

**Araştırma Makalesi****BİR ÜRETİM HATTINDA MEYDANA GELEN HATALARIN PARETO ANALİZİ VE KONTROL DİYAGRAMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ****Buse ÖNGELEN<sup>1</sup>****Mustafa KÖKSAL<sup>1</sup>**<sup>1</sup> İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye**buserdgd21@gmail.com , mkoksal@ticaret.edu.tr**<https://orcid.org/0000-0001-5682-3629> <https://orcid.org/0000-0001-6026-9798>

**Atf/Citation:** ÖNGELEN, B., KÖKSAL, M., (2024). Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Pareto Analizi ve Kontrol Diyagramı ile Değerlendirilmesi, Journal of Technology and Applied Sciences 7(1) s.19-33, DOI: 10.56809/icujtas.1387097

**Özet**

Nüfusun artması ihtiyaçları, ihtiyaçların artması üretimi genişletmiştir. Bu ihtiyaçlardan bir tanesi de beyaz eşyalardır. Beyaz eşyalar, üretimine başlanıldığı ilk günden itibaren insan hayatını önemli ölçüde kolaylaştırmıştır. Örneğin; bulaşık makinesi üretimi insan hayatında zaman, enerji, su tüketimi gibi pek çok parametrenin kazanımına etki etmiştir. Bu ve benzeri parametrelerin kazanımı doğrultusunda, beyaz eşya üretim sektörüne olan yatırım artmıştır. Sektöre giren çeşitli firmalar ile sektörel rekabet ortamı oluşmuştur. Bu rekabet ortamında ayakta kalmak isteyen firmalar, rakiplerinin gerisinde kalmamak ve hatta onların önüne geçmek için çeşitli faaliyetlerde bulunmaktadır. Çalışmamızda yer alan firma, beyaz eşya sektöründe üretim gerçekleştirmektedir. Firma, ürünlerini üretirken müşteri beklentilerine ve kalite faaliyetlerine önem göstermektedir. Çalışmada çamaşır makinesi fabrikasında, montaj hattında oluşan hata verileri analiz edilmiştir. Bu veriler, Pareto Analizi ve Kontrol Grafikleri ile değerlendirilmiştir. Pareto Analizi ile öncelik verilmesi gereken hatalar tespit edilmiştir. Kontrol Grafikleri ile sürecin kontrol alanının dışına çıktığı noktalar tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim Hattı, Kalite Hataları, Beyaz Eşya, Pareto Analizi, P Kontrol Grafiği

**Research Article****EVALUATION OF DEFECTS OCCURING ON A PRODUCTION LINE WITH PARETO ANALYSIS AND CONTROL CHART****Abstract**

The increase in population increases the needs, the increase in needs increases the production. One of these needs is white goods. White goods have made human life considerably easier since the first day of production. For example, the production of dishwashers has affected savings in many parameters such as time, energy and water consumption in human life. According to the savings of these and similar parameters, investment in the white goods manufacturing sector has increased day by day. A sectoral competitive environment has emerged with various companies entering the sector. Companies that want to survive in this competitive environment engage in various activities in order not to lag behind their competitors and even to get ahead of them. The company in our study carries out production in the white goods sector. The company gives attach importance to customer expectations and quality activities while producing its products. In this study, the data of defects that occurred in the assembly line in the washing machine factory were analyzed. These data were evaluated with Pareto Analysis and Control Charts. Errors that need to be prioritized were determined by Pareto Analysis. By using the Control Charts, the points where the process went out of the control area were determined.

**Keywords:** Production Line, Quality Defects, White Goods, Pareto Analysis, P Control Chart.

Geliş/Received : 19.10.2023  
Gözden Geçirme/Revised : 15.11.2023  
Kabul/Accepted : 15.11.2023

## 1. GİRİŞ

Beyaz eşyalar piyasaya sürüldüğü ilk günden itibaren insan yaşamını kolaylaştırmıştır. Geçmişten günümüze geldiğinde beyaz eşya ürünleri birçok değişikliğe uğramıştır. Gelişen teknoloji beyaz eşya sektörünü de içine alarak, sektörde değişikliklere yol açmıştır. Beyaz eşya kullanımı hem evlerdeki yaşam kalitelerini arttırmakta hem de yaşam alanlarını daha keyifli hale getirmektedir.

Türk beyaz eşya sektörü, içinde bulundurduğu yüksek katma değere sahip markalar ile sektörü uluslararası alanda temsil etmektedir (Akiş, 2019, s.233). Türkiye’de beyaz eşya sanayi 1955 yılında Sütlüce’de ilk adımını atmış, 1959 yılında çamaşır makinesi, 1960 yılında buzdolabı, 1963 yılında fırın, 1965 yılında elektrik süpürgesi ve santrifüjlü yarı otomatik çamaşır makinesi üretilmeye başlanmıştır (Yaşar, 2010, s.152). Beyaz eşya sektörü, üretimine başlanan ilk günden itibaren teknolojik gelişmeleri yakından takip etmiştir. Bugün bünyesinde yer alan Ar-Ge merkezleriyle teknoloji üreten sektör, ihracat odaklı stratejik plan uygulamaktadır (Yaşar, 2010, s.156). Gümrük birliği sonrasında sektör, üretim teknolojilerinde önemli gelişmeler kaydederek Avrupa ve Amerika standartlarında ürünler üretmiştir. (Yaşar, 2010, s.153). Bu gelişmelerin neticesinde Türk beyaz eşya sektörü, ABD, AB, Rusya Federasyonu, Orta Asya, Çin, Orta Doğu ve Kuzey Afrika pazarına girmiştir (Yaşar, 2010, s.153). Türkiye’de beyaz eşya sektöründe üretim yapan başlıca firmalar; Arçelik, Beko, Altus, Aygaz (Arçelik), Profilo, Bosch, Siemens (BSH Profilo), Ariston, Indesit (Merloni), Vestel, Regal (Vestel) ve DemirDöküm’dür (Yaşar, 2010, s.155).

Avrupa’nın en büyük, dünyanın ise ikinci en büyük üreticisi konumunda olan Türk beyaz eşya sektörü, 150’yi aşan ülkeye ürünlerini ihraç ederek ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır (Akiş, 2019, s.233).

Beyaz eşya sektörü için vazgeçilmez bir unsur, kalitedir. Kalite müşteri beklentilerini karşılayabilme yeteneği olarak algılansa da çalışmamızda yer alan firma için kalite, müşteri beklentilerinin önüne geçmek olarak hedeflenmiştir. Firma kaliteyi tüm süreçlerde ön planda tutmuş, çeşitli kalite faaliyetleri ile ürün güvenilirliğini arttırmıştır.

Firmalar kaliteyi yakalayabilmek için, müşteri odaklı adımlar atarken süreç uyumunu da yakalamalıdır (Suğur vd., 2004, s.131). Firmalar için kalite, tüm süreçlerde etkin kullanılması gereken bir kavramdır. Kalite; firmanın tedarikçileri ile ilişkisini, üretim süreçlerini, grup yoğunluğu iyileştirme süreçlerini, Ar-Ge faaliyetlerini, pazarlama kanallarını, satış bayilerini, satış sonrası hizmetleri ve müşteri faaliyetlerinin belirlenmesi gibi firmayı ilgilendiren tüm süreçleri kapsamaktadır (Suğur vd., 2004, s.131).

Firmalar arası rekabetin arttığı günümüzde, üretim müşteri odaklı faaliyetlere yönelmiştir. Küresel rekabet ortamında faaliyette bulunan firmalar, giderek farklılaşan müşteri istek ve beklentilerini karşılamak zorundadır (Zerenler ve Karaboğa, 2014, s.264). Ürün kalitesini artırırken üretim hatalarını azaltmak firmaların temel hedeflerindedir. Üretim esnasında oluşan hatalar, ürün müşteri tarafından teslim alındıktan sonra telafisi çok daha zordur (Zerenler ve Karaboğa, 2014, s.264). Ürün kalitesinin düşük olması hem müşteri memnuniyetini düşürür hem de maliyetleri artırır (Tekin ve Arslandere, 2017, s.340). Bu sebeple firmalar üretim hatalarının azaltılması için zamanında ve doğru aksiyonlar alarak, hem müşteri memnuniyetini, hem de rakipleriyle rekabet edilebilirliği arttırmayı hedeflemişlerdir.

Üretim hatalarını ortadan kaldırmak için firmaların başvurduğu yöntemlerin başında istatistiksel proses kontrol gelmektedir. İstatistiksel proses kontrol, prosesi sürekli denetleyerek değişikliği kontrol altında tutmak, en ekonomik bir şekilde faydanın maksimize edildiği bir sistemde üretim gerçekleştirmek amacıyla çeşitli istatistik tekniklerinin kullanılmasıdır (Çakırkaya, 2016, s.273).

Burada ki amaç, kaliteyi bozan nedenleri bulup, onları ortadan kaldırmak ve standart bir üretimin gerçekleştirilmesini sağlamaktır (Zaim, 1998, s.183). Firmalar üretimi en az hata vererek gerçekleştirmek isterler. Bu hem piyasada ki marka imajını yükseltmekte hem de maliyetleri düşürmektedir. Bu sebeple üretimin doğru ve sistematik çalışması gerekmektedir. İstatistik proses kontrol yöntemi de, sürecin ne zaman doğru ne zaman hatalı çalıştığını gösteren bir analitik karar verme yöntemidir (Kumurkan, 2021, s.17).

İstatistiksel Proses Kontrol yöntemlerinin kullanılmasında ismi sıkça duyulan Prof. Dr. Kaoru Ishikawa'ya göre, prosesi kontrol altında tutabilmek için yedi temel araç kullanılmalıdır. Firmalarda meydana gelen problemlerin %95'ini çözebileceğine inanılan araçlar, Yedi Kalite Aracı veya Ishikawa'nın Yedi Temel Aracı olarak da bilinmektedir (Kumurkan, 2021, s.17).

Yedi temel kalite aracı aşağıda yer almaktadır (Kumurkan, 2021, s.17);

1. Histogram
2. Çetele Tablosu
3. Pareto Diyagramı
4. Neden-Sonuç Diyagramı
5. Akış Diyagramı
6. Serpilme Diyagramı
7. Kontrol Grafikleri

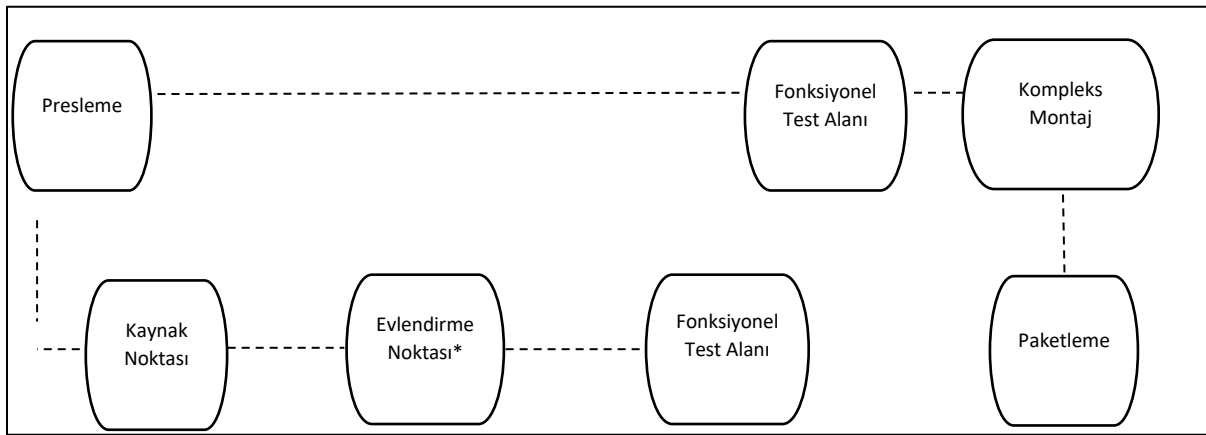
Bu çalışmada İstatistiksel Proses Kontrol yöntemlerinden Pareto Analizi ve Kontrol Diyagramı kullanılmıştır. Pareto Analizi ve Kontrol Diyagramı yöntemleri metot bölümünde detaylı bir şekilde incelenecektir. Diğer yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır;

- Histogram = Özel bir grafik türü olan histogram, sadece bir çeşit ölçümün sonucunu göstermektedir (Başaran, 2010, s.25). Amaç, eldeki verinin merkezi yerleşim ve dağılım özelliğini görsel hale getirmektir (Beytekin, 2010, s.12).
- Çetele Tablosu = Belirli bir zaman diliminde gerçekleşen hataların nedenleri ve kaynaklarını bulmak amacıyla sıklık derecelerinin saptanması için kullanılan yöntemdir (Kaya ve Engin, 2005, s. 104).
- Neden-Sonuç Diyagramı = Japon kalite öncülerinden Ishikawa'nın geliştirdiği ve balık kılıcı diyagramı olarak da isimlendirilen diyagram, problem ve problemi oluşturan temel nedenler arasında ki ilişkinin grafiksel gösterimidir (Başaran, 2010, s.16).
- Akış Diyagramı = Herhangi bir süreç içerisinde ki sapmaları belirlemek amacıyla kullanılan akış diyagramı, süreç içerisinde ki aşamaları simgelerle gösterir (Örümlü, 2006, s.46).
- Serpilme Diyagramı = Ürünün ve hizmetin kalitesini etkileyen başlıca iki özellik arasında ilişki olup olmadığını tespit etmek için kullanılan serpilme diyagramı, kaliteyi etkileyen faktörlerin etki derecelerini ve etki yönünü bulmaktadır (Akarsu, 2012, s.53).

### 1.1.Firma Tanıtımı

Çalışmada yer alan firma, beyaz eşya üretim sektöründe faaliyet göstermektedir. Montaj hattı kalite hataları analiz edilen fabrika, çamaşır makinesi üretimi gerçekleştirmektedir. Home connect, akıllı dozajlama, otomatik su tasarruf sistemi, leke algılama opsiyonu gibi çeşitli teknik özellikleri bulunan cihazlar üretilmektedir. Üretim için gerekli parçaların büyük çoğunluğu tedarikçiden temin edilmekte olup, üretim büyük ölçüde montajdan oluşmaktadır. Tedarikçiden temin edilen parçalar, giriş kalite departmanı tarafından kontrol edilmekte ve sorun teşkil etmeyen parçalar montaj hattına aktarılmaktadır. Montaj hattına gelen parçalar gerekli işlemlerden geçtikten sonra nihai ürün haline gelmektedir. 2022 verilerine bakıldığında çamaşır makinesi fabrikasında toplam 1.518.302 adet cihaz üretilmiştir. Talebin ve üretimin fazla olması sebebi ile, üretim 24 saat kesintisiz devam etmektedir olup üretim sistemi, 3 vardiyadır.

Üretim 3 hat ile gerçekleşmektedir. İlk hat yıkayıcı montaj hattı olup, 13 farklı istasyondan oluşmaktadır. Bu hatta üretim adımlarının yanında manuel ve otomatik olarak 2 farklı kalite denetimi de gerçekleştirilmektedir. İkinci hat ana montaj hattıdır. Bu hat 25 farklı istasyondan oluşmaktadır. Bu hatta cihazın takip etmesi gereken üretim adımları ve genel olarak mavi yaka personelin manuel olarak yaptığı, fonksiyon testleri gerçekleşmektedir. Üçüncü hat ise son montaj hattı olup, 7 farklı istasyondan oluşmaktadır. Son montaj hattında cihaz dışarıdan bakıldığında görülebilen parçaların takılması ve bu yüzeylerde herhangi bir hatanın olup olmadığı gözlem yoluyla kontrol edilir. Cihaz üzerinde yer alan RFID Kart sistemi ile arıza bilgisi ve hatalı parçanın cihaz üzerindeki konumu kontrol edilerek, cihaz otomatik ve manuel olarak hatanın düzeltilmesi için alana gönderilir. Tespit edilen hata düzeltildikten sonra cihaz montaj hattına geri beslenmektedir. Cihaz tüm denetim aşamalarını tamamladıktan sonra paketleme hattına yönlendirilir. Bu hatta paketlenmesi tamamlanan cihaz lojistik alanına geçer ve fabrika üretim süreci tamamlanır.



\*Ürünün komponentlerinin birleştirildiği alan.

**Şekil 1:** Üretim Hattı Denetim İstasyonları

Çalışmada yer alan montaj hattı kalite hataları analizini gerçekleştirebilmek için, üretim aşamasında geçtiği hatlarda tespit edilen hatalar incelenmiştir. Veriler, Mart 2022 dönemine ait olup toplam 10.316 hata tespit edilmiştir. Tespit edilen hatalar, 45 farklı türde gerçekleşmiştir.

Çalışmada kalite hataları Pareto Analizi kullanılarak önem derecesine göre sıralanmıştır. Kontrol grafikleri ile kontrol limitleri hesaplanarak sürecin kontrol altında olma durumu tespit edilmiştir.

## 2. METOT

### 2.1. İstatistiksel Proses Kontrol

İstatistiksel Proses Kontrol, firmaların sıkça kullandıkları istatistiksel bir metottür. Bu metot, üretim ve hizmet işletmelerinde kullanılmaktadır. İstatistiksel proses kontrol metodu, içinde barındırdığı 7 temel teknik ile prosesi izleyen bir yöntemdir. İstatistiksel proses kontrol, prosesin ne zaman doğru ve ne zaman yanlış çalıştığını anlamayı sağlayan bir yöntemdir (Kumurkan, 2021, s.17). Bu yöntemdeki amaç, bir ürünün ya da hizmetin en ekonomik ve etkin bir şekilde üretilmesini sağlamak, standartlara bağlılığı hedef almak ve kusurlu bir ürün veya hizmet üretilmesinin önüne geçmeyi hedefleyerek, bu teknikleri prosesin tüm aşamalarına uygulamaktır (Zeyveli ve Selalmaz, 2008, s.268). Bu metot ile proses sürekli izlenip süreç kontrol altında tutulmakta ve bu sayede sürekli kontrol altında tutulan süreç iyileştirilmektedir (Karaca, 2012,

s.2). İstatistiksel Proses Kontrol ile öncelikle veri toplanır, toplanan veriler analiz edilir ve son aşamada bu veriler yorumlanarak bir sonuca ulaşılır (Başaran, 2010, s.14).

İstatistiksel Proses Kontrolün 4 temel işlevi;

1. Proses değişkenliğinin ölçülmesi,
2. Proses değişkenliğinin kontrol edilmesi,
3. Prosesin yeterli hale getirilmesi,
4. Proses değişkenliğinin azaltılması

şeklinde maddeleşmektedir (Başaran, 2010, s.15).

### 2.1.1. Pareto Analizi

1897 yılında İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto, İtalya servetinin %80'ine nüfusun %20'si sahip olduğu ve İngiltere topraklarının %80'inin nüfusun %20'sinin sahip olduğunu fark etmektedir (Yılmaz, 2005, s.1). Vilfredo Pareto, 1843 ve 1923 yılları arasında İtalya'nın ekonomik yapısı üzere yaptığı çalışma sonucu aşağıda yer almaktadır (Eren, 2021, s.13);

**Tablo 1:** Vilfredo Pareto'nun GSMH Üzerine Çalışması (Eren, 2021, s.13)

Nüfus (%)	GSMH Dağılımı
20	80
30	15
50	5

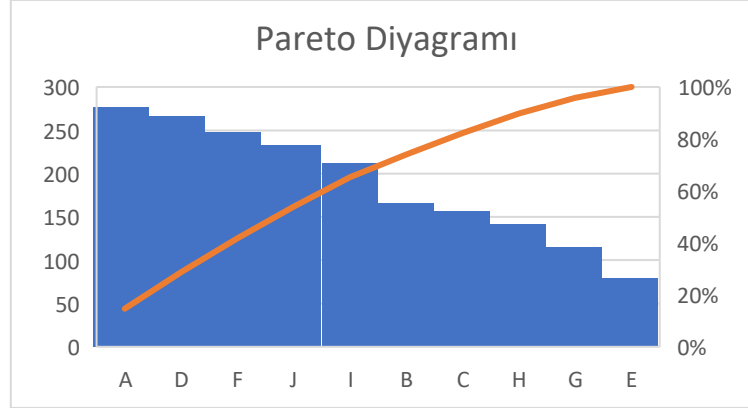
Vilfredo Pareto daha sonra, bahçesine ektiği bezelyeler için kullandığı tohumların %20'sinin mahsulün %80'ini ortaya çıkardığını fark etmesi üzerine, önemli azınlık önemsiz çoğunluk dengesi üzerine kurulu matematiksel modeli keşfetmiştir (Yılmaz, 2005, s.2).

Günümüzde rekabet ortamının artmasıyla birlikte firmalar için zaman kavramı daha da önem kazanmıştır. Firmalar, hem müşterilerin ilgisini ve beğenisini çekmek, hem de rakip firmaların önüne geçmek istemektedirler. Tüm bu çalışmalarını yürütürken, üretilen ürünün veya hizmetin en az hasar ile üretilmesi gerekmektedir. Bu sebeple oluşan hataları iyi analiz edip hataların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Hatalar çözüme kavuşturulurken, en fazla tekrarlanan hataya öncelik verilmesi gerekmektedir. Pareto Analizi, hata sebeplerini, önem derecesi daha az olan hata ile önem derecesi yüksek olanları hatayı birbirinden ayırmak için kullanılan bir tekniktir (Şirin Aydın ve Teke, 2016, s.39). Pareto Analizinde problem kaynağının %80'inin, nedenlerin %20'lik bölümünü ortadan kaldırdığı savunulmaktadır (Dülgeroğlu Kısaoğlu, 2010, s.292).

Pareto Diyagramı adımları aşağıda yer almaktadır (Başaran, 2010, s.42-44);

1. Bütün Elemanların Listelenmesi
2. Elemanların Ölçülmesi
3. Elemanların Sınıflandırılması
4. Kümülatif Dağılımların Hesaplanması
5. Pareto Grafiğinin Çizilmesi
6. Pareto Grafiğinin Yorumlanması

Pareto grafiğinin amacı, hata çeşitlerini tespit ederek hataların yoğunlaştığı nedenleri bulmak ve emeklerin en verimli sahalarda yoğunlaşmasını sağlamaktır (Zeyveli ve Selalmaz, 2008, s.269). Pareto grafiğinde hata türleri yatay eksen ve büyükten küçüğe doğru sıralanmış şekilde aynı zamanda her hatanın toplam hata içindeki payını gösteren bir ‘Pareto Eğrisi’ çizilir (Zeyveli ve Selalmaz, 2008, s.269).



Şekil 2: Örnek Pareto Diyagramı

### 2.1.2. Kontrol Diyagramları

Kontrol diyagramı ilk kez, Bell Telefon Laboratuvar elemanı W.A.Shewhart tarafından 1924 yılında geliştirilmiştir (Eren, 2021, s.11). Kontrol diyagramı, proseste gerçekleşen değişkenlerin zaman içinde değişimini inceleyen bir grafikdir (Kumurkan, 2021, s. 19). İncelenen prosesin belirlenen kalite sınırları içinde nasıl bir değişim gösterdiğini analiz etmektedir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006, s.67). Grafikler sayesinde süre, istatistiksel yöntemlerle ekonomik ve güvenilir bir biçimde kalmaktadır (Başaran, 2010, s.22).

Kontrol diyagramı süreci, belirlenen alt limit ve üst limit aralığında tutmaya çalışmaktadır. Belirlenen alt limit ve üst limit aralığında kalan değerler kabul edilebilir değerler olup burada meydana gelen sapmalar, sistem içinden kaynaklanmaktadır (Eren, 2021, s.12). Belirlenen limitlerin dışına taşan kısım ise prosesin kontrol dışı olduğunu göstermektedir. Kontrol dışı olan bölümler tespit edilmeli ve gerekli aksiyonlar alınmalıdır. Kontrol diyagramı oluşturulurken beklenen durum, üst limit-alt limit aralığında olmasıdır. Sapma üst ve alt limit aralığı aşmışsa, çoğunlukla bunun nedeni sistemin içinden kaynaklanmadır (Eren, 2021, s.12).

#### 2.1.2.1. P Kontrol Grafiği

Bir işlem sonucunda elde bulunan veriler doğrultusunda ortaya çıkan hatalı ürün sayısının, baz alındığı verinin toplam işlem gören ürün sayısına oranına hata oranı denilmektedir (Ülen, 2010, s.27). P kontrol grafiği (p harfi) İngilizce “oran” kelimesi olan “proportion”dan gelir (Duclos ve Voirin, 2010, s.403). Elde bulunan alt grup boyutlarının değişiklik gösterdiği ve hatanın sayısından ziyade hata oranının ön planda tutulması gereken durumlarda kullanılır. İmalat süreçlerindeki değişkenlik kaynaklarını yorumlamak ve azaltmak için endüstride geliştirilmiş bir grafik aracıdır. Her birim için sadece iki seçeneğin olduğu binom bir dağılım sonucunu karşımıza çıkarır ve rutin veri izlenimleri için kullanışlıdır (Duclos ve Voirin, 2010, s.403). Hesaplama yöntemi ise elde bulunan toplam ve kusurlu ürün sayısına bağlı olarak bulunan Merkez Çizgisi değeri kullanılarak Üst Kontrol Sınırı ve Alt Kontrol Sınırı oluşturulur. Belirlenen çizgi ve limitler değerler doğrultusunda X eksenine baz

alınan grupları gösterildiği ve Y ekseninde oranın değerlerini gösteren 2 boyutlu X-Y tablosuna bu değerler işlenir. Alt grupların kusurlu ürün oranları belirlenmiş sınır değerleri dışarısında kalırsa bu alt gruplar kalite açısından kararlı olarak nitelendirilemez ve sınır değeri dışında kalma sebeplerinin detaylandırılarak incelenmesi gerekir. P kontrol grafiğinin temel hesaplama kavramları ve yöntemi aşağıdaki gibidir;

p: kusur oranı

n: örnek hacmi

k: örnek sayısı

Merkez Çizgisi:  $\bar{p}$

$$\text{Ortalama Örnek Hacmi: } \bar{n} = \frac{\sum n}{k} \quad 1.1$$

$$\text{Üst Kontrol Sınırı: } \bar{p} + 3 * \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}} \quad 1.2$$

$$\text{Alt Kontrol Sınırı: } \bar{p} - 3 * \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}} \quad 1.3$$

**Tablo 2:** P Kontrol Grafiği (Montgomery, 2009, s.291)

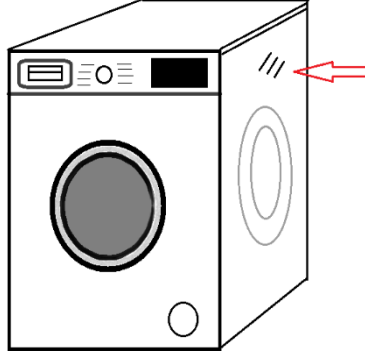
	P Kontrol Grafiği
Üst Kontrol Grafiği (LCL)	$\bar{p} + 3 * \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}}$
Merkez Çizgi (CL)	$\bar{p}$
Alt Kontrol Grafiği (UCL)	$\bar{p} - 3 * \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}}$

P kontrol grafiğinde yer alan merkez çizgisi, ortalama kusur sayısını göstermekte olup, örneklerin bu çizginin altında dağılması, proseste iyileşme anlamına gelebilir. Alt kontrol çizgisi altında olan örnekler ise kusur oranının düşük olduğunu ifade etmektedir. Ancak bu durum her zaman kalitede iyileşme olduğu sonucunu doğurmamaktadır. Bazı durumlarda proseste kusur oranını düşüren bir neden, başka bir noktanın oranını arttırabilmektedir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006).

### 3. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünden beyaz eşya üreten firmanın çamaşır makinesi üretimini gerçekleştirdiği, üretim hatlarından alınan veriler ile sürecin kontrolüne dair analiz gerçekleştirilmiştir. Çamaşır makinesi montaj hatları Mart 2022 döneminde incelenmiş ve montaj hattında meydana gelen hatalar belirlenmiştir. Mart 2022 döneminde 45 farklı türde hata tespit edilmiş olup toplamda 10.316 adet hata meydana gelmiştir. En sık rastlanan hatalar aşağıda kısaca özetlenmektedir;

- ✓ Hasarlı olarak belirtilen hata; cihazın çeşitli bölgelerinde (örn. Camlı kapı, boşaltma hortumu, ana kablo vs.) meydana gelen ve personelin gözlemi ile hasarlı kabul edilen hata grubudur.
- ✓ Çizik; ön panel, deterjan çekmece kapağı, arka kapak gibi alanlarda çizilme sonucu meydana gelen ve personelin görsel denetimi ile tespit edilen hata grubudur.



**Şekil 3:** Çamaşır Makinesi Çizik Hatası Sembolik Gösterimi

- ✓ Eksik parça; cihazın kontrol panel kablo grubunun eksik olması, sabunluk kelepçesinin takılmamış olması, cihaz içine koyulması gereken evrakların (kullanım kılavuzu vb.) koyulmamış olması vb. durumların tespit edilmesiyle ortaya çıkan hata grubudur.
- ✓ Yabancı madde; ön saç veya sol yan paneldeki boya üzerinde farklı bir maddenin (çöp, toz vs.) gözlem yoluyla tespit edilerek oluşan hata grubudur.
- ✓ Yanlış montaj; boşaltma hortumu, rezistans gibi cihazda bulunması gereken parçanın yanlış veya hatalı bir şekilde montaj edilmesinden kaynaklı oluşan hata grubudur.
- ✓ Kır/pis; kontrol paneli, üst tabla, camlı kapı gibi cihazın çeşitli bölgelerinde kirlenme sonucu oluşan ve personelin görsel denetimi sonucu tespit edilen hata grubudur.
- ✓ Kırık; termistör, pompa kapağı adaptörü ve cihazın diğer parçalarında tespit edilen kırılma sonucu oluşan hataları kapsamaktadır.
- ✓ Bağlantı elemanı hatası; cihazın elektriksel parçalarında yanlış bağlanması sonucu tespit edilen hata grubudur.
- ✓ Çatlak; çamaşır makinesinin büküm döngüleri sırasında tamburun fazla hareket etmesinden kaynaklı cihazın hareket etmesini engelleyen beton bloklarda, meydana gelen ayrılma sonucunda ortaya çıkan hata grubudur.
- ✓ Hasarlı bağlantı elemanı; elektriksel parça ve kablolarda meydana gelen ezilme, çizilme, kırılma hatalarının tespit edildiği gruptur.
- ✓ Pozisyon hatası; home connect cihazlarda wifi istasyonunda etiketin doğru pozisyonda koyulmaması, üst tablanın gövdeye paralel gelmemesi sonucunda tespit edilen hata grubudur.
- ✓ Form hatası; arka kapak, üst beton, sabunluk kelepçesi, vida yerleri gibi cihazın çeşitli alanlarında tespit edilen ve bu alanların standartlara uymaması sonucu oluşan hata grubudur.
- ✓ Tork/sıkma açısı hatası; arka kapak, ön saç, camlı kapı gibi cihazın çeşitli noktalarında vida sıkışması sonucu ortaya çıkan hata grubudur.

### 3.1. Veri Toplama

Çalışmada yer alan analiz için, 1 Mart 2022 ve 31 Mart 2022 tarih aralığında montaj hatlarında üretilen ürünlerden örnek alınmıştır. Üretimde 3 montaj hattı bulunup, analiz için bir aylık dönemde gerçekleşen tüm veriler ele alınmıştır. Üç hatta ortalama 167.130 cihaz üretimi gerçekleşmiş olup 3 hatta toplam 10.316 adet hata meydana gelmiştir. Hatalar çeşitli nedenlere bağlı olarak 24 saat devam eden üretimde farklı vardiya aralıklarında tespit edilmiştir. Analizin daha kolay anlaşılabilmesi adına veriler, bir aylık dönemi 5 günlük periyotlara bölerek düzenlenmiştir.



### 3.2. Hataya Neden Olan Kaynaklar

Montaj hatlarında meydana gelen hataların arıza kaynakları, 7 farklı türdedir. Bunlar, mekanik hata, fonksiyonel hata, elektriksel hata, bilinmeyen hata, genel hata, görsel hata ve yazılım hatası olarak adlandırılmaktadır. Tablo 3'te hatanın kaynakları ve sınıflandırılan kaynakların yüzdeleri yer almaktadır.

**Tablo 3:** Hataya Neden Olan Kaynakların Yüzdelerik Dağılımı

Hata Kaynağı	Hata Adeti	Yüzdelerik Dağılım (%)
Görsel Hata	3.968	38,46%
Mekanik Hata	3.816	36,99%
Genel Hata	1.113	10,79%
Elektriksel Hata	851	8,25%
Fonksiyonel Hata	289	2,80%
Yazılım Hatası	174	1,69%
Bilinmeyen Hata	105	1,02%
<b>Toplam</b>	<b>10.316</b>	<b>100%</b>

Hata oluşumuna en fazla neden olan kaynak yaklaşık %38,5 oran ile görsel hata, en az neden olan kaynak ise %1,02 oranı ile nedeni bilinmeyen hatadır.

Üretim hatlarında meydana gelen hatalar tespit edildikten sonra, hataların giderilmesi için özel bir alana aktarılır. Cihazın arızalı bulunan parçası, bu alanda tamir edilir. Tamir edilen ve sorun teşkil etmeyen parça tekrar üretim hattına beslenir. Üretim hattına gelen parça, diğer parçalar ile birleşerek nihai ürün haline gelir. Kontrol mekanizmalarının tamamından sorunsuz geçen cihaz, paketlenme hattına yönlendirilir.

Mart 2022 döneminde montaj hatlarında tespit edilen hatalar, önce Pareto Analizi, sonra p kontrol grafiği ile incelenmiştir. Bu hatalar Pareto Analizi kullanılarak önem derecelerine göre sıralanmış bu sayede çözüm için öncelik verilmesi gereken hatalar bulunmuştur.

**Tablo 4:** Çamaşır Makinesi Montaj Hatlarında Meydana Gelen Hata Türleri, Adetleri ve Yüzdeleri

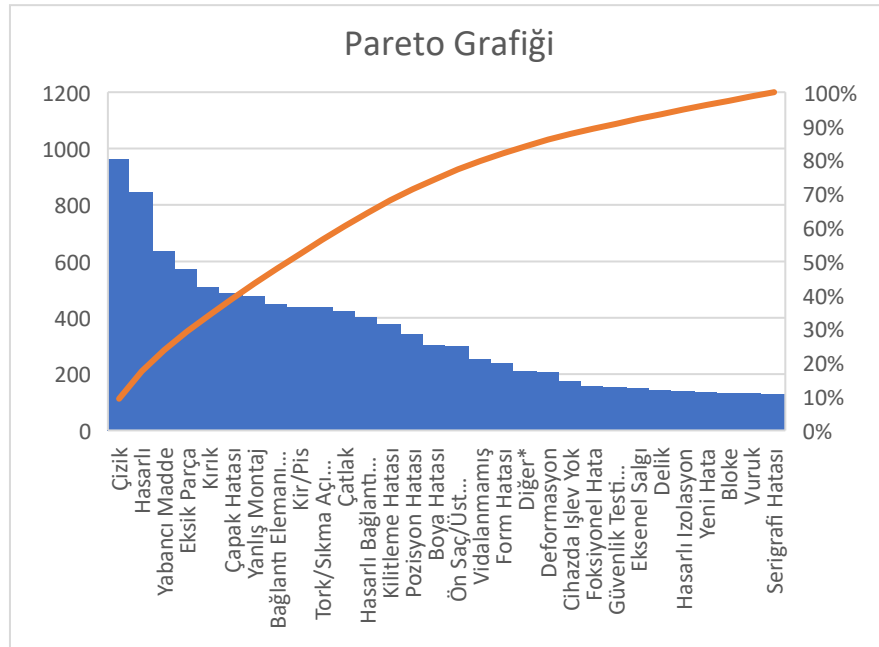
Hata No	Hata Türü	Hata Adeti	Yüzde	Kümülatif Toplam	Kümülatif Yüzde
1	Çizik	964	9,34%	964	9,34%
2	Hasarlı	845	8,19%	1.809	17,54%
3	Yabancı Madde	636	6,17%	2.445	23,70%
4	Eksik Parça	571	5,54%	3.016	29,24%
5	Kırık	508	4,92%	3.524	34,16%
6	Çapak Hatası	486	4,71%	4.010	38,87%
7	Yanlış Montaj	478	4,63%	4.488	43,51%
8	Bağlantı Elemanı Hatası	450	4,36%	4.938	47,87%
9	Kir/Pis	439	4,26%	5.377	52,12%
10	Tork/Sıkma Açığı Hatası	439	4,26%	5.816	56,38%
11	Çatlak	423	4,10%	6.239	60,48%

12	Hasarlı Bağlantı Elemanı	401	3,89%	6.640	64,37%
13	Kilitleme Hatası	378	3,66%	7.018	68,03%
14	Pozisyon Hatası	340	3,30%	7.358	71,33%
15	Boya Hatası	303	2,94%	7.661	74,26%
16	Ön Saç/Üst Tablada Boşluk	301	2,92%	7.962	77,18%
17	Vidalanmamış	254	2,46%	8.216	79,64%
18	Form Hatası	239	2,32%	8.455	81,96%
19	Diğer*	210	2,04%	8.665	84,00%
20	Deformasyon	207	2,01%	8.872	86,00%
21	Cihazda İşlev Yok	174	1,69%	9.046	87,69%
22	Foksiyonel Hata	157	1,52%	9.203	89,21%
23	Güvenlik Testi/Hata Tespiti	153	1,48%	9.356	90,69%
24	Eksenel Salgı	151	1,46%	9.507	92,16%
25	Delik	143	1,39%	9.650	93,54%
26	Hasarlı İzolasyon	139	1,35%	9.789	94,89%
27	Yeni Hata	136	1,32%	9.925	96,21%
28	Bloke	132	1,28%	10.057	97,49%
29	Vuruk	131	1,27%	10.188	98,76%
30	Serigrafi Hatası	128	1,24%	10.316	100,00%
<b>31</b>	<b>Toplam</b>	<b>10.316</b>	<b>100,00%</b>	<b>10.316</b>	<b>100%</b>

\*Enjeksiyon Hatası, Ölçü Hatası, Kısa Devre, Yanlış Yazılım vb.

Pareto Analizi ile, öncelik verilerek çözüm bulunması gereken hatalar tespit edilmiş, Tablo 4'te hata türleri, kümülatif toplamlar ve yüzdeleri yer almaktadır. Bu analiz sayesinde belirli türde hatalar üzerine yoğunlaşarak, en önemli problemlerin öncelikli olarak çözüme kavuşturulması hedeflenmiştir. Pareto Analizi sonucuna göre ilk 17 hata tüm hataların yaklaşık %80'ine karşılık geldiği tespit edilmiştir.

Üretim hattında tespit edilen hataların kümülatif adetleri ve yüzdeleri belirlendikten sonra Şekil 4'te pareto diyagramı oluşturulmuştur.



**Şekil 4:** Montaj Hatlarında Tespit Edilen Hataların Pareto Analizi

Pareto Analizi ile önem verilmesi gereken hatalar üzerine çalışmalar yapılarak hata adetleri azaltılmaya çalışılmıştır. Hata adetlerinin azaltılması için, üretimi gerçekleştiren personele eğitim verilmesi, 8D (8 Disiplin) çalışmaları, denetimlerin sıklaştırılması gibi uygulamalar düzenlenmiştir. Personele verilen eğitimler, çeşitli zaman dilimlerinde olup, tüm personeli kapsamaktadır. 8D (8 Disiplin) metodu, gerçekleşen problemleri 8 adımda ve alanında uzman kadro ile çözmeye çalışan bir yöntemdir. Tüm bu aksiyonlar sonucunda, Mart 2022 döneminde tespit edilen ilk 17 hata toplamda 8.216 adet iken, bu sayı Nisan 2022 dönemine geçildiğinde 6.021'e düşmüştür. Nisan 2022 verileri Tablo 5'te gösterilmektedir.

**Tablo 5:** Nisan-2022 Çamaşır Makinesi Üretimi Hata Adetleri

Hata Türü	Hata Adeti
Hasarlı	817
Çizik	795
Yabancı Madde	485
Eksik Parça	554
Kırık	426
Çapak Hatası	389
Yanlış Montaj	527
Bağlantı Elemanı Hatası	416
Kir/Pis	383
Tork/Sıkma Açısı Hatası	284
Çatlak	326
Hasarlı Bağlantı Elemanı	342
Kilitleme Hatası	277
<b>Toplam</b>	<b>6.021</b>

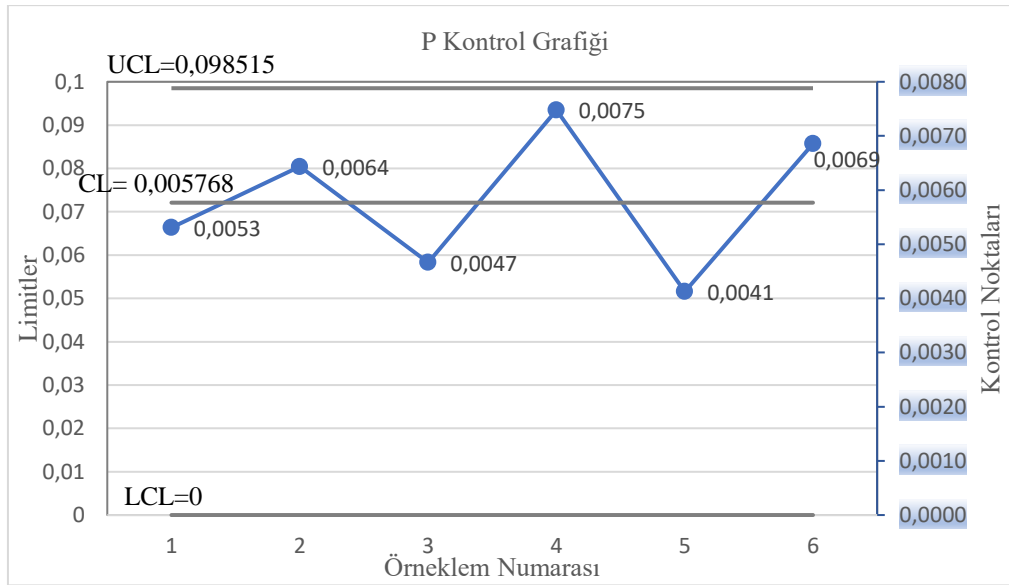
P kontrol grafiğinde; Mart 2022 döneminde, üretim hattında en fazla tespit edilen, çizik hatası incelenmektedir. İncelenen hatalar 01-30 Mart tarihleri aralığını kapsamakta olup, üretilen cihazların 964 adetinde çizik meydana gelmektedir. Montaj hattında meydana gelen çizik hatalarının tamamı gözlem yoluyla tespit edilmektedir. Sürecin kontrol altında olup olmadığını tespit edebilmek adına p kontrol limitleri oluşturulmaktadır. Kontrol limitleri, Tablo 2’de yer alan formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Oluşturulan p kontrol grafiğinde 5’er günlük kontrol edilen ürün miktarı ele alınmaktadır. Örneklem büyüklüğü değişken olup, montaj hattında 5 günlük periyotlarda kontrol edilen cihazların sayısını ifade etmektedir. Kusurlu sayısı, her örnekleme oluşmuş hata adetini göstermektedir. Örneklem büyüklüğü ve ölçülen kusurlu sayısı verileri kullanılarak grafiğe ait alt ve üst limitler hesaplanmıştır. Tablo 6’da hesaplanan alt limit, merkez çizgisi ve üst limit verileri gösterilmektedir.

**Tablo 6:** Çizik Hata Grubu-Hata Oranı p Kontrol Grafiği Verileri-Mart 2022

Örneklem No	Örneklem Büyüklüğü ni	Hatalı Sayısı Di	Hatalı Oranı Pi	$\bar{p}$	LCL	CL	UCL
1	34.660	184	0,53%	0,0053	0	0,005768	0,098515
2	27.820	179	0,64%	0,0064	0	0,005768	0,098515
3	20.800	97	0,47%	0,0047	0	0,005768	0,098515
4	24.340	182	0,75%	0,0075	0	0,005768	0,098515
5	31.510	130	0,41%	0,0041	0	0,005768	0,098515
6	28.000	192	0,69%	0,0069	0	0,005768	0,098515
<b>Toplam</b>	<b>167.130</b>	<b>964</b>	<b>0,58%</b>	<b>0,0058</b>	<b>0</b>	<b>0,005768</b>	<b>0,098515</b>

Proses çıktısındaki varyasyonu izlemek için Tablo 6’da ki veriler kullanılarak Şekil 5’te yer alan p kontrol grafiği hazırlanmıştır. P kontrol grafiği hazırlamakta ki amaç, kontrol sınırlarını daha iyi analiz ederek kontrol dışı durumların olup olmadığını tespit etmektir.

Bu grafik hazırlanırken montaj hatlarında kaydedilen verilerden yararlanılmıştır. Montaj hattından 5’er günlük periyotlarda alınan örneklem büyüklükleri değişken olup, her örneklem için kontrol limitleri hesaplanmıştır. Alt kontrol limiti sıfırın altında bir değer olarak hesaplandığında, bu limit sıfır olarak alınmaktadır (Montgomery, 2009, s.297). Bu sebeple alt kontrol limiti sıfıra eşitlenmiş, diğer değerler Tablo 6’da ki gibidir.



**Şekil 5:** P Kontrol Grafiği- Çamaşır Makinesi Üretim Hattındaki Veriler

Tablo 6'da ki veriler ile oluşturulan Şekil 5'te ki p grafiğinde görüldüğü üzere, süreç  $\bar{p} = 0,005$  seviyesinde kontrol altındadır. Ancak süreç kontrol altında olsa bile 4. haftada hesaplanan nokta, üst kontrol limite yaklaştığı gözden kaçırılmamalıdır. Burada yapılması gereken, süreç kontrol edilirken, kontrol dışı alanlara geçilmemesi için gerekli tedbirlerin alınmasıdır.

Sürecin üst limit çizgisine yaklaştığı noktaların nedenleri araştırılıp, bu nedenler kontrol grafiğinde belirtilmelidir. Grafikte yer alacak olan bu bilgiler gelecekteki süreç analizi için yol gösterici niteliği taşıyacaktır (Montgomery, 2009, s.294).

Çamaşır makinesi, firmanın uzun yıllar boyunca ürettiği bir üründür. Bu sebeple üretim hattı, sık sık kontrol edilmekte aynı zamanda deneyimli personeller ile hata oranları minimum seviyede tutulmaktadır. Şekil 5'te yer alan grafiğe bakıldığında süreçte dalgalanmalar olsa da kontrol altında olduğu görülmektedir.

Üretim hattında meydana gelen hatalar, tespit edilip bu hataların giderilmesi için hatanın meydana geldiği komponent özel bir alana aktarılır. İlgili komponent bu alanda gerekli işlemlerden sonra, üretime gönderilecek kaliteye ulaştırılır. Komponent, hatasız hale getirildikten sonra üretim hattına geri beslenir. Bu sayede ürün, nihai müşteriye gidebilmesi için gerekli kalite standartlarına ulaşmaktadır.

#### 4. SONUÇ

Beyaz eşya üretim sektörü, küresel rekabet ortamının yoğun yaşandığı sektörler arasında yer almaktadır. Bu sebeple sektörde yer alan firmalar, rakipleri ile rekabet edebilirliğini güçlendirmek için gerekli adımları atmalı ve piyasanın gerisinde kalmamalıdır. Günümüzde teknolojik gelişmeler artmış ve beyaz eşya sektöründe de bu gelişmeler önemli ölçüde hayat bulmuştur. Beyaz eşya ürünlerin teknoloji ile birleşmesi hem müşterinin hayat kalitesini yükseltmekte hem de firmaları bir adım ön plana taşımaktadır.

Çalışmada yer alan firma, beyaz eşya üretimi gerçekleştirirken müşteri beklentilerinin karşılanmasındaki hedefini yükseltmektedir. Ürettikleri ürünleri teknoloji ile birleştirerek bu

hedeflerini gerçekleştirmektedirler. Firma aynı zamanda kalite faaliyetlerine (8D, FMEA, İstatistiksel Proses Kontrol, vs.) önem vererek, ürünleri daha kaliteli bir şekilde üretmektedirler.

Bu çalışmada İstatistiksel Proses Kontrol yöntemlerinden Pareto Analizi ve P Kontrol Grafiği ele alınmıştır. Yapılan incelemede fabrikada yer alan üretim esnasında gerçekleşen hatalar gözlemlenmiş ve bu hatalar bir tabloda takip edilmiştir. Mart 2022 dönemini kapsayan üretim verileri incelendiğinde 3 üretim hattında toplamda 10.316 hata tespit edilmiştir. Bu hatalardan en fazla meydana gelen çizik hatası 964 adet, ikinci en fazla rastlanan hata hasarlı, 845 adet ve üçüncü hata ise cihaz üzerinde yabancı bir maddenin tespit edilmesiyle oluşan yabancı madde hatası 636 adettir.

Pareto Analizi ile üretim hattında tespit edilen kalite hatalarının, önem derecelerine göre sıralanması sağlanmıştır. Pareto Analizine göre ilk 17 hata tüm hataların yaklaşık %80'ini karşılamaktadır. Bu hatalar araştırılıp, hataların azaltılması için gerekli faaliyetler hayata geçirildiğinde, Nisan 2022 döneminde hata adetlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Pareto Analizi sonucunda en sık rastlanan hatanın çizik olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol diyagramları kullanılırken prosesin daha kolay analiz edilebilmesi ve daha kolay çözüm yolu üretilebilmesi için bir adet hata türü seçilip, analiz gerçekleştirilmiştir. Çizik hata türü, p kontrol diyagramı ile analiz edilmiş ve sürecin kontrol altında olduğu gözlemlenmiştir. Ancak kontrol noktaları belirli dönemler de üst limite yaklaşmasından dolayı kontrol dışı durumlar ile karşı karşıya kalınmaması için tedbir alınması gerektiği belirtilmiştir.

## 5. KAYNAKÇA

- Akarsu, T. (2012). Kalitenin İyileştirilmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinin Kullanılması ve Çağrı Merkezi Uygulaması [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Akiş, E. (2019). Türk Beyaz Eşya Sanaii'nin Rekabet Gücü. *Yönetim ve Ekonomi Araştırma Dergisi*, 17(4), 232-247.
- Baray, A. (2008). Üretim Varyasyon İstatistiksel Yaklaşım, Çağatay Kitabevi, İstanbul.
- Başaran, N. (2010). Kalite İyileştirmede İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi Ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Beytekin, U. (2010). Kağıt Endüstrisinde İstatistiksel Proses Kontrol Uygulamaları [Yüksek Lisans Tezi]. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Çakırkaya, M. ve Acar, Ö.E. (2016). Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Önem Derecelerinin İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi İle Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(36), 272-288.
- Çelik, C. (1988). İstatistiksel Proses Kontrolüne Geçişte Yetenek Analizleri Ve Bir Uygulama [Yüksek Lisans Tezi]. Anadolu Üniversitesi.
- Çetintaşa, S. ve Nazlı, İ. (2019). Doğal Taş Fabrikalarında Üretim Sürecinin Kalite Kontrol Grafikleri İle Değerlendirilmesi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 57(3), 177-187.
- Duclos, A. ve Voirin, N. (2010). The p-Control Chart: A Tool For Care Improvement. *International Journal for Quality in Health Care*, 22(5), 402-407.
- Dülgeroğlu Kısaoğlu, Ö. (2010). Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: I. Kumaş Hatalarının Kontrolü. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 16(3), 291-301.
- Eren, H. (2021). "Pareto Analizi, 80/20 Prensibi" İle Proseslerin İyileştirilmesi Ve Azınlığın Çoğunluğa Etkisi Üzerine Bir İşletme Örneği [Yüksek Lisans Tezi]. Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N. (2006). Kalite Kontrolde Örneklem Büyüklüğünün Değişken Olması Durumunda p Kontrol Şemalarının Oluşturulması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(10), 65-80.

- Karaca, E. (2012). Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol (İpk ) Uygulamaları Ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Kaya,İ. ve Engin,O. (2005). Kalite İyileştirme Sürecinde Yapay Zeka Tekniklerinin Kullanımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11(1), 103-114.
- Kobu, B. (1987). Endüstriyel Kalite Kontrolü, Önsöz Basım ve Yayıncılık, İstanbul.
- Kumurkan, H.H. (2021). Havacılık Sektöründe İstatistiksel Proses Kontrol: Uçak Bakım Süreçlerinin İyileştirilmesine Yönelik Bir Uygulama [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Montgomery, D.C. (2009). Introduction to Statistical Quality Control, John Wiley & Sons, Inc., ABD.
- Örümlü, M. (2006). Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol ve İşletme Uygulamaları [Yüksek Lisans Tezi]. Celal Bayar Üniversitesi. Manisa.
- Selalmaz, E. (2008). İstatistiksel Süreç Kontrol Metodunun Zincir Üretiminde Uygulanması [Yüksek Lisans Tezi]. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Stemann, D. ve Weihs, C. (2001). The EWMA-X-S-Control Chart and Its Performance In The Case Of Precise And Imprecise Data. Statistical Papers 42, 207-223.
- Suğur, N., Nichols T., Suğur, S. (2004). Türkiye'de Toplam Kalite Yönetimi Uygulamaları: Beyaz Eşya, Otomotiv ve Tekstil Sektörü Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 59(2), 127-150.
- Şahin, D. (2016). Türk Beyaz Eşya Sektörünün Dış Ticaret Yapısı: Seçilmiş Ülkelerle Karşılaştırmalı Bir Analiz. Kesit Akademi Dergisi, 2(4), 105-124.
- Şahin, O. (2013). İstatistiksel Proses Kontrolünde Kontrol Grafiklerinin Kullanımı ve Tekstil Sanayinde Bir Uygulama. Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(10), 53-75.
- Şirin Aydın, M. ve Teke, Ç. (2016). Lastik Endüstrisinde Makine Duruş Analizi. Uluslararası Mühendislik Ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi, 1(1), 38-43.
- Tekin, M. ve Arslandere, M. (2017). Üretimde Hata Önleme Aracı Olarak Poka-Yoke Sistemi ve Bir Uygulama Örneği. Kesit Akademi Dergisi, 3(11), 339-350.
- Ülen, M. (2010). Çok Değişkenli İstatistiksel Kalite Kontrolünün İlaç Endüstrisine Uygulanması [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yaşar, O. (2010). Türkiye'de Beyaz Eşya Sanayi. Marmara Coğrafya Dergisi, 21, 150-185.
- Yıldırım, H. ve Karaca, E. (2013). Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol (İpk) Uygulamaları ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme. Öneri Dergisi, 10(39), 77-87.
- Yılmaz, M. (2005). 80/20 Kuralı. Türk Kütüphaneciliği, 19(3), 308-320.
- Zayım, S. (1998). İstatistiksel Proses Kontrol Çalışması İçin Bir Metot. Öneri Dergisi, 2(9), 177-184.
- Zerenler, M. ve Karaboğa, K. (2014). Müşteri Memnuniyetinin Sağlanmasında Hataların Önlenmesine Yönelik Üretim Odaklı Bir Bakış Açısı: Poka-Yoke Sistemleri. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 31(1), 263-275.
- Zeyveli, M. ve Selalmaz, E. (2008). İstatistiksel Proses Kontrol Yöntemlerinden Pareto Analizi Ve Sebep-Sonuç Grafiğinin Zincir İmalatına Uygulanması. Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 6(3), 36-45.

**Not:** Bu makale, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı'nda, Prof. Dr. Mustafa Köksal danışmanlığında, Buse Öngelen tarafından yürütülecek olan, "Bir Beyaz Eşya Üretim Firmasında Vardiyalı Çalışma Sisteminin Kalite Hatalarına Etkisi İncelenerek İstatistiksel Uygulanması" başlıklı yüksek lisans tezinin ön çalışmalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.