

## BİR ÜRETİM HATTINDA MEYDANA GELEN HATALARIN ÖNEM DERECELERİNİN İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL TEKNİKLERİNDEN PARETO ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

**Murat ÇAKIRKAYA**

Selçuk Üniversitesi, Doktora Öğrencisi, murat.cakirkaya39@gmail.com

**Ömer Emrah ACAR**

Selçuk Üniversitesi, Doktora Öğrencisi, omeremrahacar@hotmail.com

Makale Gönderme Tarihi: 23.04.2016 Makale Kabul Tarihi: 19.10.2016

### Özet

Günümüzde işletmeler yoğun rekabet şartlarında müşterilerinin talep ettikleri ürünlerin istenilen kalite şartlarına uygunluğunu sağlamak için üretim süreçlerindeki hataları minimize etme konusunda çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Bu kalite çalışmalarında önemli bir yere sahip olan istatistiksel proses kontrol teknikleri, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve kontrolünü sağlama konusunda işletmelere yardımcı olmaktadır. İstatistiksel proses kontrol teknikleri sayesinde üretim süreçlerinde yaşanan sorunlar tespit edilebilmekte ve nedenleri araştırılarak aynı olumsuzlukların yaşanmaması için önlem alınabilmektedir. Bu çalışmada ilk olarak istatistiksel proses kontrol teknikleri açıklanmış ardından hataların önem derecelerinin belirlenmesine yardımcı olan Pareto Analizi'ne değinilmiştir. Pareto Analizi, basit fakat problemin teşhis ve analizinde son derece etkili bir tekniktir. Uygulama kısmında ise bir üretim hattında meydana gelen hatalar belirlenmiş ve bu hatalar Pareto Diyagramı ile analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İstatistiksel Proses Kontrol, Pareto Analizi, Hata.

## THE DETERMINATION OF THE SIGNIFICANCE LEVEL OF THE MISTAKES, OCCURRED IN A PRODUCTION LINE, BY MEANS OF PARETO ANALYSIS THAT IS ONE OF THE STATISTICAL PROCESS CONTROL TECHNIQUES

### Abstract

Nowadays in fierce competition environment, businesses perform various studies on minimizing the mistakes in production process to maintain the desirable quality of the products that the customers demand. The statistical process control techniques take an important place within these studies to improve the quality and they help the businesses enhance, improve and control the production process. The problems occurred during the production period can be determined by means of statistical process control techniques and measures are taken not to have the same problems by searching the reasons. In this study, statistical process control techniques were clarified at first and then Pareto analysis, which helps the determination of the significance level of the mistakes, was mentioned. Pareto Analysis, which is simple but so effective technic in identifying and analysis problem. In the implementation part, the mistakes occurred in a production line were determined and they were analyzed by Pareto Diagram.

**Key Words:** Statistical Process Control, Pareto Analysis, Mistake.

## **Giriş**

İstatistiksel tekniklerin maliyet düşüşü sağladığı, kaliteyi iyileştirdiği ve verimliliği artırdığı bilinmektedir. Bu teknikler uygulanırken; karmaşık süreçler analiz edilmekte, bunlar arasındaki sebep-sonuç ilişkileri ortaya çıkarılmakta ve kalite iyileştirme faaliyetleri kolaylaştırılmaktadır. Literatür çalışmasına ait bölümde detaylandırıldığı üzere istatistiksel teknikler; gıda, sağlık, otomotiv, elektronik, tekstil vb. çeşitli endüstri kollarında kullanılabilir (Rungtusanatham, 2000:243).

İstatistiksel proses kontrolü, bir süreci sürekli denetleyerek prostedeki değişkenliği kontrol altına almak, diğer bir ifadeyle önceden belirlenmiş kalite özelliklerine uygunluğun ve standartların gözetilerek ürünlerin en ekonomik şekilde ve faydanın maksimize edildiği bir anlayışla üretilmesini sağlamak amacıyla çeşitli istatistik tekniklerinin kullanılmasıdır. İstatistiksel süreç kontrolü, bir tür geri bildirim sistemi olarak kabul edilebilir. Buradan elde edilen bilgi, süreçlerin olağan şekilde işleyip işlemediğini ya da iyileştirilip iyileştirilmediğini anlamak için kullanılabilir (Derros vd., 2010:16). Etkin bir geri bildirim mekanizması oluşturmak, maliyetleri aşağı çekecek, zamandan tasarrufu sağlayacak, bütün bunların sonucunda verimliliği de artıracaktır (Oakland, 2008'den aktaran Duran ve Çetindere, 2012:240).

Çalışmanın makarna sektöründe gerçekleştirilmesinin başlıca nedenleri şunlardır: Tarım politikası uygulamaları ile tarım sektörünün altyapı sorunları nedeniyle gıda sektöründe yeterli ve kaliteli hammaddenin düzenli şekilde temininde zorluklar söz konusudur. Bu durum üretim planlamalarındaki hammadde temininde belirsizliklere sebebiyet vermektedir. Dolayısıyla verimlilik ve işgücü planlaması açısından sorunlar oluşabilmektedir (Başaran, 2010:48). Tohum ıslahı yapılmaksızın aynı tohumun tekrar tekrar kullanılması, üretilen durum buğdayının kalitesini gün geçtikçe düşmektedir. Dökme makarna gibi piyasalara sunulan düşük kaliteli ürünler alışkanlıkları değiştiremediğinden potansiyel talebi de yok etmektedir. Bu nedenle üretici firmaların iç piyasada kalite standartlarında üretilen makarnayı pazarlaması, yurt içi talebin artması açısından önemlidir. Kaliteli ürünün pazara sunulması kısa dönemdeki yüksek kar marjı yerine uzun dönemde sağlıklı bir pazar yapısı oluşturulması bakımından önemlidir (İSO, 2006:213-215). Büyüklükleri ne olursa olsun tüm üreticiler, kalite sorunlarının aşılmasında noktasında pareto analizinden istifade edebilirler.

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, dağılım diyagramı ve kontrol grafikleridir (Ala ve İkiz, 2015:283). Bu tekniklere kısaca değinilecek olursa (Yıldırım ve Karaca, 2013:78);

a) Akış Diyagramı: Verinin kaynaklardaki değişkenlikler gözetilerek gruplara ayrılması, kaydedilmesi ve işlenmesidir.

b) Çetele Diyagramı: Kullanıcılara, verileri toplamak, kayıt ve analiz yapmak için imkân sunan çeteleler, kullanıcıların veri toplayarak öğrenmek istedikleri konular

gözetilerek tasarlanmışlardır. Çoğunlukla arıza tiplerinin dağılımları ve arızanın konumu ile ilgili olarak kullanılırlar.

c) Histogram: Bir grup verideki değişimlerin dağılım aralıklarını ve yoğunluklarını göstermek için kullanılmaktadır

d) Neden-Sonuç Diyagramı: Kaoru Ishikawa tarafından geliştirilen diyagram ("Balık Kılıcı") Ishikawa diyagramı olarak da adlandırılmaktadır. Bu diyagramın amacı bir problemin kök sebebi ile ilgili farklı teoriler arasındaki karşılıklı ilişkileri düzenlemek ve göstermektedir.

e) Dağılım Diyagramı: İki değişken arasındaki ilişkiyi göstermek ve ikisi arasında korelasyon olup olmadığına karar vermek ve bir neden-sonuç ilişkisi olabileceğini göstermek için kullanılan grafiksel bir araçtır.

f) Kontrol Grafikleri: İlk olarak 1920'lerde Bell Laboratuvarlarında Walter Shewhart tarafından önerilmiştir. Shewhart süreç değişkenliğindeki genel nedenler ve özel nedenleri ayrı tutmak için kontrol grafiklerini geliştirmiştir. Kontrol grafiği süreç kontrol durumunu açıklayan grafiksel bir araçtır.

g) Pareto Analizi: Dikkatleri en önemli problem alanlarına çekmek için kullanılan Pareto Analizi aşağıda detaylandırılmıştır.

İstatistik veriler sunan bu analitik araçlar hem kalite kontrol elemanları hem mühendisler hem de yöneticiler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Özcan, 2001:152). Bu çalışmada istatistiksel proses kontrol tekniklerinden Pareto analizi gerçekleştirme süreci ele alınacak ve Pareto analizinin makarna sektöründe nasıl uygulanabileceği konusunda bir örnek uygulama sunulacaktır. Bu kapsamda öncelikle analize konu olan bütün elemanlar listelenecek, ölçümleri gerçekleştirilecek, sınıflandırılacak, kümülatif dağılımları hesaplanacak, Pareto Grafiği çizilecek ve son olarak çizilen bu grafik yorumlanacaktır.

#### **Pareto Analizi / ABC Analizi**

Kurumların kaynakları kısıtlı olsa da bu kaynaklarla gerçekleştirilmesi gereken çok sayıda faaliyet söz konusudur. Bu nedenle de kaynakların önceliklendirilmesi noktasında etkin bir çaba gösterilmelidir (Chaneski, 2008:34). Pareto analizi yapma gerekliliği de bu sınıflandırmadan doğmaktadır. Pareto analizi 19. yüzyıldan sonra İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto (1848-1923) tarafından isimlendirilmiş olup değerini nerede olduğunu vurgulayan bir analiz tekniğidir (Arrow, 1951). Pareto, nüfusun %20'sinin gelirin %80'ine sahip olduğunu, kalan %20'nin ise nüfusun %80'i tarafından paylaşıldığını iddia etmiştir (Craft and Leake, 2002:729). Diğer ifadeyle Pareto, az sayıda öğenin toplam sonuçlar üzerinde etkili olduğunu ve bu öğelerin kontrolünün bütünün kontrolünü sağlayacağını belirtmiştir. Bu yöntem, faaliyetlerin önemlerine göre sınıflandırılmasında ve karar almada kullanılır ve "önem derecesi prensiplerinin yönetimi", "80/20 kuralı" veya "Pareto's Law" olarak bilinmektedir (1848–1923 yılları arasında yaşamış olan İtalyan iktisatçı ve sosyolog Vilfredo Pareto'nun en önemli eseri "Düşünce ve Toplum" 1916 yılında yayınlanmıştır (Özcan, 2001:152)). Özet olarak Pareto analizi, olayları en yüksek sıklıkta gerçekleşenden

başlayarak en düşük sıklıkla gerçekleşenlere doğru sıralayan bir kalite kontrol aracıdır (Karuppusami and Gandhinathan, 2006:376). 1930 ve 1940'lı yıllarda Kalite Yönetim öncüsü Dr. Joseph Juran, "Önem derecesi prensiplerinin yönetimi" ilkesini, problemleri çözmede evrensel bir ilke olarak kabul etmiştir (Sarkar vd., 2013:641). Pareto analizi üzerinden strateji belirleyen bazı şirketlerin %80'lik sonuç doğuran faaliyetlere odaklanarak %20'lik kısmı ihmal etmeleri söz konusu olabilmektedir. Buna karşın Craft ve Leakebu %20'lik kısma ait faaliyetlerin ilerleyen süreçte mevsimsellik ya da kullanılabilirlik unsurlarının etkisiyle hayati öneme sahip faaliyetlere dönüşebileceğini iddia etmişlerdir. Pareto analizi genel kabul görmüş bir fikir olmasına ve başta üretim kalite kusurları olmak üzere piyasa talebi, üretim aşamasında parça tüketimi, ambarda bulundurulacak malzeme miktarı vb. pek çok alanda kullanılacak bir potansiyeli bulunmasına karşın kullanımının yeterince yaygın olduğunu söylemek güçtür (Baudin, 2012:28).

Pareto analizine ait literatürde dikkati çeken bazı çalışmalar şunlardır; Houthakker (1992) ABD nüfus sayımı verileri üzerinden gerçekleştirdiği çalışmada; Pareto yasasının sadece ABD' de yaşayan tüm insanların gelir dağılımları için geçerli olmadığı, kıstasın parçalara ayrılması durumunda da (değerlendirmenin cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, meslek grupları vb. üzerinden gerçekleştirilmesi durumunda) geçerliliğini koruduğu sonucuna ulaşmıştır (Chatterjee, S., & Sorenesen, 1998:681). Lourenço bu analizi, öncelikle hasta ihtiyaçlarının daha iyi yönetilebilmesini sağlamak amacıyla kullanmıştır (Lourenço, 2005:2). Carson ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sadece birkaç aktiviteye ait kontrolün tüm yönetimin kontrolünde etkili olacağı, bu kapsamda kayıp zamanların düşürülebileceği ve zamanın daha iyi kontrol edilebileceği ifade edilmiştir. Partovi ve Burton stok kontrol probleminin çözümünde, stoktaki malları ABC olarak sınıflandırmak suretiyle Analitik Hiyerarşi Prosesi'nden faydalanmışlardır (Partovi ve Burton, 1993:29). Rungtusanatham, motivasyonel etkilerin istatistiksel proses kontrol ile imalat ortamlarının geliştirilmesi açısından makul bir tanımlayıcı olduğunu kavramsal sunumlar ve deneysel kanıtlarla açıklamıştır (Rungtusanatham, 2001'den aktaran Zeyveli ve Selalmaz 2008:37). Garcia-Sanz ve arkadaşları, istatistiksel proses kontrol yardımı ile değişkenleri farklı kriterler altında inceleyerek bu değişkenleri, bant ya da hat genişliği ve dizayn geliştirmede teorik olarak açıklamışlardır (Garcia-Sanz ve arkadaşları 2001'den aktaran Zeyveli ve Selalmaz 2008:37). Schippers, istatistiksel proses kontrol tekniklerinin, toplam üretken bakım, otomatik proses kontrol ile beraber, imalat proseslerinin teknik kontrolünde uyumlu bir takım oluşturduğunu belirtmiştir (Schippers, 2001'den aktaran Zeyveli ve Selalmaz 2008:37). Partovi ve Anandarajan (2002), envanterler için ABC sınıflandırmasında yapay sinir ağları modelini önermişlerdir. Modellerinde, geri yayılım algoritması ve genetik algoritma olmak üzere iki öğrenme yönteminden yararlanmışlardır (Partovi ve Anandarajan, 2002'den aktaran Özgüvenç, 2011:42). Ülkemizde de konuya ilişkin pek çok akademik çalışma bulunmakta olup öne çıkan bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur;

**Tablo 1:** Pareto Analizine Yönelik Yurtiçi Çalışmalar

Yıl	Yazar	Çalışmanın içeriği ve bulunan sonuçlar
2001	Özcan	Çalışmada, çimento imalat sanayinde bir fabrikada meydana gelen duruşlar sebebiyle fabrikanın çok büyük üretim kaybı olduğu için Pareto Analizi uygulaması yapılmıştır.
2002	Yücel	Çalışmada, işletmenin üç aylık bir periyotta ürettiği 72.945 adet pantolonun dikim hataları Pareto analizi tekniğine göre belirlenmiş, ayrıca dikim elemanlarının deneyim süreleri ve kumaş ağırlıklarının dikim hatalarına olan etkileri incelenmiştir. Konfeksiyon üretimindeki dikim hatalarının gerek üretim zamanı, gerekse malzeme kayıplarının oluşumunda önemli rolü olduğu vurgulanmıştır.
2006	Örümlü	Yapılan uygulama sonucunda, İstatistiksel Proses Kontrol tekniği kullanılarak, salça üretiminde, istenen miktardan fazla dolum yapılması sorunu belirlenmiş, sorun maliyet açısından incelenmiş ve sorunun giderilmesi için önerilerde bulunulmuştur.
2006	Buluklu	Çalışmada kalite ve proses kontrolün bir tekstil işletmesinde oluşabilecek hataları önlemede ve meydana gelen hatalara çözüm üretmede önemli olduğu, dolayısıyla verimliliği artırmada büyük öneme sahip olduğu sonuçlarına ulaşmıştır.
2006	Değerli	Tez çalışmasına ait uygulamanın gerçekleştirildiği işletmede istatistiksel Süreç Kontrol yöntemleri, değişkenliğin belirlenmesi ve sürecin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Sonuçta bu yöntemlerden yararlanılarak ve süreçteki değişkenlik azaltılarak süreçte gelişimin mümkün olduğu, bunun da müşteri memnuniyetine olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.
2007	Özdamar	Çalışmada; yonga levha fabrikasında istatistiksel kalite kontrol grafikleri kullanılarak sürecin kontrol altında olup olmadığı araştırılmıştır. Sonuçta ilgili fabrikanın üretim sürecinin kontrol altında olmadığı, bu nedenle grafiklere bakılarak aksayan durumların önleminin alınması ve üretim teknolojisinin yenilenmesi gerektiği sonuçlarına ulaşılmıştır.
2007	Benk	Çalışmada; istatistiksel süreç kontrolü sisteminin küçük ölçekli işletmelerdeki uygulamalarına bir örnek olarak kalıp ve parça üreten küçük ölçekli bir işletmede örnek bir çalışma yapılmıştır. İstatistiksel süreç kontrolü sisteminin küçük ölçekli işletmelerde de rekabeti geliştiren bir araç olarak kullanılabilceği ortaya konulmuştur.
2008	Zeyveli ve Selalmaz	Çalışmada; zincir üretimi yapan bir işletmede kontrol dışı durumların tespiti ve üretiminde kullanılan makinelerin duruş sebeplerinin tespiti için İPK metotları kullanılmıştır.
2008	Bek ve Sabır	Büyük ölçekli bir konfeksiyon fabrikasında, bir modelin dikim öncesi, dikim, dikim sonrası ve yükleme öncesi kontrolleri sonucunda verilerin toplanması ve analizi için istatistiksel proses kontrol teknikleri kullanılmıştır.
2008	Tan	Çalışmada; Sağlık ürünleri endüstrisinde son ürünü meydana getiren tüm operasyonların takibini esas alan süreç odaklı yönetim anlayışı için Proses Kontrol tekniklerinin vazgeçilmez olduğu sonucuna varılmıştır.
2008	Kayaalp ve Erdoğan	Çalışmada; konfeksiyon işletmelerinde İPK yöntemlerini kullanarak dikim hatalarının azaltılabileceği, ayrıca İPK yöntemlerinin sanıldığı gibi zor olmadığı ve orta büyüklükteki konfeksiyon işletmelerinde de kolaylıkla uygulanabileceği gösterilmiştir.
2009	Güner	Çalışmada; siparişin müşteriden alınmasından, üretimin fiilen başlangıcına kadar olan hazırlık sürecinin yönetimi için ABC analizi uygulanarak faaliyetlerin sınıflandırılması ve önem derecesine göre sıralanması yapılmış ve %80'e %20 kuralının şirket için değeri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda oran; A grubunda süreç içerisindeki faaliyetlerin %26'sının, B ve C gruplarında süreç içerisindeki faaliyetlerin % 73'ünün yer alması ile "73-26" olarak bulunmuştur.

*Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Önem Derecelerinin İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi İle Belirlenmesi*

2010	Kısaoğlu,	Çalışmada; Orta ölçekli bir dokuma işletmesinde istatistiksel proses kontrol teknikleri kullanılarak kontrol sistemi kurma çalışmaları yapılmış ve dokuma kumaş kalitesi ile ilgili yapılan değerlendirmeler neticesinde incelenen tüm kumaş tiplerinde iplikten gelen hata oranının, dokuma hazırlık prosesinden kaynaklanan hata oranından yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
2010	Zeyveli	Çalışmada; endüstride kalıpcılıkta çok kullanılan, ısı kararlılığı ve tokluğu yüksek AISI H13 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde, kesme hızı ve ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. İşleme parametrelerine ve yüzey pürüzlülüğü değerlerine İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) metodları uygulanmış ve analizleri yapılmıştır.
2010	Başaran	Çalışmada; un üreten bir işletmenin üretim süreci ele alınmış ve temizleme ve öğütme sürecindeki uygunsuzluklar araştırılarak Pareto Analizi yapılmıştır.
2011	Özgüvenç	Çalışmada; özel bir bankanın üye işyerlerine temin ettiği POS cihazlarında karşılaşılan hataların değerlendirilmesinde, sistemi etkileyen faktörlerin hiyerarşik yapısı oluşturularak kriterlerin göreceli önemleri hesaplanmış, bu doğrultuda hatalar sıralanmış ve Pareto Analizi ile sınıflandırılmıştır. Daha sonra hatalar önceliklendirilerek bir iyileştirme programı önerisinde bulunulmuştur.
2013	Şahin	Çalışmada, prosesteki değişkenliğin sebepleri araştırılmış, değişkenliğin hesaplanmasında proses yeterlilik indisleri (Cp, Cpk) anlatılmış, bu tekniklerin kullanımını göstermek üzere bir tekstil işletmesinde uygulama yapılmıştır. Sonuçta bir üretim işletmesinin piyasada faaliyetlerini sürdürebilmesi için endüstride ortak bir ölçü olarak kabul edilen proses yeterlilik indislerini hesaplayarak prosesinin bu rasyoları karşıladığını göstermesi gerektiği vurgulanmıştır.
2013	Yıldırım ve Karaca	Çalışmada, elektronik sektöründe yangın ve gaz algılama sistemlerinin üretimini yapan bir işletmede İstatistiksel Proses Kontrol tekniklerinin uygulaması yapılmıştır.
2014	Ala ve İkiz	Çalışmada, istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi ve p kontrol grafikleri kullanılarak kumaş kontrolü sonucunda görülen hata sayılarının istatistiksel değerlendirmesi yapılmıştır.
2015	Özkan ve Altınsoy	Çalışmada işletmelerde sorun çözme yöntemleri için kullanılan bir düşünme tekniği olan pareto analizi ile kök neden belirleme ve iyileştirme aşamaları incelenmiş ve çalışma sonucunda problem çözme sürecinin pareto analizi ile daha hızlı ve anlaşılabilir bir şekilde yürütülebildiği görülmüştür.

**Not:** Tablonun hazırlanmasında Yıldırım ve Karaca'dan (2013) yararlanılmıştır.

#### **Pareto Diyagramı Aşamaları**

Pareto diyagramının oluşturulmasına ait aşamalar aşağıda sunulmuştur;

a) 1.Adım-Bütün Elemanların Listelenmesi: Hataların tespiti yapılarak her bir hataya sebep olan bütün elemanların toplanması ve listelenmesi ilk safhayı oluşturmaktadır. Bu aşamada veriler toplanırken dikkat edilmesi gereken iki husus; süreçteki problemlerin tespitine öncelik verilmesi ve tespiti yapılan bu problemlerin sebeplerinin araştırılmasıdır. Problemlerin sebepleri araştırılırken; problemin doğru bir şekilde tanımlanması, başlangıç zamanının ve hangi bölgede oluştuğunun, öneminin, ciddiyetinin, boyutunun ve kimlerle ilişkili olduğunun belirlenmesi önem arz etmektedir (Özcan, 2001:153).

b) 2.Adım-Elemanların Ölçümü: Belirli bir zaman aralığında ve düzenli bir şekilde analiz edilebilecek verilerin toplanmasında kullanılmak üzere bir formun oluşturularak tespiti yapılan sebeplerin kontrol kartına kaydedilmesi ve problemler

hakkındaki sayısal verilerin toplanıp kontrol kartına işlenmesi ikinci aşamadır (Özcan, 2001:154). Bir üretim tesisi üzerinden örneklendirilecek olursa, tespit edilen hatalar hata türlerine göre çetele usulü ile kontrol kartına işlenmelidir.

**Tablo 2:** Hata Dağılımını Gösteren Kontrol Kartı

Hata Türü	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Toplam
Çatlak	//// //// ////	//// ////	////	////	//// ////	////	50
Çamur		////		//// //// ////	////	//// //// ////	40
Çukur	//// //// ////	//// ////	//// //// ////	//// //// ////	//// //// ////	//// //// ////	110
Çapak	//// //// ////	//// //// ////	//// //// ////	//// //// ////	//// //// ////	//// //// ////	175
Çıkık		//// ////		////	////	///	25
Çizik	//// //// ////	//// ////	//// //// ////	//// ////	//// //// ////	//// ////	100
<b>Toplam</b>							<b>500</b>

**Kaynak:** Özkan ve Altınsoy (2015:328)

c) 3.Adım-Elementlerin Sınıflandırılması: Bu aşamada elde edilen veriler, en büyük değerden en küçük değere doğru kategorize edilir (Özcan, 2001:154).

**Tablo 3:** Hataların Adet Bazında Dağılımı

Hata Tanımları	Hata Sayısı
Çapak	175
Çukur	110
Çizik	100
Çatlak	50
Çamur	40
Çıkık	40
Toplam	500

**Kaynak:** Özkan ve Altınsoy (2015:329)

d) 4.Adım-Kümülatif Dağılımları Hesaplanması: Yukarıdaki kategorizasyonun ardından toplam alınır. Her bir değer için toplam içindeki yüzdesi bulunur. Ardından bu yüzdelerin kümülatif toplamları hesaplanır ve kategorize edilen veriler kullanılarak Pareto Grafiği çizilir (Özcan, 2001:155).

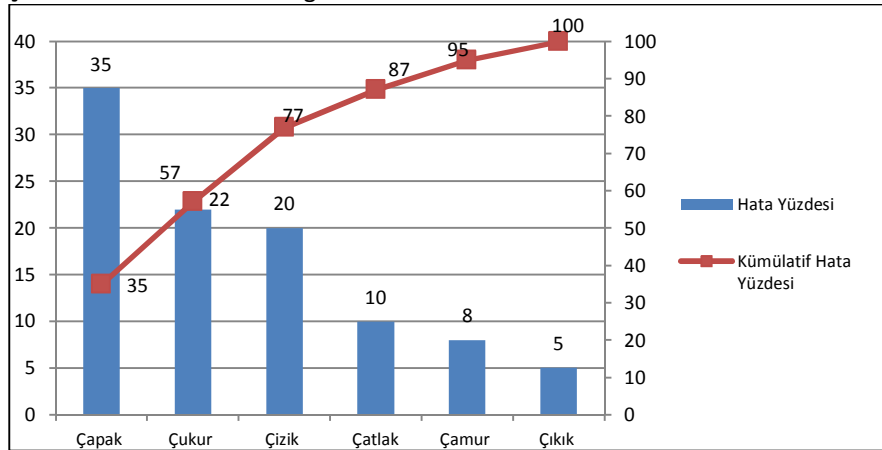
**Tablo 4:** En Büyük Değerden En Küçüğe Doğru Verilerin Tasnifi

Hata Tanımları	HATA		Kümülatif Hata Yüzdesi
	Sayısı	Hata yüzdesi (%)	
Çapak	175	35	35
Çukur	110	22	57
Çizik	100	20	77
Çatlak	50	10	87
Çamur	40	8	95
Çıkık	25	5	100
Toplam	500	100	

**Kaynak:** Özkan ve Altınsoy (2015:330)

e) 5.Adım-Pareto Grafiğinin Çizimi: İlgilenilen problem için belirlenen sebepler yatay eksene eşit aralıklarla ve önem derecelerine göre sütunlar halinde yerleştirilir. Problemin en önemli sebebini temsil eden sütun en sola yerleştirilir. Sağa doğru ise problemde önem dereceleri gittikçe azalan sebepleri temsil eden sütunlar yer almaktadır. Pareto grafiğinde çizgi ile gösterilen bir toplam eğri bulunur. Bu eğrinin başlama noktası grafiğin sol alt köşesidir. Bütün sütun boylarının toplamı olan bir yükseklikte sağ üst köşede bulunan % 100 seviyesine ulaştığında ise eğri tamamlanmış olur. Bu eğri genellikle önce ve sonra karşılaştırmalarında kullanılır. Pareto analizinde hatalar, problem içerisindeki ağırlıklarına göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma kümülatif frekans dağılımına göre çubuk diyagramları şeklinde yapılır. Pareto analizi; maliyet, bölümler, mamuller ve diğer gruplar olmak üzere dört farklı şekilde gösterilebilir. Bu analizle hatalar sınıflandırılabilirdiğinden maliyetteki payı yüksek olanlar üzerinde çalışmalar yoğunlaştırılabilmektedir (Özcan, 2001:155-156). Şekil.1’de bir Pareto grafiği örneği sunulmuştur.

**Şekil 1:** Pareto Analizi Örneği



**Kaynak:** Özkan ve Altınsoy (2015:331)

f) 6.Adım-Pareto Grafiğinin Yorumu: Pareto grafiği, dikkat ve çabanın daha önemli problemler üzerine yoğunlaşmasını sağlar. En uzun sütun üzerinde çalışmak, daha küçük sütun üzerinde çalışmaktan daha fazla kazanç sağlayacaktır. Pareto grafiğinin yorumlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan bazıları; en büyük sütunun her zaman en büyük maliyeti göstermeyeceği, problemin çözümündeki en büyük hatanın maliyetinin en uzun sütundan sonraki sütun olabileceğidir. Bu grafiğin, proses kontrol tekniklerinin en kullanışlılarından biri olmasına karşın, analiz doğruluğunun grafiği analiz eden kalite kontrol elemanın mahareti ile sınırlı kalacak olması da dikkat edilmesi gereken bir diğer konudur (Özcan, 2001:157). Verilen örnek üzerinden bir değerlendirmede bulunulacak olursa; en büyük hatanın “çapak” tan kaynaklandığı görülecektir. Toplam hatanın %35’ini oluşturan bu hatanın ortadan kaldırılması için hemen harekete geçilmelidir. Bununla birlikte bu çapak hatasının sebeplerinin araştırılıp ayrı bir grafik çizilmesi durumunda,



bu hatanın ortadan kaldırılma maliyetinin ve harcanacak zamanın çok fazla olması ihtimaller arasındadır. Buna karşın ikinci önemli hatanın çözümünün daha kısa ve daha az maliyette olması da söz konusu olabilecektir.

Pareto diyagramlarının yorumlanmasında göz önünde bulundurulması gereken en stratejik konu; çalışmaya, en fazla katma değer oluşturacak problemin çözümünden başlanmasıdır (Kısaoğlu, 2010:292).

#### **Pareto Analizinin Uygulanması İçin Kriterler**

Pareto analizi yaparken faaliyetlerin önem düzeylerine yönelik sıralamada dikkate alınması gereken 4 performans kriteri söz konusudur. Bunlar (Güner, 2009:164-165):

- Bir faaliyetin önemi, üretim sürecindeki önceliği ile ilgilidir. Diğer bir ifadeyle süreç içerisinde bir faaliyetin ardından gelen faaliyetlerin sayısı, o faaliyetin önem derecesini belirlemektedir. Bunun nedeni, bu faaliyetteki bir aksamının, kendinden sonra gelen faaliyetlerin gerçekleştirilmesini imkansız kılmasıdır.

- Bir faaliyetin gerçekleştirilmesi uzun zaman alıyorsa bu faaliyete daha fazla yoğunlaşmalıdır. Bunun nedeni, bu faaliyetten sonra gelecek faaliyetlerin bu süreci beklemelerinin gerekmesidir. Bu durum, ilgili faaliyetin önem derecesini artırmaktadır.

- İşletme içi kaynak ve çalışmalar ile sonuçlandırılabilen faaliyetlerin kontrolü ve planlanan sürede gerçekleştirilebilmesi nispeten kolay olmasına karşın, işletme dışında gerçekleştirilmesi gereken çalışmaların planlandığı sürelerde gerçekleştirilmesi daha büyük risk içerdiğinden daha sıkı bir kontrol gerektirir.

- Son olarak faaliyetin aksaması sonucunda ortaya çıkan maliyetler de sıralamada dikkate alınması gereken performans kriterleri arasındadır.

#### **Pareto Analizinin Faydaları**

Pareto analizinin ön plana çıkan faydaları aşağıda sıralanmıştır (Şimşek, 2004'den aktaran Başaran, 2010:40):

- Pareto analizi sayesinde problem üstünde en önemli etkiye sahip olan faktörler belirlenebilmektedir.

- Çalışma sonucunda problemler sebepleri ile birlikte listelenerek tablo haline getirilmekte ve her biri için oluşan hata sayısı belirlenebilmektedir.

- Pareto analizi sayesinde problemlerin önem sırasına göre tablo oluşturulabilmektedir.

- Oluşturulan liste sayesinde toplam hata sayısı belirlenebilmektedir.

- Her bir problemin toplam problem içerisindeki yüzdesel ağırlığı görülebilmektedir.

- Pareto analizi sayesinde herhangi bir takım çalışmasında ortak bir karar almak ya da bir yolda birleşmek mümkün olabilmektedir.

### **Çok Kriterli Pareto Analizi**

Klasik Pareto Analizi uygulamalarında tek bir kriter göz önüne alınarak sınıflandırma yapılabilmektedir. Bu nedenle bazı durumlarda bu modelden sağlıklı sonuçlar almak mümkün olmamaktadır. Sınıflandırılması gereken elemanların yüksek miktarda ve çeşitlilikte olması durumunda bu elemanları gruplandırmak ancak "Çok Kriterli Pareto Analizi" ile mümkündür. Çünkü göz önünde bulundurulmuş tek bir kriterden başka önemli olabilecek kriterler de söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle sınıflandırmanın daha fazla kritere dayandırılarak yapılması gerekmektedir (Özgüvenç, 2011:33). Çok kriterli karar verme, kendi içlerinde birbirleriyle çatışan amaçları ortak bir noktada toplamada kullanılmaktadır. Bu analizin gerçekleştirilebilmesi için bir amaç grubunun ve seçim yapılabilmesi için de bir alternatifler grubunun bulunması gerekmektedir. En iyi alternatiflerin seçiminde kantitatif verilerin yanı sıra yöneticilerin görüşlerini dikkate alan modeller de uygulanmaktadır (Ramanathan, 2006:695). "Çok Kriterli Pareto Analizi Çözüm Yöntemleri" aşağıda sınıflandırılmıştır;

a) Matris Temelli Metodolojiler: Bu yöntemin kullanımında öncelikle kullanılacak olan amaç doğrultusunda bir matris oluşturulur. İlgili matrisin sol sütununa ihtiyaçlar, üst satırına ise karşılaştırılacak olan veriler yerleştirilmelidir (Saggiani and Teodorani, 2004).

b) Kümeleme Analizi: Bir veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birim ve değişkenleri birbirleri ile benzer olan alt kümelere ayırmaya yardımcı olan bir yöntemdir.

c) Basit Ağırlıklı Doğrusal Optimizasyon Modelleri: Diğer adıyla lineer optimizasyon, kaynakların optimal dağılımını elde etmeye, maliyetleri minimize etmeye, karı ise maksimize etmeye yarayan bir tekniktir (Özgüvenç, 2011:33-34).

d) Sezgisel yöntemler:

• Genetik Algoritmalar; John Holland tarafından geliştirilen ve doğal seçim ilkelerine dayanan bir optimizasyon tekniğidir. Fonksiyon optimizasyonundan mekanik öğrenmeye kadar birçok alanda başarılı uygulamaları bulunmaktadır (Özgüvenç, 2011:35).

• Yapay Sinir Ağları; İnsan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, otomatik olarak gerçekleştirebilmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. Yapay sinir ağları 1950'li yıllarda ortaya çıkmalarına rağmen, ancak 1980'li yılların ortalarında genel amaçlı kullanım için yeterli seviyeye gelmişlerdir. Günümüzde karşılaşılan problemlerde oldukça geniş bir uygulama alanı söz konusudur (Heinemann, 2000).

e) Analitik Hiyerarşi Süreci: Çok kriterli karmaşık problemleri çözmek amacıyla 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. AHS, kararların analizinde, sayısallaştırılabilen somut veya soyut kriterleri karşılaştırarak ölçen ve kriterlerin birbirlerine göre önceliklerini hesaplayarak önem sıralarını belirleyen bir yaklaşımdır (Güngör ve Büyüker, 2005:22).

### Yöntem ve Materyal

Çalışmanın uygulama kısmında her gün üç vardiya çalışan ve makarna üretimi gerçekleştiren bir fabrikada yapılan incelemeler yer almaktadır. Makarna üretimi gerçekleştiren bir üretim hattı 5 ay süreyle incelenmiş ve üretim hattında meydana gelen tüm hatalar ve bu hatalardan kaynaklanan duruş süreleri belirlenmiştir. Bu süreler Pareto analizi yardımıyla önem derecelerine göre sıralanmıştır. Hataların analizi için gereken hata kontrol çizelgesi Tablo 4'de gösterilmiştir. Uygulamada, istatistiksel proses kontrol tekniklerinden Pareto Analizi kullanılmıştır.

**Tablo 4:** Üretim Hattında Tespit Edilen Hata Türleri ve Süreleri

Hata No	Hata Adı	Hata Süresi (Saat)					Toplam
		1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay	
1	Divider tıkanması	5	3	1	8	2	19
2	Dryer girişi çift stick alarmı	1	-	2	-	-	3
3	Predryer temizlik hatası	-	1	-	-	-	1
4	İrmik aksaklığı	4	-	2	1	1	8
5	Silo hazır değil	1	2	-	-	2	5
6	Dryer 1. katta mekanik zorlanma	-	-	-	1	-	1
7	Imeconun çalışmaması	-	-	1	1	-	2
8	Artık hamur aspiratörünün tıkanması	3	-	4	1	1	9
9	Premikser çıkışının tıkanması	2	-	-	3	-	5
10	Elektrik dalgalanması	4	2	1	1	5	13
11	Vakum mikserin boşalması	-	-	2	-	1	3
12	Dryer 3. kat hareket motoru inventer arızası	12	8	17	9	7	53
13	Dryer 1. kat duruş pozisyon hatası	2	-	1	-	-	3
14	Dryer 3. kat duruş pozisyon hatası	3	1	1	2	1	8
15	1. pres kafa içerisindeki deliğe tapa çakılması	-	-	1	-	2	3
16	1. pres inventer arızası	1	1	1	-	1	4
17	Dryer 4. katta çapraz stick arızası	8	5	6	2	5	26
18	Dryer 1. katta çapraz stick arızası	-	-	1	2	-	3
19	Vakum yok alarmı	-	1	-	-	-	1
20	Cooler hareket motorunda sıkışma arızası	-	-	1	1	1	3
21	4. silo çıkışında stick düşmesi	3	-	-	2	3	8
22	Dryer 4. kat hareket motoru arızası	1	1	-	-	1	3
23	Silo 3. kat çıkışında stick pozisyon hatası	1	-	-	3	-	4
24	Silo 2. kat çıkışında stick kalması	-	-	2	-	2	4
25	3. silo çıkışında stick düşmesi	-	-	1	-	-	1
26	Cooler hareket motoru duruş pozisyonu hatası	1	-	-	4	1	6
27	1. kat çıkışında stick kalması	4	2	2	1	4	13
28	Predryer hareketi doğru yerde durmaması	3	-	2	2	1	8
29	Silo 3. kat motorunun çalışmaması	1	-	-	1	-	2
<b>Toplam</b>		<b>60</b>	<b>27</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>222</b>

*Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Önem Derecelerinin İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi İle Belirlenmesi*

### **Bulgular**

Üretim hattında yapılan incelemeler sonucunda oluşturulan hata kontrol çizelgesinde belirlenen hatalar numaralandırılarak sıralanmıştır. Buna göre gözlem yapılan 5 aylık süre içerisinde 29 çeşit hata meydana gelmiştir. Bu hataların aylara göre değerlendirmesinde ise en çok hatanın 1. ayda meydana geldiği anlaşılmaktadır. En az hata 2. ayda meydana gelmiş diğer aylardaki hata süreleri ise birbirlerine yakın bir seyir izlemiştir. Hata çeşitleri özelinde değerlendirme yapıldığında ise üretim hattının durmasını en fazla etkileyen hata, 53 saat ile “Dryer 3. kat hareket motoru inventer arızası” olmuştur. Bunu sırasıyla 26 saat ile “Dryer 4. katta çapraz stick arızası” ve 19 saat ile “Divider tıkanması” izlemektedir. Üretim hattında meydana gelen hatalardan kaynaklı duruş süreleri ise toplam 222 saat olarak belirlenmiştir.

Kontrol çizelgesinin oluşturulmasının ardından hatalar hata sürelerine göre sıralanmış, hata yüzdeleri ve kümülatif yüzdeleri hesaplanmıştır (Tablo 5).

**Tablo 5:** Sıralanmış Hata Süreleri ve Yüzdeleri

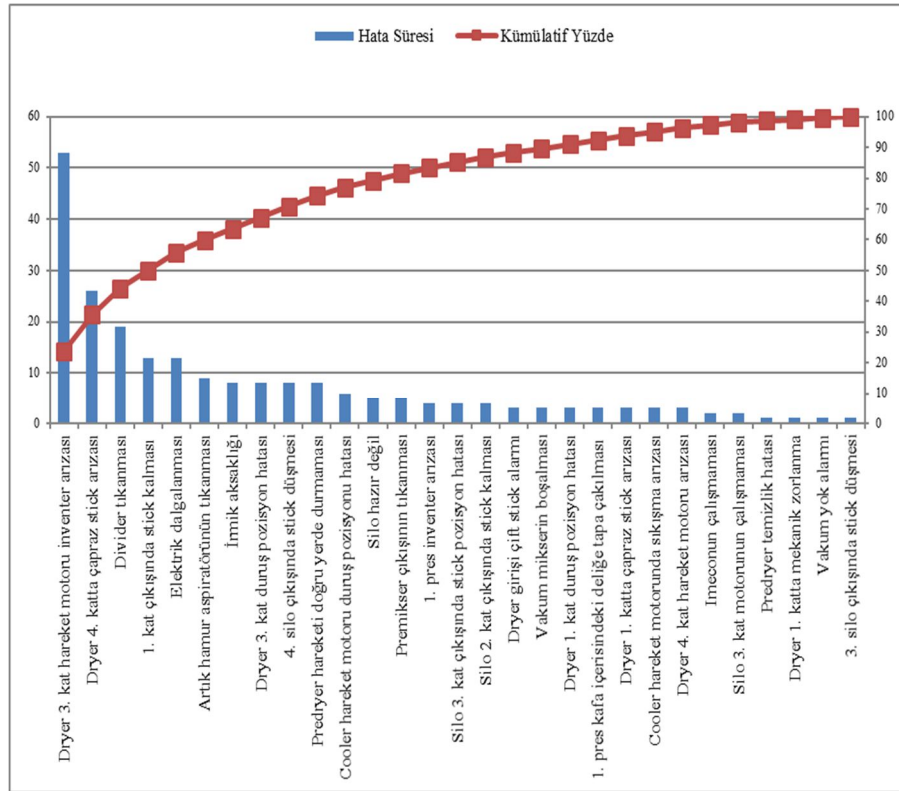
Hata No	Hata Adı	Hata Süresi (Saat)	Yüzde	Kümülatif Yüzde
12	Dryer 3. kat hareket motoru inventer arızası	53	23,874	23,874
17	Dryer 4. katta çapraz stick arızası	26	11,712	35,586
1	Divider tıkanması	19	8,559	44,144
27	1. kat çıkışında stick kalması	13	5,856	50,000
10	Elektrik dalgalanması	13	5,856	55,856
8	Artık hamur aspiratörünün tıkanması	9	4,054	59,910
4	İrmik aksaklığı	8	3,604	63,514
14	Dryer 3. kat duruş pozisyon hatası	8	3,604	67,117
21	4. silo çıkışında stick düşmesi	8	3,604	70,721
28	Predryer hareketi doğru yerde durmaması	8	3,604	74,324
26	Cooler hareket motoru duruş pozisyonu hatası	6	2,703	77,027
5	Silo hazır değil	5	2,252	79,279
9	Premikser çıkışının tıkanması	5	2,252	81,532
6	1. pres inventer arızası	4	1,802	83,333
3	Silo 3. kat çıkışında stick pozisyon hatası	4	1,802	85,135
24	Silo 2. kat çıkışında stick kalması	4	1,802	86,937
2	Dryer girişi çift stick alarmı	3	1,351	88,288
11	Vakum mikserin boşalması	3	1,351	89,640
13	Dryer 1. kat duruş pozisyon hatası	3	1,351	90,991
15	1. pres kafa içerisindeki deliğe tapa çakılması	3	1,351	92,342
18	Dryer 1. katta çapraz stick arızası	3	1,351	93,694
20	Cooler hareket motorunda sıkışma arızası	3	1,351	95,045
22	Dryer 4. kat hareket motoru arızası	3	1,351	96,396
7	Imeconun çalışmaması	2	0,901	97,297
29	Silo 3. kat motorunun çalışmaması	2	0,901	98,198
3	Predryer temizlik hatası	1	0,450	98,649
6	Dryer 1. katta mekanik zorlanma	1	0,450	99,099
19	Vakum yok alarmı	1	0,450	99,550
25	3. silo çıkışında stick düşmesi	1	0,450	100
<b>TOPLAM</b>		<b>222</b>	<b>100</b>	

Buna göre en çok süreye sahip 12 numaralı hata, tüm hataların %23,87'sini, 17 numaralı hata %11,71'ini, 1 numaralı hata %8,56'sını, 27 ve 10 numaralı hatalar (ayrı ayrı) ise %5,86'sını oluşturmaktadır. Bu beş hatanın toplamı ise %55,86'lık değerle toplam hataların yarısından fazla bir paya sahiptir.

Hatalar içerisinde en büyük yüzdeye sahip olan 12 numaralı "Dryer 3. kat hareket motoru inventer arızası" hatası; motorda meydana gelen ve motorun çalışmaması veya yanması şeklinde kendini gösteren bir hatadır. 17 numaralı "Dryer 4. katta çapraz stick arızası" hatası; makarnaların serildikleri çubukların hat boyunca paralel gitmesi gerekmesine karşın sıkışması sonucu oluşmaktadır. 1 numaralı "Divider tıkanması" hatası; hava kanalının, makarnanın sıkışması sonucu tıkanması ve kanalın verimli çalışmamasıdır. 27 numaralı "1. kat çıkışında stick kalmaması" hatası; makarnanın üzerinde hareket ettiği çubuklardan kaynaklanan arızadır. 10 numaralı "Elektrik dalgalanması" hatası ise işletme dışı faktörlerden kaynaklanan arızadır. Bütün bu arızaların meydana gelmesi üretim hattının otomatik olarak durmasına neden olmaktadır.

Belirlenen hata süreleri ve kümülatif yüzdelerin ardından hata sürelerine ait Pareto Diyagramı Şekli 2'deki gibi oluşturulmuştur.

Şekil 2: Üretim Hattındaki Hata Sürelerinin Pareto Diyagramı



Şekil 2’de Selva A.Ş.’nin bir üretim hattında meydana gelen hatalar Pareto diyagramı kullanılarak önem derecelerine göre sıralanmış ve hata süreleri ile hataların kümülatif yüzdeleri sunulmuştur. Tespit edilen hatalar sürelerine göre sol taraftan itibaren büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Diyagrama göre ilk beş hata toplam hataların %55.86’lık kısmını oluşturmaktadır.

### **Sonuç ve Öneriler**

İşletmelerde kalite kontrol çalışmaları kapsamında kullanılan istatistiksel süreç kontrol teknikleri oluşan hataların belirlenmesi adına sıkça kullanılan tekniklerdir. Bu teknikler içerisinden uygulamamıza konu olan Pareto Analizi ise işletmelerin hangi noktalara odaklanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada makarna üretimi gerçekleştiren bir işletmenin üretim hattında meydana gelen hatalar Pareto tekniği ile analiz edilmiştir. Analiz sürecinde aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- Üretim hattındaki hata türlerinin gözlemlenmesi,
- Bu hataların meydana getirdiği duruş sürelerinin tespit edilmesi,
- Bu bilgilere dayanarak hata kontrol çizelgesi oluşturulması,
- Hataların sürelerine göre sıralanması ve kümülatif yüzdelerinin alınması,
- Hatalara ait pareto diyagramı oluşturulması.

Yapılan incelemede hataların meydana getirdiği duruş süreleri 5 aylık sürede toplam 222 saat olarak belirlenmiştir. Oluşturulan hata kontrol çizelgesine göre en çok hataya sebep olan ilk üç etkenin sırasıyla 53 saat ile “Dryer 3. kat hareket motoru inventer arızası”, 26 saat ile “Dryer 4. katta çapraz stick arızası” ve 19 saat ile “Divider tıkanması” olduğu görülmektedir.

Hata kontrol çizelgesinin ardından oluşturulan tabloda ise hatalar büyüklüğüne göre sıralanmış ve kümülatif yüzdeleri alınmıştır. Kümülatif yüzdelerine göre en çok süreye sahip 12 numaralı hata, tüm hataların %23,87’sini, 17 numaralı hata %11,71’ini, 1 numaralı hata %8,56’sını, 27 ve 10 numaralı hatalar (ayrı ayrı) ise %5,86’sını oluşturmaktadır. Bu beş hatanın toplamı ise toplam hatanın %55.86’lık bir oranına tekabül etmektedir. İşletmenin bu beş hataya odaklanması hatalardan kaynaklanan makine duruşlarını azaltarak üretim sürecinin daha sağlıklı işlemesi adına önemlidir. En yüksek paya sahip hatalar içerisinde ise sadece 10 numaralı hata olan “elektrik dalgalanması” işletme dışı faktörlere bağlıdır. Bunun dışındaki dört hatanın bir daha tekrarlamaması için önlem alınması üretim hattında meydana gelen hataların %55.86’ının azalması anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak yaptığımız çalışma göstermiştir ki istatistiksel süreç kontrol tekniklerinden biri olan Pareto Analizi sayesinde hata türlerinin belirlenmesi ve ağırlıklarının ortaya konması, üretim hattında hangi noktalara odaklanması gerektiği konusunda işletmeye yol göstermiştir. Bu sayede işletme, süreçlerini en az hata ile sürdüreceği ve makine duruş sürelerinden kaynaklanan kayıpları azaltacak, bununla beraber kalite ve verimlilik artışı sağlayacaktır.

### Kaynakça

Ab Talib, M.S. Abdul Hamid, A.B. and Thoo, A.C. (2015). "Critical success factors of supply chain management: a literature survey and Pareto analysis". *EuroMed Journal of Business*, 10(2), 234-263. DOI: 10.1108/EMJB-09-2014-0028

Ala, D.M. ve İkiz, Y. (2015). "Dokuma üretimi süresince oluşan kumaş hatalarının belirlenmesine yönelik istatistiksel bir araştırma". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(7), 282-287. DOI: 10.5505/pajes.2014.05706

Arrow, K.J. (1951). "An extension of the basic theorems of classical welfare economics". *Proceedings of Second Berkeley Symposium on Math. Statist. and Prob.*, pp. 507-532.

Başaran, N. (2010). *Kalite İyileştirmede istatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi ve gıda sektöründe bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Baudin, M. (2012). "Revisiting pareto in manufacturing." *Industrial Engineer*, 44(1), 28-33.

Bek, G.A. ve Sabır, E.C. (2008). "Bir konfeksiyon fabrikasında proses ve kalite kontrol". *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1), 1-10

Benk, Ç. (2007). *İstatistiksel süreç kontrolü sisteminin küçük ölçekli bir işletmede geliştirilmesi ve uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Buluklu, H.M. (2006). *Dokuma işletmelerinde proses ve kalite kontrol*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Chaneski, W. S. (2008). "Using A pareto analysis to tackle the right problems". *Modern Machine Shop*, 80(10), 34-34,36.

Chatterjee, S., & Sorenesen, E. (1998). "A pareto-like effect in regression?" *Total Quality Management*, 9(8), 681-687.

Craft, R.C. and Leake, C. (2002). "The Pareto principle in organizational decision making". *Management Decision*, 40 (8), 729-733 DOI: 10.1108/00251740210437699

Değerli, Z. (2006). *Toplam kalite yönetiminde istatistiksel süreç kontrolünün önemi ve bir işletme uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Deros, B.M. Rahman, M.N. İsmail, A.R. Yee, L.W. Zain, R.M. (2010). "Application of statistical process control technique for evaluating machine: A case study". *Aijstpme Journal*, 3(1); 15-22.

Duran, C. Ve Çetindere, A. (2012). "Konfeksiyon sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmede istatistiksel proses kontrol teknikleri ile ürün hatalarının analiz edilmesi". *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 233-254.

*Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Önem Derecelerinin İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi İle Belirlenmesi*

Güner, M. (2009). "Konfeksiyon işletmelerinde örgütsel zaman yönetimi için ABC analizinin uygulanması". *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 19(2), 163-168.

Güngör, İ. ve Büyüker, İ.D. (2005). "Analitik hiyerarşi yaklaşımı ile otomobil seçimi". *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 21-33.

Heinemann, M. (2000). "Adaptive learning of rational expectations using neural networks". *Journal of Economic Dynamics & Control*. 24(2000), 1007-1026.

İstanbul Sanayi Odası, (2006). *Avrupa Birliği'ne Tam Üyelik Sürecinde İstanbul Sanayi Odası Meslek Komiteleri Sektör Stratejileri Geliştirilmesi Projesi, Gıda Sektörü*. İstanbul Sanayi Odası Yayınlan No: 2006/1.

Karuppusami, G. & Gandhinathan, R. (2002). "Pareto analysis of critical success factors of total quality management". *The TQM Magazine*, 18(4), 372-385, DOI: 10.1108/09544780610671048.

Kayaalp, İ.D. ve Erdoğan, M.Ç. (2009). "Konfeksiyon işletmesinde dikiş hatalarının istatistiksel proses kontrol yöntemleri kullanarak azaltılması". *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 19(2), 169-174.

Kısaoğlu, Ö.D. (2010). "Orta büyüklükte bir dokuma işletmesinde istatistiksel proses kontrol sistemi: 1. Kumaş hatalarının kontrolü". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 16(3), 291-301.

Lourenço, L. Almeida, A. Mendes, C. (2005). "An application of ABC analysis in the clothing service at centro hospitalar, Economía de la Salud Dónde Estamos". 25 Años Después, XXV Jornadas de Economía de la Salud Barcelona, Poster paper.

Örümlü, M. (2006). *Üretim sürecinde istatistiksel proses kontrol ve işletme uygulamaları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

Özcan, S. (2001). "İstatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi ve çimento sanayiinde bir uygulama". *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(2), 151-174

Özdamar, H.İ. (2007). "Orman ürünleri endüstrisinde istatistiksel kalite kontrol: yonga levha üretiminde bir çalışma". *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. A(1), 79-91.

Özgüvenç, D. (2011). *Kalite problemlerinin sınıflandırılmasında çok kriterli Pareto Analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Özkan, Y. ve Altınsoy, A. (2015). "Kök Neden Belirlemede Excel Destekli Pareto Analizi ve İyileştirme Alanının Hesaplanması". *1st International Symposium On Critical And Analytical Thinking. (10 April 2015)* (Ed. M. Elmas) Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayını.

Partovi, F.Y. and Burton, J. (1993). "Using the analytic hierarchy process for ABC analysis". *International Journal of Operations & Production Management*. 13(9), 29-44. DOI: 10.1108/01443579310043619.



Ramanathan, R. (2006). "ABC Inventory Classification with Multiple-Criteria Using Weighted Linear Optimization". *Computers&Operations Research*. 33(2006), 695-700.

Rungtusanatham, M. (2001), "Beyond Improved Quality: The Motivational Effects of Statistical Process Control". *Journal of Operations Management*, 19(6), 653-673, DOI: 10.1016/S0272-6963(01)00070-5.

Saggiani, G. M. And Teodorani, B. (2004). "Rotary wing UAV potential applications: An analytical study through a matrix method". *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*. 76(1) 6-14, DOI: 10.1108/00022660410514955.

Sarkar, A. Mukhopadhyay, A.R. and Ghosh, S.K. (2013). "Issues in Pareto analysis and the irresolution". *Total Quality Management*, 24(5), 641-651, DOI: 10.1080/14783363.2012.704265.

Şahin, O. (2013). "İstatistiksel proses kontrolünde proses yeterlilik analizi ve tekstil endüstrisinde uygulama". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(2), 253-271.

Tan, T. (2008). *İlaç sektöründe kalite iyileştirme teknikleri ve bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Yıldırım, H. Karaca, E. (2013). "Üretim sürecinde istatistiksel proses kontrol (İPK) uygulamaları ve elektronik sektöründe bir inceleme". *Öneri Dergisi*. 10(39), 77-87.

Yücel, Ö. (2003). "Dikimde hata oluşturan nedenlerin belirlenmesine yönelik istatistiksel bir araştırma". *Pamukkale Üniversitesi M Ü Hendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 9(3), 327-332.

Zeyveli, M. (2010). "AISI H13 Sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde yüzey pürüzlülüğünün araştırılması ve istatistiksel proses kontrol metodunun uygulanması". *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4), 379-386.

Zeyveli, M. ve Selalmaz, E. (2008). "İstatistiksel proses kontrol tekniklerinin zincir imalatı yapan bir işletmede uygulanması". *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*. 6:(3), 36-45.