

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

KALİTE PROBLEMLERİNİN ANALİZİNDE
İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL ARAÇLARININ
VE GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİNİN
KULLANIMI: İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİR
UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELİF UYANIK

DÜZCE

EYLÜL, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

KALİTE PROBLEMLERİNİN ANALİZİNDE
İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL ARAÇLARININ
VE GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİNİN
KULLANIMI: İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİR
UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif Uyanık

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi İsmail Durak

Düzce

Eylül, 2021

Elif Uyanık
Düzce Üniversitesi, SBE
Yüksek Lisans Tezi
Eylül, 2021

KALİTE PROBLEMLERİNİN ANALİZİNDE
İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL ARAÇLARININ
VE GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİNİN KULLANIMI
İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından Anabilim
Dalında oy birliği / oy çokluğu ile YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan (imza)

Akademik Unvanı, Adı – Soyadı

Üye (imza)

Akademik Unvanı, Adı – Soyadı

Üye (imza)

Akademik Unvanı, Adı - Soyadı

Üye (imza)

Akademik Unvanı, Adı – Soyadı

Üye (imza)

Akademik Unvanı, Adı – Soyadı

Onay, Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu
onaylarım.

.../.../20

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Kariyerime katkı sağlamak amacıyla girdiğim bu yolda hayatta her ne koşulda olursa olsun her zaman yanımda olduklarını ve olacaklarını hissettiren, onların sayesinde bulunduğum konuma geldiğim canım ailem; annem Nevin UYANIK, babam Ali UYANIK, ağabeyim Murat UYANIK' a en büyük teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sürecinde ve bitirmemde yardımlarını, desteklerini esirgemeyen hocam İsmail DURAK' a teşekkür ediyorum.

Çalışmamı yapabilmemde bana veri, kaynak ve zaman sağlayan iş yerime teşekkürlerimi sunuyorum.

Elif UYANIK

ÖZET

Elif UYANIK

Yüksek Lisans Tezi

İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi İsmail DURAK

Eylül 2021, 87 Sayfa

Bu araştırmada işletmelerin rekabet avantajı sağlayabilmeleri ve sürdürülebilir olmalarında önemli rol oynayan müşteri memnuniyetini ve üretim maliyetini yakından etkileyen birçok kalite problemlerinin aslında doğru veri ve iyi bir analizle sadece birkaçının çözümünün sonucunda etkili bir iyileştirme sağlayacağını gösterebilmektir. Çalışmanın uygulama verileri özel bir inşaat firmasından alınmıştır. Bir yıllık veri ile gerçekleştirilen uygulamada istatistiksel kalite kontrol, çok kriterli karar verme tekniklerinden gri ilişkisel analiz teknikleri kullanılmıştır. Firmada meydana gelen hatalar pareto analizi ve gri ilişkisel analiz tekniklerinin harmanlanmış şekliyle incelenmiş ve en fazla orana sahip hata türleri sebep sonuç diyagramı ile firma yetkilileri ile birlikte irdelenmiştir. Araştırma sonucunda kalite iyileştirmede firmaya öncelikle hangi hatalardan başlaması gerektiği konusunda bilimsel bir veri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Müşteri Memnuniyeti, Rekabet Avantajı, Sürdürülebilirlik, Üretim Maliyeti

ABSTRACT

In this research, it is aimed to show that many quality problems encountered during production, which play an important role in providing competitive advantage and sustainability of enterprises, which closely affect customer satisfaction and production cost, will actually provide an effective improvement as a result of solving only a few of them with accurate data and a good analysis. The application data of the study were obtained from a private construction company. Statistical quality control, gray relational analysis techniques, one of the multi-criteria decision making techniques, were used in the application, which was carried out with one-year data. Errors occurring in the company were examined with a blend of Pareto analysis and gray relational analysis techniques, and the error types with the highest rate were examined together with the company officials with the cause and effect diagram. As a result of the research, scientific data was presented to the company about which mistakes should be started first in quality improvement.

Keywords: Customer Satisfaction, Competitive Advantage, Sustainability, Production Cost

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI	1
ÖNSÖZ	2
ÖZET.....	3
ABSTRACT.....	4
İÇİNDEKİLER	5
TABLolar LİSTESİ	7
ŞEKİLLER LİSTESİ	8
GRAFİK LİSTESİ	9
EKLER LİSTESİ	10
KISALTMALAR	11
I. BÖLÜM.....	12
1. GİRİŞ	12
1.1. Problem	13
1.2. Araştırmanın Amacı	13
1.3. Araştırmanın Önemi	14
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	14
II. BÖLÜM.....	15
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	15
2.1. Kalite	15
2.2. Kalitenin Tarihsel Gelişimi	17
2.3. Kalite Kontrol ve Kalite Kontrol Sistemi	19
III. BÖLÜM.....	21
3. LİTERATÜR TARAMASI	21
3.1. Literatür Tarama Örnekleri.....	21
IV. BÖLÜM.....	23
4. YÖNTEM ve TEKNİKLER	23
4.1. İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL ve TEKNİKLERİ	23
4.1.1. İstatistiksel kalite kontrol tanımı ve amacı	23
4.1.2. İstatistiksel proses kontrol teknikleri	24
4.1.2.1. Neden-Sonuç Diyagramı (Balık Kılçığı Diyagramı)	26
4.1.2.2. Çetele Diyagramları	28

4.1.2.3. Histogramlar.....	29
4.1.2.4. Serpilme (Dağılma) Diyagramı.....	31
4.1.2.5. Pareto Analizi.....	32
4.1.2.6. Gruplandırma	34
4.1.2.7. Kontrol Grafikleri.....	34
4.2.7.1. Nicel Kontrol Grafikleri(Ölçülebilen).....	37
4.2.7.2. Nitel Kontrol Grafikleri(Ölçülemeyen).....	37
4.2. ÇOK KİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ (ÇKKV).....	39
4.2.1. Gri İlişkisel Analiz.....	41
V. BÖLÜM.....	45
5. UYGULAMA	45
5.1. Uygulamada Kullanılan Yöntemler.....	45
5.2. İşletme Tanıtımı ve Kalite Politikası.....	45
5.3. Firmadaki Genel İş Akışı	46
5.4. Fabrikadaki Bölümlerin Hata Sayısına Göre Gruplandırılması	46
5.5. Pareto Analizi Uygulama	47
5.6. Fabrikada Geneline Meydana Gelen Hataların Pareto Grafiği.....	47
5.7. Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Bölümlerin Hatalara Göre Sıralanışı	53
5.8. Döküm Bölümü Pareto Analizi	57
5.9. Kalıphane Bölümü Pareto Analizi.....	60
5.10. Söküm-Bakım Bölümü Pareto Analizi.....	63
VI. BÖLÜM.....	67
6. BULGULAR ve YORUMLAR.....	67
VII. BÖLÜM.....	70
7. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	70
7.1. Sonuçlar.....	70
7.2. Öneriler.....	72
7.2.1. Akademik Öneriler	72
7.2.2. Sektörel Öneriler.....	72
8. KAYNAKÇA.....	74
9. EKLER.....	81

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Nitel Kontrol Grafikleri Formülleri	39
Tablo 2. Fabrika Bölümlerinin Hata Sayılarına Göre Gruplandırılması	47
Tablo 3. Fabrikadaki Tüm Hatalar ve Adetleri	48
Tablo 4. Fabrikadaki Tüm Hataların Yüzdelik Oranları ve Kümülatif Toplamları ..	49
Tablo 5. Temel Veri Setinin Hazırlanması ve Karar Matrisi	53
Tablo 6. Referans Serinin ve Karşılaştırma Matrisinin Oluşumu	54
Tablo 7. Gri İlişkisel Derecelerin Hesaplanması.....	56
Tablo 8. Döküm Bölümüne Ait Hata Tablosu.....	57
Tablo 9. Döküm Bölümündeki Hataların Yüzdelik Oranları ve Kümülatif Toplamları	58
Tablo 10. Kalıphane Bölümüne Ait Hata Tablosu	60
Tablo 11. Kalıphane Bölümündeki Hataların Yüzdelik Oranları ve Kümülatif Toplamları	61
Tablo 12. Söküm-Bakım Bölümüne Ait Hata Tablosu	63
Tablo 13. Söküm-Bakım Bölümündeki Hataların Yüzdelik Oranları ve Kümülatif Toplamları	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kalitenin Yıllara Ait Tarihsel Gelişimini (Anonim)	19
Şekil 2. Ürün Demir Kirliliğine Ait Sebep-Sonuç Diyagramı	27
Şekil 3. Çetele Diyagramı Örneği	29
Şekil 4. Tipik Histogram Örnekleri	31
Şekil 5. Farklı Korelasyon Durumları	32
Şekil 6. Kontrol Grafiği Sınırları	35
Şekil 7. Bir Ürünün Kalite Karakteristiğini Gösteren Kontrol Grafiği	35
Şekil 8. Çok Kriterli Karar Problemlerinin Sınıflandırılması	40
Şekil 9. Ürün Yüzey Hatası Sebep Sonuç Diyagramı	52
Şekil 10. Ürün Yüzey Hatası Sebep Sonuç Diyagramı	60
Şekil 11. Kalıp Ölçüleri Hatası Sebep Sonuç Diyagramı	63
Şekil 12. Ürün İstifleme Hatası Sebep Sonuç Diyagramı	66

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1. Fabrika Geneli Hataların Pareto Grafiği.....	51
Grafik 2. Döküm Bölümü Pareto Grafiği.....	59
Grafik 3. Kalıphane Bölümü Pareto Grafiği	62
Grafik 4. Söküm-Bakım Bölümü Pareto Grafiği	65



EKLER LİSTESİ

EK 1. Normalizasyon Matrisi	81
EK 2. Mutlak Değer Tablosu.....	82
EK 3. Gri İlişkisel Katsayı Matrisi	83



KISALTMALAR

M.Ö.	:	Milattan Önce
YY	:	Yüzyıl
MİN	:	Minimum
MAX	:	Maksimum
LOG	:	Logaritma
ÜKL	:	Üst Kontrol Limiti
AKL	:	Alt Kontrol Limiti
MÇ	:	Merkez Çizgi
NP	:	Kusurlu Sayısı
C	:	Örnek Başına Kusur Sayısı
U	:	Birim Başına Kusur Sayısı
P	:	Kusurlu Oran
S	:	Standart Sapma
R	:	Açıklık
X	:	Ortalama
K	:	Alınan Örnek Sayısı
N	:	Kontrol Edilen Adet
N	:	Alınan Örneklerin Ortalaması
ÇKKV:		Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri
TDK	:	Türk Dil Kurumu
GİA	:	Gri İlişkisel Analiz

I. BÖLÜM

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünyada kaliteli ürün veya hizmet üretmek bir işletme için hayati önem taşımaktadır. İşletmelerin devamlılığı için sürekliliğe ve sürdürülebilirliğe ihtiyaçları olduğundan sundukları ürün veya hizmetin müşterinin istek ve beklentilerini karşılaması hatta fazlasını vermesi gerekmektedir.

Firmaların bunu yapmasının sebebi ise çok basittir; aynı ürün ya da hizmeti sağlayan birçok rakip firma vardır. Bu açıdan ayakta kalabilmek ve kar elde edebilmek için firmaların kaliteli ürün veya hizmet sunmaları önem arz etmektedir. Rekabet ise, geleneksel anlamda müşteriye sunulan ürün veya hizmetin kalitesinin artmasına etki eden en önemli faktördür.

Kalite düzeyi arttıkça müşterinin bağlılığı ve sadakati de artar. Fakat kalite düzeyinin artırılması bunun için tek başına yeterli değildir. Olması gereken müşteri tatminini sağlayacak şekilde kalite düzeyinin artırılmasıdır. Sürekli ve artan kalite düzeyinin müşterilere sunulması da ciddi anlamda getiri sağlayacaktır.

Bu durumlar kalitesizliği önlemek ve kaliteyi arttırabilmek amacıyla her firmayı kendi üretim sistemine göre bir kalite kontrol sistemi kurmaya zorlamıştır. Böylece kalite firmalarda bir rastlantı değil planlı, sistemli ve bilimsel bir çalışmanın sonucu olarak yer almaya başlamıştır.

Bir firmada üretilen ürünlerin tamamen birbirinin aynısı olması imkânsızdır. Özellikle insan gücü ile çalışan firmalar için bu durum daha da baskın çıkmaktadır. Bu nedenle böyle firmaların kaliteyi yakından takip edebilmeleri özel nedenlerle ortaya çıkan değişiklikleri oluşmadan anlayıp ve meydana gelince hemen müdahale edebilmeleri hayati önem taşımaktadır.

Bu çalışmada; insan gücü yoğun çalışan bir firmada kalitesizliğe neden olan uygunsuzlukların son bir yıla ait verileri toplanarak incelenmiştir.

Bu bağlamda çalışmanın ikinci bölümünde kalite tanımı, amacı, tarihsel gelişimi, kalite kontrol konuları açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde istatistiksel kalite kontrol tanımı, amacı, istatistiksel kalite kontrol teknikleri, çok kriterli karar verme teknikleri ve gri ilişkisel analiz yönteminden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde üçüncü bölümde bahsedilen tekniklerin bir kısmının uygulandığı uygulama bölümü yer almaktadır.

Beşinci bölüm sonuç ve öneriler kısmıdır. Bu bölümde hem çalışmanın amacı ve katkısından hem de uygulama bölümünde elde edilen verilerin sonuçlarından bahsedilmiştir. Ayrıca çalışma için önerilerde bulunulmuştur. Daha sonra tez kaynakça ve eklerle tamamlanmıştır.

1.1. Problem

Uygulamada ele alınan problem, bir inşaat firmasının ürettiği malzemelerde üretim sırasında veya sonrasında meydana gelen hatalardır. Ürünlerde kalite problemi yaratan bu hatalar firmayı hem müşterilerine karşı prestij, güven, zaman konusunda hem de kendini maliyet konusunda olumsuz etkilemektedir.

Bu durumu engelleyebilmek için firmada son bir yılda meydana gelen hatalar sınıflandırılmış, iyileştirmeye bu hataların hangisinden başlaması gerektiği ve bu hataların oluşma sebepleri konusunda önerilerde bulunulmuştur.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, istatistik kalite kontrol tekniklerinden pareto analizi ve sebep sonuç diyagramından yararlanılarak kalite problemlerinin sınıflandırılmasında bir model önerilmiştir. Belirlenen amaca uygun olarak

örnek olay incelemesinde, bir inşaat firmasının ürettiği ürünlerde oluşan hatalar ele alınmış; böylece elde bulunan kaynakların en verimli şekilde kullanılması, maliyetlerin azaltılması ve gereken önlemlerin alınması adına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Kalite, yöneticilerin en çok üzerinde durduğu konulardan biridir. Ürün veya hizmet kalitesi bulunulan sektörde zirveyi temsil etmektedir. Sunulan ürün ya da hizmetin en kaliteli olması da uluslararası alanda söz sahibi olma imkânını doğurmaktadır. Bu kadar önem verilen bir konunun bilimsel olarak araştırılması ve üzerinde durulması gerekmektedir. Diğer yandan kaliteyi olumsuz etkileyen uygunsuzlukların kaliteye etki yüzdesi farklılıklar gösterir. En çok paya sahip olan hatayı firmalar en önce çözüme kavuşturmak isterler. Bunu da ancak bilimsel çalışma sonucu elde edebilirler. Bunun önemini hem teorik hem uygulamalı anlatmak için bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma içerik ve yöntem bakımından sınırlılıklar göstermektedir. İçerik açısından bakıldığında; kalitenin birçok unsurları olmasına rağmen bu çalışmada kalite, kalitenin tarihsel gelişimi, kalite kontrol kavramlarından bahsedilmiştir. Yöntem olarak incelendiğinde; istatistiksel kalite kontrol tekniklerinin hepsi incelenmiş fakat uygulama olarak gruplandırma, pareto analizi, sebep sonuç diyagramı kullanılmıştır. Çok kriterli karar verme tekniklerinden gri ilişkisel analiz tekniği kullanılmıştır. Uygulamanın tek bir firmada yapılmış olması çalışmanın diğer bir sınırlılığını oluşturmaktadır.

II.BÖLÜM

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kalite

Kalite çok geniş içerikli olduğundan tek olarak kavramını aramak çok doğru bir davranış değildir. Kalite; değer, ürünün teknik özelliklerine uyması, ihtiyaçlara uygunluk, kullanıma uygunluk olarak farklı farklı da tanımlanmıştır. Kalite kavramı açıklanıp tanımlanmaya çalışıldığı günden beri birbirinden bağımsız olarak birçok kez ilginç, değişik tanımlara sahip olmuştur. (Bozkurt ve Odaman, 1996).

Aşağıda bazı kuruluş ve uzmanlar tarafından yapılmış olan kalite tanımları görülmektedir;

Türk standartları enstitüsüne göre kalite bir ürün ya da hizmetin olan veya olabilmesi muhtemel ihtiyaçları karşılayabilme kabiliyetine dayanan özelliklerinin bütünüdür. (Büker, 2007:7).

Amerikan kalite kontrol derneğinin yaptığı tanım ise kalite, bir mal ya da hizmetin belirli bir gerekliliği karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan karakteristiklerin tümüdür. Avrupa kalite kontrol organizasyonuna göre kalite, bir malın ya da hizmetin tüketicinin isteklerine uygunluk derecesidir. (Avrupa Kalite Kontrol Organizasyonu – EOQC),(Amerikan Kalite Kontrol Derneği – ASQC)

Kalitenin öncülerinden Crosby’ye göre kalite, bir ürünün gerekliliklere uygunluk derecesidir (Crosby, 1996). Juran’a göre kalite, kullanıma

uygunluktur (Juran, 1974). Taguchi'ye göre ise kalite, ürünün sevkiyattan sonra toplumda sebep olduğu en az zarardır (Taguchi, 1995).

Garvin(1984) kaliteyi 8 boyut olarak tanımlamıştır;

- Performans: Mal veya hizmetin beklentiyi en iyi şekilde karşılamasıdır.
- Uygunluk: Mal ve hizmet için belirlenen standartlara uygunluktur.
- Güvenilirlik: Kullanım ömrü boyunca ürünün fonksiyonlarını ne kadar yerine getirdiğinin ölçütüdür.
- Dayanıklılık: Mal veya hizmetin kullanım ömrünün uzunluğudur.
- Servis Görebilirlik (Hizmet görürlük): Hız, çabukluk, yeterlilik, ehliyet ve tamir edebilme kolaylığını içerir.
- İtibar: Müşterinin o ürün veya marka hakkında sahip olduğu fikirleri kapsar.
- Estetik: Bir ürünün görünüşü, verdiği hisler, sesi, tadı veya kokusu gibi çeşitli faktörleri içerir. Ürünün performansına doğrudan bir etkisi olmamakla birlikte müşteri açısından ürünü çekici kılan özelliklerdir.
- Diğer Unsurlar: Ürünün temel fonksiyonlarını tamamlayan ve çekiciliğini arttıran unsurlardır. Örneğin, sessiz çalışan elektrik süpürgesi.

Kalite anlayışı tüketicinin kullanım şartlarına, gereksinimine, sosyal ve ekonomik çevresine, beklentisine, dini ve kültürel yapısına, iklime, coğrafyaya bağlı olarak değişebilen öznel bir kavramdır (Kovancı, 2004). Kalite yapılan tanımlara göre mükemmeli yakalamaktır. Fakat her geçen gün gelişen değişen dünya şartlarında müşteri istek ve talepleri değişeceğinden ve aranan standartlar yükseleceğinden aslında kalite sürekli iyileştirme olup beklentilerin önüne geçmektir. Kalite en iyi, en sağlam, en güzel, en güvenli demek değildir.

Kalite kavramını genel olarak bir tanım altında toplamak gerekirse; “müşteri isteklerini önceden tahmin ederek, müşteri beklentilerinin ötesine geçmek, ürünün doğal yaşamı boyunca müşteriye memnun etmek” tir.

Kalite ve kalitesizliğin firmalara etkileri şöyle sıralanabilir;

Kalitenin Getirileri;

- Karın Artması
- Pazar payının artması
- Müşteri memnuniyetinin artması
- Maliyetlerin azalması
- Yüksek rekabet gücü

Kalitesizliğin getirileri;

- Pazar payındaki azalma
- Müşteri tatminsizliği
- Kaynak israfı ve verimliliğin azalması
- Motivasyon kaybı
- Maliyetlerin artması

Kalite firmalar için müşteri tatminidir, verimlilik, esnekliktir, etkili olmaktır, yatırımdır, süreçtir, tedbirdir, gelecektir.

2.2. Kalitenin Tarihsel Gelişimi

Kalitenin aslında insanın varoluşundan itibaren olduğunu düşünülmektedir. Tarihte ilk örneği M.Ö Hammurabi Kanunlarında ortaya çıkmaktadır. Bu kanunlarda ‘Bir inşaat ustasının inşa ettiği bir ev, ustanın yetersizliği ve işini gereği gibi yapmaması nedeniyle yıkılarak ev sahibinin

ölümüne yol açarsa, o usta öldürülecekti' ifadesi yer almaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi M.Ö.'ki devirlerde inşaat sektöründe kalite standardı olarak binanın yıkılmaması kullanılmaktadır (TSE, 1996).

13.yy'da Osmanlı devletinde ahilik teşkilatı bulunmaktaydı. Bu teşkilat esnaf ve zanaatkârlar topluluğu olarak görev yapmakta ve bu toplulukta ustalar eğitici ve muayene görevlisi olarak çalışmaktaydı.

20.yy'ın başlarında Henry Ford'un montaj hattı üretimi ile işlemler sadeleşti, düşük maliyetle yüksek kaliteli ürünler üretildi. Muayene şefliği kadrosu oluşturuldu.

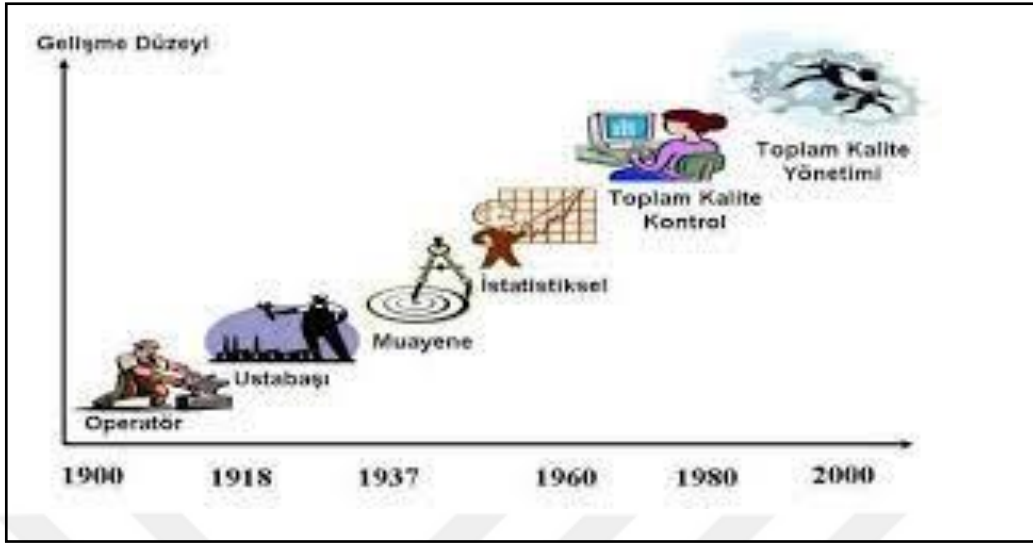
İlk etapta son kontrol olarak işçiler ve ustabaşları yaptıkları işleri kontrol ediyorlardı. Daha sonra sanayinin gelişmesiyle artan üretime ayak uydurabilmek ve maliyeti azaltabilmek adına ürünler örnekleme yöntemiyle muayene edilmeye başlandı.

1960'lardan sonra yüzde yüz veya örnekleme yoluyla kontrolün kalitesizliği engellemediği fark edildi ve kalitesizliğe neden olan sebepler üzerinde durulmaya başlandı.

1980'li yıllarda aslında kalitenin üretim süreçlerinin tümünde olması gerektiği anlaşıldı ve Toplam kalite kontrol sistemi benimsendi.

2000'li yıllardan itibaren kalitenin ancak sistematik bir yaklaşımla ve tüm çalışanlarla sağlanabileceği anlaşıldı ve toplam kalite yönetimi oluştu. Bu yönetime göre uygulanan her süreçte bütün çalışanların fikir ve hedefleri kullanılmakta ve tüm çalışanlar kaliteye dâhil edilmektedir (Şimşek, 2000).

Şekil 1. Kalitenin Yıllara Ait Tarihsel Gelişimini (Anonim)



2.3. Kalite Kontrol ve Kalite Kontrol Sistemi

Kalitenin önemi arttıkça kaliteyi arttırmayı veya kalitesizliği önlemeyi sağlayacak kontrolün de değeri artmıştır. Üretim sürecinin belirlenen kalite standartlarında yürütülmesini sağlayan, özel nedenlerden dolayı süreçte bir aksaklık olduğunda durumu hemen gözler önüne seren ve gerekli tedbirlerin geç olmadan alınmasını sağlayan bir metottur (Aslan, 2003).

Kalite kontrolünden beklenen faydalara bakılacak olursa;

- Üretimde kalitesizliği önlemek,
- En az maliyetle verimli bir muayene sistemi oluşturmak,
- Ürünlerde istenmeyen değişimleri önceden tespit ederek hatalı parça sayısını azaltmak,
- Kayıp zamanları önleyerek üretimi arttırmaktır. (Kıngır, 2006)

Kalite kontrolün amacı minimum maliyetle müşteri isteklerini karşılayabilecek ürün veya hizmet üretiminin sağlanması, kalitesiz ürün

üretiminin engellenmesidir. Ayrıca yakalanan kalitenin devamlılığını sağlamak ve arttırmak da amaç olarak söylenebilir.

Kalite kontrolü işletmede sadece bir bölüme veya birkaç kişiye verilmiş bir görev değil de müdürden temizlik personeline kadar çalışan herkesi ilgilendiren faaliyetler topluluğudur. Bu faaliyetler gözlem, kontrol, hatanın tespit edilmesi, hatanın kaynağının bulunması ve nasıl düzeltilmesi gerektiğini içeren bir sistem içinde yer almaktadır.(Juran, 1989; 321).

Kalite kontrol sisteminin iki temel amacı vardır. Bunlar;

- Var olan kaliteyi daha iyi hale getirebilmek
- Tespit edilen hata ve eksikliğin giderilmesi için gereken önlemleri almaktır.

Kalite kontrol ve kalite kontrol sisteminin var olması firmaların rekabet gücünü arttırdığı gibi maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

III. BÖLÜM

3. LİTERATÜR TARAMASI

3.1. Literatür Tarama Örnekleri

Patır (2009), yaptığı çalışmasında istatistiksel kalite kontrol tekniklerinin yedisini açıklamış ve Malatya'daki bir tekstil fabrikasında üretim süreçlerinin kontrol altında olup olmadığını kontrol grafikleri yardımı ile incelemiştir. İnceleme sonucunda sürecin kontrol altında olduğunu bulmuştur.

Özgüvenç (2011), kalite problemlerinin sınıflandırılmasında çok kriterli pareto analizini kullanmıştır. Kalite kavramı, kalite maliyetleri, istatistiksel kalite kontrol teknikleri ve bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ve vikor yöntemini açıklamıştır. Uygulamada özel bir bankanın üye iş yerlerine temin ettiği pos cihazlarındaki karşılaşılan hatalar için pareto analizi yapılarak hataların önem dereceleri belirlenmiştir.

Kırık (2017), bir konfeksiyon işletmesinde son kontrol hatalarını istatistiksel kontrol teknikleri ile analizini yapmıştır. Son altı aylık verileri alarak bu hatalar pareto analizi ile incelenmiş, en önemli üç hatanın sebebini araştırmak için sebep sonuç diyagramı çizmiştir. Yönetimin ilgisini çekebilmek için de hata maliyetleri çalışmaya eklenmiştir.

Çakırkaya, Acar (2016), makarna üretimi gerçekleştiren bir firmada hata türleri gözlemlendikten sonra bu hata türlerinden dolayı duruş süreleri hesaplanıp hata kontrol çizelgeleri oluşturulmuştur. Daha sonra hatalar büyüklüğüne göre sıralanıp pareto analizi ile firmanın öncelik vermesi gereken hataların neler olduğu gösterilmiştir.

Aydın ve Kargı (2018), Bursa ilinde otomotiv sektöründe bir fabrikada otomobillerin ön kapı dinamik kapanma hız ölçümlerinin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığı belirlenmeye çalışmıştır. Bu kapsamda Ocak 2017 yılına ait veriler, SPSS 17 paket programı kullanılarak prosesin kontrol

altında olup olmadığı gözlemlenmiş, süreç ve makine yeterlilik indeksleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, prosesin kontrol altında ve yeterli olduğu tespit edilmiştir. Prosesin makine yeterlilik indeksine bakıldığında, sol ön kapanma hızı yeterli iken, sağ ön kapanma hızlarına ilişkin değerlerin yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Bayat, Altınçelep, Kaymakoglu, Altiner (2013), Pareto analizi ile hazır beton tesisinde betonun kalitesini etkileyen hataların sebepleri istatistiksel olarak incelenmiştir. Kaliteyi olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörün beton dökümü esnasında işçilerin hatasından kaynaklandığı görülmüştür. Üretim tesisine işçilerin eğitimi ile bu durumun ortadan kalkacağı önerisinde bulunmuştur.

Başaran (2010), üretimi yapılan bir fabrikada karşılaşılan hataların önemlilerinin önemsiz olanlardan ayırmak için pareto analizi kullanılmıştır. En önemli iki proseste yani temizleme prosesinde ve öğütme prosesinde meydana gelen uygunsuzluklar istatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi kullanılarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada da bir inşaat firmasında son bir yılda meydana gelen hatalar pareto analizi ile incelenmiştir ve firmanın kaliteyi etkileyen hatalardan hangisine öncelik vermesi gerektiği gösterilmiştir. Hataların oluşumuna neden olan en önemli faktörün ne olduğu ise sebep sonuç diyagramıyla firma yöneticileri ile birlikte irdelenmiştir.

IV. BÖLÜM

4. YÖNTEM ve TEKNİKLER

4.1. İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL ve TEKNİKLERİ

4.1.1. İstatistiksel kalite kontrol tanımı ve amacı

İstatistiksel kalite kontrol, bir ürünün ekonomik ve yararlı bir şekilde üretilmesini sağlamak amacıyla önceden belirlenen kalite standartlarına uygunluğunu sağlamak ve kusurlu üretimi en aza indirmek için istatistiksel yöntemlerin kullanılmasıdır (Özdamar, 2007: 81).

İstatistiksel kalite kontrol çalışmaları üretim sürecinin ve üretim sonunda elde edilen ürünün kalitesini ölçmek amacıyla yapılır. İstatistiksel kalite kontrol çalışmalarının yapılması, kalite özelliklerinde oluşabilecek sapmaların ortaya çıkarılması ve buna bağlı olarak üretim maliyetlerinin düşürülmesi, işgücü verimliliğinin artırılması ve tüketicinin korunması açısından önemlidir.

İstatistiksel kalite kontrol, ürün kalitesiyle ilgili olarak karşımıza çıkacak tüm sorulara cevap veren ve istatistiki yöntemler yardımıyla ürün kalitesini yüksek tutmayı hedef alan tüm ölçme ve kontrol işlemlerinin, sistem içinde yürütülmesini sağlayan bir faaliyettir.

İstatistiksel kalite kontrol çalışmaları iki farklı kontrol sürecinden oluşmaktadır:

- Süreç (proses) kontrolü (İPK)
- Ürün kontrolü

Ürün Kontrolü: Kullanıcıların istekleri doğrultusunda kullanılmak için üretilen ürünlerin kontrolüdür. Kabul örnekleme yardımı ile yapılır. (TÜİK,

2011:6). Ürün kontrolünde, önceden belirlenmiş bazı karar ölçütlerine dayanarak kabul veya ret kararı verilir.

Süreç (Proses) Kontrolü: Ürünün üretimi aşamasında yapılan kalite kontrolüdür ve “üretimde kalite kontrol” olarak da adlandırılır. Shewhart Kontrol Grafikleri, bir sürecin kalite kontrolünün yapılmasında kullanılan önemli bir araçtır. (TÜİK, 2011:6).

Modern kalite anlayışı, bir ürün üzerinde oluşan hatalara tepki göstermek yerine, problemleri oluşmadan engellemeye yönelik önlemlerin belirlenmesidir. Üretim tamamlandıktan sonra üretilen ürünlerden kusurlu olanların kontrol sonucu ayıklanması işletmeye hammadde, zaman, işgücü kaybı gibi maliyetleri yüklemektedir. Olması gereken imalat aşamasında ve öncesinde çeşitli önlemler alarak hatalı ürün üretilmesini engellemektir ve süreci kontrol altında tutmaktır (Kaya, 2001).

Üretimde oluşan hataların sebeplerinin altında genellikle görünenen başka nedenler yatmaktadır. Bu nedenleri doğru tespit edebilmek hayati önem taşımaktadır. Bu da bilimsel yöntemlerle süreçle ilgili doğru verilerin toplanması, analiz edilmesi ile olabilir. İstatistiksel Kalite kontrol uygulamalarında süreç sürekli izlenerek meydana gelen problemler tespit edilir, problemin nedenleri belirlenir, çözüm geliştirilir, geliştirilen çözüm uygulanır ve süreç tekrar izlenir. Bu döngü sürekli ve bu sayede sürekli iyileştirme sağlanır (Devor vd., 1992).

4.1.2. İstatistiksel proses kontrol teknikleri

İstatistiksel proses kontrol, bir süreci izlemek ve kontrol etmek için istatistiksel yöntemleri kullanan bir kalite kontrol yöntemidir. Bu kontrol yöntemi, sürecin verimli bir şekilde sürdürülmesine yardımcı olur ve daha az sarfiyatla (yeniden işleme veya hurda) istenilene uygun ürünler üretilmesini sağlar (Özcan, 2001).

İstatistiksel proses kontrol ile proseste meydana gelen değişiklikler fark edilir, değişkenliğin boyutu ölçülüp buna neden olan faktör kökten çözülerek sürecin normal hale dönmesi sağlanır. Bu kontrol sistemi tüm proseslerde uygulanarak bölümler arası hatalı ürün geçişi engellenir ve birçok maliyet önlenmiş olur (Russel ve Taylor, 2006).

Prosesteeki değişiklikler genel ve özel nedenlerden kaynaklanabilir. Özel nedenler işçi dikkatsizliği, makine arızası, hammaddenin homojen olmaması gibi. Genel nedenler ise nem, sıcaklık, titreşim gibi. Eğer süreç genel nedenlerin etkisi altında ise kontrol altında sayılır fakat özel nedenlerin etkisi altına giren bir süreç kontrol altında sayılmaz ve değişikliklerin irdelenmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir (Banks, 1989: 104).

Bu nedenle her sürecin aslında günümüzde istatistiksel olarak denetlenmesi irdelenmesi gerekmektedir. İstatistiksel proses kontrolün amacı ürün veya hizmetin oluşumunu sağlayan tüm süreçleri kontrol altında tutup hatalı ürün oluşmasını engellemektir, hataları yakalayıp ayıklamak değildir. Yani proseste özel nedenlerden kaynaklanan değişiklikleri yok etmek veya minimuma indirmektir.

İstatistiksel süreç kontrol tekniklerinin şu önemli faydaları bulunmaktadır (Başkan, 1997);

- Önceden belirlemeye imkân sağlar
- İşgücü ve malzeme kullanımında tasarruf sağlanır
- Üründeki değişiklikler azalır
- Ürün kalitesi gelişir
- Hurda oranı azalır
- Etkin kapasite kullanımını artar
- Birim maliyet düşer

İşletmelerde üretim süreçlerinde yaşanan kalite problemlerinin çözülebilmesi için problemin doğru bir şekilde tanımlanması, analiz edilmesi ve kökten çözülmesi gerekmektedir. Bunun için 7 bilimsel kalite kontrol tekniği kullanılır. Bu teknikler sadece ortaya çıkan problemlerin çözümü için değil var olan kalitenin iyileştirilmesi için de kullanılmaktadır.

Bunlar;

- Histogram
- Çetele Diyagramı (Kontrol Listesi)
- Pareto analizi
- Sebep-sonuç diyagramı
- Gruplandırma (Hata yoğunluk) diyagramı
- Dağılma (Serpilme) diyagramı ve
- Kontrol grafikleridir (Bircan ve Özcan, 2003)

Bu yöntemler süreçlerde tek tek kullanılabileceği gibi bir kaçını veya hepsi de kullanılabilir.

4.1.2.1. Neden-Sonuç Diyagramı (Balık Kılçığı Diyagramı)

Balık kılçığı yöntemi belirli bir probleme neden olan tüm etkenleri ortaya çıkarmayı sağlayan ve probleme en yüksek düzeyde etki eden faktörü bulup iyileştirmeye çalışan bir yaklaşımdır. Görsel olarak, kullananlara tüm durumu resmettiğinden uygulaması, anlaması kolay yararlı bir yöntemdir (Wong, 2011).

1953 yılında Tokyo Üniversitesi Profesörlerinden Kaoru Ishikawa Japonya'da bir fabrikada bir kalite sorununu tartışırken mühendislerin düşüncelerini bir neden ve sonuç diyagramı halinde özetlemiştir. Bu yaklaşımında ilk kez oradan çıktığı söylenilmektedir. Bu nedenle bu diyagrama Ishikawa diyagramı da denilmektedir. Sadece kalite sorunu çözümünde değil

diğer birçok problem çözümü için de kullanılması mümkündür. Bu diyagram, hangi sebeplerin hangi sonuçlara etkisi olduğunun anlaşılmasında etkili bir araçtır (Montgomery 2001: 181).

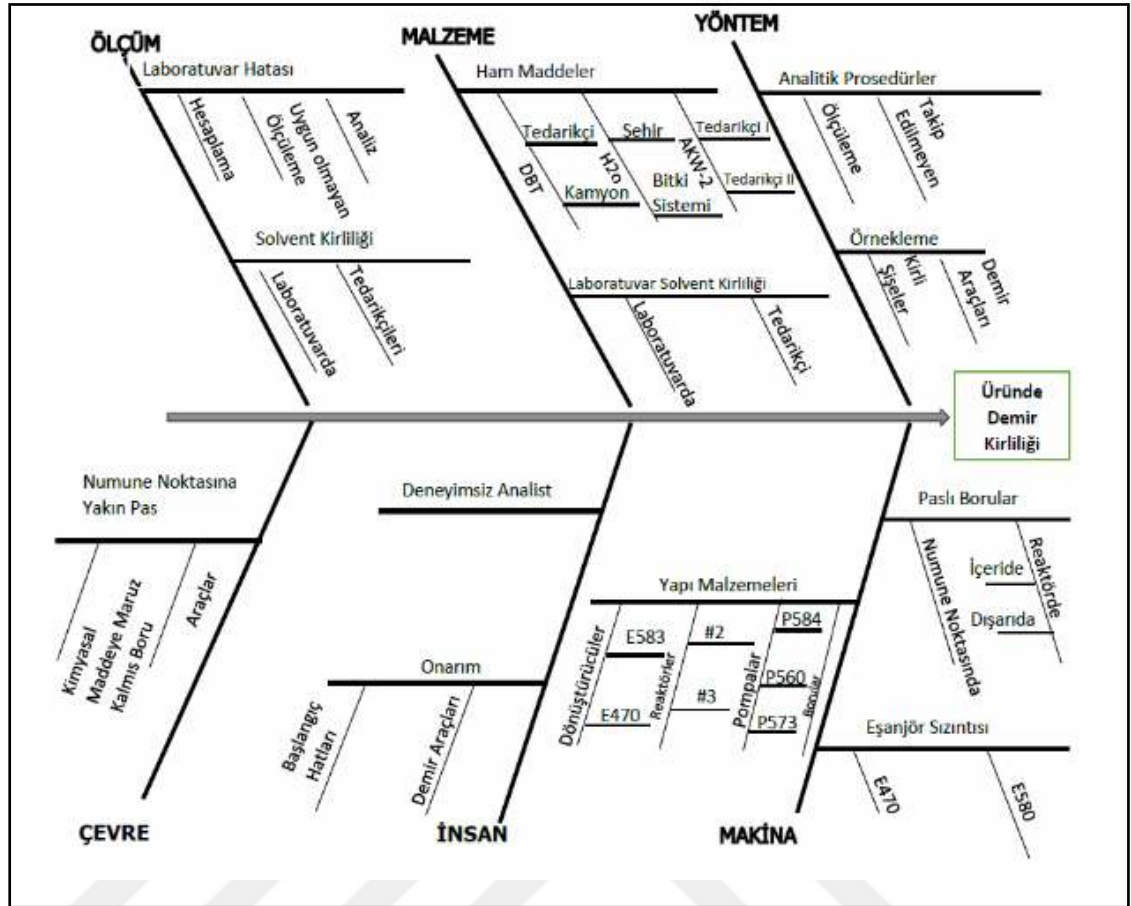
Bir sürecin çıktısı veya sonucu birçok faktöre bağlıdır ve bu faktörlere yönelik olarak bir neden ve sonuç ilişkisi oluşturulabilir. Balık kılıcı diyagramı neden sonuç ilişkisine dayanan bir yöntemdir. Neden sonuç oluşturan faaliyetler ve konular şekil ile gösterildiğinde görüntüsü balık kılıcığını andırmaktadır (Ülgen ve Mirze, 2010: 405).

Diyagram çizilirken şu aşamalar izlenir;

1. Adım: Problem tespit edilir. Açık bir şekilde tanımlanır.
2. Adım: Soruna neden olan temel faktörler belirlenir. Bunlar makine, metot, malzeme ve iş gücüdür...
3. Adım: Sorunun kaynaklanmasına neden olan muhtemel sebepler çalışma grubu tarafından beyin fırtınası yöntemiyle yazılır. Ve bu sebepler önem sırasına göre objektif bir şekilde sıralanır.
4. Adım: En önemli nedenden başlanarak, gerçek neden bulanana kadar nedenler doğrulanmaya çalışılır (Yeşilbayır, 2007).

Neden-Sonuç diyagramının en önemli yararı, tüm faktörleri bir arada görme, aralarındaki ilişkiyi inceleme ve bölümler arasında haberleşmeyi kolaylaştırmasıdır.

Şekil 2. Ürün Demir Kirliliğine Ait Sebep-Sonuç Diyagramı



Kaynak: <https://www.kalderankara.org/bilgi-merkezi/yonetim-ve-kalite-araclari/balik-kilcigi-ishikawa-diyagrami-8>

4.1.2.2. Çetele Diyagramları

Çetele diyagramı veri toplamada kullanılan istatistiksel kalite araçlarından birisidir. Diğer istatistiksel teknikler için ilk aşamayı ve veri tabanını oluşturur. Bir durum için toplanan veriler toplandıkları haliyle bir anlam ifade etmez. Dağınık halde bulunan verilerden işe yarar, anlamlı bulgular elde edebilmesi için bunların sınıflandırılması, organize edilmesi, ayrıştırılması gerekmektedir. Çetele diyagramı verileri anlamlı hale getirerek onların kaydedilmesi, anlaşılması ve yorumlanabilmesine olanak sağlar. Veri toplamada en etkin araçlardan biri olarak da gösterilmektedir (Halis, 2000)

Bu diyagrama frekans dağılımı da denilmektedir. Frekans bir olayın görülme sıklığını ifade eder. Belirli bir zaman aralığında hataların kaynaklarını bulabilmek amacıyla sorunları çetele ile göstererek sıklık derecesinin saptanmasında kullanılan bir tekniktir (Kartal, 1999, 30).

Çetele diyagramı hazırlanırken toplanacak olan verilerin nicel mi yoksa nitel mi olduğuna karar verilmelidir. Nitel veriler sayılabilir (hatalı ürün sayısı), nicel veriler ise ölçülebilen verilerdir (kalınlık, sıcaklık..). Verilerin elde edilmesi, özetlenmesi ve analiz edilmesinde kullanılan kullanımı kolay bir araçtır (Akın, 1996; Özdemir, 2000).

Çetele tablosu aşağıdaki adımlar çerçevesinde oluşturulur:

- Gözlenecek olay ya da sorunlar belirlenir.
- Belirlenen sorunların her gözlemci tarafından kontrol edilmesi sağlanır.
- Verilerin toplanacağı zaman aralığı belirlenir.
- Gereksinime göre bir tablo düzenlenir.
- Başlıklar açıkça yazılır ve işaretler için yeterli yer ayrılır (Çetin, Akın ve Erol, 2001).

Şekil 3. Çetele Diyagramı Örneği

Hizmet Türü : B121 Gömlek Üretimi	Tarih : 03.12.2004
Departman Adı : Dikimhane	Saat : 08:00-15:00
Toplam Adet : 60	Veri Toplayan : Musa
Örnek Hacmi : 500	Düşünceler : Dikis makinalarının bakımı yapılacak

HATA TIPI	ÇETELE	HATA ADEDİ
Kirik, kopuk düğmeler	III	3
Eksik düğmeler	II	2
Dikis kopuğu	-	10
Dikis kayması	- - II	17
Ton farklılıkları	I	6
Yag lekesi	- - III	18
Kumas hataları		4
TOPLAM HATA		60

Kaynak: <https://docplayer.biz.tr/39751170-Kalite-kontrol-ve-kalite-iyilestirmede-kullanilan-grafik-teknikler.html>

4.1.2.3. Histogramlar

Histogram, gruplandırılmış bir veri dağılımının sütun grafiğiyle gösterimidir. Diğer bir ifadeyle, tekrarlı sayılardan oluşan verilerin, uygulanan işlemlerden sonra önce tabloya, tablodan yararlanarak grafiğe aktarılarak veri

gruplarının grafiğinin dikdörtgen sütunlar halinde gösterilmesidir (Birgören, 2015).

Elde edilen ürünün özellikleri tutarlı olmalıdır. Bu nedenle çizilen histogramların birbirine benzediği; hatta süreçte bir değişiklik olmadıkça aralarında çok az fark bulunduğu dile getirilmiştir. Histogramlar arasında çok fazla fark olduğu ortaya çıkarsa derhal bu durumun araştırılması gerektiği vurgulanmaktadır (Özkaya, 2013: 63).

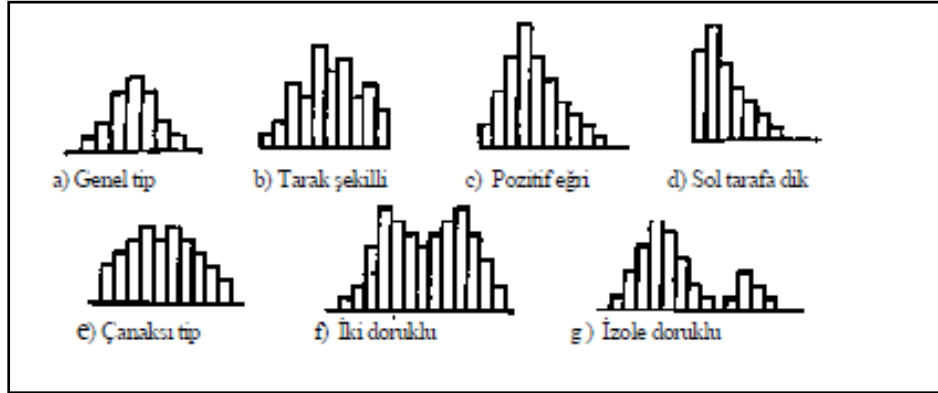
Dikdörtgenlerin tabanları sınıf aralığını, yükseklikleri sınıf frekansını ifade etmektedir. Sınıf frekansı sınıfa düşen veri sayısını vermektedir. Çizilen histograma bakarak dağılım büyüklüğü, simetri ve asimetri durumunu kolayca anlaşılır. Böylece mevcut ve olası problemlerle ilgili önemli ipuçları elde etmek mümkün olabilmektedir. Böylece verilerin çokluğu elde edilecek sonucun güvenilirliğini arttırmaktadır (Kartal, 1999).

Histogramın özellikleri aşağıdaki gibidir;

1. Ölçülen özellik sürekli bir özellik olmalıdır.
2. Verilerden sağlıklı bir çıkarım yapılabilmesi için veri sayısının en az 50 olması gerekmektedir.
3. Bir histogram yalnızca tek bir özelliği gösterebilir.
4. Sınıf aralıkları eşit olmalıdır. Sınıf aralığı = Değişim aralığı/Sınıf sayısı ile belirlenir.
5. Değişim aralığı = (max veri değeri) - (min veri değeri)
6. Sınıf sayısı değerinin bulunması için birkaç yöntem bulunmaktadır. Genelde Sturges kuralına uyulması tavsiye edilmektedir.
7. Bu kuralda sınıf sayısı = $1 + 3,32 \log(n)$ n=veri sayısı

Histogram, süreçteki değişkenliğin şeklini göstermek, sürecin davranışında herhangi bir problem var ise bunu iyileştirme çabaları üzerine yönelmek amacıyla kullanılır (Başkan, 1995: 38).

Şekil 4. Tipik Histogram Örnekleri



Kaynak: (Kayaalp, 2004)

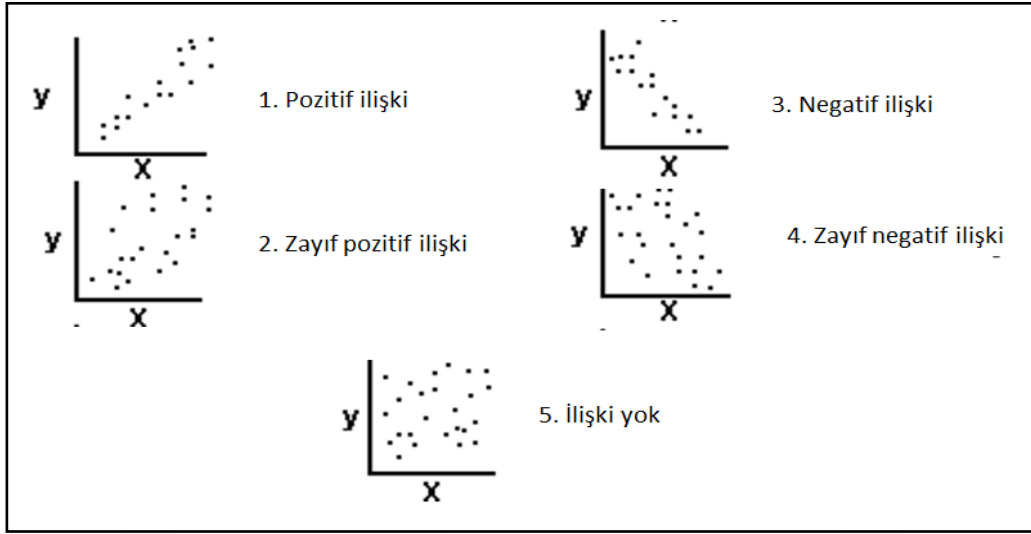
4.1.2.4. Serpilme (Dağılma) Diyagramı

Üretilen ürünün kalitesini etkileyen herhangi iki özellik arasında ilişki olup olmadığını belirlemek üzere kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Kaliteyi etkileyen iki özellik arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü grafik ile gösteren bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Özdamar, 1997: 204).

Grafikte X bağımsız değişkeni Y bağımlı değişkeni ifade etmektedir. Her bir X değeri için Y değerleri de grafiğe işaretlenir ve ilişkinin nasıl olduğu incelenir. Aşağıda örnek serpilme diyagramları verilmiştir;

1. Şekil; İki özellik arasında pozitif bir ilişki olduğunu gösterir. Yani X artarken Y değeri de artar.
2. Şekil; İki özellik arasında zayıf pozitif bir ilişki olduğunu gösterir. Yani Y özelliği değişimini sağlayan X özelliği dışında başka faktörler vardır.
3. Şekil; İki özellik arasında negatif bir ilişki olduğunu gösterir. Yani X artarken Y değeri azalır. X özelliğinin kontrol altında tutulması gerekir.
4. Şekil; İki özellik arasında zayıf negatif bir ilişki olduğunu gösterir. Yani X artarken Y değeri azalabilir.
5. Şekil; İki özellik arasında herhangi bir ilişki yoktur (Uğur,1995)

Şekil 5. Farklı Korelasyon Durumları



Bu iki özellik arasında ilişki korelasyon katsayısı ile hesaplanmaktadır.

Korelasyon katsayısı r'nin formülü;

$$r = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sqrt{\left(\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right)} \sqrt{\left(\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \right)}}$$

r değeri -1 ile +1 arasında değer almaktadır. R'nin işareti ilişkinin pozitif mi negatif mi olduğunu, değeri ise ilişkinin gücünü ifade etmektedir. Eğer değer +/-1 değerine yakın ise güçlü bir ilişki vardır bu değerden uzaklaştıkça ilişki de azalır.

4.1.2.5. Pareto Analizi

Pareto analizi İtalyan ekonomist Wifredo Pareto'nun yaptığı araştırmaya dayanmaktadır. Bu araştırma aslında probleme neden olan etmenlerin sıralanarak önemli olanların çözümünden başlamayı esas alır. Önem sırası yüksek olan etmenlerin %20'si problemin %80'ini çözer mantığına dayanır. Bu nedenle bu yöntem 80-20 kuralı da denilmektedir. Bu hipotezi Dr. J. M. Juran prensipleştirmiş ve pareto prensibi olarak hayatın genelinde kullanılabilecek bir kural haline getirmiştir. (Köksal, 1998).

Meydana gelen problemlerin oluşmasını sağlayan birçok alt neden vardır. Bu karmaşık nedenler kümesinde hangi sebebin problemin oluşumunda daha önemli hangisinin önemsiz olduğunu ayırt etmek aslında hayati önem taşımaktadır. Pareto analizi bu önemli sebepleri önemsizlerden ayırt edilmesini, önemli sebeplerin küçük bir kısmının ortadan kaldırılmasıyla problemin büyük ölçüde iyileşmesini sağlamaktadır. Bu açıdan yöntem, ilk olarak sebeplerin önem sırasına göre dizilmesiyle sağlanmaktadır (Smith, 1998: 31).

Pareto grafiği sorunun nasıl çözülmesi gerektiğini değil de hangi sorunun çözülmesinin kullanıcılar için en faydalı olacağını gösterir (Kayaalp, 2007).

Pareto analizi için aşağıdaki örnekler verilebilir:

- Proses hatalarının %80'i, proses problemlerinin %20'sinden dolayı oluşur.
- Şirket gelirinin %80'i, satış elemanlarının %20'si tarafından üretilir.
- Çizelgelemedeki gecikmelerin %80'i, gecikme nedenlerinin %20'sinden kaynaklanır.
- Müşteri şikayetlerinin %80'i, ürün ya da servislerin %20'sinden dolayı oluşur

Pareto Analizi Çizim Aşamaları (Başaran, 2010: 42-45);

- Süreçte meydana gelen hatalar tespit edilir.
- Belirli bir zaman aralığında değerler ölçülür. Bu değerler o zaman aralığında hatanın hangi sebepten ne kadar oluştuğunu ifade etmektedir.
- Belirlenen değerler büyükten küçüğe sıralanır.
- Her bir değer toplam veri içindeki yüzdesi bulunur.

- Yüzdelik değerlerin kümülatif toplamaları hesaplanır.
- Tasnif edilen veriler ile Pareto grafiği çizilir.

Pareto grafiği sadece hatalar içerisinde sıralama yapıp en yüksek etkiye sahip hatanın bulunmasını sağlamaz iyileştirme programlarında da kullanılır. Örneğin; Pareto analizi yapılan bir süreçte iyileştirmelerin etkisi hata sıralamaları değişikçe gözlenebilecek ve grafikten görsel olarak çok rahatlıkla izlenebilecektir. Stok kontrolünde, atık azaltmada, lojistik, verimlilik, personel performans değerlendirme, satın alma gibi birçok alanda Pareto analizi kullanılabilmektedir (Kobu, 1981: 295).

4.1.2.6. Gruplandırma

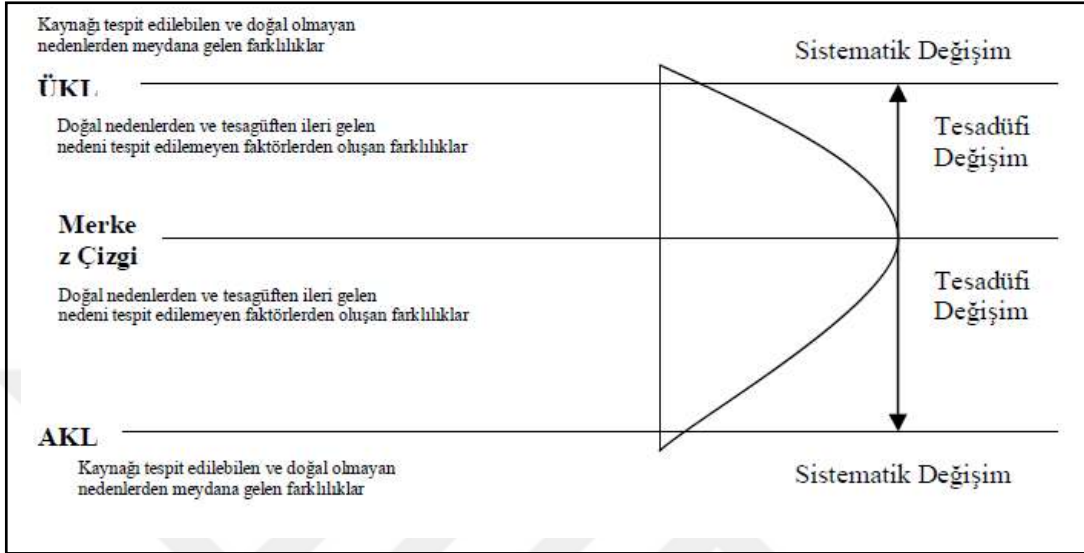
Ürün veya hizmet üretimi sırasında birçok problem meydana gelebilir ve bu problemlere çözüm üretilmesini sağlayacak veriler toplanır. Toplanan verilerin karmaşıklığını giderebilmek ve probleme neden olan sebebi daha rahat görebilmek için bu verilerin belirli özelliklerine göre gruplandırılması gerekmektedir. Gruplandırma ise, verilerin değişkenlik kaynaklarına göre veya belirli özelliklerine göre kategorilere ayrılması işlemidir. Gruplandırma yöntemi genellikle diğer istatistiksel kalite kontrol teknikleri ile birlikte problem çözümünde yardımcı bir araç olarak kullanılır; ancak problemin nasıl çözüleceğini söylemez (Uğur,1995).

4.1.2.7. Kontrol Grafikleri

Belirli ve eşit zaman aralığında elde edilen gözlem değerleri ile prosesin değişiminin gösterildiği grafiklere kontrol grafikleri denir. Kontrol grafiklerine bakarak prosesin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığı hemen anlaşılabilir. Kontrol şeması, süreçte oluşan değişiklerin doğal nedenlerle oluşup oluşmadığını ayırt etmeye yarayan önemli bir tekniktir. Herhangi bir süreçte doğal değişkenler nedeniyle oluşabilecek değişikliklere ait limit sınırlarını belirlemek olanaklıdır. Eğer süreçteki değerler bu belirlenen sınırlar içerisinde çıkıyor ise doğal sebeplerle oluşmuştur demektir fakat

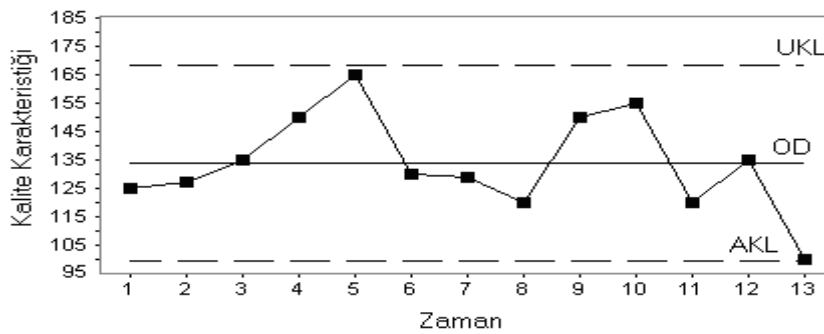
sınırlar dışına çıkıyor ise süreçte bir problem vardır ve kontrol altına alınmalıdır (Başkan, 1995: 47).

Şekil 6. Kontrol Grafiği Sınırları



Bu grafiklerde genellikle üç çizgi bulunmaktadır. Bunlar alt çizgi, üst çizgi ve orta çizgidir. Orta çizgi hedeflenen değerdir. Gözlem değerleri ne kadar bu çizgiye yakın çıkarsa süreç o kadar mükemmel olur. Alt ve üst kontrol çizgileri ise ürünün üretim toleranslarını göstermektedir. Kontrol grafikleri kullanılarak ayrıca sürecin verimliliği de takip edilip artırılabilir.

Şekil 7. Bir Ürünün Kalite Karakteristiğini Gösteren Kontrol Grafiği



Kaynak: (Kartal, 1999).

Kontrol grafikleri bir ürün ile ilgili bir sorun olduğunu belirtmektedir. Fakat sorunun kaynağını göstermemektedir (Özen, 2012: 19).

Kontrol grafiklerinin kullanım amaçları şöyle sıralanabilir;

- Üretim sürecinde yer alan ürün için belirlenmiş olan kalite kriterlerinden olası sapmaları tespit etmek ve süreci iyileştirmek
- Üretim sürecindeki zaman içerisinde merkez hattından olası sapmaları belirlemek
- Süreç yeterliliğini tespit etmek ve takip eden süreç için kalite tahmini yapmak.

Kontrol grafikleri kendi içinde, uygulama alanı açısından verinin türüne göre nicel ve nitel kontrol grafikleri olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Kalite parametreleri ölçülebiliyor ise nicel kontrol grafiği, ölçülemiyor hatalı-hatasız olarak ayrılıyor ise nitel kontrol grafiği kullanılır (Oktay, 1998: 102).

Nicel Kontrol Grafikleri(Ölçülebilen)

- X (Ortalama) Grafiği
- R (Açıklık (range) Grafiği
- S (Standart Sapma) Grafiği

Nitel Kontrol Grafikleri(Ölçülemeyen)

- P (Kusurlu Oran) Grafiği
- NP (Kusurlu Sayısı) Grafiği
- C (Örnek Başına Kusur Sayısı) Grafiği
- U (Birim Başına Kusur Sayısı) Grafiği

Kontrol grafiklerinde bulunan noktaların belirlenen kontrol limitleri içerisinde olması yeterli değildir. Bulunan noktalar kontrol limitlerine doğru periyodik olarak artış gösteriyor veya azalıyor ise kontrol limit değerleri tekrar hesaplanabilir. Ya da noktaların ortalamasının çok yakınında bulunması kontrol limitlerinin tekrar gözden geçirilmesi gerektiğinin bir göstergesidir (Top, 2001).

4.2.7.1. Nicel Kontrol Grafikleri(Ölçülebilir)

X (Ortalama) Grafiği

Ölçülebilir örneklem kalite karakteristiğinin ortalamalarında meydana gelen değişiklikleri gözlemlemede kullanılan grafik türüdür.

R (Açıklık (range) Grafiği

İncelenen sürecin dağılışında (homojenliğinde) zaman içinde bir değişim olup olmadığını inceler.

S (Standart Sapma) Grafiği

İncelenen sürecin zaman içindeki dağılışını inceleyen grafik türüdür.

Eğer örneklem hacmi 10'un altında ise ortalama (X) ve aralık (R) kontrol grafikleri, 10 ve üzerinde olması durumunda ortalama (X) ve standart sapma (S) kontrol grafiklerinin kullanılması önerilmektedir (Işığık, 2012: 181)

4.2.7.2. Nitel Kontrol Grafikleri(Ölçülemeyen)

P (Kusurlu Oran) Grafiği

Prosesten alınan örneklerin kusurlu-hatalı oranlarını inceleyen grafiklerdir. P kontrol diyagramı sadece örneklem büyüklüğünün sabit olduğu durumlarda değil değişken olduğu durumlarda da kullanılmaktadır. Alınan örneklemdeki hatalı ürün sayısının örneklem sayısına bölünmesiyle bulunan orana hatalı oran denir ve p ile gösterilir.

Örneklem büyüklüğü değişken olan örneklerde p kontrol grafik değerlerinin hesaplanmasında 3 temel yaklaşım bulunmaktadır (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006).

1. Her bir örneklem için ayrı ayrı sınır değerleri ve merkez değeri bulunur. Diğer yöntemlere göre daha doğru sonuçlar vermektedir fakat dezavantajı yorumlayan personelin zorlanabilmesidir.

ÜKS: Üst Kontrol Çizgisi

MÇ: Merkez Çizgisi

AKS: Alt Kontrol Çizgisi

$$MÇ = \bar{p}$$

k: Alınan Örnek Sayısı

n: Kontrol Edilen Adet

$\bar{n}$: Alınan Örneklemelerin Ortalaması

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

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

2. Örneklem büyüklüklerinin ortalaması alınarak kontrol limitleri hesaplanır. Fakat örneklem büyüklüğünde olağan dışı bir değişiklik varsa ve herhangi bir örneklem büyüklüğü ortalama örneklem büyüklüğünden %25 farklılaşıyor ise bu yöntemin kullanılması önerilmez.

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k}$$

3. Üçüncü yaklaşımda merkez çizgisi 0, üst kontrol değeri +3 ve alt kontrol değeri -3 alınır. Her bir örneklem için standartlaştırılmış hata oranları bulunarak tabloya işlenir.

$$Z_i = \frac{p_i - \bar{p}}{\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}}}$$

NP (Kusurlu Sayısı) Grafiği

Örneklem hacmi sabittir. Kusur sayısının önemli olduğu durumlarda kullanılır. Kusurlara hızlı önlem alabilmek için örneklem kısa zaman aralıklarında çekilmelidirler (Bircan ve Özcan, 2003).

C (Örnek Başına Kusur Sayısı) Grafiği

Örneklem hacmi sabittir. Daha çok nihai kontrollerde kullanılmaktadır (Kobu, 1999).

U (Birim Başına Kusur Sayısı) Grafiği

Kusurlu ya da kusursuz diye değil ürünlerdeki kusurların sayıldığı grafiklerdir. Örneklem hacmi değişken veya sabit olabilir (Kobu, 1999).

P ve np grafikleri hatalı parça adet takibinde c ve u grafikleri bir parçadaki hata adet takibinde kullanılmaktadır.

Her bir nitel kontrol grafiği için kontrol sınırları hesaplama formülleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Nitel Kontrol Grafikleri Formülleri

Grafik Türü	Orta Çizgi	Kullanıldığı Yer	AKL	ÜKL
p	$\bar{p}$	Kusurlu Oran	$\bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$	$\bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$
np	$n\bar{p}$	Kusurlu Sayısı	$n\bar{p} - 3 \sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$	$n\bar{p} + 3 \sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$
c	$\bar{c}$	Kusur Sayısı	$\bar{c} - 3 \sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c} + 3 \sqrt{\bar{c}}$
u	$\bar{u}$	Birim Başına Kusur Sayısı	$\bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	$\bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

4.2. ÇOK KİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ (ÇKKV)

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), karar biliminin bir alt dalıdır ve farklı yaklaşımları bulunan yöntemler bütünüdür (Yıldırım ve Önder, 2015).

ÇKKV birden fazla kriterin optimize edildiği mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir (Yıldırım ve Önder, 2015).

Karar verme olgusu insanoğlunun var olduğu günden beri var olan bir olgudur. Sağlıklı bir insan karşısında seçenekler bulunduğunda kendi bilgi, tecrübe ve ölçütleri doğrultusunda bu seçenekler içerisinde kendisi için en iyisini seçmeye çalışır. Fakat bu süreç bazen karmaşık olabilir. Bu nedenle karar verme durumu günümüzde önemli bir bilim dalı haline gelmiştir.

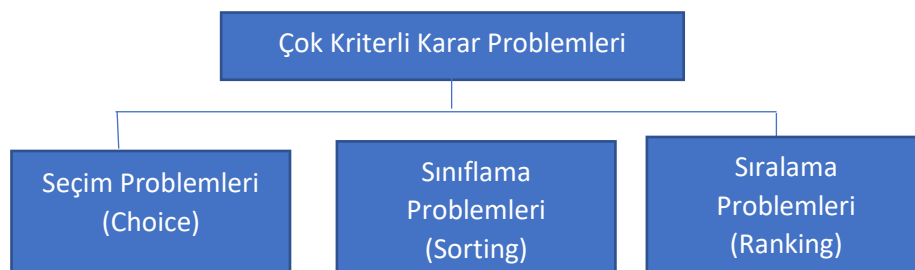
TDK'da karar; 'Bir iş veya sorun hakkında düşünülerek verilen kesin yargı' olarak tanımlanmaktadır (TDK Büyük Türkçe Sözlük). İşletmelerin faaliyetlerini başarılı ve istikrarlı bir şekilde sürdürebilmesi, karlılık ve verimliliklerini arttırıp büyüebilmesi ancak yöneticilerinin alacağı doğru kararlara bağlıdır.

İşletme yöneticileri alacağı kararları geçmişte tecrübe, sezgi ve sınırlı bilgilerine dayanarak verirlerdi. Günümüzde artan rekabet koşulları ve sınırlı kaynakların etkisiyle bu durum yetersiz hale gelmiştir (Çakır, 2016)

Doğru ve etkili karar verme her seviyede önemli bir beceridir ve bunun özellikle öğretilmesi gerekmektedir. En faydalı olanı seçmede karar vericinin eğitimi, sezgisi, tecrübesi gibi bireysel becerileri önemlidir fakat bunun yanında daha verimli ve hızlı karar verebilmek için insanın bireysel özelliklerinin karar verme araçları ile desteklenmesi gerekmektedir (Yıldırım, 2015).

ÇKKV problemleri üç temel başlık altında incelenebilir. Bunlar; seçim, sıralama ve sınıflama problemleridir (Vassilev, 2005)

Şekil 8. Çok Kriterli Karar Problemlerinin Sınıflandırılması



Kaynak: (Vassileva, 2005).

Seçim Problemleri; Bir veya daha fazla alternatifi birbiri ile kıyaslayarak içerisinde en iyi olanını seçmektir.

Sınıflama Problemleri; Alternatifler belirli kriter veya tercihlere göre sınıflanırlar.

Sıralama Problemleri; Alternatifler iyiden kötüye doğru sıralanır.

ÇKKV teknikleri; Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci, Vıkor, Topsis, Electre, Promethee, Veri Zarflama Analizi, Gri İlişkisel Analiz, Moora, Macbeth, Uta, Stem, Paprika, Üstünlük Tabanlı Kaba Küme Analizi. Bu çalışmada sayılan tekniklerden Gri ilişkisel analiz kullanılacağı için sadece bu başlığa yer verilmiştir (Yıldırım ve Önder, 2015).

4.2.1. Gri İlişkisel Analiz

Gri ilişkisel analiz (GİA), gri sistem teorisi kullanılarak geliştirilmiş, Gri ilişkisel derece temeline dayanan bir sınıflama, derecelendirme ve karar verme tekniğidir (Wen, 2004)

Çok değişkenli istatistiki durumlarda dağılım cinsi ayırt etmeksizin, temel veri seti ile işlem yapabilen ve belirsizlikler sebebi ile modellenme güçlüğü bulunan problemlerde gri teori tavsiye edilmektedir (Üstünlük, 2007).

Gri teoriyi temel alan GİA kesinlik gerektirmeyen ve belirsiz durumlarda kullanılabilen işletme yöneticilerine doğru ve etkili kararın verilmesinde yardımcı olan ÇKKV yöntemidir (Chan ve Tong, 2007).

GİA, etmenler arası karmaşık ilişkilerin bulunduğu karar problemlerine uygulanabilen bir çözüm tekniğidir. Bundan dolayı karar verme problemlerinin çözümünde hem tek başına hem de diğer yöntemlerle birlikte nicel veya nitel veri setlerinde kullanılabilir. Uygulama alanı olarak grup kararının da etkili olduğu bir yöntemdir (Köse, Aplaç ve Kabak, 2013).

GİA yöntemi toplam altı adımdan oluşmaktadır (Peker ve Birdoğan, 2011):

1.adım: Veri setinin hazırlanması ve karar matrisinin oluşturulması

2.adım: Referans serinin ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması

3.adım: Karar matrisinin normalize edilmesi ve normalizasyon matrisinin oluşturulması

4.adım: Mutlak değer tablosunun oluşturulması

5.adım: Gri ilişkisel katsayı matrisinin oluşturulması

6.adım: Gri ilişkisel derecelerin hesaplanması adımlarıdır

1.adım: Veri setinin hazırlanması ve karar matrisinin oluşturulması
m'nin alternatifleri, n'nin ise kriterleri gösterdiği mxn'lik karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$X = \begin{pmatrix} X_1(1) & X_1(2) & \dots & X_1(n) \\ X_2(1) & X_2(2) & \dots & X_2(n) \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ X_m(1) & X_m(2) & \dots & X_m(n) \end{pmatrix} \quad (1)$$

Matristeki $X_i(k)$ değeri; i. Şirketin k kriterini ifade etmektedir.

2.adım: Referans serinin ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Referans seri çalışmanın uygulama alanına göre değişebilmektedir.

Karar probleminde faktörleri kıyaslamak üzere belirlenecek referans seri aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$X_0=(x_0(j)) \quad j=1,2,\dots,n \quad (2)$$

Burada $x_0(j)$, j. Kriterin normalize değerler içindeki en büyük değerini göstermektedir.

Referans seri karar matrisine ilk satır olarak eklenerek karşılaştırma matrisi oluşturulur.

3.adım: Karar matrisinin normalize edilmesi ve normalizasyon matrisinin oluşturulması

Karar problemindeki farklı ölçeklerde ve birimlerde serilerin değerlendirilebilmesi için verilerin aynı birime dönüştürülmesi serilerin karşılaştırılabilmesi için zorunludur. Eğer seri çok geniş aralıklarda değerler alıyor ise bu verilerin daha küçük aralıklara çekilmesini sağlayan dönüştürme işlemine normalizasyon denir (Tsai, Chang ve Chen, 2003).

Normalizasyon, serinin amaç fonksiyonuna gösterdiği etkiye göre üçe ayrılmaktadır. Her bir durumda kullanılacak formüller aşağıda gösterilmiştir.

Fayda durumu;

$$X_i= (x_i(j) - \min x_i(j)) / (\max x_i(j) - \min x_i(j)) \quad (3)$$

Maliyet durumu;

$$X_i= (\max x_i(j) - (x_i(j))) / (\max x_i(j) - \min x_i(j)) \quad (4)$$

Optimal durum;

$$X_i= |x_i(j) - (x_{ob}(j))| / (\max x_i(j) - x_{ob}(j)) \quad (5)$$

4.adım: Mutlak değer tablosunun oluşturulması

Kriterlerin katsayı farklılıkları hesaplanır. Katsayı farklılığı sıra sayısı ile referans değeri arasındaki farktır.

$$\Delta_{0i} = |x_0(j) - x_i(j)| \quad (6)$$

5.adım: Gri ilişkisel katsayı matrisinin oluşturulması

$$\gamma_{0i}(j) = (\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}) / (\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{\max}) \quad (7)$$

$$\Delta_{\max} = \max \Delta_{0i}(j) \quad (8)$$

$$\Delta_{\min} = \min \Delta_{0i}(j) \quad (9)$$

ζ parametresi ayırıcı katsayısıdır ve $[0,1]$ aralığında değerler alır. Kullanılmasındaki amaç, Δ_{0i} ile $\Delta_{\max}$ arasındaki farkı ayarlamaktır. $\zeta=1$ iken ayırıcılık üst seviyede iken, $\zeta=0$ için zıtlığın olmadığı bir durumu gösterir. Literatürde genel olarak $\zeta=0,5$ olarak alınmaktadır (Baş, 2010)

6.adım: Gri ilişkisel derecelerin hesaplanması adımlarıdır.

Gri ilişkisel derece sistemdeki x_i serisi ve x_0 referans seri arasındaki geometrik benzerliğin ölçüsüdür ve serilerin karşılaştırılmasını sağlar. Gri ilişkisel derecenin büyüklüğü x_i ve x_0 arasındaki ilişkinin büyüklüğüyle doğru orantılıdır (Yılmaz ve Güngör, 2010).

Gri ilişkisel dereceler kriterlerin eşit öneme sahip olmasına ya da farklı önem derecelerini göstermek üzere ağırlıklandırılmasına göre iki farklı şekilde hesaplanır (Zhai vd., 2009:7076);

Kriterler eşit öneme sahipse;

$$T_{0i} = 1/n \sum_{j=1}^n \gamma(j) \quad (10)$$

Kriterler farklı ağırlıklara sahipse;

$$T_{0i} = \sum_{j=1}^n [w_i(j) \cdot \gamma(j)] \quad (11)$$

Gri ilişkisel dereceler büyükten küçüğe doğru sıralanır. En yüksek gri ilişkisel dereceye sahip alternatif, karar problemi için en iyi alternatif olarak belirlenmiş olur.

V. BÖLÜM

5. UYGULAMA

5.1. Uygulamada Kullanılan Yöntemler

Firmada son bir yılda meydana gelen hatalar listelenmiştir. İlk olarak fabrikada meydana gelen hatalar, ikinci olarak fabrika bölümleri daha sonra bölümlerden elde edilecek sonuca göre %80'e tekabül eden bölümlere pareto analizi uygulanacaktır.

Pareto analizinden çıkan sonuçlara göre sebep sonuç diyagramı ile hataların nedenleri tespit edilecektir.

Elde bulunan veriler diğer istatistiksel kalite kontrol teknikleri uygulamasına uygun olmadığından kullanılamamıştır.

Bu nedenle çalışmaya bilimsellik katmak ve literatüre katkı sağlamak amacıyla pareto analiziyle birlikte çok kriterli karar verme tekniklerinden gri ilişkisel analiz tekniği tüm fabrikada meydana gelen hatalara uygulanacaktır ve pareto analizi ile sonuçları karşılaştırılacaktır.

5.2. İşletme Tanıtımı ve Kalite Politikası

Firma binalara beton dış cephe kaplama yapmaktadır. Betonun cinsi müşteri isteğine göre değişmektedir (Kabuk, Isı yalıtımlı). Müşterinin talebine göre mimarlar tarafından tasarımlar yapılmakta ve üretime geçilmektedir. İşletme hem ihracat hem de iç piyasa için üretim yapmaktadır.

İşletme sipariş bazlı çalışmaktadır. Firmanın genel standart kalite spesifikasyonları belirlidir ayrıca her proje için müşteri istekleri ve siparişine göre kalite spesifikasyonlarına eklemeler yapılmaktadır ve üretilen malzemeler bu standartlara göre kontrol edilmektedir.

Malzemenin hammadde halinden üretimine, stoklanmasına ve sevkine kadar bütün süreçler takip edilmekte ve oluşan hatalar bir uygunsuzluk formuna kaydedilmektedir. Bu uygunsuzluk formunu bütün bölümler hem kendileriyle alakalı hem de müşterisi oldukları bölümle alakalı doldurma yetkisine sahiptir.

Uygunsuzluk formunda hatanın tanımı, gerçekleşme tarihi, hatayı düzeltici faaliyet, hatanın olduğu yer, hatayı tespit eden bölüm....gibi birçok bilgi yer almaktadır.

5.3. Firmadaki Genel İş Akışı

Müşterinin isteklerine göre mimari grup projeyi tasarlarlar. Müşteriden onay alındıktan sonra mimari grup firmaya siparişi geçerler. Siparişi geçilen ürünün üretim planlaması yapılır ve bu üretim planına göre her bölüm kendi planını oluşturmaktadır. Üretime göre malzeme siparişleri verilmekte, üretim yardımcı elemanların siparişleri verilmekte, çalışma planı oluşturulmaktadır. Bütün alt yapılar oluşturulduktan sonra üretim plana göre başlamaktadır. Üretilen ürünler üretim fabrikasından hemen sevk edilmemektedir. Malzemelerin sevke hazırlık süreçleri vardır. Bu hazırlık süreçleri de tamamlandıktan sonra sevkiyat bölümü malzemeleri sevkiyat alanında sevke hazır bir biçimde istiflemektedir. İstiflenen malzemeler şantiyenin istediği zamana göre sevk edilmektedir. Şantiyeye sevk edilen malzemelerin montaj ekipleri tarafından binaya montajı yapılmaktadır ve proje bitiminde müşteriye teslim edilmektedir.

5.4. Fabrikadaki Bölümlerin Hata Sayısına Göre Gruplandırılması

İşletmede oluşan hatalar fabrikada bulunan bölümlere göre gruplandırma tekniği ile gruplandırılmıştır ve Tablo 2’de gösterilen sonuca ulaşılmıştır.

Tablo 2. Fabrika Bölümlerinin Hata Sayılarına Göre Gruplandırılması

Bölüm	Hata Adeti
ŞANTIYE	5
İDARİ	7
PLANLAMA	7
PROJE	7
LABORATUVAR	15
SEVKİYAT	40
FRAME	52
DİĞER	100
SÖKÜM-BAKIM	314
KALIPHANE	592
DÖKÜM	1160
Genel Toplam	2299

Gruplandırma sonucunda fabrikada en fazla hatanın döküm bölümünde çıktığı ve bu bölümdeki yapılacak iyileştirmelerin diğer bölümlere göre daha öncelikli olması gerektiği anlaşılmaktadır. Pareto analizi, gri ilişkisel analiz yöntemlerini desteklemektedir.

5.5. Pareto Analizi Uygulama

İşletmenin son bir yıllık uygunsuzluk verileri incelenmiştir ve hangi bölümde hangi hatadan kaçar tane uygunsuzluk meydana geldiği çıkartılmıştır. Pareto analizi için gereken veriler hazırlanmıştır.

5.6. Fabrikada Genelinde Meydana Gelen Hataların Pareto Grafiği

Fabrikada bölüm ayırt etmeksizin meydana gelen uygunsuzluk verileri toplanmıştır ve pareto grafiği çizilmiştir.

Tablo 3. Fabrikadaki Tüm Hatalar ve Adetleri

Hata Tanımı	Hata Adeti
ÜRÜN YÜZEY HATASI	528
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	196
KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	187
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	178
KALIP YÜZEY HATASI	157
DİĞER HATALAR	152
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	123
KALIP HAZIRLAMA HATASI	73
PAD YAPIM HATASI	72
ETİKET YENİLEME	69
ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	55
MASTARSIZLIK	52
DÖKÜM KALINLIK HATASI	48
KALIP BAĞLAMA HATASI	48
EĞİLME SEHİM	45
FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	39
BUĞU VE KENAR HARCİ HATASI	25
RENK TON FARKLILIĞI	20
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	20
BARKOD OKUTMAMA	20
ETİKETLEME HATASI	16
CNC İŞLEME HATASI	15
HARÇ YAPIM HATASI	12
EĞİLME-SEHİM	12
FRAME YERLEŞTİRME HATASI	11
MONTAJ NOKTALARI HATASI	11
TEST İÇİN KULLANILCAK	10
SÖKÜM HATASI	10
KALIP TADİLAT HATASI	9
KENAR KAYMA HATASI	9
PAD KOPMA HATASI	7
RULO VE FIRÇALAMA HATASI	7
PROJE ÇİZİM HATASI	7
CNC İŞLEM HATASI	7
BUĞU HATASI	6
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	6
DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	5
KALIP TASARIM HATASI	5
ÜRÜN NAKLİYEDEN HASAR GÖRMÜŞ	4
CNC ÖLÇÜ HATASI	4
KALIP YAPIMI	3
KENAR HARCİ HATASI	3
FRAME GECİKME HATASI	2
ÜRÜN YÜKLEME HATASI	2
ŞANTİYEDEN HASAR GÖRMÜŞ	2
PENCERE TİPİ HATALI	2
ANKRAJ HATALI	1
ETİKETLEME YENİLEME	1

FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	1
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	1
PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	1
Genel Toplam	2299

Hataların toplam hata içindeki yüzdelik değerleri çıkarılmıştır ve bu yüzdelik değerlerin kümülatif toplamlarını gösteren tablo aşağıdaki gibidir.

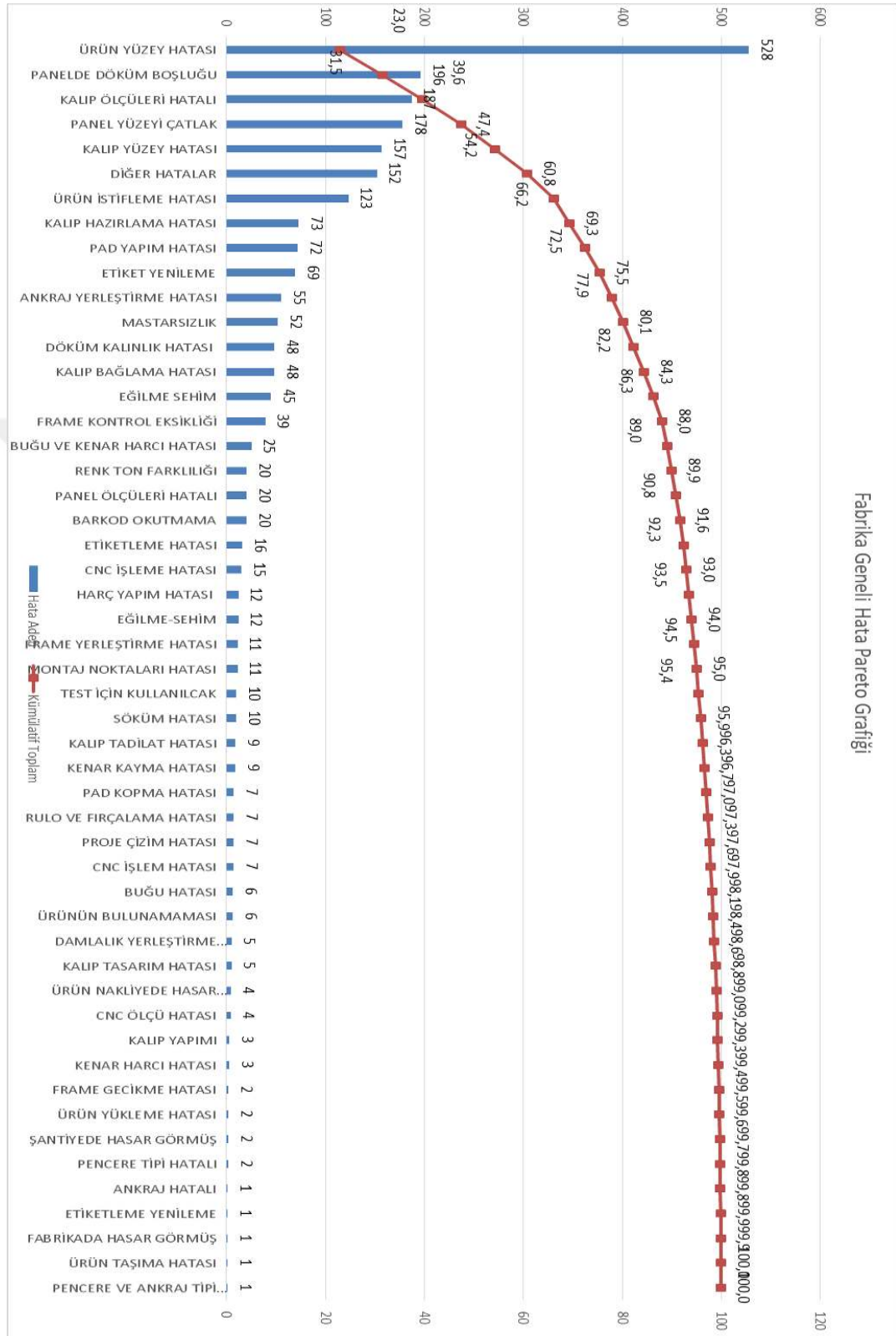
Tablo 4. Fabrikadaki Tüm Hataların Yüzdelik Oranları ve Kümülatif Toplamları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzde Oranı %	Kümülatif Toplam
ÜRÜN YÜZEY HATASI	528	22,97	22,97
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	196	8,53	31,49
KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	187	8,13	39,63
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	178	7,74	47,37
KALIP YÜZEY HATASI	157	6,83	54,20
DİĞER HATALAR	152	6,61	60,81
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	123	5,35	66,16
KALIP HAZIRLAMA HATASI	73	3,18	69,33
PAD YAPIM HATASI	72	3,13	72,47
ETİKET YENİLEME	69	3,00	75,47
ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	55	2,39	77,86
MASTARSIZLIK	52	2,26	80,12
DÖKÜM KALINLIK HATASI	48	2,09	82,21
KALIP BAĞLAMA HATASI	48	2,09	84,30
EĞİLME SEHİM	45	1,96	86,25
FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	39	1,70	87,95
BUĞU VE KENAR HARCİ HATASI	25	1,09	89,04
RENK TON FARKLILIĞI	20	0,87	89,91
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	20	0,87	90,78
BARKOD OKUTMAMA	20	0,87	91,65
ETİKETLEME HATASI	16	0,70	92,34
CNC İŞLEME HATASI	15	0,65	93,00
HARÇ YAPIM HATASI	12	0,52	93,52
EĞİLME-SEHİM	12	0,52	94,04
FRAME YERLEŞTİRME HATASI	11	0,48	94,52
MONTAJ NOKTALARI HATASI	11	0,48	95,00
TEST İÇİN KULLANILCAK	10	0,43	95,43
SÖKÜM HATASI	10	0,43	95,87
KALIP TADİLAT HATASI	9	0,39	96,26
KENAR KAYMA HATASI	9	0,39	96,65
PAD KOPMA HATASI	7	0,30	96,96

RULO VE FIRÇALAMA HATASI	7	0,30	97,26
PROJE ÇİZİM HATASI	7	0,30	97,56
CNC İŞLEM HATASI	7	0,30	97,87
BUĞU HATASI	6	0,26	98,13
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	6	0,26	98,39
DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	5	0,22	98,61
KALIP TASARIM HATASI	5	0,22	98,83
ÜRÜN NAKLİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	4	0,17	99,00
CNC ÖLÇÜ HATASI	4	0,17	99,17
KALIP YAPIMI	3	0,13	99,30
KENAR HARCİ HATASI	3	0,13	99,43
FRAME GECİKME HATASI	2	0,09	99,52
ÜRÜN YÜKLEME HATASI	2	0,09	99,61
ŞANTİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	2	0,09	99,70
PENCERE TİPİ HATALI	2	0,09	99,78
ANKRAJ HATALI	1	0,04	99,83
ETİKETLEME YENİLEME	1	0,04	99,87
FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	1	0,04	99,91
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	1	0,04	99,96
PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	1	0,04	100,00
Genel Toplam	2299	0	

Fabrikada yazılan tüm uygunsuzluklara ait pareto grafiği çizilirse;

Grafik 1. Fabrika Geneli Hataların Pareto Grafiği

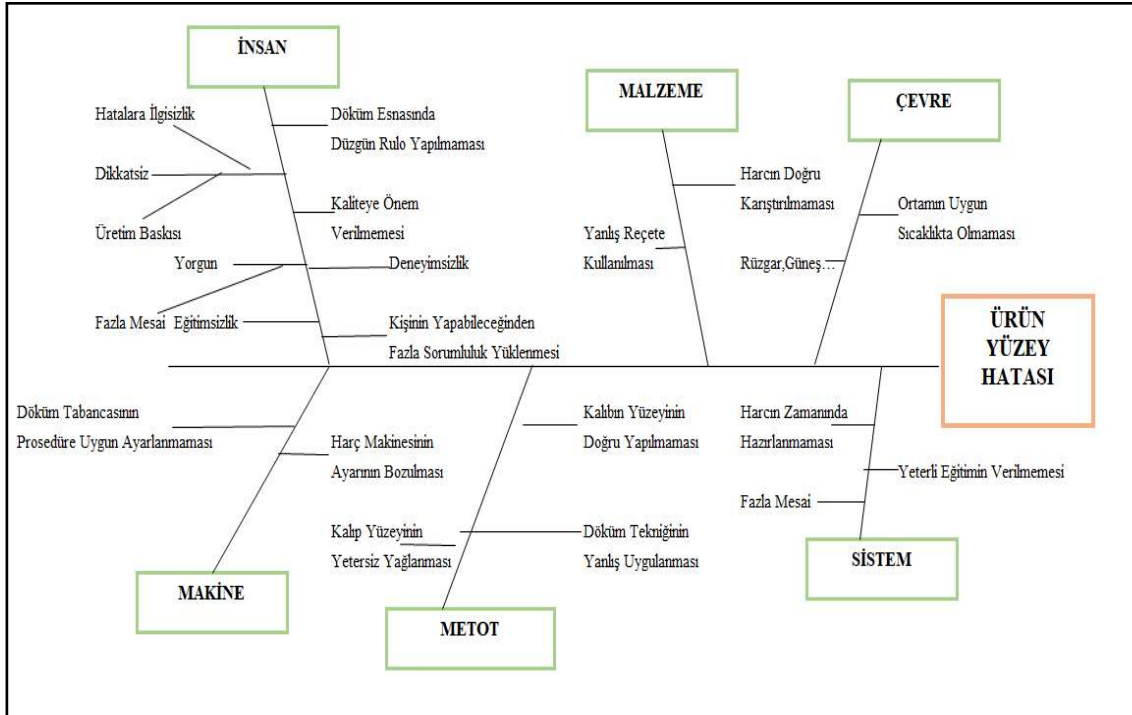


Grafik1 incelendiğinde; fabrikada meydana gelen tüm uygunsuzluklara bakıldığında toplam 51 çeşit uygunsuzluk türünden ilk 12 adet hata türü tüm hataların yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır. İşletmenin uygunsuzlukların oluşmaması için alınacak önlemlerde ilk olarak bu 12 çeşit hataya öncelik vermesi gerekmektedir.

Grafiğe bakıldığında fabrikada en yüksek seviyede meydana gelen hata ürün yüzey hatasıdır. Ürün yüzey hatası; malzemenin yüzeyinde leke, dalgalanma, iz, aşınma olması, malzeme yüzeyinde kırık, boşlukların olması olarak tanımlanmaktadır. Bu hata türü için beyin fırtınası tekniği kullanılarak hatanın sebebi irdelenmiş ve bu operasyon için neden sonuç diyagramı hazırlanmıştır.

Yapılan beyin fırtınası sonucu ürün yüzey hatasının oluşmasına etki eden faktörler altı ana başlık altında incelenmiş ve aşağıdaki grafikte görülen sonuçlar çıkmıştır. Grafikten ürün yüzey hatasının oluşmasına neden olan en önemli faktörün insan olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 9. Ürün Yüzey Hatası Sebebi Sonuç Diyagramı



	RENK TON FARKLILIĞI	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RULO VE FIRÇALAMA HATASI	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SÖKÜM HATASI	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
	ŞANTİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	TEST İÇİN KULLANILCAK	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
	ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	2	0	101	0	0	20	0	0	0	0	0
	ÜRÜN NAKLİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	0		0	0	0	4	0	0	0	0	0
	ÜRÜN TAŞIMA HATASI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ÜRÜN YÜKLEME HATASI	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	ÜRÜN YÜZEY HATASI	461	19	41	0	1	6	0	0	0	0	0
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	

2-Referans Seri ve Karşılaştırma Matrisi

Referans değeri olarak hataların maksimum değeri seçilmiştir. Amaç hangi bölümde hata miktarının en fazla olduğunu bulabilmektir.

Tablo 6. Referans Serinin ve Karşılaştırma Matrisinin Oluşumu

[illegible]

PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROJE ÇİZİM HATASI	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
RENK TON FARKLILIĞI	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RULO VE FIRÇALAMA HATASI	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SÖKÜM HATASI	9	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ŞANTİYEDEN HASAR GÖRMÜŞ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TEST İÇİN KULLANILCAK	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	101	2	0	101	0	0	20	0	0	0	0	0	0
ÜRÜN NAKLİYEDEN HASAR GÖRMÜŞ	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÜRÜN YÜKLEME HATASI	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
ÜRÜN YÜZEY HATASI	461	461	19	41	0	1	6	0	0	0	0	0	0
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	5	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0

3-Normalizasyon İşlemi ve Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Hata değeri maksimum olacak şekilde normalizasyon matrisi ilgili formül (3) uygulanarak oluşturulmuştur. EK 1. 'de normalizasyon matrisi gösterilmiştir.

4-Mutlak Değer Tablosunun Oluşturulması

Referans seriden bölümlere ait hata adetleri çıkarılarak (6) mutlak değer tablosu oluşturulmuştur. EK 2. 'de mutlak değer tablosu gösterilmiştir.

5-Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Mutlak değer tablosundaki maksimum değer Δ_{max} , minimum değer Δ_{min} , Z değeri de 0,5 alınmıştır. EK 3.'de gri ilişkisel katsayı matrisi gösterilmiştir.

İlgili formül (7), (8), (9) uygulanarak her bir bölüme ait gri ilişkisel katsayı matrisi değerleri bulunup bölümlerin hata türüne göre kıyaslanabilmesi sağlanmıştır.

6-Gri İlişkisel Derecelerin Hesaplanması

Her bir bölümün hata türleri karşısında aldığı katsayı değerleri toplanıp ve bu değerlerin ortalaması alınarak T değerleri hesaplanmıştır (10). Bulunan T değerine göre büyükten küçüğe sıralama yapılmıştır. En büyük değer hatanın en çok oluştuğu bölümü ifade etmektedir. (Her bir kriterin ağırlığı eşit kabul edilmiştir.)

Tablo 7. Gri İlişkisel Derecelerin Hesaplanması

		DÖKÜM	KALIP HANE	SÖKÜM-BAKIM	DIĞER	FRAME	SEVKİYAT	LABORATUVAR	İDARİ	PLANLAMA	PROJE	ŞANTİYE
Gri İlişkisel Derecelerin Hesaplanması	ANKRAJ HATALI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	BARKOD OKUTMAMA	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	0,36	0,33	0,33
	BUĞU HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	BUĞU VE KENAR HARCİ HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	CNC İŞLEM HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	CNC ÖLÇÜ HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	DIĞER HATALAR	0,70	1,00	0,94	0,85	0,44	0,39	0,37	0,35	0,36	0,33	0,33
	DÖKÜM KALINLIK HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	EĞİLME SEHİM	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ETİKET YENİLEME	0,34	0,33	0,41	1,00	0,33	0,34	0,33	0,35	0,34	0,33	0,33
	ETİKETLEME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,48	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	FRAME GECİKME HATASI	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	1,00	0,33	0,33	0,33	0,78	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	FRAME YERLEŞTİRME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	HARÇ YAPIM HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KALIP BAĞLAMA HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KALIP HAZIRLAMA HATASI	0,35	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KALIP TADİLAT HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KALIP TASARIM HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KALIP YAPIMI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KALIP YÜZEY HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KENAR HARCİ HATASI	0,33	0,50	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	KENAR KAYMA HATASI	1,00	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	MASTARSIZLIK	1,00	0,77	0,34	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	MONTAJ NOKTALARI HATASI	0,36	0,33	0,33	1,00	0,40	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	PAD KOPMA HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	PAD YAPIM HATASI	1,00	0,33	0,34	0,33	0,41	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	1,00	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	1,00	0,34	0,46	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34
	PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	1,00	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	PENCERE TİPİ HATALI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	PROJE ÇİZİM HATASI	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33
	RENK TON FARKLILIĞI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	RULO VE FIRÇALAMA HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	SÖKÜM HATASI	0,36	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ŞANTİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00
	TEST İÇİN KULLANILCAK	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33
	ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	0,34	0,33	1,00	0,33	0,33	0,38	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ÜRÜN NAKLİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ÜRÜN TAŞIMA HATASI	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ÜRÜN YÜKLEME HATASI	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ÜRÜN YÜZEY HATASI	1,00	0,34	0,35	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	0,33	0,33	0,38	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Ortalama	0,634	0,514	0,436	0,389	0,362	0,363	0,348	0,334	0,335	0,347	0,347
	T	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	5,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00

5.8. Döküm Bölümü Pareto Analizi

Döküm bölümünde son bir yılda oluşan uygunsuzluk ve adetleri incelenmiş ve listelenmiştir. Bu uygunsuzlukların pareto analizi çıkartılıp firmanın hangi hataya öncelik vermesi gerektiği çıkartılacaktır.

Tablo 8. Döküm Bölümüne Ait Hata Tablosu

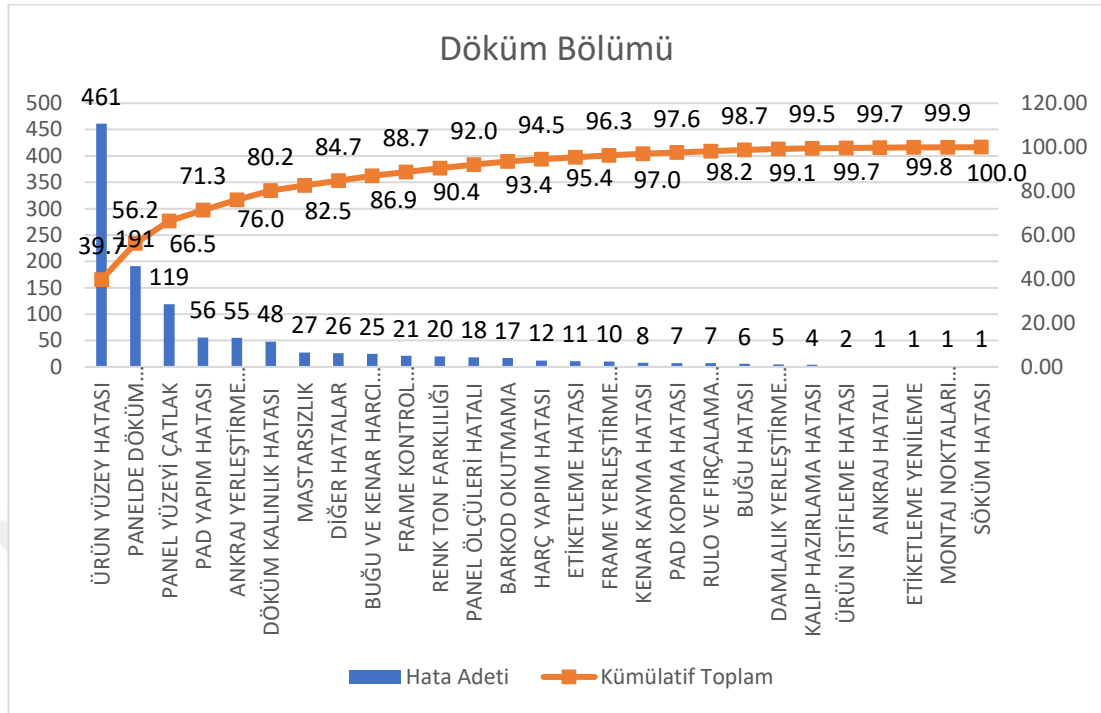
Döküm Bölümü Oluşan Hatalar	Hata Adeti
ÜRÜN YÜZEY HATASI	461
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	191
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	119
PAD YAPIM HATASI	56
ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	55
DÖKÜM KALINLIK HATASI	48
MASTARSIZLIK	27
DİĞER HATALAR	26
BUĞU VE KENAR HARC HATASI	25
FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	21
RENK TON FARKLILIĞI	20
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	18
BARKOD OKUTMAMA	17
HARÇ YAPIM HATASI	12
ETİKETLEME HATASI	11
FRAME YERLEŞTİRME HATASI	10
KENAR KAYMA HATASI	8
PAD KOPMA HATASI	7
RULO VE FIRÇALAMA HATASI	7
BUĞU HATASI	6
DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	5
KALIP HAZIRLAMA HATASI	4
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	2
ANKRAJ HATALI	1
ETİKETLEME YENİLEME	1
MONTAJ NOKTALARI HATASI	1
SÖKÜM HATASI	1
Genel Toplam	1160

Döküm bölümüne ait uygunsuzlukların hata yüzdelik kısımları ve kümülatif toplamı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 9. Döküm Bölümündeki Hataların Yüzdelik Oranları ve Kümülatif Toplamları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzde Oranı %	Kümülatif Toplam
ÜRÜN YÜZEY HATASI	461	39,74	39,74
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	191	16,47	56,21
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	119	10,26	66,47
PAD YAPIM HATASI	56	4,83	71,29
ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	55	4,74	76,03
DÖKÜM KALINLIK HATASI	48	4,14	80,17
MASTARSIZLIK	27	2,33	82,50
DİĞER HATALAR	26	2,24	84,74
BUĞU VE KENAR HARCİ HATASI	25	2,16	86,90
FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	21	1,81	88,71
RENK TON FARKLILIĞI	20	1,72	90,43
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	18	1,55	91,98
BARKOD OKUTMAMA	17	1,47	93,45
HARÇ YAPIM HATASI	12	1,03	94,48
ETİKETLEME HATASI	11	0,95	95,43
FRAME YERLEŞTİRME HATASI	10	0,86	96,29
KENAR KAYMA HATASI	8	0,69	96,98
PAD KOPMA HATASI	7	0,60	97,59
RULO VE FIRÇALAMA HATASI	7	0,60	98,19
BUĞU HATASI	6	0,52	98,71
DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	5	0,43	99,14
KALIP HAZIRLAMA HATASI	4	0,34	99,48
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	2	0,17	99,66
ANKRAJ HATALI	1	0,09	99,74
ETİKETLEME YENİLEME	1	0,09	99,83
MONTAJ NOKTALARI HATASI	1	0,09	99,91
SÖKÜM HATASI	1	0,09	100,00
Genel Toplam	1160	100,00	

Bu verilere göre döküm bölümündeki hataların pareto grafiği şekilde gösterilmiştir.

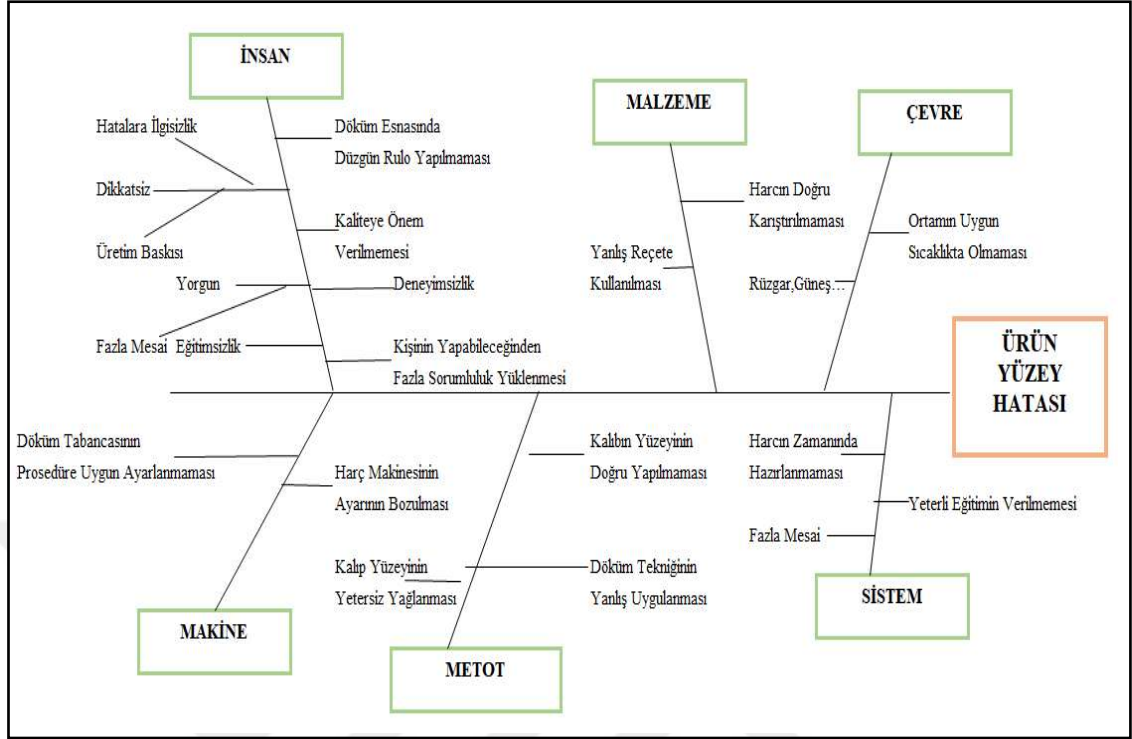
Grafik 2. Döküm Bölümü Pareto Grafiği

Grafiğin yorumu; döküm bölümünde gerçekleşen tüm uygunsuzluklara bakıldığında yaklaşık %80'i ilk altı hatadan kaynaklanmaktadır. Bunların da yaklaşık %40'ı ilk hatadan kaynaklanmaktadır. Firma ilk hata yani ürün yüzey hatasının oluşma nedenlerini ortadan kaldırırsa %40'lık bir iyileşme olacaktır.

Pareto diyagramının sonucunda döküm bölümünde en yüksek seviyede meydana gelen hata ürün yüzey hatasıdır. Ürün yüzey hatası; malzemenin yüzeyinde leke, dalgalanma, iz, aşınma olması, malzeme yüzeyinde kırık, boşlukların olması olarak tanımlanmaktadır. Bu hata türü için beyin fırtınası tekniği kullanılarak hatanın sebebi irdelenmiş ve bu operasyon için neden sonuç diyagramı hazırlanmıştır.

Yapılan beyin fırtınası sonucu ürün yüzey hatasının oluşmasına etki eden faktörler altı ana başlık altında incelenmiş ve aşağıdaki grafikte görülen sonuçlar çıkmıştır. Grafikten ürün yüzey hatasının oluşmasına neden olan en önemli faktörün insan olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 10. Ürün Yüzey Hatası Sebep Sonuç Diyagramı



5.9. Kalıphane Bölümü Pareto Analizi

Kalıphane bölümünde son bir yılda oluşan uygunsuzluk ve adetleri incelenmiş ve listelenmiştir. Bu uygunsuzlukların pareto analizi çıkartılıp firmanın kalıpla ilgili hangi hataya öncelik vermesi gerektiği çıkartılacaktır.

Tablo 10. Kalıphane Bölümüne Ait Hata Tablosu

Kalıphane Bölümü Oluşan Hatalar	Hata Adeti
KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	187
KALIP YÜZEY HATASI	157
KALIP HAZIRLAMA HATASI	69
KALIP BAĞLAMA HATASI	48
DİĞER HATALAR	33
MASTARSIZLIK	23
ÜRÜN YÜZEY HATASI	19
CNC İŞLEME HATASI	15
KALIP TADİLAT HATASI	9
CNC İŞLEM HATASI	7
KALIP TASARIM HATASI	5
CNC ÖLÇÜ HATASI	4

PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	4
KALIP YAPIMI	3
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	2
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	2
PENCERE TİPİ HATALI	2
KENAR HARCİ HATASI	1
KENAR KAYMA HATASI	1
PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	1
Genel Toplam	592

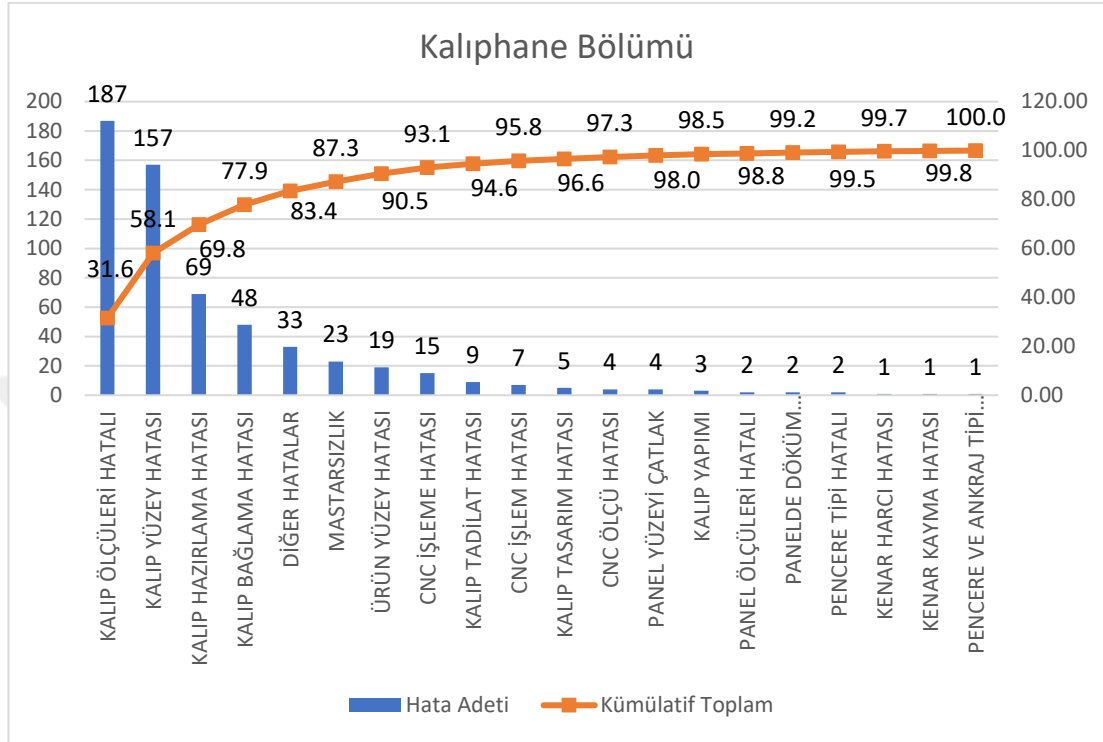
Kalıphane bölümüne ait uygunsuzlukların hata yüzdeler ve kümülatif toplamı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 11. Kalıphane Bölümündeki Hataların Yüzdeler ve Kümülatif Toplamları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzde Oranı %	Kümülatif Toplam
KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	187	31,59	31,59
KALIP YÜZEY HATASI	157	26,52	58,11
KALIP HAZIRLAMA HATASI	69	11,66	69,76
KALIP BAĞLAMA HATASI	48	8,11	77,87
DİĞER HATALAR	33	5,57	83,45
MASTARSIZLIK	23	3,89	87,33
ÜRÜN YÜZEY HATASI	19	3,21	90,54
CNC İŞLEME HATASI	15	2,53	93,07
KALIP TADİLAT HATASI	9	1,52	94,59
CNC İŞLEM HATASI	7	1,18	95,78
KALIP TASARIM HATASI	5	0,84	96,62
CNC ÖLÇÜ HATASI	4	0,68	97,30
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	4	0,68	97,97
KALIP YAPIMI	3	0,51	98,48
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	2	0,34	98,82
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	2	0,34	99,16
PENCERE TİPİ HATALI	2	0,34	99,49
KENAR HARCİ HATASI	1	0,17	99,66
KENAR KAYMA HATASI	1	0,17	99,83
PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	1	0,17	100,00
Genel Toplam	592	100,00	

Bu verilere göre kalıphane bölümündeki hataların pareto grafiği şekilde gösterilmiştir.

Grafik 3. Kalıphane Bölümü Pareto Grafiği



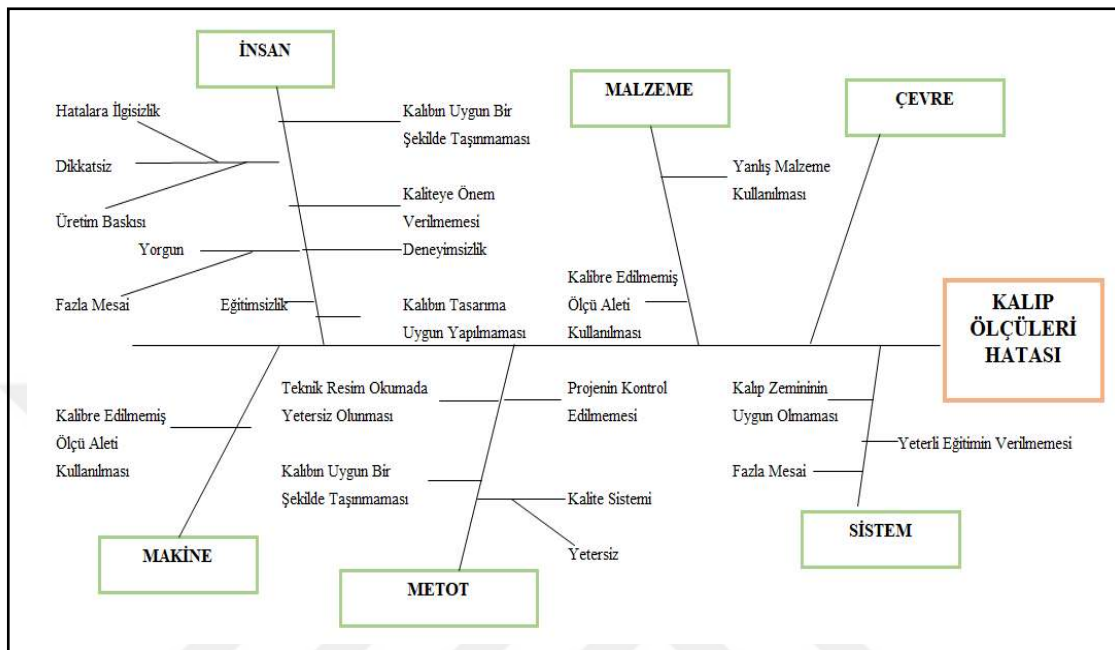
Grafiğin yorumu; kalıphane bölümünde gerçekleşen tüm uygunsuzluklara bakıldığında yaklaşık %80'i ilk beş hatadan kaynaklanmaktadır. Bunların da yaklaşık 60'ı ilk iki hatadan kaynaklanmaktadır. Firma kalıp ölçü hatasını ve kalıp yüzey hatasını iyileştirirse Kalıphane bölümünde yaşanan uygunsuzlukların %60'ını iyileştirmiş olacaktır.

Pareto diyagramının sonucunda Kalıphane bölümünde en yüksek seviyede meydana gelen hata kalıp ölçüleri hatasıdır. Kalıp ölçüleri hatası; kalıbın kenar yüksekliğinin, kalıbın en boy ölçülerinin yanlış olması olarak tanımlanmaktadır. Bu hata türü için beyin fırtınası tekniği kullanılarak hatanın sebebi irdelenmiş ve bu operasyon için neden sonuç diyagramı hazırlanmıştır.

Yapılan beyin fırtınası sonucu kalıp ölçüleri hatasının oluşmasına etki eden faktörler altı ana başlık altında incelenmiş ve aşağıdaki grafikte görülen

sonuçlar çıkmıştır. Grafikten ürün yüzey hatasının oluşmasına neden olan en önemli faktörün insan olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 11.Kalıp Ölçüleri Hatası Sebebi Sonuç Diyagramı



5.10. Söküm-Bakım Bölümü Pareto Analizi

Söküm-Bakım bölümünde son bir yılda oluşan uygunsuzluk ve adetleri incelenmiş ve listelenmiştir. Bu uygunsuzlukların pareto analizi çıkartılıp firmanın söküm-bakım ile ilgili hangi hataya öncelik vermesi gerektiği çıkartılacaktır.

Tablo 12. Söküm-Bakım Bölümüne Ait Hata Tablosu

Hata Tanımı	Hata Adeti
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	101
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	50
EĞİLME SEHİM	45
ÜRÜN YÜZEY HATASI	41
DİĞER HATALAR	32
ETİKET YENİLEME	14
EĞİLME-SEHİM	12

SÖKÜM HATASI	9
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	3
KENAR HARCİ HATASI	2
FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	1
MASTARSIZLIK	1
PAD YAPIM HATASI	1
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	1
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	1
Genel Toplam	314

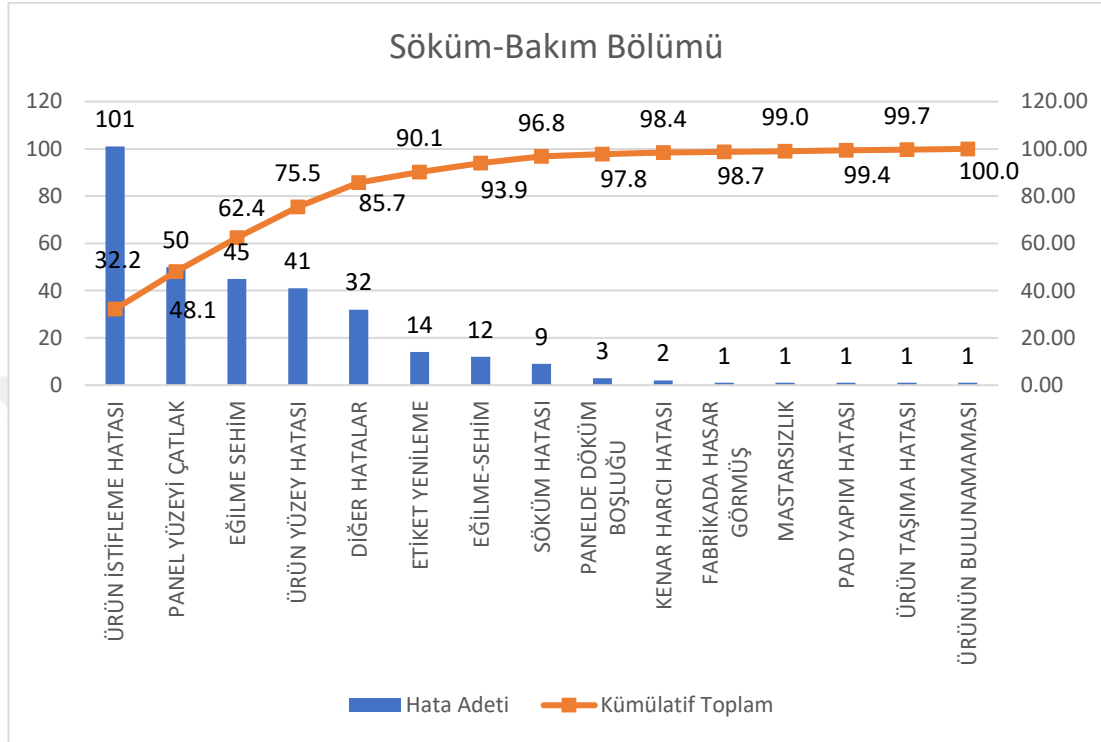
Söküm-Bakım bölümüne ait uygunsuzlukların hata yüzdelik kısımları ve kümülatif toplamı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 13. Söküm-Bakım Bölümündeki Hataların Yüzdelik Oranları ve Kümülatif Toplamları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzde Oranı %	Kümülatif Toplam
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	101	32,17	32,17
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	50	15,92	48,09
EĞİLME SEHİM	45	14,33	62,42
ÜRÜN YÜZEY HATASI	41	13,06	75,48
DİĞER HATALAR	32	10,19	85,67
ETİKET YENİLEME	14	4,46	90,13
EĞİLME-SEHİM	12	3,82	93,95
SÖKÜM HATASI	9	2,87	96,82
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	3	0,96	97,77
KENAR HARCİ HATASI	2	0,64	98,41
FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	1	0,32	98,73
MASTARSIZLIK	1	0,32	99,04
PAD YAPIM HATASI	1	0,32	99,36
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	1	0,32	99,68
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	1	0,32	100,00
Genel Toplam	314	100	

Bu verilere göre söküm-bakım bölümündeki hataların pareto grafiği şekilde gösterilmiştir.

Grafik 4. Söküm-Bakım Bölümü Pareto Grafiği

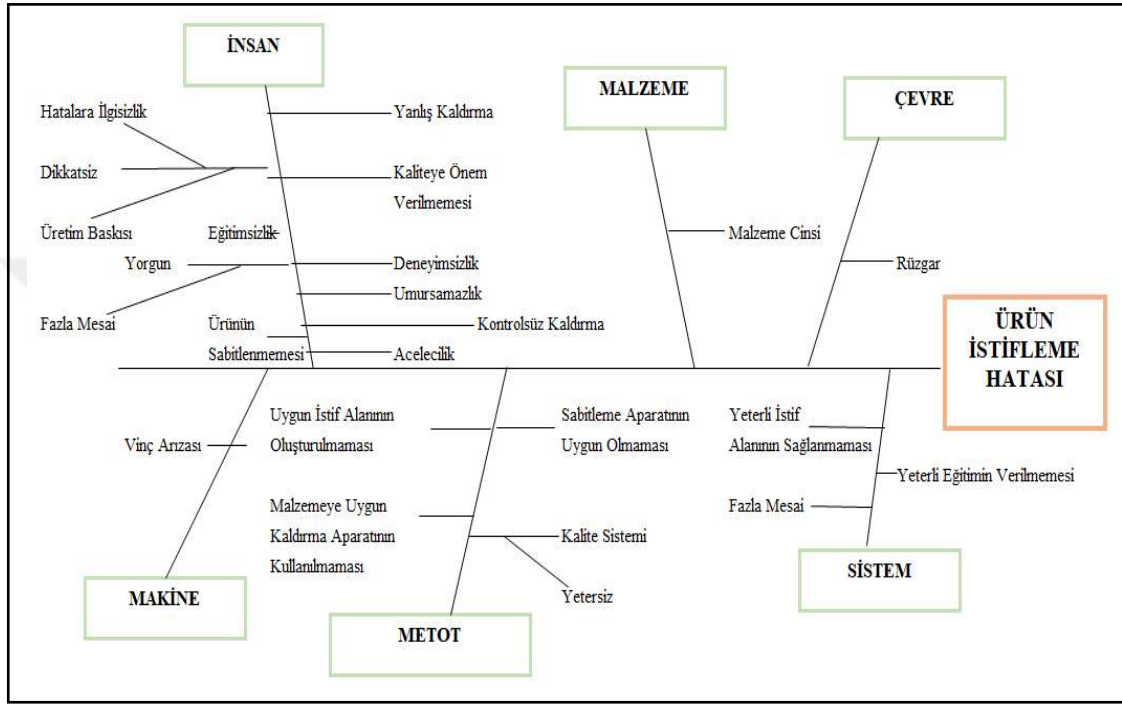


Grafik 4'e bakıldığında; söküm-bakım bölümünde gerçekleşen tüm uygunsuzluklara bakıldığında %80'den fazlası ilk beş hatadan kaynaklanmaktadır. Bunların da yaklaşık 50'si ilk iki hatadan kaynaklanmaktadır. Firma ürün istifine, panel yüzey çatlağı uygunsuzlarının oluşma nedenlerini inceleyip önlenmesi için gereken önlem alırsa ise söküm-bakım bölümünde oluşan hataların %50'sini ortadan kaldırmış olur.

Pareto diyagramının sonucunda söküm-bakım bölümünde en yüksek seviyede meydana gelen hata ürün istifleme hatasıdır. Ürün istifleme hatası; malzemenin istif alanında düşmesi, ürünün yanlış istif alanına alınması, ürünlerin birbirine değecek şekilde istiflenmesi, malzemelerde kırıkların olması, istife alınan malzemenin sabitlenmemesi, malzeme arası mesafelerin uygun olmaması olarak tanımlanmaktadır. Bu hata türü için beyin fırtınası tekniği kullanılarak hatanın sebebi irdelenmiş ve bu operasyon için neden sonuç diyagramı hazırlanmıştır.

Yapılan beyin fırtınası sonucu kalıp ölçüleri hatasının oluşmasına etki eden faktörler altı ana başlık altında incelenmiş ve aşağıdaki grafikte görülen sonuçlar çıkmıştır. Grafikten ürün yüzey hatasının oluşmasına neden olan en önemli faktörün insan olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 12. Ürün İstifleme Hatası Sebebi Sonuç Diyagramı



VI. BÖLÜM

6. BULGULAR ve YORUMLAR

Fabrikada meydana gelen hatalar istatistiksel kalite kontrol tekniklerinden pareto analizi ile incelenmiştir. Son bir yılda toplam 2.299 hata meydana gelmiştir ve bu hataların yaklaşık %50'sini oluşturan hataların listesi aşağıdaki gibidir.

	% Hata Oranı	Kümülatif Toplam
Ürün Yüzey Hatası	22,97	22,97
Panelde Döküm Boşluğu	8,53	31,49
Kalıp Ölçüleri Hatası	8,13	39,63
Panel Yüzeyi Çatlak	7,74	47,37

Fabrikada en çok hatanın 11 bölümden hangisinde meydana geldiğinin kararı gri ilişkisel analiz tekniği ile verilmiştir. Teknik sonucunda aşağıdaki sıralama elde edilmiştir.

Bölümler	Sıralama
Döküm	1,00
Kalıphane	2,00
Söküm-Bakım	3,00
Diğer	4,00
Frame	5,00
Sevkiyat	5,00
Laboratuvar	6,00
Proje	6,00
Şantiye	6,00
İdari	7,00
Planlama	7,00

En çok hataların meydana geldiği ilk üç bölümde hatalar pareto analizi ile incelenmiştir.

Döküm Bölümünde son bir yılda toplam 1.160 hata meydana gelmiştir. Bu hatalara pareto analizi ile bakılmıştır ve bu hataların yaklaşık %65'ini oluşturan hataların listesi aşağıdaki gibidir.

	% Hata Oranı	Kümülatif Toplam
Ürün Yüzey Hatası	39,74	39,74
Panelde Döküm Boşluğu	16,47	56,21
Panel Yüzeyi Çatlak	10,26	66,47

Kalıphane Bölümünde son bir yılda toplam 592 hata meydana gelmiştir. Bu hatalara pareto analizi ile bakılmıştır ve bu hataların yaklaşık %70'ini oluşturan hataların listesi aşağıdaki gibidir.

	% Hata Oranı	Kümülatif Toplam
Kalıp Ölçüleri Hatası	31,59	31,59
Panelde Döküm Boşluğu	26,52	58,11
Kalıp Hazırlama Hatası	11,66	69,76

Söküm-Bakım Bölümünde son bir yılda toplam 324 hata meydana gelmiştir. Bu hatalara pareto analizi ile bakılmıştır ve bu hataların yaklaşık %60'ini oluşturan hataların listesi aşağıdaki gibidir.

	% Hata Oranı	Kümülatif Toplam
Ürün İstifleme Hatası	32,17	32,17
Panel Yüzeyi Çatlak	15,92	48,09
Eğilme-Sehim	14,33	62,42

Döküm, Kalıphane ve Söküm bakım bölümlerinde ve fabrika genelinde en çok yaşanan hatalar sebep sonuç diyagramı ile incelenmiştir ve her durumda da hatanın oluşma sebebinin en çok insan faktöründen kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Firmanın öncelik vermesi gereken hatalar gösterilmiştir. Tüm hatalar içinde boğulup kalmak yerine yazılan bu hatalara öncelik verip çözmeye çalışılır ise yaşanan hataların genel olarak yaklaşık %50'sinden kurtulmuş olacaktır. Ayrıca hataların oluşma sebebi genellikle insan faktörü olduğundan

yeni alınacak personelin yapacağı işe uygun seçilmesi ve halihazırda bulunan personele de eğitimler verilmesi meydana gelen hataların azalmasına yardımcı olacaktır.



VII. BÖLÜM

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

7.1. Sonuçlar

İstatistiksel kalite kontrol, ürün veya hizmet sunan işletmelerin yaşadığı problemlerin tespitinde, problemlerin çözümünde ve iyileştirilmesinde önemli bir yere sahiptir.

Çalışmada firmada meydana gelen hatalar incelenmiş, pareto analizi ile de en fazla hatanın fabrika genelinde hangisi olduğu, gri ilişkisel analiz yöntemi ile hangi bölümde en fazla hataların yaşandığı ve en fazla probleme sahip bölümlerde hangi hataların fazla olduğu pareto analizi ile belirlenmiştir. Pareto analizleri sonuçlarına göre de en fazla hatanın neden sonuç diyagramları yetkililer ile birlikte yapılan çalışma ile çizilmiştir.

İşletmenin son bir yılda üretilen ürünlerinde görülen hata verileri toplanmıştır. Bu hatalar pareto analizi ile incelenerek fabrikanın önce hangi hataya öncelik vermesi gerektiği bulunmuştur. Bu pareto analizine göre fabrika genelinde en çok çıkan hatanın % 23 oran ile ürün yüzey hatası olduğu bu hatayı %8,5 oran ile panelde döküm boşluğu, %8,1 oran ile kalıp ölçüleri hatası ve %7,7 oran ile panel yüzeyinin çatlak olması takip etmektedir. Bu dört hatanın birikimli yüzdesi yaklaşık %50'dir. Firma bu dört hata üzerinde yoğunlaşıp çözerse toplam hataların %50'sinden kurtulmuş olacaktır. Bu çalışmada ürün yüzey hatası değerlendirilip hata sebepleri ve çözümleri incelenmiştir. Pareto analizi sonucunda %23 oran ile en yüksek seviyede çıkan hatanın ilk olarak ne gibi hatalar olduğuna bakılmıştır. Makine, malzeme, insan, metot, çevre ve sistem başlıkları altında incelenen hata için en çok insan faktörünün etkili olduğu görülmüştür.

Fabrika bölümlerinde meydana gelen hatalardan dolayı hangi bölüme öncelikle müdahale edilmesi kararının verilebilmesinde çok kriterli karar

verme tekniklerinden gri ilişkisel analiz tekniği kullanılmıştır. Gri ilişkisel analiz tekniği sonucunda ilk müdahale edilmesi gereken bölüm döküm ikinci sırada kalıphane ve üçüncü sırada söküm-bakım bölümü çıkmıştır.

Fabrika bölümlerinde kendi içinde hangi hataya öncelik vermesi gerektiğini bulmak için gri ilişkisel analiz ile karar verilen ilk üç bölümde meydana gelen hatalara pareto analizi ile bakılmıştır.

Döküm bölümünde pareto analizi ile %39,7 oranla ürün yüzey hatasının en yüksek seviyede çıktığı bu hatayı %16,7 oranla panelde döküm boşluğu hatası ve %10,26 oranla panel yüzeyi çatlak hatası takip etmektedir. Döküm bölümündeki yetkililer bu üç hataya öncelik verip çözüme kavuşturur ise döküm bölümünde meydana gelen hataların %66'sını çözmüş olacaktır. %39,7 oranı olan ürün yüzey hatası bölüm yetkilileri ile incelenip neden sonuç grafiği çizilmiştir. Makine, malzeme, insan, metot, çevre ve sistem başlıkları altında incelenen hata için en çok insan faktörünün etkili olduğu görülmüştür.

Kalıphane bölümünde pareto analizi ile %31,6 oranla kalıp ölçüleri hatası en yüksek seviyede çıktığı bu hatayı %26,52 oranla kalıp yüzey hatası ve %11,66 oranla kalıp hazırlama hatası takip etmektedir. Kalıphane bölümündeki yetkililer bu üç hataya öncelik verip çözüme kavuşturur ise kalıphane bölümünde meydana gelen hataların %70'ini çözmüş olacaktır. %31,6 oranı olan kalıp ölçüleri hatası bölüm yetkilileri ile incelenip neden sonuç grafiği çizilmiştir. Makine, malzeme, insan, metot, çevre ve sistem başlıkları altında incelenen hata için en çok insan faktörünün etkili olduğu görülmüştür.

Söküm-Bakım bölümünde pareto analizi ile %32,17 oranla ürün istifleme hatası en yüksek seviyede çıktığı bu hatayı %15,92 oranla panel yüzeyi çatlak hatası ve %14,33 oranla eğilme sehim hatası takip etmektedir. Söküm-bakım bölümündeki yetkililer bu üç hataya öncelik verip çözüme kavuşturur ise kalıphane bölümünde meydana gelen hataların %62'sini çözmüş olacaktır. %32,17 oranı olan ürün istifleme hatası bölüm yetkilileri ile incelenip neden sonuç grafiği çizilmiştir. Makine, malzeme, insan, metot, çevre ve sistem

başlıkları altında incelenen hata için en çok insan faktörünün etkili olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın bilimsel açıdan katkısı değerlendirildiğinde; anlam bütünlüğü içerisinde iki farklı bilimsel yöntem kullanılmıştır. Literatürde yaygın olarak kullanılan istatistiksel kalite kontrol teknikleri ve çok kriterli karar verme tekniklerinden gri ilişkisel analizin hata analizinde kullanılabilirliği gösterilmiştir. Çalışmada Pareto analizinin bulunan uygulamalarından farklı olarak gri ilişkisel analiz yöntemi ile bir arada kullanıldığı bütünlük bir yaklaşım sunularak literatüre katkıda bulunulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın firmaya katkısı; Firmada yaşanan kalite problemlerine ait hatalar incelenmiş olup firmanın kalite problemlerini çözebilmek, hata maliyetlerini azaltabilmek ve müşteri memnuniyetsizliğini ortadan kaldırmak için aslında hangi hataya öncelikle müdahale etmesi gerektiği gösterilmiştir. Yapılan sebep sonuç grafiklerinin sonuçlarında hataların oluşmasına etki eden en önemli faktörün insan olduğu görülmüştür. Hataların minimize edilmesi ve kalitenin iyileştirilebilmesi için fabrikanın personel eğitimine önem vermesi gerekmektedir. Çalışma bu sonuçları ile firmaya büyük katkı sağlamıştır.

7.2. Öneriler

7.2.1. Akademik Öneriler

Çalışmada sadece hata adetlerine yer verilmiştir. Hataların maliyet boyutları katılarak daha komplike bir çalışma yapılabilir.

İstatistiksel kalite kontrol tekniği ile çok kriterli karar verme tekniklerinden gri ilişkisel analiz tekniği hibrit olarak kullanılmıştır. Daha farklı ÇKKV tekniği veya teknikleri kullanılabilir.

7.2.2. Sektörel Öneriler

Bu araştırma üretim işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Hizmet sektörü için farklı bir çalışma yapılabilir.

Çalışmada elde edilen veri türlerinden dolayı istatistiksel kalite kontrol tekniklerinden pareto analizi, sebep sonuç diyagramı ve gruplandırma yöntemleri kullanılmıştır. Uygun veriler kullanılarak diğer yöntemlerinde kullanılması sağlanabilir.



8. KAYNAKÇA

- Akın, B. (1996), *İPK Teknikleri-Proses Yeterlilik ve Makine Yeterlilik Analizi*. İstanbul: Bilim Teknik yayınevi.
- Aslan, D. (2003), *Kalite Kontrol*. İzmir: Mühendislik Fakültesi Basınevi.
- Aydın, Z. B. Kargı, V. S. A. (2018). İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri ile Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 41-63.
- Banks, J. (1989). *Principles of Quality Control*. New York: JohnWiley and Sons,
- Başaran, N. (2010). Kalite İyileştirmede İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi Ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Baskan, S. (1997). *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Baskan, Ş. (1995). *İstatistiksel Kalite Kontrolü*. Bornova- İzmir: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No: 159, Ege Üniversitesi Basımevi.
- Bayat, O. Altınçelep, Z. Kaymakoglu, B. ve Altınar, M. (2013). Hazır Beton Fabrikasında (Adana) İstatistiksel Kalite Kontrol Uygulaması. Practice of Statistical Control at Ready Mixed Concrete Plant in Adana.
- Birgören, B. (2015). *İstatistiksel Kalite Kontrolü*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık , 12-25.
- Baş, M. (2010). İşletmelerde Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Gri İlişkisel Analiz Tekniği, Tekstil ve Deri Sektöründe Bir Uygulama. Basılmamış Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- Bircan, H. Ve Ozcan, S. (2003). *Excel Uygulamalı Kalite Kontrol*. Sivas: Yargı Yayınevi.

- Bozkurt, R. ve Odaman, A. (1996). *ISO 9000 Kalite Güvence Sistemleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Büker, E. (2007). Toplam Kalite Yönetimi Anlayışı İle Altı Sigma Kalite Yönetimi Anlayışının Karşılaştırılması, Deniz Harp Okulu, Deniz Bilimleri Ve Mühendisliği Enstitüsü, İstanbul.
- Crosby, P. B. (1996). *The Absolutes of Leadership*. NY: Pfeiffer and Company.
- Çakır, S. (2016). Türk Sigortacılık Sektöründe Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri (ÇKKV) ile Performans Ölçümü: BİST Uygulaması.
- Çakırkaya, M. 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).
- Çetin, C. Akın, B. ve Erol, V. (2001) *Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi*, (2. Basım). İstanbul: Beta Basım Yayın.
- Devor, R. E. (1992). *Statistical Quality Design and Control*. NewYork: Mc Millan.
- Ertuğrul, İ. Karakaşoğlu N. (2006). Kalite Kontrolde Örneklem Büyüklüğünün Değişken Olması Durumunda p Kontrol Şemalarının Oluşturulması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(10), 65-80, 2006.
- Halis, M. (2000). *Toplam Kalite Yönetimi ISO – 9000 Kalite Güvence Sistemi* (1.Basım). İstanbul: Beta Basım.
- Juran, J. (1989), *Juran on Leadership for Quality: An Executive Handbook*. New York: The Free Press.
- Kartal, M. (1999). *İstatistiksel Kalite Kontrolü*. Ankara: Şafak Yayınevi.
- Kaya, S. (2001). *Konfeksiyonda Kalite Kontrol*. İzmir: E.U. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını.

- Kayaalp, İ. D. (2007). Konfeksiyon İşletmelerinde Kalitenin İyileştirilmesi Amacıyla İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemlerinin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Kayaalp, İ. D. (2004). *Konfeksiyon İşletmelerinde Sürecin İstatistiksel Yöntemlerle Kontrolü*. IV. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiri Kitabı
- Kıngır, S. (2006). *Toplam Kalite Yönetimi*. Ankara: Nobel Yayın.
- Kırık, B. (2017). Bir Konfeksiyon İşletmesindeki Son Kontrol Hatalarının İstatistiksel Yöntemlerle Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi.
- Kobu, B. (1999). *Üretim Yönetimi*. İstanbul: Avcıol Basım-Yayın.
- Kobu, B. (1981). *Endüstriyel Kalite Kontrolü*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Kovancı, A. (2001). *Toplam Kalite Yönetimi Fakat Nasıl?*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Köksal, H. (1998). *Toplam Kalite Yönetimi*. İstanbul: Dünya Yayıncılık,
- Köse, E. Aplaç, H. S. ve Kabak, M. (2013). Personel Seçimi İçin Gri Sistem Teori Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım, *Ege Academic Review*, 13(4), 461-471.
- Montgomery, D.C. (2001). *Introduction to Statistical Quality Control* (4. Ed.). New York: John Wiley Sons.
- Oktay, E. 1998. *Kalite Kontrol Grafikleri*. Erzurum: Şafak Yayınevi.
- Orhan, K. (2004). *Standardizasyon ve Kalite*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özdamar, İ. (2007). Orman Ürünleri Endüstrisinde İstatistiksel Kalite Kontrol: Yonga Levha Üretiminde Bir Çalışma. *Turkish Journal of Forestry*, 8(1), 79-91.

- Özgüvenç, D. (2011). Kalite problemlerinin sınıflandırılmasında çok kriterli Pareto Analizi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Özen, A. G. (2012). İstatistiksel kalite kontrolünde dayanıklı ölçek kestiricileri: dayanıklı kontrol grafikleri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, İzmir.
- Özkaya, S. (2013). Deri Çanta Üretiminde Kalite Sorunları ve Çözümüne Yönelik Uygulamalar, Basılmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Patır, S. (2009). İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri VE KONTROL Grafiklerinin Malatyadaki Bir Tekstil (İplik Dokuma) İşletmesinde Bobin Sarım Kontrolüne Uygulanması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9(18), 231-250.
- Peker, İ. ve Birdoğan, B. A. K. İ. (2011). Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Sigortacılık Sektöründe Performans Ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (7).
- Russell, R. S. ve Taylor B. W. (2006). Operations Management: Quality and Competitiveness in a Global Environment, John Wiley and Son Inc, USA.
- Smith, G. (1998). Statistical Process Control and Quality Improvement (Third Edition). New Jersey: Prentice Hall.
- Şimşek, M. (2000). Kalite Kavramının Tanımı ve Tarihsel Gelişimi. *Standard Dergisi*, 465, 35-37.
- Taguchi, G. (1995). Quality Engineering (Taguchi Methods) For The Development Of Electronic Circuit Technology. *IEEE Transactions On Reliability*, 44(2), 225-229.
- Top, A. (2001). *Üretim Sistemleri, Analizi, Planlama ve Kontrolü*. İstanbul: Alfa Yayınları.

- Tsai, C. H., Chang, C. L. ve Chen, L. (2003). Applying Grey Relational Analysis to The Vendor Evaluation Model. *International Journal of The Computer, The Internet and Management*, 11(3), 4553.
- TSE, (1996): TSE ISO 9000 Kalite Broşürü. Ankara. s. 3.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2011). *İstatistiksel Kalite Kontrol Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi-11*, Ankara: TÜİK Yayınları, No:3616.
- Uğur, N. (1995). *İstatistiksel Proses Kontrolü, KOSGEB Eğitim Merkezi* (2. Baskı). Ankara: Yayın No: 24.
- Ülgen, H. ve Mirze, S. K. (2007). *İşletmelerde Stratejik Yönetim* (4. Baskı). İstanbul: Arıkan Basım.
- Vassilev, V. Genova, K. ve Vassileva, M. (2005). A Brief Survey Of Multi-Criteria Decision Making Methods And Software Systems. *Cybernetics And Information Technologies*, 5(1), 3-13.
- Yeşilbayır, S. (2007). Toplam Kalite Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, E. ve Güngör, F. (2010). Gri ilişkisel Analiz Yöntemine Göre Farklı Sertliklerde Optimum Takım Tutucusunun Belirlenmesi, 2. Ulusal Tasarım İmalar ve Analiz Kongresi, , Balıkesir, 1-9.
- Zhai, L. Y. Khoo, L. P. ve Zhong, Z. W. (2009). Design Concept Evaluation in Product Devolopment Using Rough Sets and Grey Relation Analysis. *Expert System with Applications* 36, 7072-7079.
- Wen, K. L. (2004). *Grey Systems: Modeling and Prediction*, Yang's Scientific Research İnstitutue, USA.
- William, J. S. (1993). *Production/Operations Management* (4th Edition). Boston: Irwin

İNTERNET KAYNAKLARI

‘Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri’
<https://tusside.tubitak.gov.tr/tr/yontemlerimiz/Cok-Kriterli-Karar-Verme-Teknikleri> Erişim Tarihi: 26.07.2021

‘Garvin’e Göre Kalitenin Sekiz Boyutu’
<https://www.benimuhendisim.com/garvine-gore-kalitenin-8-boyutu/>
 Erişim Tarihi: 18.06.2021

‘Kalite Kavramı ve Tarihsel Gelişimi’
<https://www.birendustrimuhendisi.com/kalite-kavrami-ve-tarihsel-gelisimi/> Erişim Tarihi: 15.05.2021

‘Kalite ve Kalite ile İlgili Kavramlar’ <http://osmanguctekin.cbu.edu.tr/wp-content/uploads/2018/02/KAL%C4%B0TE2.pdf> Erişim Tarihi: 07.04.2021

‘Kalite Yönetim Sistemleri’
http://oys.bby.hacettepe.edu.tr/pluginfile.php/6256/mod_resource/content/2/KAL%C4%B0TE%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20%C4%B0STEMLER%C4%B0.pdf Erişim Tarihi: 12.06.2021

‘Kalite Kavramı ve Unsurları’
<http://myo.metu.edu.tr/sites/myo.metu.edu.tr/files/DERS%20NOTLARI%20II.pdf> Erişim Tarihi: 22.03.2021

‘Kalitenin Boyutları’ <https://duygudogan.wordpress.com/2018/02/04/kalitenin-boyutlari/> Erişim Tarihi: 22.03.2021

‘Kalite Neden Önemlidir’ <https://kaliteuzmanim.blogspot.com/2015/12/kalite-neden-onemlidir.html> Erişim Tarihi: 23.07.2021

‘Kalite Kontrolde İstatistiksel Teknikler’
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/50672/mod_resource/content/1/1.1.%20HAFTA.pdf Erişim Tarihi: 20.06.2021



9. EKLER

EK 1.Normalizasyon Matrisi

Normalizasyon İşlemi ve Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

	REFERANS SERİ	DÖKÜM	KALİPHANE	SÖKÜM-BAKIM	DIĞER	FRAME	SEVKİYAT	LABORATUVAR	İDARI	PLANLAMA	PROJE	ŞANTİYE
ANKRAJ HATALI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BARKOD OKUTMAMA	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,12	0,00	0,00
BUĞU HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BUĞU VE KENAR HARCİ HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CNC İŞLEM HATASI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CNC ÖLÇÜ HATASI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIĞER HATALAR	1,00	0,79	1,00	0,97	0,91	0,36	0,21	0,15	0,09	0,12	0,00	0,00
DÖKÜM KALINLIK HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EĞİLME SEHİM	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ETİKET YENİLEME	1,00	0,02	0,00	0,28	1,00	0,00	0,02	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00
ETİKETLEME HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FRAME GECİKME HATASI	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FRAME YERLEŞTİRME HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HARÇ YAPIM HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALIP BAĞLAMA HATASI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALIP HAZIRLAMA HATASI	1,00	0,06	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALIP TADİLAT HATASI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALIP TASARIM HATASI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALIP YAPIMI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALIP YÜZEY HATASI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KENAR HARCİ HATASI	1,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KENAR KAYMA HATASI	1,00	1,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MASTARSIZLIK	1,00	1,00	0,85	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MONTAJ NOKTALARI HATASI	1,00	0,13	0,00	0,00	1,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAD KOPMA HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAD YAPIM HATASI	1,00	1,00	0,00	0,02	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	1,00	1,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	1,00	1,00	0,03	0,42	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	1,00	1,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PENCERE TİPİ HATALI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROJE ÇİZİM HATASI	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
RENK TON FARKLILIĞI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RULO VE FIRÇALAMA HATASI	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SÖKÜM HATASI	1,00	0,11	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ŞANTİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
TEST İÇİN KULLANILCAK	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	1,00	0,02	0,00	1,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÜRÜN NAKLİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÜRÜN YÜKLEME HATASI	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÜRÜN YÜZEY HATASI	1,00	1,00	0,04	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	1,00	0,00	0,00	0,20	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Mutlak Değer Tablosunun Oluşturulması

	DÖKÜM	KALİPHANE	SÖKÜM-BAKIM	DIĞER	FRAME	SEVKİYAT	LABORATUVAR	İDARİ	PLANLAMA	PROJE	ŞANTİYE
ANKRAJ HATALI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BARKOD OKUTMAMA	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,88	1,00	1,00
BUĞU HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BUĞU VE KENAR HARCİ HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CNC İŞLEM HATASI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CNC ÖLÇÜ HATASI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DIĞER HATALAR	0,21	0,00	0,03	0,09	0,64	0,79	0,85	0,91	0,88	1,00	1,00
DÖKÜM KALINLIK HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
EĞİLME SEHİM	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ETİKET YENİLEME	0,98	1,00	0,72	0,00	1,00	0,98	1,00	0,94	0,98	1,00	1,00
ETİKETLEME HATASI	0,00	1,00	1,00	0,55	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FRAME GECİKME HATASI	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FRAME YERLEŞTİRME HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
HARÇ YAPIM HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALIP BAĞLAMA HATASI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALIP HAZIRLAMA HATASI	0,94	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALIP TADİLAT HATASI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALIP TASARIM HATASI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALIP YAPIMI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALIP YÜZEY HATASI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KENAR HARCİ HATASI	1,00	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KENAR KAYMA HATASI	0,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MASTARSIZLIK	0,00	0,15	0,96	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MONTAJ NOKTALARI HATASI	0,88	1,00	1,00	0,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PAD KOPMA HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PAD YAPIM HATASI	0,00	1,00	0,98	1,00	0,73	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	0,00	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	0,00	0,97	0,58	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	0,00	0,99	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PENCERE TİPİ HATALI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PROJE ÇİZİM HATASI	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
RENK TON FARKLILIĞI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
RULO VE FIRÇALAMA HATASI	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SÖKÜM HATASI	0,89	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ŞANTİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
TEST İÇİN KULLANILCAK	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	0,98	1,00	0,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ÜRÜN NAKLİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ÜRÜN YÜKLEME HATASI	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ÜRÜN YÜZEY HATASI	0,00	0,96	0,91	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	1,00	1,00	0,80	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

EK 3. Gri İlişkisel Katsayı Matrisi

	DÖKÜM	KALIPHANE	SÖKÜM-BAKIM	DİĞER	FRAME	SEVKİYAT	LABORATUVAR	İDARİ	PLANLAMA	PROJE	ŞANTIYE	Δ_{max}	Δ_{min}	Z
ANKRAJ HATALI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,00	0,5
ANKRAJ YERLEŞTİRME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
BARKOD OKUTMAMA	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	0,36	0,33	0,33			
BUĞU HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
BUĞU VE KENAR HARCİ HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
CNC İŞLEM HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
CNC ÖLÇÜ HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
DAMLALIK YERLEŞTİRME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
DİĞER HATALAR	0,70	1,00	0,94	0,85	0,44	0,39	0,37	0,35	0,36	0,33	0,33			
DÖKÜM KALINLIK HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
EĞİLME SEHİM	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
ETİKET YENİLEME	0,34	0,33	0,41	1,00	0,33	0,34	0,33	0,35	0,34	0,33	0,33			
ETİKETLEME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,48	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
FABRİKADA HASAR GÖRMÜŞ	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
FRAME GECİKME HATASI	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
FRAME KONTROL EKSİKLİĞİ	1,00	0,33	0,33	0,33	0,78	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
FRAME YERLEŞTİRME HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
HARÇ YAPIM HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KALIP BAĞLAMA HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KALIP HAZIRLAMA HATASI	0,35	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KALIP ÖLÇÜLERİ HATALI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KALIP TADİLAT HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KALIP TASARIM HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KALIP YAPIMI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KALIP YÜZEY HATASI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KENAR HARCİ HATASI	0,33	0,50	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
KENAR KAYMA HATASI	1,00	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
MASTARSIZLIK	1,00	0,77	0,34	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
MONTAJ NOKTALARI HATASI	0,36	0,33	0,33	1,00	0,40	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
PAD KOPMA HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
PAD YAPIM HATASI	1,00	0,33	0,34	0,33	0,41	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
PANEL ÖLÇÜLERİ HATALI	1,00	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
PANEL YÜZEYİ ÇATLAK	1,00	0,34	0,46	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34			
PANELDE DÖKÜM BOŞLUĞU	1,00	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
PENCERE TİPİ HATALI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
PENCERE VE ANKRAJ TİPİ HATALI	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
PROJE ÇİZİM HATASI	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33			
RENK TON FARKLILIĞI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
RULO VE FIRÇALAMA HATASI	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
SÖKÜM HATASI	0,36	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
ŞANTIYEDE HASAR GÖRMÜŞ	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00			
TEST İÇİN KULLANILCAK	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33			
ÜRÜN İSTİFLEME HATASI	0,34	0,33	1,00	0,33	0,33	0,38	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
ÜRÜN NAKLİYEDE HASAR GÖRMÜŞ	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
ÜRÜN TAŞIMA HATASI	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
ÜRÜN YÜKLEME HATASI	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
ÜRÜN YÜZEY HATASI	1,00	0,34	0,35	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
ÜRÜNÜN BULUNAMAMASI	0,33	0,33	0,38	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			

Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin Oluşturulması