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Geçmiş yılın kontrol edilen kumaş verileri kullanılarak, alt sınır, üst sınır ve orta değerleri hesaplanarak grafik oluşturulmuştur. U kontrol grafiğini oluştururken; partilerdeki kontrol edilen kumaş toplarının toplam uzunluğu, toplam hata puanı verileri kullanılarak birim alan başına düşen hata kusur sayısı bulunmuştur. Birim başına düşen ortalama kusur sayısı bulunduktan sonra alt sınır, üst sınır ve orta değerler bulunmuştur. Tüm bu işlemler aşağıda verilen U kontrol grafiği denklemleri kullanılarak yapılmıştır. Bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Hata puanı denklem 1 ile hesaplanır;

$$\text{Hata Puanı} = \frac{\text{Kontrol Edilen Kumaşın Metresi}}{\text{Toplam Hata Puanı}} \quad (1)$$

Üst kontrol limiti denklem 2 ile hesaplanır [15];

$$\text{ÜKL} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (2)$$

Orta çizgi değeri denklem 3 ile hesaplanır;

$$OÇ = \bar{u} \quad (3)$$

Denklem 3 içerisindeki  $\bar{u}$  ifadesi birim başına düşen kusur sayılarının ortalamasına karşılık gelmektedir.

Alt kontrol limiti denklem 4 ile hesaplanır [20];

$$\text{AKL} = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (4)$$

Birim Başına Düşen Kusur Sayısı denklem 5 ile hesaplanır;

$$\text{Birim Başına Düşen Kusur Sayısı} = \frac{\text{Hata Puanı}}{\text{Kontrol Edilen Kumaş Alanı}} \quad (5)$$

Birim Başına Düşen Ortalama Kusur Sayısı denklem 6 ile hesaplanır;

$$\text{Birim Başına Düşen Ortalama Kusur Sayısı} = \frac{\text{Birim Başına Düşen Kusur Sayısı}}{\text{Kumaş Topu Sayısı}} \quad (6)$$

**Tablo 1.**T1 Tedarikçisi U KontrolGrafığıHesaplamaları(T1 Supplier U Control Chart Calculations)

Tedarikçi Kodu	Kontrol edilen metre uzunluğu	Hata puanı	Birim başına düşen kusur sayısı (u)	Birim başına düşen ortalama kusur sayısı	Üst kontrol limiti	Orta çizgi	Alt kontrol limiti
T1	1475	94	0.06	0.13	0.15	0.13	0.10
T1	1155	280	0.24	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	1255	210	0.17	0.13	0.16	0.13	0.10
T1	501	269	0.54	0.13	0.17	0.13	0.08
T1	1265	46	0.04	0.13	0.16	0.13	0.10
T1	761	13	0.02	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	251	20	0.08	0.13	0.19	0.13	0.06
T1	866	13	0.02	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	1165	17	0.01	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	612	1	0.00	0.13	0.17	0.13	0.08
T1	1242	784	0.63	0.13	0.16	0.13	0.10
T1	1255	5	0.00	0.13	0.16	0.13	0.10
T1	111	1	0.01	0.13	0.23	0.13	0.02
T1	620	10	0.02	0.13	0.17	0.13	0.08
T1	1431	16	0.01	0.13	0.15	0.13	0.10
T1	932	72	0.08	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	105	64	0.61	0.13	0.23	0.13	0.02
T1	1034	158	0.15	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	679	50	0.07	0.13	0.17	0.13	0.08
T1	902	29	0.03	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	902	40	0.04	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	1083	209	0.19	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	1392	385	0.28	0.13	0.15	0.13	0.10
T1	1401	114	0.08	0.13	0.15	0.13	0.10
T1	187	59	0.32	0.13	0.20	0.13	0.05
T1	778	49	0.06	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	309	4	0.01	0.13	0.19	0.13	0.07
T1	1425	6	0.00	0.13	0.15	0.13	0.10
T1	530	12	0.02	0.13	0.17	0.13	0.08
T1	682	13	0.02	0.13	0.17	0.13	0.08
T1	1428	341	0.24	0.13	0.15	0.13	0.10
T1	917	49	0.05	0.13	0.16	0.13	0.09
T1	555	66	0.12	0.13	0.17	0.13	0.08
T1	721	28	0.04	0.13	0.17	0.13	0.09
T1	470	57	0.12	0.13	0.17	0.13	0.08

Tablo 1’de yer alan bilgiler şunları ifade etmektedir:

Tedarikçi Kodu: Tedarikçilerin isimlerine karşılık gelen kodlamalar.

Parti: Tedarikçilerden temin edilen kumaş topu partileri.

Kontrol Edilen Metre Uzunluğu: Partilerde bulunan kumaş toplarının kontrol edilen metre uzunluk değerleridir.

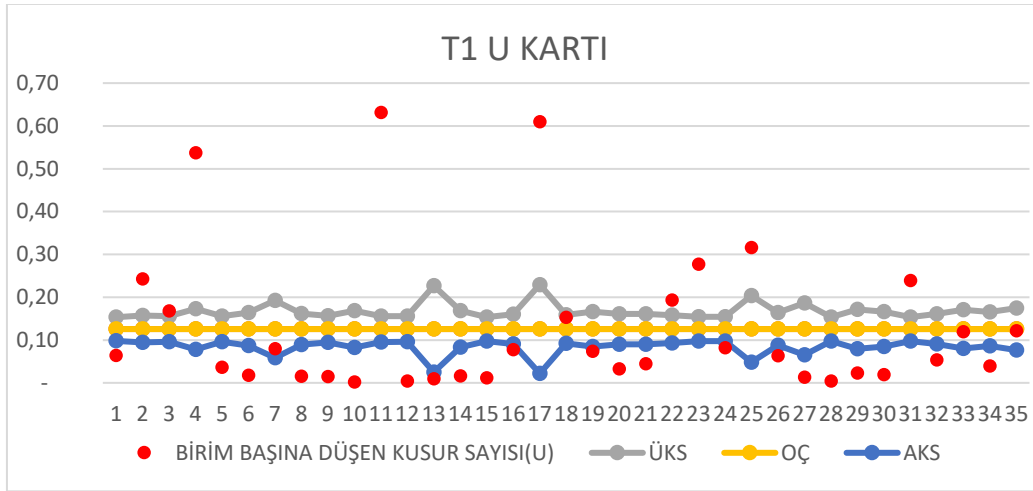
Hata puanları 4 Puan Kalite Kontrol Sistemi kullanılarak hesaplanmaktadır.

Elde edilen değerler ile T1 tedarikçisi için U kontrol grafiği Şekil 1'deki gibi oluşturulmuştur. Bu grafiğe bakarak kontrol edilen kumaşların kalite sınırları içerisinde bulunup bulunmadığı hakkında bilgi edinilmektedir.

Tedarikçinin ürettiği örme kumaşların, kalite sınırları içerisinde olmadığı Şekil 1'de çizilen U kontrol grafiğinde görülmektedir. Kumaşlarda oluşan hatalar, hatalı ürün üretimine sebebiyet vermektedir. Üretilen hatalı ürünler, müşteri memnuniyetini düşürmekte ve tekstil firmasının

marka prestijini etkilemektedir. Bu durumda tedarikçilerin, kumaş üretim süreçlerini analiz etmesi, hatalı kumaş oluşumuna sebep olan durumların saptanması ve bu durumların yok edilmesi için özel ve ciddi bir çalışma yürütmesi önerilmektedir.

Süreç kontrol diyagramlarının kullanılmasının nedeni sürecin sürekli olarak izlenmesi ve ortalamada kayma yaşanıp yaşanmadığının tespitidir. Eğer süreç ortalamasında kayma yaşanırsa ve bu durum tespit edilemezse ikinci tip ve tehlikeli olan hata türüyle karşılaşılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu durum, sadece ölçülemeyen özellikler için değil ölçülebilen özellikler için de geçerlidir. Bu nedenle, süreç kontrol diyagramları toplam kalite yönetimi felsefesini benimsemiş ve yalınlaşma çalışmalarında mesafe kateden tüm işletmeler için tavsiye edilmektedir. Bu konuda, uygulama yapılan firmada puanlama göstergesinden ziyade bir süreç kontrol diyagramının kullanılması bir gerekliliktir.



Şekil 1.T1 U KontrolGrafiği (T1 U Control Chart)

#### 4.2. Tek Katlı Örnekleme Planı (Single Sampling Plan)

Tedarikçilerden alınan partiler tekstil firması tarafından kalite kontrol işlemlerine tabi tutulmaktadır. Partilerin %10'u kontrol edilmektedir. Örneğin 55 kumaş topu içeren bir partiden 6 kumaş alınarak kalite kontrol işlemine tabi tutulmaktadır. Yapılan bu tek katlı örnekleme planı ile partilerin büyüklüklerine göre kontrol edilecek örneklem büyüklüğü belirlenmiştir. Bu örnekleme planında, örneklem büyüklüğü n olarak kabul edilirse partiden rastgele alınan n adet örnekten c tanesi veya daha azı kusurlu ise parti

kabul edilmektedir. Aksi durumda, parti reddedilmektedir. Tek katlı örnekleme planını oluşturmak amacıyla Askeri Standart (MIL-STD) Örnekleme Tablosu'ndan yararlanılmıştır.

Tedarikçilerden temin edilen parti büyüklükleri farklılık göstermektedir. Bu doğrultuda her bir parti büyüklüğü dikkate alınarak örnekleme planı oluşturulmuştur. T1 tedarikçisi için oluşturulan tek katlı örnekleme planı Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2'de yer alan N parti büyüklükleri tedarikçilerden temin edilen kumaş top sayılarıdır. Kabul edilebilir kalite seviyesi 0.2 olarak alınmıştır

(Uygulamanın gerçekleştirildiği firmada 100 puanda 20hata puanı olan kumaşlar kabul edildiği için kalite seviyesi 0.2 olarak belirlenmiştir. Başka uygulamalarda bu seviye değişebilecektir).

N ve kabul edilebilir kalite düzeyini (KKD) dikkate alarak, tablo değerleri okunmuştur. Tablodan, örneklem büyüklüğü ve kabul sayısı değeri

bulunmuştur. Örneğin; 16 ile 25 arasında büyüklüğe sahip partilerden kontrol edilmek amacıyla 5 kumaş topu alınmalıdır ve bu 5 kumaş topunun kabul edilmesi için 0 hata puanına sahip olması gerekmektedir. Tablodan da anlaşılacağı üzere numune sayısı arttıkça risk değerlerinin de arttığı gözlemlenmektedir.

**Tablo 2.** T1 Tedarikçisi Tek KatlıÖrneklemePlanı (SingleSampling Plan for Supplier T1)

TEDARİKÇİ	N=16-25	N=51-90	N=151-280	N=501-1200
	n=5 c=0	n=13 c=0	n=32 c=0	n=80 c=0
T1	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	0.95	0.87	0.72	0.44
T1	0.90	0.76	0.52	0.19
T1	0.85	0.67	0.37	0.08
T1	0.81	0.58	0.27	0.03
T1	0.77	0.51	0.19	0.01
T1	0.73	0.44	0.13	0.00
T1	0.69	0.38	0.09	0.00
T1	0.65	0.33	0.06	0.00
T1	0.62	0.29	0.04	0.00
T1	0.59	0.25	0.03	0.00
T1	0.55	0.21	0.02	0.00
T1	0.52	0.18	0.01	0.00
T1	0.49	0.16	0.01	0.00
T1	0.47	0.14	0.00	0.00
T1	0.44	0.12	0.00	0.00
T1	0.41	0.10	0.00	0.00
T1	0.39	0.08	0.00	0.00
T1	0.37	0.07	0.00	0.00
T1	0.34	0.06	0.00	0.00
T1	0.32	0.05	0.00	0.00
T1	0.30	0.04	0.00	0.00
T1	0.28	0.03	0.00	0.00
T1	0.27	0.03	0.00	0.00
T1	0.25	0.02	0.00	0.00
T1	0.23	0.02	0.00	0.00
T1	0.22	0.01	0.00	0.00
T1	0.20	0.01	0.00	0.00
T1	0.19	0.01	0.00	0.00
T1	0.18	0.01	0.00	0.00
T1	0.16	0.00	0.00	0.00
T1	0.15	0.00	0.00	0.00
T1	0.14	0.00	0.00	0.00
T1	0.13	0.00	0.00	0.00
T1	0.1	0.00	0.00	0.00

n: kontrol edilecek kumaş topu; c: kusurlu oranı

#### 4.3. İşletim Karakteristiği Eğrisi (Operating Characteristic Curve)

İşletim karakteristiği eğrisi yardımıyla iyi, ara ve kötü partiler belirlenebilmektedir. Eğride x eksenini (p) partideki kalite seviyesini veya kusurlu oranlarını gösterirken; y eksenini (Pa) bu kusurlu



oranlarına karşılık gelen kabul ihtimallerini göstermektedir. Dolayısıyla P(a) (kabul olasılığı) değerleri kusurlu oranlarına bağlı olarak değişmektedir.

Örnek büyüklüğü n in parti büyüklüğü N e oranı küçük ise; örneğin sonsuz bir kütleden alındığını varsayarak hatalı oranının sabit kalacağı kabul edilebilmektedir. Bu durumda kabul ihtimallerini hesaplamak için binom dağılımı kullanılması söz konusu olabilmektedir [19].

Değişik kusurlu oranına karşılık gelen kabul olasılıkları binom dağılımı kullanılarak bulunmuştur.

Binom dağılımı denklem 7 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$P(x) = \binom{n}{c} p^c q^{n-c} \quad (7)$$

Denklemden;

n: örnek hacmi; p: kusurlu oranı; q= 1-p; c: örnekteki oluşan kusurlu sayısını ifade eder.

Partideki kusurlu oran değerleri ve denklem 7 kullanılarak bulunan kabul olasılık değerleri Tablo 3’ de verilmiştir. Örnek hacmi ve kabul sayısı değerleri Askeri Standart (MIL-STD) Örnekleme Tablosu kullanılarak bulunmuştur.

Tablo 3’te N=16- 25, n=5, c=0 için  $P(a)=\binom{5}{0} (0)^0 x(1 - 0)^{5-0}=1$  olarak hesaplanmıştır. Her p değeri için aynı hesaplamalar yapılmıştır ve N=16-25 aralığında olan tüm partiler için kabul olasılıkları bulunmuştur.

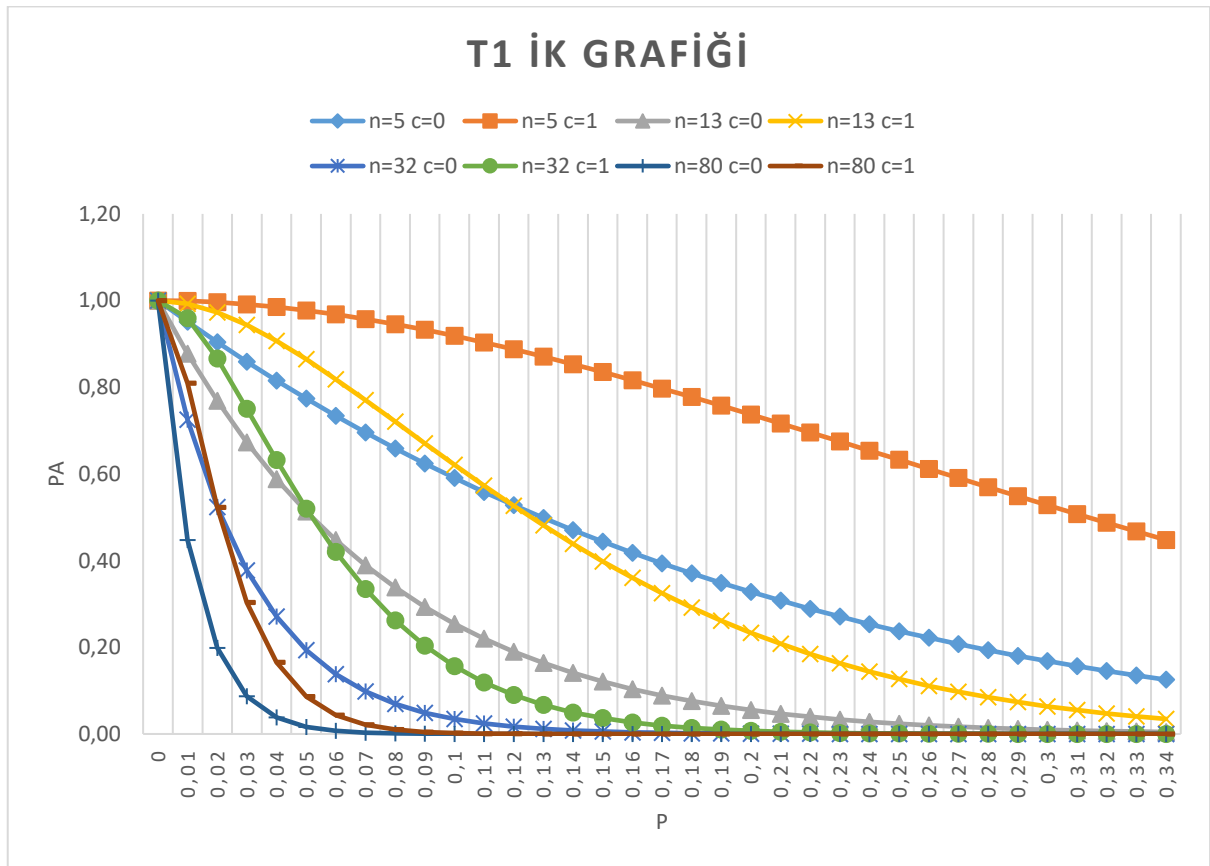
İşletim karakteristiği eğrisinin etkileyen durumların incelenmesi amacıyla N=16-25, n=5, c=1 için de kabul olasılık değerleri hesaplanmıştır. T1 tedarikçisinin değişen parti büyüklükleri (kumaş top sayıları) için İK eğrisi Şekil 2’de verilmiştir.

**Tablo 3.** T1 Tedarikçisi İK Grafiği Hesaplamaları (Computing of OC Curve for Supplier T1)

Tedarikçi	p	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
		N= 16-25 n=5 c=0	N= 16-25 n=5 c=1	N=51-90 n=13 c=0	N=51-90 n=13 c=1	N=151-280 n=32 c=0	N=151-280 n=32 c=1	N=501-1200 n=80 c=0	N=501-1200 n=80 c=1
T1	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	0.00	0.95	1.00	0.88	0.99	0.72	0.96	0.45	0.81
T1	0.00	0.90	1.00	0.77	0.97	0.52	0.87	0.20	0.52
T1	0.00	0.86	0.99	0.67	0.94	0.38	0.75	0.09	0.30
T1	0.00	0.82	0.99	0.59	0.91	0.27	0.63	0.04	0.17
T1	0.10	0.77	0.98	0.51	0.86	0.19	0.52	0.02	0.09
T1	0.10	0.73	0.97	0.45	0.82	0.14	0.42	0.01	0.04
T1	0.10	0.70	0.96	0.39	0.77	0.10	0.33	0.00	0.02
T1	0.10	0.66	0.95	0.34	0.72	0.07	0.26	0.00	0.01
T1	0.10	0.62	0.93	0.29	0.67	0.05	0.20	0.00	0.00
T1	0.10	0.59	0.92	0.25	0.62	0.03	0.16	0.00	0.00
T1	0.10	0.56	0.90	0.22	0.57	0.02	0.12	0.00	0.00
T1	0.10	0.53	0.89	0.19	0.53	0.02	0.09	0.00	0.00
T1	0.10	0.50	0.87	0.16	0.48	0.01	0.07	0.00	0.00
T1	0.10	0.47	0.85	0.14	0.44	0.01	0.05	0.00	0.00
T1	0.20	0.44	0.84	0.12	0.40	0.01	0.04	0.00	0.00
T1	0.20	0.42	0.82	0.10	0.36	0.00	0.03	0.00	0.00
T1	0.20	0.39	0.80	0.09	0.32	0.00	0.02	0.00	0.00
T1	0.20	0.37	0.78	0.08	0.29	0.00	0.01	0.00	0.00
T1	0.20	0.35	0.76	0.06	0.26	0.00	0.01	0.00	0.00
T1	0.20	0.33	0.74	0.05	0.23	0.00	0.01	0.00	0.00

Tablo 3.'ün devamı

T1	0.20	0.31	0.72	0.05	0.21	0.00	0.01	0.00	0.00
T1	0.20	0.29	0.70	0.04	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.20	0.27	0.67	0.03	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.20	0.25	0.65	0.03	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.24	0.63	0.02	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.22	0.61	0.02	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.21	0.59	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.19	0.57	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.18	0.55	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.17	0.53	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.16	0.51	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.30	0.15	0.49	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00



Şeki 2. T1 İK Eğrisi (OC Curve for T1)

Örnek büyüklüğü arttıkça İK eğrisinin dik bir yapıya kavuşması beklenmektedir. Böylece, örnek büyüklüğü yüksek olduğu durumda örneklem planlarının daha etkili kullanılabileceği düşünülebilir [20].

Küçük kabul sayıları İK eğrisinin daha dik oluşmasına yol açmaktadır. Diğer bir ifadeyle, tüketici açısından daha küçük kabul sayıları daha iyi kalite korumasının önünü açmaktadır. Dik bir İK eğrisi ile ikinci tip hatanın (tüketici riskleri) olasılıkları da azaltılabilmektedir.

Şekil 2 incelendiğinde, örnek büyüklüğü ne kadar fazla ise örnekleme planlarının o kadar iyi sonuçlara yol açacağı görülebilmektedir. T1 tedarikçisinin İK eğrisi incelendiğinde,  $p=0.2$  için;  $n=5$  değerinin üretici riski 0.67 ve tüketici riski 0.07,  $n=80$  değerinin üretici riski 0.99 ve tüketici riski 0.00009 olarak bulunur. Örnek büyüklüğü arttıkça üretici riski ( $\alpha$ ) artarken, tüketici riski ( $\beta$ ) düşmektedir.

Üretici riski ( $\alpha$ )  $p_1$  oranında kusurlu bulunduran iyi kalitedeki bir üretimden şansa bağlı olarak seçilen bir partinin reddedilme riskidir. Tüketici

riski ise  $\beta$  ile gösterilir ve istemeyen bir  $p_2$  oranında kusurlu bulunduran partinin kabul edilme riskini ifade eder [7].

İK eğrileri örnekleme planları için özel oluşturulmaktadır ve hem üretici hem de tüketici risklerinin belirlenmesinde yararlanılmaktadır. Bu risklerin hesaplanması için ilk olarak kabul edilebilir kalite düzeyi (KKD) ve parti toleransı (PT)'nin tespit edilmesi gerekmektedir. KKD, maksimum kabul edilebilir standartları sağlamayan ürün yüzdesidir. PT nispeten kabul edilebilir ancak yine de ürünlerin kaliteli olup olmadığının belirlendiği ilk çizgidir. Diğer bir ifadeyle, müşteri tarafından kabul edilebilir en düşük kabul olasılığıdır. Üretici partilerin yüksek bir olasılıkla kabul edilmesini temenni ederken, tüketici kötü partilerin kabul olasılığının düşük tutulmasını bekler [10].

Üretici ve tüketici riski İK eğrisine bakılarak bulunduğu gibi binom dağılımı denklemleri kullanılarak da bulunmaktadır.

Bu çalışmada;

Kabul Edilebilir Kalite Seviyesi: 0.2

Parti Toleransı: 0.4 alınarak üretici ve tüketici riskleri hesaplanır.

Tek katlı örnekleme planı  $p_1$  kusurlu oranlı partiler için  $(1 - \alpha)$  kabul olasılığına ve  $p_2$  kusurlu oranlı partiler için  $(\beta)$  kabul olasılığına sahip olmalıdır. Binom dağılımı durumunda;

Denklem 8 kullanılarak üretici riski hesaplanır.

$$1 - \alpha = \sum_{i=0}^c \binom{n}{i} p_1^i (1 - p_1)^{n-i} \quad (8)$$

Denklem 9 kullanılarak tüketici riski hesaplanır

$$\beta = \sum_{i=0}^c \binom{n}{i} p_2^i (1 - p_2)^{n-i} \quad (9)$$

T1 tedarikçisi için denklem 8 ve denklem 9 kullanılarak üretici ve tüketici riski hesaplanmış ve Tablo 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.** T1 Tedarikçisi Üretici ve Tüketici Riskler(Producer and Consumer Risks for Supplier T1)

	1-alfa	Üretici Riski	Tüketici Riski
<b>n=5 c=0</b>	0.32	0.67	0.07
<b>n=5 c=1</b>	0.73	0.26	0.33
<b>n=13 c=0</b>	0.05	0.94	0.00
<b>n=13 c=1</b>	0.23	0.76	0.01
<b>n=32 c=0</b>	0.00	0.99	0.00
<b>n=32 c=1</b>	0.00	0.99	0.00
<b>n=80 c=0</b>	0.00	0.99	0.00

Aynı örnek hacminde kabul sayısı değiştikçe üretici riski ve tüketici riski değişiklik göstermektedir.  $n=5$  durumunda kabul sayısının artması durumunda üretici riski azalmış, tüketici riski artmıştır.  $n=13$  durumunda kabul sayısının artması durumunda üretici riski azalmış, tüketici riski artmıştır.

İyi partinin reddedilmesi veya kötü partinin kabul edilmesi riskleri örnek hacmi ve kabul sayısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu sebeple kalite kontrol işlemlerini belirli bir standart çerçevesinde sürdürmek önem arz etmektedir. Tüm tedarikçiler için U kontrol grafikleri oluşturulmuş, tek katlı örnekleme planı oluşturulmuş ve İK grafikleri çizilerek üretici ve tüketici riskleri bulunmuştur.

## 5. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Bu çalışma kapsamında bir tekstil firmasının örme kumaşlara uyguladığı kalite kontrol süreci ele alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda; tedarikçiden temin edilen partiden kalite kontrol amacıyla örneklem alma yönteminde eksiklik olduğu tespit edilmiştir. Eksikliğin giderilmesi amacıyla kalite kontrol yöntemlerinden U kontrol grafiği, tek katlı örnekleme planı ve işletim karakteristiği yöntemlerine başvurulmuştur ve tedarikçilerin durumlarının izlenmesi kolaylaşmıştır.

Yapılan uygulamalar ile tedarikçilerin ürettiği olduğu örme kumaşların kalite sınırları içerisinde olup olmadığı U kontrol grafikleri yardımıyla incelenmiş olup, örme kumaşların kalite sınırlarını aştığı gözlenmiştir. Kalite sınırlarını aşan örme

kumaşlar hatalı ürünler oluşumuna sebebiyet vermektedir ve bu durum sonucunda müşteri memnuniyeti düşmektedir.

Tedarikçiden temin edilen parti büyüklükleri farklılık göstermektedir. Bu sebeple her partiye %10 örnek alma yöntemi kullanılması doğru bir kalite kontrol çalışması yapılmasını engellemektedir. Bunu önlemek amacıyla tek katlı örnekleme planı tasarlanmıştır. Tek katlı örnekleme planı tasarlanırken Askeri Standart (MIL-STD) Örnekleme Tablosu'ndan yararlanılmıştır. Bu tablo kullanılarak değişen parti büyüklüklerinden alınması gereken örnekleme ve kabul sayısı belirlenmiştir. Daha sonra değişik kusurlu oranlarındaki partilerin kabul olasılıklarını incelemek amacıyla işletim karakteristiği eğrisi oluşturulmuştur. Bu eğriye bakarak partilerin durumu hakkında bilgi edinilmektedir.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sonucunda kalite seviyelerinin izlenmesi için puanlandırma sistemi yerine süreç kontrol diyagramlarının kullanılmasının daha efektif olduğu gösterilmiştir. Kabul örnekleme planları sektöre ve firmaların uyguladıkları politikalara göre değişim göstermektedir. Bu nedenle, bu çalışmayla uygulama yapılan firma için uygun örnekleme planlarının gösterimi yapılmış hem de süreç kontrol diyagramlarının ortalamada yaşanabilecek kaymaları yakalamadaki etkinliği gösterilmiştir.

Gelecek çalışmalarda, U kontrol grafiğinden ve tek katlı örnekleme planından farklı yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabileceği gibi yapılan çalışma farklı üretim firmalarına da uygulanabilir.

#### **ETİK STANDARTLARIN BEYANI** (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazarı çalışmalarında kullandığı materyal ve yöntemlerin araştırma ve yayın etiğine uyduğunu beyan eder.

The author of this article declares that the materials and methods used in their work comply with research and publication ethics.

#### **YAZARLARIN KATKILARI** (AUTHORS CONTRIBUTIONS)

**Ömer Faruk YILMAZ:** Araştırmaları yapmış, sonuçlarını analiz etmiş ve maklenin yazım işlemini gerçekleştirmiştir.

He conducted the investigation, analyzed the results and performed the writing process.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI** (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

There is no conflict of interest in this study.

#### **KAYNAKLAR** (REFERENCES)

- [1] Kılıç, M., (2006). İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Tekstil İşletmelerinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [2] Doğan, Ü., (1991). Kalite Yönetimi ve Kontrolü. İstiklal Matbaası.
- [3] Grant, E. L., Leavenworth, R. S., (1980). Statistical quality control. New York: McGraw-Hill.
- [4] Şahan S., (2003). Acceptance sampling methods used in quality control and an application. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [5] Kayaalp, İ. D., Erdoğan, M. Ç., (2009). Konfeksiyon işletmesinde dikiş hatalarının istatistiksel proses kontrol yöntemlerini kullanarak azaltılması. Tekstil ve Konfeksiyon, 19(2), 169-174.
- [6] Özdamar, İ. H., (2014). İşletim karakteristiği eğrisi ve bir çalışma. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 5(10), 86-91.
- [7] Gergin, Z., Özkan, C., Ayan B., (2014). Kalite Kontrol Faaliyetlerinde Uygun Kabul Örnekleme Planı Kullanımı: Bir Tekstil İşletmesinde İnceleme. 14. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (UAS 2014) 14th Symposium for Production Research.
- [8] Kısaoglu, Ö. D., (2010). Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: I. Kumaş Hatalarının Kontrolü. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(3), 291-301.
- [9] Ala, D. M., İkiz, Y., (2015a). Defect Detection of Velvet Bathrobe Fabrics and Grading with Demerit Point Systems. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21(7), 288-295.
- [10] Ala, D. M., İkiz, Y., (2015b). A Statistical Investigation for Determining Fabric Defects That Occur During Weaving Production. Pamukkale

Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21(7), 282-287.

[11] Yıldız, K., Buldu, A., (2017). Kumaş hata tespiti ve sınıflandırmada dalgacık dönüşümü ve temel bileşen analizi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(5), 622-627.

[12] Ünal, C., Ağırhan, A. Ö., (2018). Yuvarlak Örme Kumaş Hatalarının Kontrol Kartlarıyla İstatistiksel Analizi. Tekstil ve Mühendis, 25(111), 246-253.

[13] Pınar, Z., (2020). Makine öğrenmesi yaklaşımları kullanılarak denim kumaşlarda kusur tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

[14] Çelik, A., Tekin, E., (2020). Tekstil Baskı Kalite Kontrolünün Görüntü İşleme Teknikleri ile Gerçekleştirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 268-276.

[15] Arıkan, C. O., (2021). Akıllı kumaş kontrol makinesi için raporlama ve altyapı iyileştirme sistemi geliştirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(3), 969-982.

[16] Çam, K., Aydın, C., Tarhan, C., (2022). Classification of Fabric Defects Using Deep Learning Algorithms. Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU).

[17] Baykal, P. D., Göçer, E., (2012). Konfeksiyonda kumaş ve model çeşitliliğinin üretimde kalite ve verimliliğe etkisi. Tekstil ve Mühendis, 19(87), 14-23.

[18] Rahman, A. K. M., S., (2018). Quality Control Management on Apparel Order Process: A Case Study in Bangladesh Garment Industry. International Journal of Science and Research, 7(2), 89-92.

[19] Özdemir, H., (2022). Deri tekstil firmasında altı sigma uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

[20] Montgomery, D. C., (2009). Statistical quality control. New York: Wiley.