

İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL: KIRMIZI ET SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

**2019
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

ERAY UZUN

**İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL:GIDA SEKTÖRÜNDE BİR
UYGULAMA**

Eray UZUN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

Karabük

Haziran 2019

Eray UZUN tarafından hazırlanan “İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL: KIRMIZI ET SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Osman YILDIZ

Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Mümtaz İPEK

Tez Danışmanı, Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 28/06/2019

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan: Prof. Dr. Şenol ALTAN (HBVÜ)

Üye : Doç. Dr. Muharrem DÜĞENCİ (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Osman YILDIZ (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mümtaz İPEK (SAÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yusuf KURTGOZ (KBÜ)

.../.../2019

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Eray UZUN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL: KIRMIZI ET SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Eray UZUN

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilimdalı**

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Osman YILDIZ

Dr. Öğr. Üyesi Mümtaz İPEK

Bu tez çalışmasında, öncelikle kalite ve kalite kontrol öğelerinin tanımlarına yer verilerek, istatistiksel kalite kontrol kavramı detaylı olarak incelenmiştir. İstatistiksel proses kontrolün yedi tekniği olan Neden-Sonuç Diyagramı, Çetele Diyagramları, Kontrol Çizelgeleri, Histogramlar, Dağılma (Serpilme) Diyagramı, Hata Yoğunluk Diyagramı ve Pareto Analizi ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Bu çalışmanın amacı kırmızı et üretiminde faaliyet gösteren bir firmada İstatistiksel Proses Kontrol ile sürecin kontrol altında olup olmadığının belirlenmesidir. Bu amaçla Konya ilinde faaliyetlerini sürdüren bir gıda işletmesinde üretim sürecinden toplanıp kalite kontrol laboratuvarında incelenen numunelerden elde edilen veriler doğrultusunda kontrol çizelgeleri ile analiz edilmiştir. Daha sonra bir diğer Proses Kontrol Tekniklerinden olan Pareto Analizi ve teknik ekiple yapılan toplantılarla

oluşturulan Neden Sonuç Diyagramı uygulaması incelenmiştir. Etin kalitesine etki eden baton ağırlığı, yağ miktarı, pH oranı ve su aktivitesiyle ilgili olarak toplanan veriler ışığında sürecin yağ miktarı ve baton ağırlığı için kontrol altında olmadığı görülmüş ve problemlerin nedenleri teknik ekiple birlikte tartışılmıştır. Daha sonra da yapılabilecek iyileştirmeler hususunda firmaya tavsiyeler de bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: İstatistiksel kalite kontrol, kontrol grafikleri, pareto analizi
balık kılçığı analizi

Bilim Kodu : 906.1.066



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

STATISTICAL QUALITY CONTROL: AN APPLICATION IN RED MEAT SECTOR

Eray UZUN

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Osman YILDIZ

Assist. Prof. Dr. Mümtaz İPEK

In this thesis, first of all, definitions of quality and quality control elements are given and statistical quality control concept is examined in detail. Seven techniques of statistical process control, Cause-Effect Diagram, Score Diagrams, Control Charts, Histograms, Spreading Diagram, Error Density Diagram and Pareto Analysis are discussed in detail.

The aim of this study is to determine whether the process is under control with Statistical Process Control in a company operating in red meat production. For this purpose, it was analyzed with control charts in line with the data obtained from the samples collected from the production process in a food business operating in Konya province and examined in the quality control laboratory. Then, another Process Control Techniques, Pareto Analysis and Cause and Effect Diagram application, which were formed by meetings with technical team, were examined.

In the light of data collected about baton weight, fat amount, pH ratio and water activity affecting meat quality, the process was not under control for fat amount and baton weight and the causes of the problems were discussed with the technical team. Subsequently, recommendations were made to the firm for any improvements that could be made.

Key Word : Statistical quality control, control charts, pareto analysis, fishbone diagram analysis

Science Code : 906.1.066



TEŞEKKÜR

Butez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Osman YILDIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımı esirgemedi yanımdaydıkları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
KALİTE	3
2.1. KALİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	5
2.2. KALİTENİN KISA TARİHÇESİ	6
2.3. TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ	9
BÖLÜM 3	13
İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL TEKNİKLERİ.....	13
3.1. FREKANS DAĞILIMI	14
3.2. HİSTOGRAM	14
3.3. PARETO DİYAGRAMI	16
3.4. BALIK KILÇIĞI DİYAGRAMI.....	19
3.5 GRUPLANDIRMA.....	20
3.6. SERPİLME DİYAGRAMI	21
3.7. KONTROL GRAFİKLERİ	21

	<u>Sayfa</u>
3.7.1. Nicel Kontrol Grafiği.....	24
3.7.1.1. Ortalama (X) ve Aralık (R) Kontrol Grafiği	25
3.7.1.2. Ortalama (X) ve Standart Sapma (s) Kontrol Grafiği	28
3.7.1.3. Bireysel Gözlem Değerleri (I) ve Hareketli Aralık (MR) Kontrol Grafikleri.....	30
3.7.2. Nitel Kontrol Grafiği	32
3.7.2.1. Kusurlu Oranı (p) Kontrol Grafiği	32
3.7.2.2. Kusurlu Sayısı (np) Kontrol Grafiği	33
3.7.2.3. Kusur Sayısı (c) Kontrol Grafiği.....	34
3.7.2.4. Birim Başına Kusur Sayısı (u) Kontrol Grafiği	35
3.7.3. Kontrol Dışı Eğilim Yapıları	36
 BÖLÜM 4	 39
LİTERATÜR TARAMASI.....	39
 BÖLÜM 5	 51
5.1. İşLETME TANITIMI	51
5.2. MATERYAL VE YÖNTEM	52
5.3. ARAşTIRMA BULGULARI	59
5.3.1 Kıyma Ağırlığı Kontrol Grafikleri.....	59
5.3.2. Yağ Miktarı Kontrol Grafikleri	62
5.3.2.1. İkincil Yağ Miktarı Kontrol Grafikleri	65
5.3.3. pH Kontrol Grafikleri.....	68
5.3.4. Su Aktivitesi (AW) Kontrol Grafikleri	71
5.4. PARETO ANALİZİ	74
5.5. NEDEN-SONUÇ ANALİZİ	76
 BÖLÜM 6	 83
SONUÇ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKLAR	87
 EK AÇIKLAMALAR A.	 91

	<u>Sayfa</u>
İLGİLİ PARAMETRELERİN ÖLÇÜM SONUÇLARI.....	91
EK AÇIKLAMALAR B.	105
KONTROL GRAFİKLERİ KAYSAYILARI.....	105
ÖZGEÇMİŞ	107



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Sürekli gelişme ve hedeflerle yönetim (PUKÖ) döngüsü.	11
Şekil 3.1. Bir histogram grafiği örneği	16
Şekil 3.2. Pareto diyagramı örneği.	18
Şekil 3.3. Balık kılçığı diyagramı örneği	20
Şekil 3.4. Kontrol sınırlarını gösteren kontrol grafiği	22
Şekil 3.5. Bir Noktanın orta çizgiden 3 standart sapma uzaklığının dışında olması. 36	
Şekil 3.6. Ardışık noktaların orta çizginin tek tarafında olması durumu.	37
Şekil 3.7. Doğrusal trend durumu.	37
Şekil 3.8. Kararsız bir trend durumu.	38
Şekil 5.1. Parça etlerin tesise getirilmesi.	53
Şekil 5.2. Parça e lerin kıyma makinesine sevk edilmesi.	53
Şekil 5.3. Parça etlerin kıyma haline gelmesi.	54
Şekil 5.4. Kıyma kazanının baton dolum makinesine sevk edilmesi.	54
Şekil 5.5. Kıymaların baton dolum makinesinin kazanına eklenmesi.	54
Şekil 5.6. Kıymaların batonlara dolumu.	55
Şekil 5.7. Batonların kolilere yerleştirilmesi.	55
Şekil 5.9. Baton kıyma üretim akış şeması.	56
Şekil 5.10.Kıyma ağırlığına ait X grafiği.	59
Şekil 5.11.Kıyma ağırlığına ait s grafiği.	60
Şekil 5.12.Kıyma ağırlığına X ait grafiği.	61
Şekil 5.13.Kıyma ağırlığına ait R grafiği.	61
Şekil 5.14.Yağ miktarına ait X grafiği.	62
Şekil 5.15.Yağ miktarına ait s grafiği.	63
Şekil 5.16.Yağ miktarına ait X grafiği.	64
Şekil 5.17.Yağ miktarına ait R grafiği.	64
Şekil 5.18.İkincil yağ miktarı X grafiği.	65
Şekil 5.19.İkincil yağ miktarı s grafiği.	66
Şekil 5.20.İkincil yağ miktarı X grafiği.	67

	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.21.İkincil yağ miktarı R grafiği.	67
Şekil 5.22.pH'a ait X grafiği.	69
Şekil 5.23.pH'a ait s grafiği.	69
Şekil 5.24.pH'a ait X grafiği.	70
Şekil 5.25.pH'a ait R Grafiği.	71
Şekil 5.26.Su aktivitesine ait X grafiği.	72
Şekil 5.27.Su aktivitesine ait s grafiği.	72
Şekil 5.28.Su aktivitesine ait X grafiği.	73
Şekil 5.29.Su aktivitesine ait R grafiği.	74
Şekil 5.30.Kalite problemlerinin pareto grafiği.	76
Şekil 5.31.Yağ miktarı için neden - sonuç diyagramı.	77
Şekil 5.32.Baton kıyma ağırlığına etki eden nedenler.	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Tabakalama tekniğiyle oluşturulmuş tablo örneği	20
Çizelge 5.1. Standart sınırları.....	58
Çizelge 5.2. Haftalık hata takip formu	75
Çizelge 5.3. İşletmedeki kalite problemleri	75
Çizelge Ek A.1. Baton ağırlığı ile ilgili ölçüm sonuçları.....	92
Çizelge Ek A.2. Yağ miktarı ile ilgili ölçüm sonuçları.....	95
Çizelge Ek A.3. pH oranı ile ilgili ölçüm sonuçları.....	98
Çizelge Ek A.4. Su aktivitesi ile ilgili ölçüm sonuçları	101
Çizelge Ek A.5. İkincil yağ ile ilgili ölçüm sonuçları.....	104
Çizelge Ek B.1. Kontrol grafikleri katsayıları	106

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

AKS	: Alt Kontrol Sınırı
ASS	: Alt Spesifikasyon Sınırı
İKK	: İstatistiksel Kalite Kontrol
İPK	: İstatistiksel Proses Kontrol
MR	: Hareketli Aralık
PUKÖ	: Planla-Yap-Gör- Kontrol Et
ÜSS	: Üst Spesifikasyon Sınırı
ÜKS	: Üst Kontrol Sınırı
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi

SİMGELER

I	: Bireysel Gözlem Değeri
$\bar{X}$	: Gözlemlerin Ortalaması
s	: Standart Sapma
R	: Aralık
$\bar{\bar{X}}$	: Ortalamaların Ortalaması
$\bar{s}$	: Standart Sapmanın Ortalaması
$\bar{R}$	: Aralık Ortalaması
p	: Kusurlu Oranı
np	: Kusurlu Sayısı
c	: Kusur Sayısı
u	: Birim Başına Düşen Kusur Sayısı
vd	: Ve Diğer

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hayvansal protein bakımından en zengin gıda olan kırmızı et insan beslenmesinde büyük önem arz etmektedir. Dünya nüfusunun hızla artması ülkelerin tarım, gıda ve hayvancılık konularında farklı stratejiler geliştirilmesine neden olmaktadır. Sanayi, ekonomi ve nüfus anlamında büyüyen ülkemizde de tüketiciler gün geçtikçe daha fazla bilinçlenmektedirler. Vatandaşların gelirlerinde gözlemlenen artışa bağlı olarak kırmızı ete olan talep yükselmektedir. Tüketiciler sağlıklı, izlenebilir ve güvenilir hayvansal gıda arzu etmektedirler.

Kırmızı et ve et ürünleri sektörü gıda ve tarım içerisinde en hızlı gelişen alt sektörlerden biridir. Bu gelişimde talebin hızla yükselmesinin yanı sıra üretim, işleme ve lojistikte iyileşmelerin de etkisi olmuştur. TEPGE'nin 2017 yılına ait verilerine göre dünyada büyükbaş hayvan üretimi 293,4 milyon başa ulaşmıştır. Toplam ithalat 3 milyon baş ve ihracat ise 4,5 milyon baş olarak gerçekleşmiştir. Bu rakamlar kırmızı etin ekonomik gelişmişlik ile doğrudan ilişkili olduğunun göstergesidir.

Kırmızı etin ülke sağlığına yaptığı etkinin yanında, ülke ekonomisine yaptığı katkı nedeniyle de son derece önemli bir sektördür. Ülkelere istihdam sağlayarak, refah seviyesini yükseltip, uluslararası platformlarda söz sahibi olmasına vesile olmaktadır. Bu durumu için ülkenin pazarlanabilir ve sağlıklı etleri üretip ihracat yapması oldukça önemlidir. Pazarlanabilir etin ilk adımı ise etin kalitesidir.

Günümüzde ilerleyen teknolojiye rağmen kalitede istenilen seviyeye varılamamaktadır. Hem müşteriler hem de üreticiler için her zaman daha kaliteli ürünler üretmenin yolu aranmaktadır. İktisattaki olumlu, olumsuz dalgalanmalar ve küreselleşen dünya neticesinde işletmeler arası rekabet hem iç hem de dış piyasada

kendini göstermektedir. Günümüzde işletmeler arasında oluşan bu rekabetfirmaları da sektöründe ayakta tutabilmek adına en yüksek kaliteyle en karlı şekilde ürünler meydana getirmek için zorlamaktadır. Tüketici de bu bağlamda piyasadaki en kaliteli ürünü satın almak arayışının içine girmektedir.

Kalite konusunda sürekli iyileştirme üzerine politikalar geliştiren firmalar müşterilerinin taleplerini ve beklentilerini baz alarak daha iyi çıktı meydana getirilmesini sağlamaya başlamışlardır. Bu bağlamda firmada meydana getirilen ürünlerin ne kadarının uygun olduğunu belirleyebilmek önem taşımaktadır. Ürünlerin kalitesinin iyi olup olmadığı konusunda bizlere istatistiksel kalite kontrol (İKK) yöntemleri yardımcı olmaktadır. Bu yöntemler üründeki kalite parametrelerinin değişkenliğini azaltılmasında, süreç ve ürün üzerindeki verimliliğin arttırılmasında, hataların hızlı bir şekilde belirlenmesinde yardımcı olmaktadır.

Gıda sektöründe İKK teknikleri kullanılarak süreçlerin kontrol altında olup olmadığı eğer değişkenlik mevcut ise nedeni ya da problemin ortadan kaldırılması gibi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada da kırmızı et sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın belirtilen standartlarda İKK teknikleriyardımla süreci kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır.Bu sayede kırmızı et sektöründe iyilştirmeler yapabilmeyi amaçlamaktadır.

BÖLÜM 2

KALİTE

Günümüzde işletmelerin algıladıkları kalite kavramı çok sayıda farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Kalite, ürün ya da hizmeti satın alan veya talep eden bireyin yada kişilerin o hizmet veya üründen beklenen performans, fiyatı, dayanıklılığı ya da güzel görünmesi ile nitelendirilebilir. Bu ifadeden yola çıkarak kalitenin subjektif bir kavram olduğuda rahatlıkla söylenebilir. Bir bireye göre kaliteli olan herhangi bir ürün diğer bir bireyin kullanımına uygun olmadığı için ya da beklentileri karşılamadığı için kalitesiz olarak nitelendirilebilir.

Kalitenin çok net bir tanımı olmayıp, bu tanımlarda farklı şekillerde sınıflandırmalar yapılmaktadır. Bireyin satınalma gücü sınırları içerisinde kalite için farklı sınıflandırmalar dahilinde kullanılan kalite tanımları şu şekilde yapılmıştır[1-2]:

1. Deming'in bakış açısıyla kalite, ürünü ya da hizmeti talep edenleri ptansiyel ihtiyaçlarını tatmin edebilme yeteneğidir.
2. Juran'ın bakış açısıyla kalite, ürünün tüketicinin kullanımına uygunluğu ve kusursuzluğu arayışına düzenli bir yaklaşımdır.
3. Feigenbaum'un bakış açısına göre kalite, ürün ya da hizmetin tasarımına veya özelliklerine uygunluk derecesidir.
4. Gilmore'un bakış açısına göre kalite, özel bir ürü ya da hizmetin özel bir müşterinin gereksinimlerini karşılama yeteneğidir.
5. Crosby'nin bakış açısıyla kalite, koşullara uyumluluk derecesidir.
6. Taguchi'nin bakış açısına göre kalite, ürünün teslim edildikte sonra toplumda bıraktığı en az zarardır.
7. Kano'nun bakış açısıyla kalite, müşteri ihtiyaçlarının en iyi şekilde karşılanması ve aşılmasıdır.

8. Ishikawa'ya göre kalite, en ekonomik, en kullanışlı ve tüketiciyi daima tatmin eden kaliteli ürün geliştirmek, tasarımını yapmak, üretmek ve satış sonrası hizmetleri vermektir.

Buraya kadar kalitenin farklı kişilerden ve bu kişilerin farklı görüşlerinden kalite tanımlarına ayrıntılı olarak inceledik. Kalite kontrol ve diğer kaliteyle ilgili kavramlara geçmeden önce bazı tanımlamalar vermemiz gerekir.

İşletmelerde üst yönetimini kalite seviyesine bakış açısına kalite politikası; kalite politikasının belirlenip uygulanması için organize olunmasına kalite yönetimi; kalite yönetiminin gerek kıldığı tüm sorumlulukların, talimatların ve kaynakların belirtildiği yönetsel ve organizasyonel yapılanmaya kalite sistemi; kaliteyi bir seviyede tutmak ya da daha ileriye götürmek için çabaların tamamına kalite kontrol ve bir ürün ya da hizmetin kalite yönünden müşterilerinin beklentilerinin tamamının ya da daha fazlasının getirilmesini sağlayan sistemli çabaların tümüne kalite güvencesi denilmektedir.

Yukarıda tanımı verilen kalite kontrol diğer bir ifadeyle kalite taleplerini yerine getirmek amacıyla kullanılan yöntem ve uygulamaların tamamıdır. Eğer bir süreçte kaliteyi kontrol edebilmeyi istiyorsak öncelikle aşağıda bulunan sorulara cevap bulmak gerekmektedir:

1. Daha güvenilir sonuçlar elde etmek adına ortalama değer için kaç adet ölçüm yapılmalıdır?
2. Yapılan bu ölçümler hangi örnekleme planına göre yapılmalıdır?
3. Ölçülen değerler ile beklenen değerler arasındaki farkın (oluşuyorsa) önemli olup olmadığı nasıl bilinip belirlenecektir?
4. Standart sapma ne kadar küçük olmalıdır?
5. Ortalama değer beklenen değerden farklı olması neyi ifade eder?
6. Ürünlerden kaç adet kontrol edilmelidir?
7. Süreçteki ara basamaklarda istenmeyen kalitedeki durumlarla rastlanıldığında ne yapılmalıdır?

2.1. KALİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Genelde kalite kontrol, hammadde kontrolü, sürecin belirli bir kısmından geçmiş yarı mamul kontrolü ya da nihai olarak oluşan mamul kontrolü olarak üç farklı anlamda kullanılmaktaydı. Bu malzemeler ve ya ürünler gözden geçirilir kullanılabilecek durumlarda gerekli tamir ve düzeltme işlemleri yapıp sürece kaldığı yerden devam eder, eğer kullanılabilecek durumda değilse hurdaya verilmek üzere ayrılmaktaydı.

Günümüzde işletmelerde ki kalite kontrol departmanları süreçlerde hala bu şekilde görev almakta ve kaliteyi bir sonuç olarak görmektedirler. Bu kaliteyi oluşturan birçok parametre bulunmaktadır. Bu parametreler, pazarın yapısı, müşteri özellikleri ve talepleri, sermaye, yönetim, hammadde, tezgah, çalışanların tecrübesi ve üretim yöntemleri şeklinde gruplara ayrılabilir.

Öte yandan kalite türleri genel olarak,

1. Tasarım Kalitesi
2. Uygunluk Kalitesi
3. Performans Kalitesi

olarak 3 gruba ayrılır. Yukarıda verilen üç kalite türünde ürün ya da hizmetin kalitesini oluşturan faktörler arasında yer alır.

Tasarımın kalitesi ürünün ya da hizmetin daha üretim sürecine başlamadan, müşterinin talep ya da beklentilerine göre şekillenen kalitenin kaynağını oluşturur. Her ne kadar ürün ya da hizmetin kaynağını oluştursada, tek başına kaliteli bir ürün için yeterli değildir. Uygunluk kalitesi ise tasarımda beklenen ile gerçekte ortaya çıkan arasındaki farklılık derecesidir. Kısaca süreç boyunca kalite konusunda hedeflenene ne kadar çok yaklaşılabilildiğini ifade eder, bu da bize uygunluk kalitesini verir. Performans kalitesi ise, pazarda oluşan performans düzeyini müşteri araştırmaları ve satış sonrası hizmetlerle göstermesidir.

Tüm bu klasik kalite anlayışına karşı çağdaş kalite anlayışında literatürde yerini almaya başlamaktadır ve şu faktörlerden etkilenmektedir:

1. Hammade kalite özellikleri
2. Üretim sonrası muayene ve kontroller
3. İşgörenin ve muayenenin kalifiye özellikleri
4. Alıcının beklediği ve ödemeye razı olduğu fiyat
5. Ambalajlama, depolama, lojistik ve satış sonrası hizmetler

2.2. KALİTENİN KISA TARİHÇESİ

Kalite konusu her ne kadar günümüz modern işletmelerin çözmesi gereken bir problemmiş gibi görünsede, tarihteki ilk insanlara kadar dayanan bir kavramdır. İlk insanlar buldukları yada avladıkları besinin tüketilebilir olduğunu, barındıkları yerin sağlam ya da güvenilir olduğunu belirlemek zorundaydı. Bunlar için ilkel ya da deneme yanılma yoluyla en iyisini bulmaya çalışmaktaydılar.

Diğer taraftan modern kalite kontrol yada bugünkü adıyla toplam kalite yönetimi Dr. Walter Shewart'ın geliştirip adını verdiği kontrol grafikleriyle temelleri atılmıştır. Bu şekilde istatistik kalite kontrol konusunun içine dahil olmaya başlamıştır. Shewart'ın kalite konusundaki çalışmalarını ABD'de Deming ve Juran'ın çalışmaları izlemiştir. Deming ve Juran çalışmaları toplam kalite yönetimine önemli katkıda bulunmuşlardır. Bu katkılarından dolayı her iki bilim adamı da Japonya'ya davet edilerek , Japon mühendislerle bu konuda eğitim vermişlerdir.

Kalite kontrol ilk zamanlarda ürün kalitesine önem verse de yapılan bu çalışmalar İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra kalite kontrolü ürün üzerinden çekerek süreç kalite kontrolünü odak haline getirmiştir. Kalite kontrol çalışmalarında başarı yakalayan Deming daha sonra adını vereceği Deming döngüsünü geliştirecektir. Deming döngüsü her zaman bilgi edinmeye çabalayan, elde ettiği bu bilgileri de yapıldığı organizasyonu geliştirmek için kullanan sürekli bir döngüdür.

Deming, işletmelere üretimin dışında yapılacak adımları ifade etmiş ve on dört maddeden oluşan Deming Döngüsü'nü geliştirmiştir. Kısaca kalitenin sadece istatistiki uygulamalardan ibaret olmadığını ve yönertim sistemi olarak algılanması gereken bir kavram olduğunu belirtmiştir.

Tarihte 1950'li yıllar ürünün güvenilirliği, 1960'lı yıllarda da kalite güvencesi işletmeler için önem kazanmıştır. Bu yıllar Deming dönemi olarak kabul edilir. Shewart'dan sonra Deming'de kalite konusuna bilimsel olarak bir yaklaşım ortaya atmıştır. Bu bilimsel yaklaşım işletmelerde yönetimi baz almakta, kalite kontrolün sadece kalite departmanına ya da bölümler için değil, kurumun bütününde geçerliliğini savunan 14 adet kuralı kapsamaktadır. Bu kurallar Deming Kuralları olarak bilinir ve değişimin zorunlu ve gereken bir kavram olduğunu ifade eder[3].

Geçmişten günümüze sanayinin değiştiği gibi, müşteri ile tüketici arasındaki ilişki de değişmiştir. Bu değişime istinaden kalitede kontrolde de değişimler olmuştur. Klasik bazlı kalite kontrolün yerine ilk defa Dr. Armand V. Feigenbaum tarafından geliştirilen ve 1950'li yıllarda kullanılmaya başlanan toplam kalite kontrol, tüketicilerin taleplerini en iyi şekilde karşılayabilmek adına, işletmedeki çeşitli bölümlerin kaliteyi iletme, koruma ve iyileştirme faaliyetlerini birleştiren bir sistemdir.

1950'li yıllarda Amerika'da Deming ve Juran başta olmak üzere kalite konusunda çalışmaları ve seminerleri pek ilgi görmedi fakat konu Japonlar tarafından çok sıkı bir şekilde takip ediliyordu ve bilim adamlarını ülkelerine davet ettiler. Japonlar Amerikalı bilim adamlarından aldıkları kalite kavramını kendi kültürleriyle sentezlemiş ve dünya ticaretinde hızla yer almaya başlamışlardır. Tüm bu gelişmelerin ışığında 1950'li yıllarda Amerikalı ve Japon bilim adamların kalite konusundaki katkıları, meydana gelen kalite kontroldeki değişimin, yönetimin desteğini almadığı hiçbir sistemin onay görmeyeceği düşüncesine istinaden, toplam kalite yönetimi adı verilen bir felsefe oluşmasına yol açmıştır.

1960'lı yıllar kalite konusunda bir çok model geliştirilmiştir. Feigenbaum'un üçgen modeli, Juran'ın spiral biçiminde modeli bunlara örnektir. İkinci Dünya Savaşı'ndan

sonra kalite konusundaki uğraşlar başlangıçta çok yavaş gibi görünse de giderek hızlandı. Bu dönemde kalite konusundaki uğraşlar hukuki yaptırımlar, müşteri taleplerindeki artan oran, ürünün ilgili kalite özelliğindeki giderek daralan toleranslar, işletmeler arasındaki artan rekabet gibi nedenler bu uğraşları arttırmaktadır. Yine bu dönemdeki çabalardan biri olan ve Amerikalı Philip Crosby'nın geliştirdiği sıfır hata yaklaşımı ortaya atılmıştır. Bu yaklaşım yapılan işin ilk defada doğru yapılması şeklinde yorumlanabilir.

Kalite konusunda sadece Amerikalı bilim adamları değil Japonlarda oldukça katkıda bulunmuşlardır. Bunlardan biri olan Kaoru Ishikawa 1960'lı yılların başında kalite problemlerinin çözümü için balık kılçığı, kalite çemberleri gibi yaklaşımlar araç olarak kullanmıştır.

Yine Japon bir bilim insanı olan Genchi Taguchi istatistiksel deney tasarımı, kalite kayıp fonksiyonu, kalite tasarımı ve kalite maliyetleri konularıyla ilgili çalışmalar yapmıştır. Taguchi, maliyetlerin optimum düzeyde olmasının, toleransların akılcı bir şekilde hesaplanmasıyla mümkün olabileceğini belirtmiştir.

Toplam kalite yönetimine önemli katkısı bulunan Japon Masaaki Imai, sürekli gelişme felsefesini işlemiştir. Kaizen olarak ifade edilen bu kavram, Japonca'da ki değişim manasına gelen kai ve iyi manasına gelen zen kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Imai için kaizen rekabet etmeye açılan yeni bir kapıdır. Daha önce bahsedilen kalite kontrol çemberleri Japonya'da 1962 yılında kullanılmaya başlanmış ve poka yoke kavramı geliştirilmiştir. Poka yoke süreçlerden elde edilen ve uygun olmayan ürünlerin kullanımını engelleme sistemini ifade eder.

1970'li yıllarmüşterilerin taleplerine daha çok karşılmasına önem verilen bir dönem olmuştur. 1980 ve sonraki yıllarda, Amerika'da Deming'in kalite yaklaşımı ve Taguchi'nin istatistiksel deney tasarımı teknikleri sanayide kullanılmaya başlanmıştır. Yine bu yıllarda stratejik yönetim yaklaşımı, yeni anlamdaki yönetim anlayışının bir boyutu haline gelmiştir. Bu yıllardaki en büyük gelişmelerden biri de benchmarking'dir. Benchmarking, işletmelerin başarı düzeylerini arttırmak için ulaştığı saptamaların uyarlamasıdır.

Tarihe kısaca bakıldığında kalitenin gelişmesindeki en önemli kriterin rekabet olduğu farkedilir. Kısaca, 1960'larda üretim üstünlüğüyle birbiriyle rekabet eden firmalar, 1970'lerde maliyet üstünlüğü, 1980'lerde kalite üstünlüğü, 1990'larda hız üstünlüğü , 2000'lerde bilgi üstünlüğü ve nihayet 2010'larda inovasyon ve Ar-Ge üstünlüğü ile birbirleriyle rekabet etmeyi sürdürmektedir.

2.3. TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ

1950'li yıllara bakıldığında Japonların piyasaya fiyatları oldukça uygun fakat kaliteden yoksun ürünler sürdüğünü görebiliriz fakat sonraki yıllarda kalite kavramı konusunda oldukça büyük atılımlar gerçekleştirmişlerdir. Japonlar, batıdan doğan istatistiksel kalite kontrolünü, beşeri ilişkilerle sentezleyerek kalite konsuna farklı yaklaşımlar sergilemişlerdir. Bu büyük başarının en büyük nedeni, denizler ötesinden Amerika'dan gelen bilim insanlardan elde edilen bilgi motivasyonunu kendi kültürleriyle birleştirmeleri olduğu söylenebilir.

Bu gelişmeleri hepsi Japonların Dünya sanayisinde hızla gelişmelerine ve hatta Batı'nın sanyileşmiş ülkelerini öyle ki Amerika'yı bile yeni arayışlara neden olmuştur. Bu vesileyle istatistiksel kalite kontrolün temelinde çok fazla değişim yaşanmadan, kalite kontrol konsunda gelişmeler yaşanmıştır. Bunun sonucunda ise toplam kalite kontrol, kalite güvence sistemi ve toplam kalite yönetimi kavramları doğmuştur.

Toplam kalite kontrol kavramının öncüsü Feigenbaum'dur. Ona göre toplam kalite kontrol, sadece işletmelerde üretilen ürünleri değil; tüketicilerin talep ve beklentilerini sağlamak amacıyla kalitenin oluşturulmasına, ve geliştirilmesine yönelik uygulamaların, işletme içindeki her birimin faaliyet gösterdiği bir sistemdir.

Kalite güvence sistemi ise toplam kalite kontrol yaklaşımı çerçevesinde kalite kontrol fonksiyonun verimli bir şekilde uygulanabilmesine ilişkin bilgiler tedarik eden faaliyetler bütünüdür. Öte yandan, toplam kalite kontrol ve kalite güvence sistemleri yaklaşımı kapsamında, işletmede çalışan herkesin katılımı iler yaşana bütün süreçlerin daima iyileştirilmesi amacıyla müşterilerinin ve çalışanlar tarafından

betimlenen kalite ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlamak suretiyle uygulamaların kabul edilip , kalitenin tam anlamıyla gerçekleştirilmesini ve lineer bir şekilde arttırılmasını sağlayan yönetim anlayışına toplam kalite yönetimi denir.

Toplam kalite yönetimi (TKY) genel hatlarıyla kaliteyi ve verimliliği yükseltme, maliyetleri düşürme, gereksiz giderleri nleme, işlem zamanlarını kısaltma, sürekli iyileştirme ve geliştirme amaçlarına sahiptir. Mankichi Tateno'ya göre toplam kalite yönetiminin 3 temel hedefi vardır:

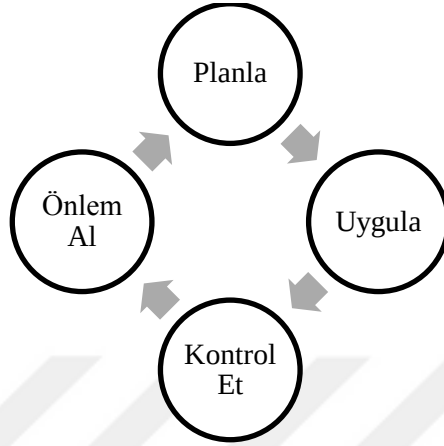
1. Tüketicilerin taleplerini karşılayacak hizmet ya da ürün üreterek, güven kazanmak.
2. Çalışılan ortamını ve kalitesini daha düşük maliyet, daha az hata ve iyileştiri önlemlere alarak daha yüksek kara ulaşmak.
3. Çalışanların işletmenin amacına varma sürecindeki potansiyellerini tam olarak kullanmalarını sağlamak, firma politikasının genişlemesini ve gönüllü faaliyetleri teşvik etmek.

Sistemin sürekli geliştirilmesi süreci olarak tanımlanan toplam kalite yönetiminin temel elemanları şunlardır[4]:

1. st yönetimin yaratıcılığı ve katılımcılığı,
2. Tüketicisi ve kalite merkezlik,
3. nlmeye ve süreç odaklılık,
4. İ müşterilerin eğitimi ve insana yapılan yatırım,
5. Tekim alışması,
6. Kaizen sürecinin benimsenmesi

Toplam kalite yönetiminin etkin olarak kullanılabilmesi için sürekli gelişme fikrinin, tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi zorunludur. Sürekli gelişme kavramı ilk olarak Shewart tarafından ortaya atılmış daha sonra Deming tarafından geliştirilmiş ve Deming döngüsü olarak da adlandırılmış bir döngüdür.

Deming'in Planla-Yap-Gör-Kontrol Et şekliyle oluşturulduğu döngüden esinlenen Japonlar kalite kontrolün tüm basamaklarına uygulayarak Şekil 2.1'deki gibi PUKÖ döngüsü olarak isimlendirmişlerdir.



Şekil 2.1. Sürekli gelişme ve hedeflerle yönetim (PUKÖ) döngüsü.

Temelinini Deming döğüsünden aldığı için Deming döngüsü olarak da adlandırılan bu döngü, kalite kontrol faaliyetlerini PUKÖ olarak isimlendirilen dört adımda bir süreç oluşturarak daha iyi sonuç vermesini sağlayan bir araçtır. İlk adımda istenilen sonuca ulaşmak için hedefler belirlenip planlanır. İkinci adımda küçük bir bölüme uygulanır. Üçüncü adıma uygulama sonuçları ölçülüp değerlendirilir. Dördüncü adımda ise uygulama için gerekirse önlem alınıp ne kattığı irdelenir. Daha sonra farklı değişiklikler ve iyileştirmeler planlanır ve onlarda aynı süreçlerden geçerek organizasyona yeni bilgi olarak geri döner.

Toplam kalite yönetiminin yararları şunlardır[5]:

1. Kalitenin; işletmenin bütününde ve liderlik kalitesi, iş kalitesi, yönetim kalitesi, iletişim kalitesi, insan kalitesi, sistem kalitesi, firma kalitesi, süreç kalitesi, hedeflerin kalitesi ve donanım kalitesi gibi tüm disiplinlerde iyileştirilmesi, korunması ve geliştirilmesi,
2. İç müşterilerinin tatmininin sağlanması,
3. İç müşterilerinin motivasyonun geliştirilmesi,
4. İşgücünün verimliliğinin artırılması,

5. Çalışanların kendisinden ya da sistemden kaynaklanan hata ve problemlerin, gereği olmayan giderlerin, işletmenin genel maliyetlerinin azalması,
6. Toplam verimli bakım yönetimi sayesinde ekipman vb donanımların bakım maliyetlerinin azalması,
7. Problemlerin kaynaklarını daha hızlı ve etkin bir şekilde bulunması,
8. İşletme için değer yaratmayan uygulamaların ortadan kaldırılması,
9. Tüketici şikayetlerinin azalması,
10. İşletme karının artmasıdır.



BÖLÜM 3

İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL TEKNİKLERİ

İstatistiksel kalite kontrol teknikleri sürecin her bir basamağında kullanılır. Ham maddenin geliştirilmesi, iş gücü, malzemenin verimli kullanımı, üretim duruşlarından ötürü meydana gelen maliyetlerin düşürülmesi, bakım maliyetlerinin azaltılması, arızalı ürün sayısının azalma ve müşteri ile aralarındaki bağın güçlenmesinde bu teknikler oldukça yararlıdır.

İstatistiksel kalite kontrol teknikleri; sürecin takibini, sürecin kontrol dışına çıkmasını sağlayan faktörlerin tespitinde ve bunların yok edilmesinde önemli bir faktördür. Kontrol dışına çıkan her süreçte değişkenliğin etkisi söz konusudur.

Günümüzde işletmeler üretim sürecinde her ne kadar gelişmiş yazılımlar ya da teknolojiler kullansalar da süreçlerde değişkenlik hala söz konusudur. Süreçlerde meydana gelen değişkenliklerin nedenleri özel ve genel olarak iki grupta toplanabilir. Özel nedenler, üretim için alınan malzemenin homojen olmaması, üretimde kullanılan ekipmanın bozulması, işçilerin dikkatsizliği yada ürünün birden fazla ekipmandan geçmesinden ötürü ekipmanın birinde arızanın meydana gelmesidir. Genel nedenler, Üretim parametrelerinin birinde rassal olarak meydana gelen tek başlarına çok büyük problemler ortaya çıkarmayan nedenlerdir. Titreşim, sıcaklık, nem vb örnek olarak gösterilebilir. Eğer bir süreç genel nedenlerin etkisi altındaysa o süreç istatistiksel olarak kontrol altındadır.

İstatistiksel kontrol yöntemleri karmaşıklık seviyesine göre temel, orta ve zor olarak 3 grupta toplanır. Temel istatistiksel teknikler; frekans dağılımı, histogram, pareto analizi, balık kılçığı diyagramı, gruplandırma, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleridir. Orta düzeydeki istatistiksel teknikler; örneklem araştırması teorisi, örneklem muayenesi, istatistiksel tahmin ve deney planlanmasıdır. İleri düzeydeki

istatistiksel teknikler; çok değişkenli çözümleme, yöneylem araştırması, ileri düzey deney planlaması, beyin fırtınası ve 5N1K'dır.

3.1. FREKANS DAĞILIMI

İstatistikte veriler genellikle belli bir düzende bulunmazlar. Bu verilerden bu şekilde anlamlı sonuçlar çıkarmak oldukça zor olabilir. Frekans dağılımı tekniği verileri bir düzen içerisinde göstererek anlamlı sonuçlar çıkarmamıza yardımcı olabilir.

Frekans kısaca bir olgunun görölme sıklığıdır. Gözlemin sonucunda elde edilen değerlerin görölme sıklığı bize o olgunun frekansını vermektedir. Gözlemdeki olgularının frekanslarının belirlenmesi aslında basit bir sayma ve gruplama işlemidir. Bu işlemler tablolar üzerinde gösterilir.

Frekans dağılımı tablolarında genellikle frekans, yüzde, yığılmalı frekans, yığılmalı yüzde bilgileri yer almaktadır. Frekans görölme sıklığını, yüzde görölme sıklığının küme içerisindeki yüzdesini ifade etmektedir. Kümülatif frekans ise kendisinden bir önceki frekans değerinin üstüne eklenerek hesaplanır. Kümülatif yüzde frekansı da aynı şekilde hesaplanır. Kümülatif değerlerin hesaplanabilmesi için en sıralı az üç kategori olmalıdır. Frekans tabloları gözlemlerdeki tek bir parametreyi betimleyebilecekleri gibi iki ve ya daha fazla sayıdaki parametreyi gösterebilirler. Parametre sayısı arttıkça, tablonun yorumlanması da o ölçüde değişir.

3.2. HİSTOGRAM

Histogramlar frekans bilgisinin bir çizgi üzerindeki sütunlarla gösterilen grafiklerdir. Bu grafikler, verilerin dağılımının nasıl, ne şekilde ve verilerin farklılıklarının ya da değişkenliğinin ölçülmesinde etkin rol oynamaktadır [6].

Histogramlar sürekli değişkenlere dayalı verileri çözümlemek için kullanılmaktadır. Bu sayede, parametrelerin yayılım ölçüleriyle ilgili çalışmayı ve yorum yapmayı kolaylaştırmaktadır. Verilerin frekans tablosu kullanılarak Tablo 1'deki gibi düzenli bir şekilde gruplanmasına istinaden histogram oluşturulur. Çok büyük verilerin bir

düzen içerisinde gruplara ayırabildiği için histogram gruplandırılan veri kümelerinin anlaşılıp, ifade edilmesine olanak tanımaktadır. Histogramdaki sütunlar verilerin nasıl dağıldığını, hangi değerlerde daha fazla yoğunlaştığını ve hangi değerler de daha az yoğunlaşma olduğunu göstermektedir. Sütun grafiğinden ayrı olarak, daha önce belirtildiği üzere histogramda x-ekseni kategorileşmiş bir parametreyi değil, belli bir sayısal aralık değerini belirttiğinden sürekli değişkeni ifade etmektedir. Bu nedenle, sütunların arasında boşluklar yoktur ve ayrıca veri dağılımının iyi bir şekilde ifade edebilmek için grup genişlikleri eşittir. Şunu da eklemek gerekir ki histogram grafiğinde sütun grafiğinden farklı olarak sütun uzunlukları o grupta kaç adet veri olduğunu göstermektedir [6].

Histogram grafiği oluşturulurken açıklığın hesaplanarak bulunması (a), grup sayısı (s) ve grup genişliğinin (g) belirlenmesi gerekmektedir. Tam bu noktada histogram grafiğinin iyi anlaşılıp yorumlanabilmesi için bu üç bileşenin ne olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu bileşenlerle ilgili açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

Açıklık (a): Veri kümesindeki en büyük veriyle en küçük verinin değeri arasındaki farktır.

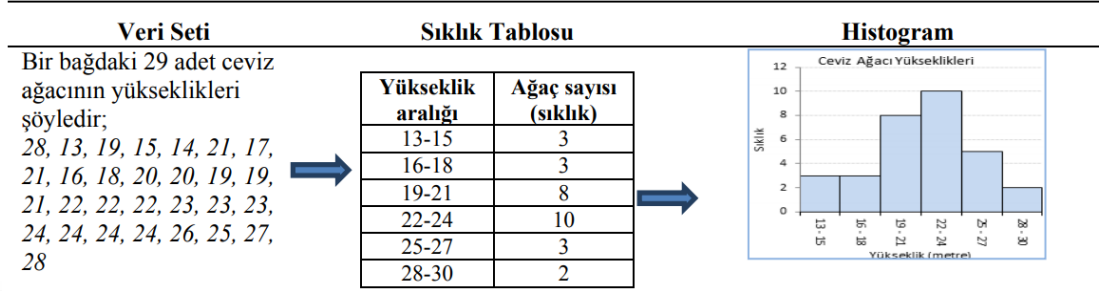
Grup Sayısı(s): Histogram grafiğindeki sütunların sayısıdır. Her bir sütun bir gruba ait sıklığı temsil eder. Grup sayısı, hesaplanmaz karar verilerek elde edilen bir değerdir. Dağılım için en iyi olan grup sayısı bir tercih yapılmalıdır.

Grup genişliği(g): Her bir veri grubunun genişliğidir. Gösterilen aralıkta kaç adet değer olduğu sütunda belirtir. Grup genişliği grup sayısı gibi tercih neticesinde belirlenmez, açıklık ve grup sayısı dikkate alınarak hesaplanan bir değerdir. Grup genişliği belirlenirken aşağıdaki eşitsizlik kullanılarak “g” için en küçük doğal sayı değeri verilir.

$$\frac{a}{s} < g \quad (3.1)$$

Şekil 3.1'de bu üç bileşen kullanılarak oluşturulmuş bir histogram örneği oluşturulmuştur. Bu örnekteki veri setinde en büyük ve en küçük verilerin arasındaki

fark bulunarak açıklık hesaplanmış daha sonra dağılımı daha iyi ifade edebilecek bir grup sayısı belirlenmiştir. Açıklığın grup sayısına oranıyla da her bir grubun ne kadar genişliğe sahip olacağı belirlenmiştir. Bütün bileşenler hesaplanıp belirlendikten sonra veri dağılımını gösteren histogram grafiği çizilmiştir.



Şekil 3.1.Bir histogram grafiği örneği [7].

3.3. PARETO DİYAGRAMI

Çevremizde oldukça ilginç oranlar var. 80-20 oranı bunlardan sadece biri. Bu oran Vilfredo Pareto tarafından ilk olarak ekonomi biliminde gözlemlenmiş. İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto, İtalya'nın topraklarının %80'inin, nüfusun %20'sine ait olduğunu fark etmiş. Araştırmaları sonucunda 80-20 oranının başka konularda da ortaya çıktığını fark etmiş ve bu orana adını vermiş: Pareto ilkesi.

Bu enteresan oranı hayatın her alanında görebilirsiniz. İş dünyasında satılan ürünlerin %20'si işletme karının %80'ini meydana getirmesi, trafikte kazaların %80'ine araç sürücülerin %20'si neden olması bu orana örnek gösterilebilir. Bunun kuramsal bir kural olduğunu belirtmek gerekir çünkü neden böyle olduğuna dair rasyonel bir açıklama konulamamıştır.

Verimliliğin artırılması konusunda çözülmesi gereken çeşitli sorunların varlığı, hangisinin daha önemli olduğuna ve öncelik verilmesi hususunda çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Pareto analizi, önceliklerin belirlenmesi konusunda karar verme araçlarından biridir.

Pareto analizi en önemli birkaç sorunun yada konu üzerine dikkatin toplanmasını ve önceliklerin belirlenmesini sağladığından verimlilik analizi için yararlı bir araçtır ve genellikle pazarlama, kalite kontrol, stok analizi, satınalma, satış analizi ve atık azaltma süreçleri gibi üretim ve yönetim alanlarında kullanılmaktadır.

Pareto diyagramı altı adımda oluşturulabilir:

Elemanların Sıralanması: İlk olarak işletmede oluşan problemlerin listesi çıkarılmalıdır. Daha sonra bir problem türüne sebep olan tüm problem miktarlarının toplanması ve sıralanması ilk basamağı oluşturmaktadır.

Elemanların Ölçümünün Yapılması: Belli bir zaman aralığında analiz edilecek konuyla ilgili yine belirli zaman aralıklarıyla elde edilecek veriler için kayıt sistemi oluşturulmalıdır. Problemlerle ilgili elde edilen sayısal bilgiler bu sistem aracılığıyla kayıt altına alınır.

Elemanların Gruplandırılması: Bu basamakta problemle ilgili veriler matematiksel olarak gruplandırılır.

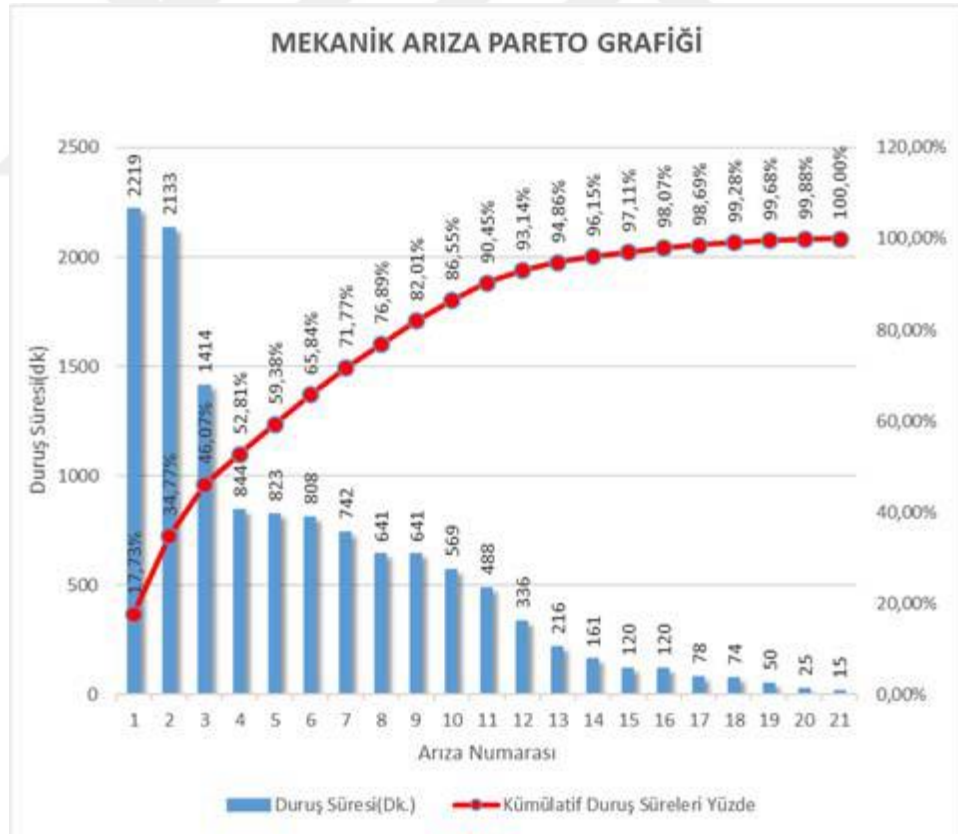
Kümülatif Dağılımların Hesaplanması: Tüm problem türlerine göre oluşan veriler gruplandırıldıktan sonra toplam değer bulunur. Daha sonra verilerin kümülatif olarak yüzdeleri hesaplanır ve Pareto grafiği çizilir. Şekil 3.2'de bir pareto diyagramı örneği gösterilmiştir.

Pareto Grafiğinin Oluşturulması: İlgilenilen problemin nedenleri yatay eksene eşit aralıklar şeklinde önem sırası baz alınarak sütunlara belirtilir. En önemli nedeni temsil eden sütun grafiğin en soluna eklenir. Grafiğin sağ tarafına doğru önem derecesi azalan nedenlere doğru sütunlar yerleştirilir. Belli bir zaman aralığında oluşan problemlerden dolayı meydana gelen ve araştırılan parametre (toplam duruş süreleri, toplam ağırlık, şikayet sayısı vb. nedenler) ise dikey eksenle ifade edilir. Problemin ilgili parametresinin toplam frekans içindeki değerleri sütunların boylarını oluşturmaktadır. Aynı zamanda grafikte toplam eğri bulunmaktadır. Bu eğri çizgi ile gösterilmektedir. Eğri grafiğin en alt sol köşesinden başlayıp bütün sütunları dikey

eksende kesecek ve sütunların toplam değer içindeki miktarını gösterecek şekilde en üst sağ köşede son bulur. Bu eğri bize daha sonra çizilecek pareto grafikleri için bir karşılaştırma yapmamıza olanak tanır. Genellikle pareto grafiklerinin sağ tarafında bulunan dikey eksende ilgili parametrenin yüzdesi bulunmaktadır. Şekil 3.2'de bir pareto grafiği örneği görebilirsiniz. Bu parametreleri aşağıdaki formülle bulunur:

$$\text{Duruş Sürelerinin Yüzdesi} = (\text{Sütundaki Parametre Birimi}) / (\text{Toplam Parametre Birimi}) \times 100$$

Pareto Grafiğinin Yorumu: Pareto grafiği daha önce de bahsedildiği gibi en önemli probleme dikkat çekmektedir. Pareto grafiği istatistiksel süreç kontrol teknikleri arasında en güvenilir tekniktir olmasına karşın her konu da olduğu gibi paretoyu yapan kişinin yetkinliğiyle sınırlıdır [8].



Şekil 3.2.Pareto diyagramı örneği.

3.4. BALIK KILÇIĞI DİYAGRAMI

Balık kılçığı diyagramı, belli bir nedenin veya olayın olası sebeplerini daha rahat görmek için kullanılır. İstatistiksel kalite kontrol teknikleri problemin nedenlerini hem rasyonel hem de görsel olarak daha rahat belirlemek için kullanılan araçlardır. Bu faaliyet en basit haliyle diğer bir adı olan sebep-sonuç diyagramları ile yapılabilir.

Bu teknik Kaoru Ishikawa tarafından oluşturulmuş ve karar verme bilimine hizmetine sunulmuştur. Görüntüsü balık kılçığına benzediği için grafik bu adla anılmaktadır fakat sebep sonuç diyagramı ya da yaratıcısının ismi olan Ishikawa diyagramı olarak da anılmaktadır. Ishikawa diyagramı, diğer istatistiksel kalite kontrol teknikleri gibi belli bir probleme neden olan tüm faktörleri göstererek hangi parametrenin daha fazla etki ettiğini görmemize yardımcı olmaktadır.

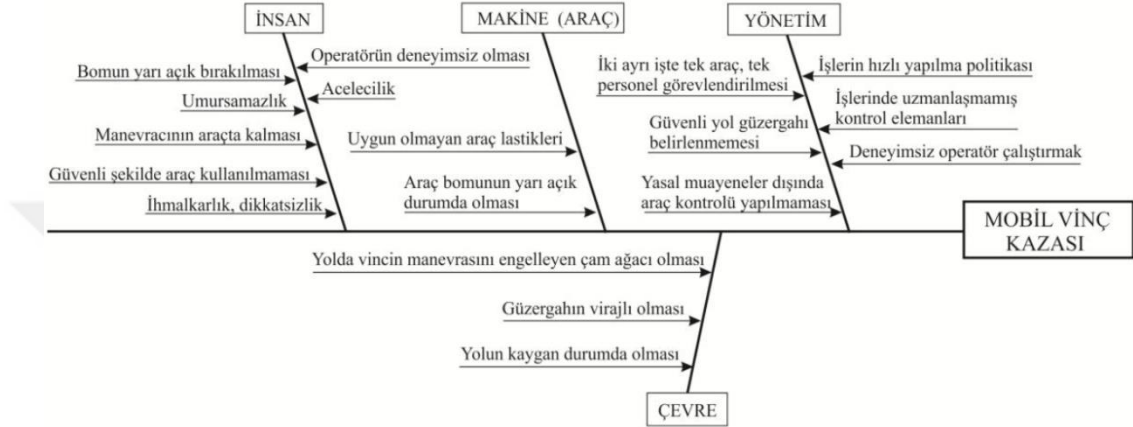
Balık kılçığı diyagramı bize; problem çözüm sürecini şekilsel olarak daha düzenli hale getirilmesini, sistemli bir şekilde bilinen nedenlerden bilinmeyen nedenlere doğru yönlendirerek problemlerin çözümünü, problemle ilgili kişilerin deneyimlerinden faydalanma konularında olanak tanımaktadır [9].

Balık kılçığı diyagramını aşağıdaki adımları izleyerek oluşturulabilir;

1. Problemin net olarak bilinmesi gerekmektedir. İlk olarak düz bir doğru çizilerek doğrunun sonuna problem belirtilir.
2. Problemin olası nedenleri etraflica belirlenmeli ve ana başlıklar altında gruplanmalıdır. Ekipteki herkesin fikri sorulmalı, katılım sağlanmalıdır.
3. Bu aşamada ekipteki herkes beyin fırtınası yapmalıdır. Bu sayede katılım sağlanır ve herkes problemin bilinmeyen taraflarını öğrenerek ekipteki bütün herkes çözüm için aynı noktada buluşabilir.
4. Ekipteki herkes kendine göre en önemli problemin alt nedenlerine bir derecelendirme yaparak önem sırası oluşturur. Herkesin oluşturduğu önem sıraları birleştirilerek sorunun nedenleri önem derecesine göre dizilir. En

fazla öneme sahip alt neden belirlendikten sonra iyileştirme çalışmaları başlar. Bu tek seferlik bir uygulama değildir. Belirli zaman aralıklarında diyagramın güncelleştirilmesi gerekmektedir.

Aşağıda Şekil 3.3'de yukarıdaki adımların neticesinde çizilmiş örnek bir balık kılçığı diyagramı görebilirsiniz.



Şekil 3.3.Balık kılçığı diyagramı örneği [10].

3.5 GRUPLANDIRMA

Gruplandırma diğer adıyla tabakalama tekniği verilerin ana başlık altında toplanarak daha kolay anlaşılır hale getirilmesini sağlar. Örneğin firmanın aynı ham maddeden farklı markalarla ürettiği ürünlerin markalara göre gruplandırılması mümkündür. Çizelge 3.1'de gruplandırma yöntemiyle oluşturulmuş bir çizelge örneği gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.Tabakalama tekniğiyle oluşturulmuş tablo örneği [11].

Malzeme	Marka, üretim yeri, imalatçı, parti no
Makine/araç gereç	Tip no, model, yıl
Operatör	Adı, ekip, yaş, tecrübe
İşletme şartları	Isı, basınç, hat hızı, aydınlanma
Zaman	Sabah, öğle, gün, hafta
Çevre ve iklim	Yağmur, kar, nem

Bu teknik problemi çözmemize yardım etmektedir fakat sadece bu tekniği kullanmak bize fayda sağlamamaktadır. Tabakalama tekniği verilerin dağılımı veya düzenlenmesi neticesinde, diğer istatistiksel tekniklere taban oluşturmaktadır.

3.6. SERPİLME DİYAGRAMI

Serpilme diyagramı, iki nicel parametre arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılan istatistiksel bir grafik yöntemidir. İki ölçülebilen parametre birbirini etkiliyorsa bu etkileşimin yönü ve şiddeti bu grafik türüyle araştırılır. Neden olan parametreler yatay eksenle sonuç konumundaki parametreler dikey eksenle gösterilmektedir [12].

Dikey ve yatay eksenle birbirine karşılık gelen değerler grafik üzerinde nokta koyularak belirtilir. En sonunda noktaların dağılımına dikkat edilerek iki parametre arasındaki ilişkinin yönü ve kuvveti belirlenir. Noktaların sol alt köşeden sağ üst köşeye doğru gitmesi parametrelerin pozitif; sol yukarı köşeden sağ alt köşeye doğru bir yol izlemesi negatif yönlü ilişki içerisinde olduklarını gösterir. Aynı zamanda grafikte bir doğrunun etrafında çok uzaklaşmadan homojen bir şekilde dağılmasında parametreler arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

3.7. KONTROL GRAFİKLERİ

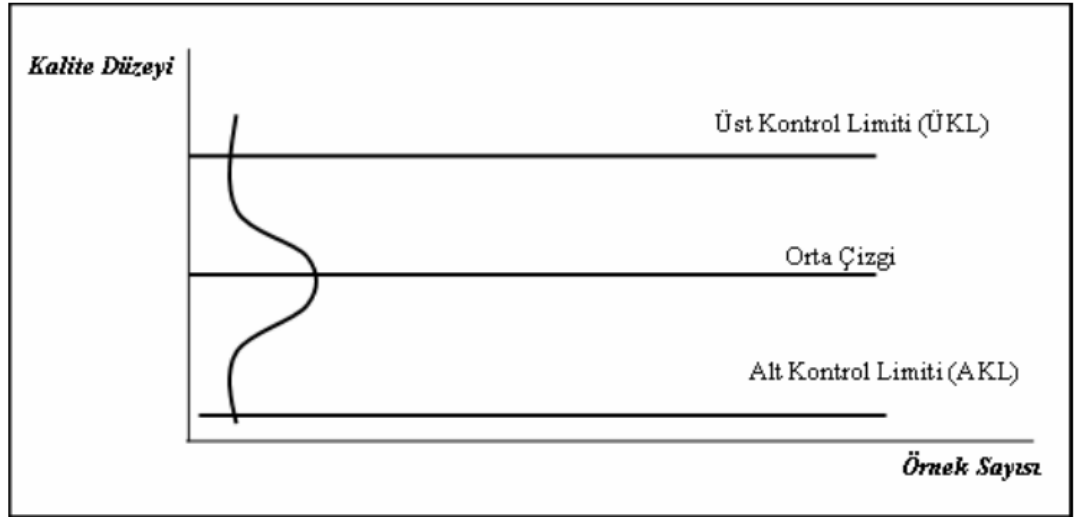
Temel düzey istatistiksel tekniklerinden biri olan kontrol grafikleri daha çok normal dağılan süreçlere uygulanmaktadır fakat normal dağılım göstermeyen süreçlerde de kullanılabilirler. Bir sürecin sonucunda elde edilen ürünlerin ölçülebilir ve değerlendirilebilir olması daima karıştırılır. Eğer bir sürecin parametreleri ölçülebiliyorsa "Nicel Kontrol Grafiği" kullanılır, ölçülemiyor değerlendirilebiliyorsa "Nitel Kontrol Grafiği" kullanılır.

Literatüre 1926 yılında W.E.Shewhart tarafından temelleri atılan kontrol grafikleri, prosesin istatistiksel metotlarla daha karlı ve sağlam şekilde sürecin kontrolünü ele alma konusunda en etkili araçlardır. Yapay sebeplerden ötürü meydana gelen değişimler, prosesi iyi yönde etkilemeyeceğinden olumsuz olarak etkilediğinden, bu sebepler betimlenmeli, detaylı bir şekilde araştırılmaları ve kontrol altında

tutulmaları gerekir. Kontrol grafikleri, oluşabilecek her türlü değişimlerin yapay ya da doğal sebeplerden meydana geldiğini ayırt etmeye yarayan etkili bir araçtır.

Kontrol grafikleri sürecin oluşturduğu üretimin olabilirlik çerçevesinde kalıp kalmadığını analiz edip, bu çerçevenin sınırlarını aşması durumunda sinyal vererek sürecin uygun sınırlar içersine çekilmesine imkan veren dolayısıyla, bir sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını belirlemek üzere kullanılan bir grafik analiz metodudur.

Bir kontrol grafiği basit olarak üç çizgi ile gösterilir. Bu çizgiler merkez ve ya orta çizgi, üst kontrol ve alt kontrol sınırıdır. Merkez çizgi istenilen kalite özelliğinin hedeflenen değeridir. İstenilen kalite özelliğinin değer ne kadar merkez çizgiye yakınsa o kadar başarılı olunur. Kontrol grafiklerindeki bu üç çizgide zaman çizgisine paralel doğrularla gösterilirler. Şekil 3.4'de genel bir kontrol grafiğinin örneğini bulabilirsiniz.



Şekil 3.4.Kontrol sınırlarını gösteren kontrol grafiği [13].

Tüm kalite değişkenlerinin kontrol sınırları içerisinde kalması süreçte herhangi bir problemin olmadığını göstermez. Kontrol grafikleri proseste bir problem olduğunu gösteren uyarı mesajları verirler. Kontrol grafikleri sayesinde kalite değerlerinin sınırlara yaklaşması yada sınırın dışına çıkması halinde gerekli önlemleri almamızı

sağlar. Bundan dolayıdır ki genellikle dengeli olmayan proseslerde daha çok kullanılırlar. Gıda, kimyevi maddeler ve ilaç sanayisinde oldukça kullanımı yaygındır.

Kontrol sınırlarının var oluş nedenleri vardır. Kontrol sınırları, sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını anlamak için kullanılır. Kontrol grafiğinin alt ve üst sınırları diğer adıyla spesifikasyon sınırları limitleri ürün adına teknik bir anlama sahiptir. Üretimi için onay verilen her ürünün önce kalite standartları belirlenir. Ürünün işlemi ile beraber teknik resmi ve ölçüleri de üretime verilir. Bu ölçüler kati değildirler ve belli tolerans payına sahiptirler. Bu spesifikasyonlar işletmelerde tüketici, üründen sorumlu mühendis veya yöneticiler tarafından belirlenebilir.

Kalite toleranslarının sebepleri araştırıldığında iki neden ortaya çıkar:

Genel nedenler: Süreçte ürün oluşumuna etki eden nedenlerin tamamında daima var olan ortak nedenlerdir. Kalite programının niteliği, üretim için kullanılan malzeme özellikleri, üretim koşulları, teçhizatların işlevselliği, çalışanların sosyal hakları gibi nedenlerdir [14].

Özel nedenler: Süreçte ürün oluşumuna etki eden nedenlerin bazılarında her zaman ortaya çıkmayan aksaklıklardır. Makinelerden birinin arızalanması, işçilerin işi ağırından alması veya ürün için kullanılacak hammaddenin belirlenen ya da istenilen kalitede olmaması gibi nedenlerdir [14].

Kontrol edilecek sürecin istenilen karakteristik sayısına göre iki temel kontrol grafiği bulunmaktadır; tek değişkenli kontrol grafiği ve çok değişkenli kontrol grafiği. Tek değişkenli kontrol grafiği bir tek kalite karakteristiğinin gösterildiği grafik, çok değişkenli kontrol grafiği ise birden fazla kalite karakteristiğinin aynı anda gösterildiği grafiklerdir.

İstatistiksel kalite kontrol grafikleri ürün, müşteri ya süreç için önemli olan ve gözlemlenmesi gereken kalite karakteristiklerinin hedefe yakın durmasını ve

spesifikasyon sınırları içinde kalmasını sağlayan bir çizgi grafiğidir ve iki çeşidi vardır; nicel ve nitel kontrol grafiği. Her proseste ölçülebile kalite parametresi olduğu gibi ölçülemeyen parametrelerde bulunmaktadır. Kalite parametresi herhangi bir şekilde ölçülebiliyorsa nicel kontrol grafiği, eğer ölçülemiyor ve hatalı hatasız olarak ayrılabiliyorsa nitel kontrol grafiği kullanılır.

3.7.1. Nicel Kontrol Grafiği

Bir sürecin arzu edilen kalitesini seviyesini devam ettirebilmenin en etkili yolu kontrol grefikleridir. Nicel kontrol grafikleri süreçlerde oluşan ürünlerin kalitesine etki eden parametrelerin ölçülebilir özelliklerini görmek için kullanılır. Bu özellikler, uzunluk, ağırlık, çap kalınlık vb. örnekler verilebilir.

Nicel kontrol grafikleri

1. Ortalama ($\bar{X}$) ve Aralık (R) Kontrol Grafikleri
2. Ortalama ($\bar{X}$) ve Standart Sapma (s) Kontrol Grafikleri
3. Bireysel Gözlem Değerleri (I) ve Hareketli Aralık (MR) Kontrol Grafikleri

olmak üzere üç gruba ayrılır.

Nicel kontrol grafikleri iki farklı yoldan oluşurulabilir. Bunlardan ilki standartları verilmiş olan kontrol grafiğidir. Bu ana kütle ortalaması (μ) ve standart sapmasını bilindiği anlamına gelmektedir. İkincisi bu parametrelerin bilinmeyip, örneklemelerin ortalamasını ve ayrı olarak ortalamalarında ortalaması bulunması gerekmektedir. Örneğin , $n=8$ hacimlik örneklem büyüklüğünde 30 tane örneklemi rassal olarak çektikten sonra herbir örneklem için ortalama (X_i) ve ortalamaların ortalamasını ($\bar{X}$) bulunmasına gerek yoktur, kütle ortalamasının ve standart sapmasının bilinmes durumunda, sürece dair kararda verilebilir. Bu şekilde oluşturulan grafik standartları verilmiş kontrol grafiği anlamına gelir[11].

Kontrol grafikleri ile hem alınan gözlemlerin ortalamalarının dağılımı hem de alınan gözlemlere ait dağılma ölçülerinin yayılımı takip edilir. Kontrol grafiklerinde

ortalama için grafik “ X Grafiği”, standart sapma için kullanılan grafik “ S Grafiği” ve değişim aralığı için kullanılan grafik ise “R Grafiği” olarak isimlendirilir. Ortalamagrafiği standart sapma veya değişim aralığı grafiği ile birlikte kullanılır. Bunun gerekçesi, ortalamalar birebir aynı olmakla beraber standart sapmalar büyük olup proses kontrol dışı olabilir. Sadece ortalamalar grafiği kullanılırsa bu değişkenlik fark edilemez ve hatalı ürünlerin olduğu bilinemez. Ayrıca sadece dağılma ölçüleri için kontrol grafikleri (standart sapma grafiği veya değişim aralığı grafiği) düzenlenirse X grafiğindeki değişimin farkına varılmayacak ve hatalı ürünün varlığı anlaşılamayacaktır.

3.7.1.1. Ortalama ($\bar{X}$) ve Aralık (R) Kontrol Grafiği

Literatürde kalite parametreleri için en fazla kullanılan proses ortalamasının ve aralığını ifade eden grafiklerdir. Bir üretim prosesinin analizini kolaylaştırmak için, veri grupların ortalamaların ölçümleri ve maksimum ile minimum değerlerini yani aralıklarını gösteren bir çizelge oluşturabilir. Bu çizelge çiftine “ X-R Kontrol Grafiği” adı verilir. Bu grafik; tek seferlik ya da belli bir sıklıkta alınan örnek ortalamalarının, kalite de istenilen ya da hedeflenen ortalamaya göre nerede durduğunu belirler. Değişim aralığı şemaları, örnekler içindeki tekil verilerin arasındaki değişikliği gösterir. Bu iki çizim birbirlerinin tamamlayıcısıdır. Çünkü, örnek yada örnekler kontrol altına alınmış bir proseste hem makul bir ortalamaya hem de ölçümlerin uygun aralığına sahip olmalıdır.

Nicel kontrol grafikleri ölçülebilir kalite özellikleriyle ilgili hem ortalama ve aralık hem de ortalama ve standart sapma grafikleri kullanılabilir. Tam bu noktada hangisini kullanılmasının daha doğru olduğu akıllara gelebilir. Örneklem hacmi bize bu konuda yardımcı olabilir. Eğer örneklem hacmi 10'un altındaysa ortalama ve aralık kontrol grafiği, 10 ve üstü ise ortalama ve standart sapma kontrol grafiği kullanılması daha doğru olacaktır [15].

Kontrol çizelgesi hazırlanırken örneklem büyüklüğü ve örneklem sıklığı belirlenmesi gerekir. Örneklem büyüklüğü arttığında süreçteki küçük değişimlerin tespit edilmesi daha kolay hale gelir, yani kontrol çizelgesi daha hassas olur. Proseste hatalara

daha iyi hakim olabilmek için örnek alma sıklığını mümkün olduğunca kısa tutmaya çalışılmalıdır böylelikle prosesteki değişimlerin yakalanma şansını artırır.

$\bar{X}$ ve R çizelgeleri, proses çıktılarının belli miktara sahip genellikle küçük gruplar şeklinde ölçümlerinden hesaplanarak kurulur. Alınacak veriler sabit büyüklükte küçük alt gruplardan 3 ile 5 arası birbirini takip eden parçaların periyodik olarak (diyelim ki 30 dakikada bir, vardiyada 3 kere ya da belirlenen uygun zaman aralıklarda) belirlene parametrelerin ölçülerek hesaplanmasından elde edilir. Verilerin alınmasıyla ilgili bir plan oluşturulmalı ve bu plan doğrultusunda veriler toplanmalı, kayıt altına alınmalı ve kontrol grafikleri üzerine işlenmelidir.

Ortalama ve aralık değişimi değerleri y eksen üzerinde, diğer alt gruplar x ekseninde gösterilir. Her bir alt grup için ortalama değerleri grafiğin üst tarafında süreç esnasında aldığımız değerleri sistemli bir şekilde herhangi bir forma kaydedilir ve bu veriler doğrultusunda ortalama ve aralık değişimi değerleri hesaplanarak $\bar{X}$ ve R grafikleri çizilir. Bu formda incelenen üretim süreci ile ilgili tarih ve yapılan işi detaylı bir şekilde açıklayan gerekli tanıtıcı bilgiler mutlaka bulunmalıdır. Kontrol grafikleri için skalanın belirlenmesi gerekir. Skala başlangıçta $\bar{X}$ grafiği için en yüksek ve en düşük alt grup ortalama değerleri arasındaki farkın en az iki katı, aralık değişimi grafiği için ise sıfır ile aralık değişiminin en yüksek değeri arasındaki farkın yaklaşık iki katı kadar olmalıdır.

Kontrol grafikleri genelde belli üretim hacmine ulaşınca belirli sayılarda istenilen üretim sürecinden geçtikten sonra örnek alınmasına göre ya da belirli zaman aralıklarında belirli miktarlarda veri alınmasına göre oluşturulabilirler. Kontrol grafiğini ne şekilde oluşturduğumuz fark etmez bu miktar ya da zaman aralıkları x ekseninde yer alırlar. Ölçümü yapılan kalite parametresine ait değerler ise y ekseninde yer alırlar. Süreç hedeflenen şekilde gittiği sürece, verilere ait noktaların tamamı ÜKS (Üst Kontrol Sınırı) ve AKS (Alt Kontrol Sınırı) arasında yer alması gerekir. Noktaların tamamı üst ve alt kontrol limitleri içinde kalması hedeflenmesi ile birlikte yeterli olmayabilir. Noktaların kontrol limitleri içinde olması ve bu noktaların rastgelelik görüntüsünü vermeleri gerekir. Kontrol limitleri dışına çıkan bir noktanın varlığının yanında, üst ve alt kontrol limitleri içinde olup da sistemli bir

dağılıma ya da rastgeleliğe uymayan noktalar da sürecin kontrol dışı olduğunun işaretidirler. Sürecin kontrol dışı olduğu kararı verilirse, çeşitliliğin giderilebilir nedenleri olduğu düşünülerek iyileştirme faaliyetlerine başlanılır [14].

İlk olarak değişim aralığı grafiği için, sonra süreç ortalamaları grafiği için alt ve üst kontrol limitleri hesaplanır. Değişkenler için kontrol grafikleri hazırlanırken, kontrol limitlerin hesaplanmasında bir takım sabit değerler kullanılır.

Anakütle parametrelerinin bilinmesi demek standartların verildiği anlamına gelir ve sınırlar üst ve alt kontrol sınırları merkez çizgiden $\pm 3\sigma$ uzaklığı olarak belirlenebilir. Eğer standartları verilmemiş ana kütleyle ait tahmini parametreler olan $\bar{\bar{X}}$, R , s kullanılır.

Ortalama grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{U}KS = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (3.2)$$

$$MÇ = \bar{\bar{X}} \quad (3.3)$$

$$\bar{A}KS = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (3.3)$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{U}KS = \mu + 3\sigma_x \quad (3.4)$$

$$MÇ = \mu \quad (3.5)$$

$$\bar{A}KS = \mu - 3\sigma_x \quad (3.6)$$

Aralık grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{U}KS=D_4\bar{R}$$

$$M\bar{C}=\bar{R} \quad (3.8)$$

$$AKS=D_3\bar{R} \quad (3.9)$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{U}KS=D_2\sigma \quad (3.10)$$

$$M\bar{C}=d_2\sigma \quad (3.11)$$

$$AKS=D_1\sigma \quad (3.12)$$

3.7.1.2. Ortalama ($\bar{X}$) ve Standart Sapma (s) Kontrol Grafiği

İşletmede üretim sürecinden elde edilmiş değerlerin kalite değişkenliğinin fazla olması ya da örneklem hacminin 10 ve ya daha fazla olması durumunda $\bar{X}$ ve s kontrol grafikleri kullanılır[16]. $\bar{X}$ ve s kontrol grafikleri süreçteki değişimlerin görülmesinde daha etkili olmasına karşın $\bar{X}$ ve R grafiklerine göre hesaplanması daha zor olabilir. Günümüzde SPSS, Minitab G Power vb. paket programlarıyla bu grafikleri oluşturmak artık oldukça kolaydır.

Ortalama ve standart sapma kontrol grafikleriyle ortalama ve aralık kontrol grafikleri birbirine bir çok noktada benzese de ortalama ve standart kontrol grafikleri oluşan değişimlerin nedenini göstermekte ortalama ve aralık kontrol grafiklerine göre daha az duyarlıdır. Değişim aralığı kontrol grafiğinde alınan örneklerden ekstrem iki ölçüm değerini baz alırken, standart sapma kontrol grafiğinde bütün ölçümler baz alınır. Bu nedenle ortalama ve standart sapma kontrol grafiği, ortalama ve aralık kontrol grafiğine göre daha uygun ve yeterli bir grafikdir.

Tüm bunların yanı sıra aralık kontrol grafiğinin standart sapma kontrol grafiğine göre daha kolay oluşturulması nedeniyle, $\bar{X}$ ve R kontrol grafiği süreçlerin değişimlerinin

görülmesi için daha yaygın kullanılmaktadır. Genel olarak süreçlerden örneklem çekmenin maliyeti çok fazla değildir fakat standart sapma kontrol grafiği oluşturmak için çok sayıda örneklem çekmek yerine daha az örneklemle sonuca ulaşmak mantıklı olabilir. Öte yandan örneklem çekmenin çok fazla maliyeti olan sektörlerde (petrol, altın, bakır, bor vb.) standart sapma kontrol grafiği oluşturmaya harcanan zamanla örneklem çekme maliyetini karşılaştırsak, kontrol grafiğine harcanan zamanın maliyeti daha azdır. Günümüz teknolojisiyle artık bu durumda ortadan kalkmıştır. Böylece hem ortalama ve aralık kontrol grafiği hem de ortalama standart sapma kontrol grafiğiyle doğru sonuca ulaşabilmek mümkündür.

Ortalama grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} \quad (3.13)$$

$$\text{MÇ} = \bar{\bar{X}} \quad (3.14)$$

$$\text{AKS} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} \quad (3.15)$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{ÜKS} = \mu + A\sigma \quad (3.16)$$

$$\text{MÇ} = \mu \quad (3.17)$$

$$\text{AKS} = \mu - A\sigma \quad (3.18)$$

Standart sapma grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{ÜKS} = B_4 \bar{s} \quad (3.19)$$

$$\text{MÇ} = \bar{s} \quad (3.20)$$

$$AKS=B_3\bar{s} \quad (3.21)$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{ÜKS}=B_6\sigma \quad (3.22)$$

$$MÇ=c_4\sigma \quad (3.23)$$

$$AKS=B_5\sigma \quad (3.24)$$

3.7.1.3. Bireysel Gözlem Değerleri (*I*) ve Hareketli Aralık (*MR*) Kontrol Grafikleri

I ve *MR* kontrol grafikleri bireysel gözlemler kullanılarak oluşturulduğu için hem basit hem de kullanım yaygındır. Bu kontrol grafiği ortalama ve aralık kontrol grafiklerine oldukça benzemektedir. Literatürde bazı kaynaklar bu grafik türüne *X* ve *MR* grafiği olarak adlandırılmaktadır. *I* (*Individual*) ve *MR* (*Moving Range*) grafiklerinde *X* değerleri bireysel gözlem sonucu elde edilen değerleri ifade eder ve bu değerler *I* grafiği üzerinde gösterilir. *k* tane gözlem sonucu bireysel gözlem değerlerinin ortalaması bulunur ve bu kontrol grafiğinde merkez çizgiyi oluşturmaktadır. Öte yandan *MR_j* ise *r* örneklem hacminde ardışık *gerlen* ölçümlerin hareketli aralığını ifade etmektedir. hareketli aralık genellikle 2'şerli bazen de 3'erli ardışık gözleme uygulanır. Buna göre *j*. gözleme ilişkin *MR_j* değeri,

$$MR_j=|X_j - X_{j-1}| \quad (3.25)$$

Sürecin kontrol altında olduğunu seçilen ürünler için bireysel gözlem değerlerinin tamamının kontrol sınırları içinde olması ve grafikte homojen bir dağılım göstermesi gerekmektedir.

Ortalama yani bireysel gözlem değerleri grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\ddot{ÜKS}=\bar{X} + I_2\overline{MR} \quad (3.26)$$

$$M\check{Ç}=\bar{X} \quad (3.27)$$

$$AKS=\bar{X} - I_2\overline{MR} \quad (3.28)$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\ddot{ÜKS}=\mu+3\sigma \quad (3.29)$$

$$M\check{Ç}=\mu \quad (3.30)$$

$$AKS=\mu-3\sigma \quad (3.31)$$

MR grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\ddot{ÜKS}=D_4\overline{MR} \quad (3.32)$$

$$M\check{Ç}=\overline{MR} \quad (3.33)$$

$$AKS=D_3\overline{MR} \quad (3.34)$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\ddot{ÜKS}= \mu+3\sigma \quad (3.35)$$

$$M\check{Ç}= \mu \quad (3.36)$$

$$AKS= \mu-3\sigma \quad (3.37)$$

3.7.2. Nitel Kontrol Grafiği

Proseste üretilen ürüne etki eden her kalite parametresi ölçülemeyebilir. Nitelik dediğimiz bu özellik için farklı kontrol grafikleri kullanılmaktadır. Ürünün sağlamadığı her bir spesifikasyon bir uyumsuzluk ya da kusur olarak tanımlanır. Bu özellikteki ürünler ise kusurlu ürün olarak değerlendirilmektedir. Niteliksel kontrol diyagramlarında iki şekilde değerlendirme yapılır; ya üründeki kusurlu parça sayısı ya da üründe bulunan kusur sayısı şeklinde. Bu diyagramlar herhangi bir ölçü aleti değil duyu organları ya da master gibi araçlar kullanılarak hazırlanmaktadır. Nicelik kontrol grafikleri sürecin kontrol altında olup olmadığıyla ilgili yol gösterici bilgiler veriyor olsalar da yetersiz kaldıkları pek çok durum vardır. Bir ürünün çok sayıda kalite parametresi olabilmektedir ve her biri için X, R ve S kontrol grafiği oluşturmak gerekecektir. Eğer bu grafiklerin bir tanesinde kontrol dışında olduğu görülürse, niteliksel kontrol grafikleriyle çalışmak daha mantıklı olacaktır. Niteliksel değerler için aşağıdaki diyagramlar kullanılmaktadır.

1. Kusurlu oranı kontrol grafiği (p kontrol grafiği)
2. Kusurlu sayısı kontrol grafiği (np kontrol grafiği)
3. Kusur sayısı kontrol grafiği (c kontrol grafiği)
4. Birim başına düşen kusur sayısı kontrol grafiği (u kontrol grafiği)

3.7.2.1. Kusurlu Oranı (p) Kontrol Grafiği

Bazı durumlarda bir ürünün kalitesini o ürünün kusurlu oranını belirlemekle mümkündür. Böyle durumlarda p kontrol diyagramları çalışanlara yardımcı olmaktadır.

Kusurlu oranı kontrol diyagramı oluşturmak için belli aralıklarla n hacminde örnekler alınmalıdır. Örnek hacmi 50 ile 300 arasında değişmeli çünkü her bir grupta en az 1 adet hatalı ürün olması gerekmektedir. Her bir örnekteki kusurlu parça oranına bir nokta grafikte işaretlenir. Tüm noktalar diğer kontrol grafiklerinde olduğu gibi limitlerin içindeyse süreç kontrol altındadır. Kontrol limitlerinin dışına taşarsa bunun nedeni araştırılmak üzere süreç durdurulur[17].

Sabit örneklem hacmine ilişkin süreçten elde edilen değerlerden hareketle p grafiğinin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{ÜKS}_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (3.38)$$

$$\text{MÇ}_p = \bar{p} \quad (3.39)$$

$$\text{AKS}_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (3.40)$$

Değişken örneklem hacmine ilişkin süreçten de elde edilen değerlerden hareketle p grafiğinin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{ÜKS}_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_j}} \quad (3.41)$$

$$\text{MÇ}_p = \bar{p} \quad (3.42)$$

$$\text{AKS}_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_j}} \quad (3.43)$$

Kontrol grafiğinin yorumlanması ise, süreçten elde edilen p değerleri kontrol sınırları içerisinde olup olmadığı grafik üzerinde kontrol edilir. Kontrol sınırları içerisindeyse ve binom dağılımına uygunluk gösteriyorsa sürecin normal bir şekilde devam ettiğini ya da değişimlerin genel nedenlerden kaynakladığı söylenebilir.

3.7.2.2. Kusurlu Sayısı (np) Kontrol Grafiği

np kontrol grafiği diğer adıyla kusurlu sayısı diyagramı niteliksel parametreler için kullanılan bir diğer kontrol grafiğidir. Bu diyagram daha basit ve kolay anlaşılır bir grafik olup, parça üzerindeki kusur sayısı belirtilerek direkt grafiğe işlenmektedir. Bu grafikte diğerlerinden farklı olarak süreci izleyebilmek adına örneklem hacmi sabit tutulur. Şayet n sabit değilse prosesi p kontrol grafiği ile izlemek gerekir.

Kusurlu oranı grafiğinde olduğu gibi kusurlu sayısı grafiğinde de örneklem hacminin büyük olması gerekir. Bu kontrol grafiğinde de tavsiye edilen örneklem hacmi $n \geq 50$ şeklindedir [18]. Örneklem sayısının da süreçten kısa zaman dilimi aralıklarıyla alınması gerekir. Değişimin asıl sebebini ortaya çıkaracak örneklem sayısının 25 ve ya daha fazla olduğu süreçlerde daha net ifade edilebilir.

Süreçten alınan kusurlu sayılarından hareketle kusurlu sayısı kontrol grafiğine ilişkin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{ÜKS}_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (3.44)$$

$$\text{MÇ}_{np} = n\bar{p} \quad (3.45)$$

$$\text{AKS}_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (3.46)$$

3.7.2.3. Kusur Sayısı (c) Kontrol Grafiği

Bazı üretim süreçlerinde ürünler birden fazla kalite parametresini sağlamayabilir. Bu kusurların ürün üzerinde incelenmesi gerekebilir. Örneğin herhangi bir jant üzerindeki kaynakların düzgün olmaması, boya prosesinde pürüzlerin oluşması, kulak sıvamalarında istenilen şeklin sağlanamaması gibi kusurlar bulunabilir. Kusur sayısında ki değişimleri görmek, kontrol altında olup olmadığını belirlemek için oluşturulan bu grafiklerin temelinde Poisson dağılımı yatmakta ve kusurlu sayısı kontrol grafiğinde olduğu gibi örneklem hacmi sabittir.

Süreçteki değişimlerin daha kolay bir şekilde görülebilmesi için sabir hacimdeki örneklemelerin kusurlu oranı ve kusurlu sayısı kontrol grafiklerinde olduğu gibi büyük seçilmelidir. Fakat süreçlerde son kontrollerde kullanıldığı için $n \geq 5$ şeklinde tercih edilebilir.

Ürün üzerindeki kusur sayısını kontrol etmek amacıyla kullanılan kusur sayısı kontrol diyagramı kısa c kontrol diyagramı olarak bilinir. c kontrol diyagram, kontrol sınırları ± 3 standart sapma ve örnek üzerindeki ortalama kusur sayısı c hesaplanarak belirlenir.

Süreçten alınan kusur sayılarından hareketle kusur sayısı kontrol grafiğine ilişkin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{U}KS_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (3.47)$$

$$M\bar{C}_c = \bar{c} \quad (3.48)$$

$$\bar{A}KS_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (3.49)$$

3.7.2.4. Birim Başına Kusur Sayısı (u) Kontrol Grafiği

Her örnekte gözlenen kusur sayısı c , eğer örnek tek birimden oluşuyorsa hem kusur sayısı hem de birim başına düşen kusur sayısını ifade etmektedir. Fakat örnekteki kusurlu olma ihtimalinin stabil olmasını istersek örnek hacminin de aynı değerde kalması gerekir. Örneğin, jantların boya sonrası yüzeydeki pürüz sayısı, astar hatası vb. kusurlarda incelenmiş jantlarında aynı adetlerde olmalıdır.

İlk bakışta c ve u kontrol diyagramları birbirine benzetilebilir, zaten ortak noktaları da bulunmaktadır. İki diyagramda kusur sayısını dikkate alır fakat c kontrol diyagramı her bir örnekteki kusur sayısını dikkate alırken, u kontrol diyagramı birim başına düşen kusur sayısını dikkate alır.

n numuneye sahip i . örnekteki toplam kusur sayısı c_i iken, bir birime düşen ortalama kusur sayısı u_i 'de aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$u_i = \frac{c_i}{n} \quad (3.50)$$

u_i , bir birime düşen kusur sayısı ve m örnek sayısı olmak üzere, birim başına ortalama kusur sayısı da aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^m u_i}{m} \quad (3.51)$$

Yukarıdaki formüller dikkate alınarak birim başına kontrol grafiğine ilişkin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{ÜKS}_u = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n} \quad (3.52)$$

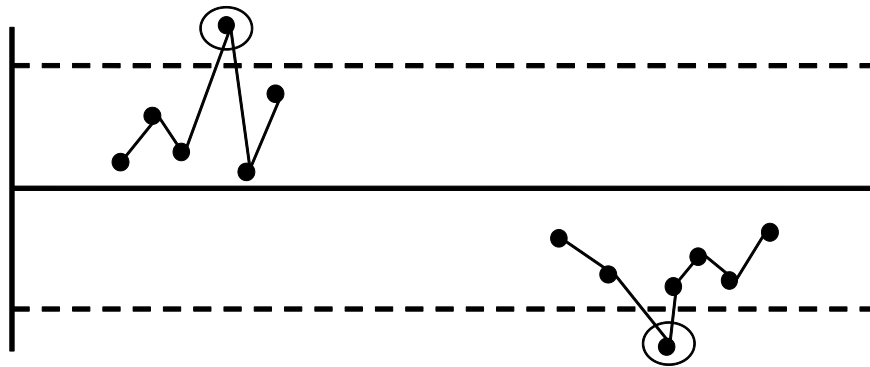
$$\text{MÇ}_u = \bar{u} \quad (3.53)$$

$$\text{AKS}_u = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n} \quad (3.54)$$

3.7.3. Kontrol Dışı Eğilim Yapıları

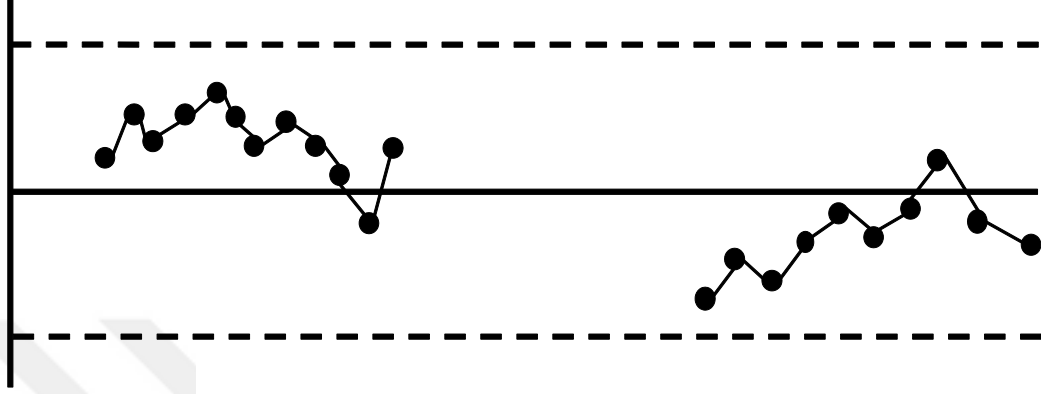
Kontrol grafiklerinde görülen bazı durumlar süreçlerin bize kontrol altında olmadığını ifade edebilir. Aşağıda belirtilen olası durum veya kontrol dışı eğilim yapılarının varlığı durumunda sürecin kontrol dışında olduğunu söylenebilir.

1 veya daha fazla noktanın $\mu \pm \sigma$ aralığının dışında olması veya ekstrem noktalar olarak ifade edilen bu durum test kontrol sınırlarının dışında kalan ekstrem (uç) noktaları göstermektedir. Bu duruma göre, kontrol sınırlarının dışındaki sadece 1 noktanın varlığı bile sürecin kontrol dışında olmasını ifade eder. Bu durum Şekil 3.5'de görülmektedir.



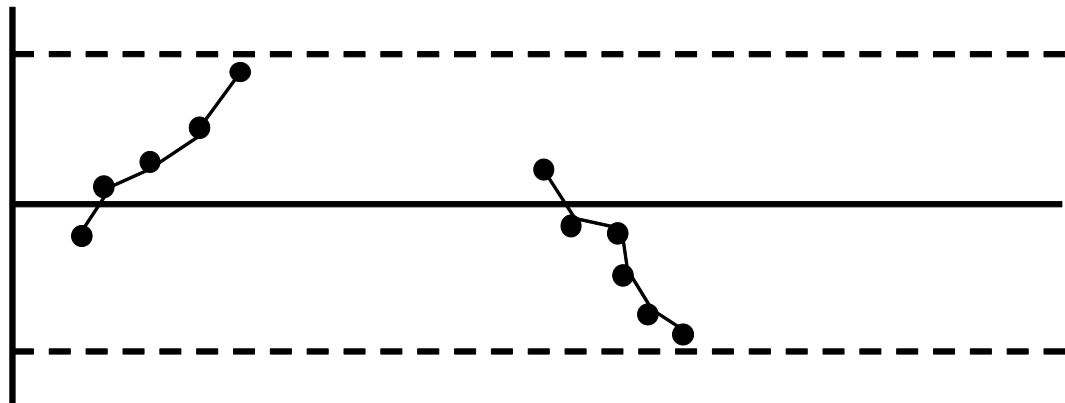
Şekil 3.5. Bir Noktanın orta çizgiden 3 standart sapma uzaklığının dışında olması. İkinci durum ise orta çizginin üzerindeki veya altındaki ardışık 4 veya daha fazla noktanın bulunmasına (hareketine) dayanır ve bu nedenler ortalama ve aralık grafiklerine uygulanır. Bu tür uzun dönemli ardışık hareketin varlığı, proses

ortalmasına veya değişkenliğinin orta çizgiden kaydığının güçlü bir kanıtıdır. Birbirini izleyen 4 noktanın orta çizginin aynı tarafında (altında veya üzerinde) olması durumu, Şkil 3.6'da görölmektedir.



Şkil 3.6.Ardışık noktaların orta çizginin tek tarafında olması durumu.

Ortalma veya aralık grafiği üzerindeki ardışık 6 noktanın sürekli bir artma veya azalma göstermesi durumunda, sürecin sistematik bir trende sahip olduğu söylenebilir. Bu trendle ilgili örnek Şkil 3.7'de göröldüğü gibidir. Burada grafiğin orta çizgisinin veya bölgelerin durum üzerinde herhangi bir rol oynamadığını da ifade etmek gerekmektedir.



Şkil 3.7.Doğrusal trend durumu.

Ortalama veya aralık grafiğindeki ardışık 14 noktanın kararsız bir şekilde yukarı ve aşağı doğru hareket etmesi, kararsız trend olarak adlandırılır. Ardışık 14 noktanın yukarı ve aşağı doğru hareket etmesini ifade eden kararsız trend, ardışık 11 noktadan 10'unun, 14 noktadan 12'sinin, 17 noktadan 14'ünün veya 20 noktadan 16'sının bir artma bir azalma göstermesi şeklinde ortaya çıkabilir. Kararsız tren durumuyla ilgili örnek Şekil 3.8'de görüldüğü gibidir.



BÖLÜM 4

LİTERATÜR TARAMASI

İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri ile Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama adlı çalışma Bursa ilinde otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede üretimi yapılan otomobillerin ön kapı dinamik kapanma hız ölçümlerinin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığı ortalama ve standart sapma kontrol grafikleri ile araştırılmıştır. Bu kapsamda Ocak 2017 yılına ait ön kapı kapanma hız ölçümlerine ilişkin veriler, SPSS 17 paket programı kullanılarak prosesin kontrol altında olup olmadığı gözlemlenmiş, süreç ve makine yeterlilik indeksleri hesaplanmıştır. Çalışmanın neticesinde, prosesin kontrol altında ve yeterli olduğu tespit edilmiştir. Prosesin makine yeterlilik indeksi hesap edildiğinde, sol ön kapanma hızı yeterli iken, sağ ön kapanma hızlarına ilişkin değerlerin yetersiz olduğu belirlenmiştir [19].

İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri ve Çimento Sanayiinde Pareto Analizi uygulaması çalışmasında istatistiksel süreç kontrolü ve elemanları hakkında bilgiler sunulmuş, istatistiksel süreç kontrolün iki ana kavramı olan kalite geliştirilmesi ve sürekli gelişimden bahsedilmiştir. Süreç kontrol ve süreç kapasitesi hakkında bilgiler sunularak, istatistiksel süreç kontrolünün amaçlarının neler olduğu ve istatistiksel süreç kontrolünden arzu edilen yararların neler olduğu detaylı bir şekilde belirlenmiştir. İstatistiksel süreç kontrolünün yedi yöntemi olan Pareto Analizi, Sebep-Sonuç Diyagramları, Histogramlar, Kontrol Tablosu, Dağılım Diyagramları, Kusur Konsantrasyon Diyagramı ve Kontrol Grafikleri bilgiler verilip bu yöntemlerden, kolay fakat sorunun tespiti ve analiz edilmesinde son derece etkili bir yöntem olan Pareto Analizinin kullanımıyla uygulamalar gösterilerek, çimento üretim sanayisinde bir uygulaması yapılmıştır. Uygulama yeri olarak Sivas Çimento Fabrikası seçilmiştir. İşletmede meydana gelen hat duruşlarının nedenleri araştırılarak, arıza sebepleri Pareto Analizi ile önem sırasına konulmuştur [20].

Statistical Process Control In UK Food Production: An Overviewadlı çalışmada endüstride İPK uygulama potansiyelini araştırmasını ve ülke çapında belirlenen nispeten düşük İPK kullanımı seviyesi düşük 200 gıda işleme şirketinin araştırmalarının sonuçlarını sunar. Gıda sektöründe İPK'ye üç tipik yaklaşımın ana hatlarını çizen üç örnek olay sunulmaktadır; İPK'yi etkili kullananlar; buna ihtiyaç duymayanlar; Potansiyelini tanıyan, ancak kurum içi uzmanlık ya da danışmanlık literatürü eksikliği nedeniyle etkili bir şekilde uygulayamayanlar. Çalışmanın sonucunda endüstride İPK kullanımının teşvik edilmesinin yollarını önermektedir [21].

Balık Yemlerinde Kalite Kontrol adlı çalışmada karma yemlerin kalite kontrolü, yalnızca her ham maddenin belirlenen standartlara uygunluğunun araştırılması değil, aynı zamanda bu ham maddelerin depolamadan yem yapımına kadar olan süredeki kalitelerinin takibini içermektedir. Kalite kontrol, karışım işleminden karma yemin depolanmasına kadar devam etmektedir [22].

Dikimde Hata Oluşturan Nedenlerin Belirlenmesine yönelik İstatistiksel Bir Araştırma adlı bu çalışma, konfeksiyon üretiminde oluşan dikim hataları ve bu hataların neden meydana geldiği incelenmiştir. İşletmenin yılın ilk çeyreğinde üretimini sağladığı 72.945 adet pantolonun dikim hataları pareto analizi yöntemine göre tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra dikim yapan çalışanların deneyim süreleri ve kumaş ağırlıklarının dikimde oluşan hataların etkileri gözlemlenmiştir. Sonuçta kumaş ağırlığının ve deneyim sürelerinin dikimde meydana gelen hatalara etki ettiği tespit edilmiştir [23].

İstatistiksel Kalite Kontrol ve Uygulamaları adlı bu çalışmada tek gözlemlili kontrol kartları için iki standart sapma tahmincisi ele alınmıştır. Kontrol kartlarında yanlış sinyal verme oranı doğrudan standart sapmanın tahmin edilmesinden etkilediği için standart sapma tahmini önemlidir. Araştırmada verilen bu tahmincilerden ilki bilinen örneklem standart sapmasını esas almakta ikincisi hareketli açıklık değerlerini dikkate almaktadır. Tek gözlemlili kontrol kartlarında standart sapma tahmini için kullanılan standart yaklaşım yöntemi hareketli açıklık değerleridir. MINITAB istatistik paket programı bu kapsamda çalıştırılan simülasyonlar yardımıyla bazı

tahminciler sunmaktadır. Bu çalışmada hangi tahmincinin kullanılacağına karar verebilmek adına MİNİTAB tarafından verilen tahminciler karşılaştırılmışlardır. Bu iki tahminci tarafından verilmesi mümkün yanlış sinyal verme olasılıkları ve kontrol dışı durumu tespit etme olasılıkları incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre standart sapma tahmin edilirken doğru kontrol limitlerini elde edebilmek için örneklem standart sapması hareketli açıklık değerleri yerine kullanılabilir [24].

İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemlerinin Üretim Süreçlerinde Uygulanması adlı bu çalışmada, aktif fırın mayası için beyazlık indeksi olarak ölçülen 'W skorları üzerinde etkili faktör veya faktörlerin belirlenmesi amacıyla iki faktörlü çok etkenli deney tasarımının istatistiksel temelleri incelenmiştir. Aktif fırın mayası için Rutubet, fermantasyon gücü ve mikrobiyolojik özelliklerin yanısıra; renk, önemli bir kalite karakteristiği haline gelmiştir. Aktif fırın mayası çoklu fermantasyon seviyelerini içeren bir süreçte üretilmesi çok önemlidir. Son oluşan fermantörün hemen sonrasında tuzlama ve su ile yıkama prosesleribulunmaktadır. Aktif fırın mayasının tuzlanması esnasında kullanılan tuz miktarının ve tuzlanan mayanın filtrede durulanması sırasında kullanılan su miktarının mayanın rengini belirlemede etkili birer etmen olabilecekleri düşünülmüştür. Bu etmenlerin her birinin birer parametre olarak yer aldığı iki parametrelili iki seviyeli çok etmenli deneyin tasarlanması uygun bulunmuştur. Tasarlanan deney aktif fırın mayası üretim prosesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan deneyde etkiler 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. İstatistiksel veri analizi için SAS (Statistical Analysis System) paket programı kullanılmıştır [25].

Çok Değişkenli İstatistiksel Kalite Kontrolü: Endüstriyel Bir Uygulama adlı bu çalışmada, cam takviyeli plastik borular ve bağlantı manşonları üreten SUBOR firmasının sürekli elyaf sarma prosesine çok değişkenli istatistiksel kalite kontrolü uygulanması amaçlanmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde çok değişkenli istatistiksel kalite kontrolü ile ilgili giriş bilgileri verilmiş ve tezin amaçları belirtilmiştir. İkinci bölümünde ise konunun genel hatları ve uygulama aşamaları değinilmiştir. Literatür araştırmalarının ışığında ilgili proses için çok değişkenli istatistiksel bir kalite kontrol tekniği ile ilgili çalışmalara üçüncü bölümde yer

verilmiştir. geliştirilmiştir. Bu teknik Hotelling's T2 kontrol diyagramı istatistiği üzerine kurulmuştur. Uygulama aşamalarında çok değişkenli istatistik kalite kontrol paket programı olan QualStat kullanılmıştır. Dördüncü bölüm uygulamanın genel sonuçlarını içermekte olup, konuyla ilgili tartışma ve değerlendirmeler beşinci bölümde yer almaktadır [26].

İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Bir Sektör Uygulaması adlı çalışmada gıda sektöründe ürünün rengi, kokusu, tadı ve özellikleri esas alınarak yapılan kontrole kalitatif, ağırlık, boyut ve fiziksel özellikler esas alınarak yapılan kontrole kantitatif kalite kontrolü denir. Bu çalışmada hem kalitatif hem kantitatif analizlere uygulanan istatistiksel bir analiz sürecinin aynı türden verilere uygulanması çalışması yapılmıştır [27].

İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemleri ve Uygulaması adlı bu çalışmanın amacı, istatistiksel kalite kontrol tekniklerini özellikle kalite kontrol grafiklerini araştırma ve bir işletmede uygulamasını icra edebilmektir. Belirtilen hedef doğrultusunda kalite kontrol grafiklerinin temelini oluşturan Shewhart kontrol grafikleri incelenmiştir. Yakın geçmişte EWMA ve CUSUM gibi başka grafikler geliştirilmesine rağmen Shewhart grafikleri hala yaygın olarak işletmelerde süreç kontrolü için kullanılmaktadır. Çalışmanın uygulama bölümü için Muğla ilindeki bir zeytinyağı işletmesi seçilmiştir. Asit başına fire oranı zeytinyağındaki en önemli kalite göstergelerinde biridir ve bu orandaki değişim araştırılmış ve Shewhart kontrol grafiklerinden X -s grafiğiyle kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Günlük ve saatlik bazda oluşturulan kontrol grafiklerden prosesin asit başına fire oranı açısından istenilen şekilde olmadığı ve süreçte problemlerin var olduğu farkedilmiştir. İlgili süreç kontrol grafikleriyle kontrol altına alındığında sürecin kapasitesinin günlük bazda yeterli olduğu ancak saatlik bazda yeterli olmadığı belirlenmiştir. İşletmenin problemlerini tanımlayarak çözümü için girişimde bulunulması istenmiştir [28].

İstatistiksel Kalite Kontrol Tekniklerinin Uygulanması ile Fire Azaltılması: Çuval Fabrikasında Örnek Bir Çalışma adlı bu araştırma bir poli-propilen (PP) çuval üretim işletmesinde firma içindeki oluşanhatalı ürünlerin miktarının azaltılması maksadıyla İKK tekniklerinin nasıl kullanacağını incelemiştir. Bu uygulamada üretim

sürecinde hatalı ürünlerin azaltılması için istatistiksel yöntemlerin uygulamasının daha iyi anlaşılmasını sağlar. Alt süreçler dengeçmişe döneme ait veriler alındı ve İKK yöntemleri bu verilerin üzerinde uygulandı. Üretimde bütün alt süreçler ürün kalitesini değişik yönlerden etkilemektedir. Normalde nihai çıktı kalitesini garanti altına alabilmek adına her alt süreçte bir kontrol tablosu uygulanabilir. Bu verimlili olmayan ve zaten sınırlı olan işgücü ve ekonomik kaynaklar nedeni ile işletmenin yönetimi alt süreçlerin hangisinin daha yüksek önceliğe sahip olacağına karar vermelidir. Her kurum önceliklendirme yapmak için kendi yöntemlerini belirlemelidir. Son dönemlerde, kurumların hedeflerini gerçekleştirebilmesi ve sektörlerinde rekabet edebilirliklerini devam ettirebilmek için önceliklendirme için İPK yöntemlerinin kullanımı ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi standardı ve 6S Mükemmellik Modeli tarafından tavsiye edilmektedir. Bu tür sistemlerin uygulanması temel istatistiksel metodların bilinmesini gerektirir. Bu çalışmada, yukarıda ifade edilen model ve standardın öngördüğü önceliklendirme teknikleri bir çuval işletmesi için fire azaltılması maksadıyla ile uygulanmış ve bu uygulamaların sonucunda işletmede hatalı ürün oranı % 35'lere kadar gerilemiştir [29].

Developing Statistical Thinking For Performance Improvement In The Food Industry adlı bu çalışmanın amacı gıda ve içecek sektörü kapsamında son zamanlarda tamamlanan istatistiksel kalite kontrol projesini tanımlamaktır. Kurumsal motivasyon, olası uygulama, maliyet ve faydalar, kritik başarı faktörleri ve önkoşullu istatistiksel düşüncenin merkezi ve önemi gibi başarılı yöntemlerin alımını çevreleyen konuları tartışmaktadır. Çalışmada vaka çalışmaları, sanayi yöneticileri ve ilgili endüstri eğitimi sağlayanlar ile yapılan önemli kilit görüşmelerinin artırdığı anketleri içeren üç aşamalı, karma yöntemler yaklaşımı benimsendi. Son modelin üretilmesi için tüm veriler birleştirildi. Bu makale, İPK yöntemlerinin, sürecin uygun olması ve yönetimin istatistiksel düşünmenin temelleri hakkında temel bir farkındalığa sahip olmaları bakımından endüstrideki uygunluğu sağladıklarını tespit eder. Bazı organizasyonel ve dış faktörlerin, bu tür yöntemlerin uygulanma ve sürdürülme etkinliğini aşamalı olarak azalttığı bulunmuştur. Makale, araştırmada geliştirilen ve sanayide kullanılan yöntemlerin etkinliğini azaltma eğiliminde olan “filtreleri” gösteren ve her birinin nasıl üstesinden gelinebileceğinin tartışıldığı bir orijinal modelin tartışılması ile sona ermektedir [30].

İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleri Kabul Örnekleme'sinin ilk bölümünde , kalite ile ilgili genel bilgiler aktarılmış olup; kalite kavramları, kalite kontrolün tarihi gelişimi,kalite kontrolün hedef ve amaçları, kaliteyi oluşturan temel maddeler, kalite kontrol uygulamaları ele alınmıştır. 2.bölümde toplam kalite kontrol, toplam kalite kontrolün seviyeleri, toplam kalite kontrolün kapsadığı konular, toplam kalite kontrolün hedef ve amaçları konuları incelenmiştir. 3.bölümde istatistiksel kalite kontrol, 4.bölümde örnekleme dağılımları ve tahmin etme konularıörnek uygulamalarla , 5.bölümde kabul örnekleme, 6. bölüm de ise kontrol grafikleri ele alınmıştır [31].

Konfeksiyon İşletmelerinde Kalitenin İyileştirilmesi Amacıyla İPK Yöntemlerinin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma adlıbu tezde orta büyüklükte bir konfeksiyon işletmesinde kalitenin iyileştirilmesi çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla istatistiksel kalite kontrol yöntemleri üç aşamada kullanılmıştır. Bunlar girdi kontrolleri, üretim sırasındaki kontroller ve final kontrolleridir. Kaliteyi yükseltmenin yolu, kalitesizliği önlemek olduğu için, malzeme kalitelerinin kontrollerinde kabul örnekleme, üretimde istatistiksel proses kontrol yöntemleri ve bitmiş ürün kontrolünde kontrol örnekleme kullanılarak, her aşamada kalitenin iyileştirilmesi çalışmaları yapılmıştır. Üretim sırasında, işletmedeki hatalı oranları, II.kalite ürün oranları ve müşteri şikayetleri incelenmiş ve azaltılmaya çalışılmıştır. Bu aşamada 7 İPK yöntemi kullanılmıştır.Bu yöntemlerle işletmedeki kalite düzeyi, kalite problemleri ve iyileştirmede öncelik verilmesi gereken konular kolaylıkla tespit edilmiştir. Kalitedeki iyileşme sonucu hatalar nedeniyle oluşan maliyetlerin de azaldığı gösterilmiştir. İşletmedeki kalitenin, rakam ve grafiklerle somut ve görsel hale gelmesiyle takip edilmesinin ve iyileştirilmesinin daha kolay hale geldiği görülmüştür [32]

Kalite İyileştirmede İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinen Pareto Analizi ve Gıda Sektöründe Bir Uygulamaadlı bu tez çalışmasında, ilk olarak kalite ve kalite kontrol unsurlara ilişkin tanımlarbelirtilerek, istatistiksel kalite kontrol kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. İPK'nın yedi yöntemi olan Neden-Sonuç Diyagramı, Çetele Diyagramları, Kontrol Çizelgeleri, Histogramlar, Dağılma (Serpilme) Diyagramı, Hata Yoğunluk Diyagramı ve Pareto Analizi ayrıntılı olarak detaylı bir şekilde

araştırılmıştır. Daha sonra, bir gıda işletmesinde üretim prosesinde problemlere ilişkin İPK yöntemlerinde Pareto Analiziyle uygulaması yapılmıştır [33].

Kömür Kalorisi Değişkenliğinin Azaltılmasında Proses Yeterlilik Analizi adlı bu çalışmada bir termik elektrik santralinde üretim maliyetlerinin aylık yükselmesinin nedenleri ve azaltmak için neler yapılabileceği ele alınmıştır. Termik santraldemaliyeti artıran en nedenin kazana verilen kömürün kalori değerlerindeki değişkenlik belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda C_p ve C_{pk} katsayıları ile maliyet yükünün artmasıyla arasında bir bağ olduğu bulunmaya çalışılmıştır. Kömür kalorisindeki değişkenliğin ivmeleymesini azaltılması amacıyla fabrikaya ek bir kömür zenginleştirme tesisi kurulması tavsiye edilmiş ve bu yatırımın ekonomik olarak anlamlı olup olmadığı, kurulan bir model ile ele alınmıştır. Bu çalışmanın sonucunda ise önerilen ek yatırımın hem kömür kalorisindeki değişkenliği hem de maliyetleri azalttığı tespit edilmiştir [34].

Kalite Problemlerinin Sınıflandırılmasında Çok Kriterli Pareto Analizi adlı bu çalışmada, birden fazla parametre dikkate alınarak Pareto Analizi yaklaşımı baz alınarak, kalite problemlerini kategorilere ayırmak amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan İKK yöntemlerinden olan Çok Kriterli Pareto Analizi, kalite kontrol ve kalite iyileştirme proseslerinde problemin nedenlerini belirleyerek, hangi hataların daha fazla yüzdeye sahip olduğunu belirler ve hatalar kategorilere ayırır. Bu kategorilere ayırma süreci, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve VIKOR metodolojilerinden kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın uygulama aşaması, özel bir bankada yapılmıştır. Bankanın üye işyerlerine verdiği POS cihazlarında yaşanan problemler incelenmiştir. Hataların değerlendirilmesinde, sistemi etkileyen parametreler bir sistem içerisinde sıralanarak, parametrelerin göreceli önemleri hesap edilmiş ve bu önemler ışığında hataların sıralaması yapılmıştır. Pareto Analizi ile değerlendirilen yaşanan bu hatalar sınıflandırılmış, ve önem sırasına göre firmaya yönelik çözümler üretilerek bir iyileştirme programı önerisi getirilmiştir [35].

Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) Uygulamaları ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme adlı tez çalışmasında İPK içeriğini ve yöntemleri konusunda

bilgiler verilmiştir. İşletmede üretim proseslerinde değişkenlik kavramı ele alınmıştır. Tezin içerisinde konuyla ilgili önceden yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmanın uygulama için kısmi elektronik sektöründe faaliyet gösteren bir işletme seçilmiştir. Uygulama için işletmenin kalite ve üretim bölümünde çalışılmıştır. Elde edilen veriler ile üretim bölümündeki arıza türleri, nedenleri ve kaynakları ele alınmıştır. Pareto Diyagramı, Serpilme Diyagramı ve Sebep-Sonuç Diyagramı hazırlanmıştır. Çalışmada kalite bölümünden elde edilen veriler ile Kontrol Diyagramları oluşturulmuştur. Sürecin değişkenliğine etki eden herhangi bir neden olmadığı tespit edilmiştir. Rassal nedenlerdendoğan değişimlerden ötürütavsiyeler verilmiştir [36].

İstatistiksel Kalite Kontrolünde Dayanıklı Ölçek Kestiricileri: Dayanıklı Kontrol Grafikleri adlıbu tezin amacı, Shewart S Grafiğinin performansını ağır kuyruklu dağılımlar için incelemek ve daha iyi performansla sahip olan, dayanıklı kontrol grafiklerini tavsiye etmektedir. Kontrol limitleri bootstrap yöntemi ile tespit edilen, bu kriterde grafikler tavsiye edilmiştir. Tavsiye edilen grafiklerin başarımları, normal dağılan ve normal dağılmayan kesimler için, Monte Carlo benzetim çalışması yaparak kıyaslama yapılmıştır.Çalışmanın bulguları, Shewart S Kontrol Grafiği'nin normal dağılım altında kullanımı ile benzer güçlü olan bir tasarım ileri sürmektedir. Kritik olan, önerilen tasarımın yanlış uyarı olasılığının normal dağılım için S grafiğinkinden biraz daha yüksek olsa da, ağır kuyruklu dağılımlar için bu olasılığın S grafiğinkinden çok daha düşük olmasıdır. Bu tasarım, S_n ve Q_n grafiklerinin aynı zamanlı kullanılmasıyla meydana getirmiştir. Cauchy modeli, Elektrik Mühendisliği, ve Fizikte birtakım özgül uygulamalar için kritik bir modeldir. Shewart S Kontrol Grafiği'nden Cauchy modeli için sonuç alınmaz ve bu model için de yeni bir dizayn tavsiye edilmiştir. Bu yeni tasarım da, MAD ve Q_n grafiklerinin eş zamanlı kullanılmasına karşılık gelmektedir [37].

Statistical Process Control as A Service: An Industrial Case Study adlı araştırmagüçlü operasyon desteği, modern üretim organizasyonlarının rekabetçi başarısı için anahtar gereksinimlerden biri olduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, İPK'nin uygulanması belirli bir miktarda istatistiksel bilgi ve anlayış gerektirir. Bu büyük şirketler için bir sorun olmasa da (örneğin otomotiv sektöründe),

daha küçük şirketler sağlayamamaktadır. Bu çalışmada, İPK'nın dış kaynaklı olduğu SPC için hizmet odaklı bir yaklaşım önerilmiştir. Web servisleri gibi modern bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılması. Hizmet Olarak Bu İstatistiksel Süreç Kontrolü yaklaşım endüstriyel bir vaka çalışması ile gösterilmekte ve tartışılmaktadır [38].

Statistical Process Control Implementation In The Food Industry: A Systematic Review And Implications For Future Research adlı bu araştırma, gıda endüstrisinde İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK) uygulamasından ortaya çıkan yaygın sorunların araştırılmasında sistematik bir gözden geçirmesini göstermektedir. Dört veritabanından titizlikle toplam 34 dergi makalesi seçilmiş ve gözden geçirilmiştir. Bu gözden geçirme, gıda endüstrisinde İPK uygulamasının kanıtlarının faydalı olduğunu; bununla birlikte, gıda endüstrisinde İPK uygulamasına ilişkin hem farkındalık hem de kılavuzların eksikliği, yavaş bir kabul ile sonuçlanmıştır. Bu sistematik gözden geçirme, İPK'nın gıda endüstrisinde sistematik bir şekilde nasıl dağıtılacağına yönelik olarak İPK'nın dağıtım yönü ile ilgili daha fazla araştırma yapılması gerektiğine karar vermiştir [39].

İstatistiksel kalite Kontrol Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi adlı bu tez çalışmasında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Tavukçuluk İşletmesinde satışı yapılan Nick Brown denilen tavuk ırkının yumurtalarını, istatistiksel kalite kontrol tekniklerini uygulayarak kalitesini tespit etmek amacıyla yazılmıştır. Gelişigüzel 80 yumurta alınarak yapılan çalışma 20 hafta boyunca, haftada 4 gün şeklinde yapılmıştır. İncelenen her yumurta kırılma direnci, yumurta ağırlığı, sarı ve beyaz indeksleri gibi parametreler tarafından değerlendirilmiştir. Prosesin kontrolünü sağlamak maksadıyla kullanılan yedi istatistiksel kalite kontrol tekniklerinden yumurtalardan elde edilen verilere uygun olan histogram grafiği, balık kılçığı grafiği, çetele diyagramı, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Bu tekniklerin benzerlikleri ve farklılıklarını tespit etmek maksadıyla teknikler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir [40].

Şeker Üretiminde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) Uygulaması araştırmasında amaç şeker üretiminde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) ile sürecin kontrol altında olup

olmadığının belirlenmesidir. Bu amaçla Orta Anadolu Bölgesinde bir şeker fabrikasının üretim sürecinden toplanıp kalite kontrol laboratuvarında incelenen numunelerden elde edilen veriler kontrol çizelgeleri ile analiz edilmiştir. Fabrikada şu anda düzenli numuneler alınarak sürecin takibi yapılmakta, elde edilen değerlerde aşırı bir değişim gözlemlendiğinde sürece müdahalede bulunmaktadır. Fakat sürecin genel seyri izlenmemektedir. Kontrol çizelgeleri ile sürecin genel seyri izlenebilecek ve sürece erken müdahale şansı doğabilecektir [41].

A Preliminary Study on The Application of Statistical Process Control (SPC) adlı araştırmada günümüzde giderek daha küresel hale gelen ve zorlayıcı bir ortamda, Malezya'daki küçük ve orta ölçekli girişimciler (KOBİ'ler), özellikle yüksek kaliteli ürünlerin işlenmesi ve üretimini geliştirme kapasitesini geliştirmek ve güçlendirmek için rekabet konusunda yeni zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. İPK, üretim endüstrisindeki süreçleri kontrol etmek ve iyileştirmek için kullanılan bir yönetim aracı tekniğidir, ancak Malezya'da gıda endüstrisi tarafından İPK kullanımı ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Kontrol çizelgeleri ve proses kabiliyetinin analizi (Cp) gibi İPK kullanımı, gıda üreticilerinin karar vermelerine ve ürün kusurlarına yönelik üretilen ürünlerin kalitesini ve süreçleri iyileştirmelerine, ürünlerin güvenilirliğini sağlamalarına ve böylece müşteri memnuniyetini artırmalarına olanak sağlar. Gıda endüstrisinde yer alan KOBİ'lerde İPK'nin uygulanması için ön çalışmaya dayalı bir anket geliştirilmiştir. İPK'nin uygulamasını gözden geçirmek için toplam 30 dergi makalesi seçilmiştir. Malezya'da İPK'nin uygulanması üzerine yayınlanan makaleler, otomotiv, sağlık hizmetleri, tekstil, yarı iletken, inşaat, kimya ve diğerleri gibi gıda dışı sektöre odaklanmaktadır. Bu çalışma, gıda endüstrisinde İPK'nin uygulanmasının, temel olarak gıda güvenliğinin kalitesinin iyileştirilmesi ile ilgili olduğunu ve açık küresel pazar tarafından gelecekte Malezya'da gıda endüstrisi için güvenilirliğin sağlanması fırsatını artırdığını göstermektedir [42].

Tam Yağlı Kati Yoğurt Üretiminde Süt Yağ Oranının İstatistiksel Kalite Kontrol Grafikleri ile incelenmesi adlı çalışma istatistiksel kalite kontrol tekniklerine odaklanmıştır. Özellikle 90'lı yıllardan itibaren tüm sektörlerde açık bir şekilde artan rakip sayısı ve buna bağlı olarak artan rekabet sebebiyle işletmeler müşteri beklentilerini karşılama konusunda çok daha titiz davranmaya başlamışlardır. Artan

rekabetle birlikte müşterilerin daha bilinçli ürün terihinde bulunmaları ile birlikte de kalite kavramı çok daha önemli bir noktaya ulaşmıştır. Bu durum diğer tüm sektörlerde olduğu gibi gıda sektöründe de dikkat edilmesi gereken bir durum haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı günümüzde artan önemi nedeniyle kalitenin istatistiksel tekniklerle ölçülmesinin ortaya koyduğu yararları belirtmek ve yorumlarının işletme açısından nasıl yapılacağı konusunda bilgilendirme sağlamaktır. Uygulama da gıda sektörü ve süt ürünleri seçilmesinin amacı ise istatistiksel kalite kontrol teknikleri ile bu sektör de daha önce çalışmaların yapılmamış olmasıdır. Uygulama verileri Malatya ilinde faaliyet gösteren bir süt işleme tesisinden alınmış olup SPSS 22.0 paket programı ile analiz edilmiştir. Grafiklerde belirlenen limitleri aşan durumlar olmasa bile dalgalanmaların sebeplerine ilişkin öneriler sunulmuştur [43].

Çok Değişkenli İstatistiksel Süreç Kontrolü: Bir Hastane Uygulaması adlı bu tez çalışmasının amacı, hastanelerde tespit edilen kalite parametrelerinin kendi aralarında var olan etkileşimlerini dikkate alarak işletmedeki hizmet başarımını ortaya çıkarmak, başka bir deyişle sürecin istatistiksel olarak değişken olup olmadığını kontrol etmek ve kontrol sınırları dışında ise buna neden olan kalite parametresini veya parametrelerini belirlemektir. Bu çalışma, bir devlet hastanesinde müşteri memnuniyeti seviyesini ve yoğun bakım bölümünün başarımını tespit etmek için çok değişkenli istatistiksel süreç kontrolü yöntemlerinden faydalanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, Hotelling T2 kontrol grafiği ve kontrol sınırları dışında olduğu gözlenen gözlemlerin sebeplerini bulmak için ise Mason-Young-Tracy (MYT) Ayırıştırması yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, çok değişkenli Hotelling T2 kontrol grafiğinin işletmenin başarımını ortaya koymakta başarılı bir teknik olduğu belirlenmiş ve MYT Ayırıştırması yöntemi ile de kontrol dışı duruma sebep olan değişkenler tespit edilmiştir [44].

Multivariate Statistical Process Control and Signature Analysis Using Eigenfactor Detection methods adlı bu makale, kovaryans yapı değişimini saptayabilen ve süreçte meydana gelen değişimin gerçek doğası hakkında bilgi sağlayan yeni öz değişkenli çok değişkenli kalite kontrol teknikleri önermektedir. Eigenspace analizi özellikle veri bakımından zengin üretim süreçlerinde avantajlıdır, çünkü veri bileşenlerini,

temel bileşenler analizi gibi, küçültebilir, ancak ince yumurtalık yapısı değişikliklerini tespit etme ve ayırt etme özelliğini korur [45].

İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri ile Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama adlı bu çalışma Bursa ilinde otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede üretimi yapılan otomobillerin ön kapı dinamik kapanma hız ölçümlerinin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığı yani değişkenlik gösterip göstermediğini ortalama ve standart sapma grafikleri ile tespit etmeye çalışmıştır. Bu kapsamda Ocak ayının 2017 yılına ait ön kapı kapanma hızına ilişkin ölçümler, SPSS 17 paket programı aracılığıyla prosesin değişkenliğinin kontrol altında olup olmadığı gözlemlenerek, süreç ve makine yeterlilik oranları hesap edilmiştir. Neticede, prosesin değişkenliğinin kontrol altında ve yeterli olduğu saptanmıştır. Prosesin makine yeterlilik oranı hesaplandığında, ön sol kapının kapanma hızı uygun iken, ön sağ kapının kapanma hızlarına ilişkin verilerin yetersiz olduğu anlaşılmıştır [46].

BÖLÜM 5

5.1. İŞLETME TANITIMI

Çalışmanın yapıldığı X şirketi, 1986 yılından beri Konya'da faaliyetlerini sürdürmekte olan köklü bir şikettir. Bugün yaklaşık 50'si teknik personel olmak üzere toplamda 400 çalışanı bulunmaktadır.

Kuruluşunun ilk yıllarında sadece sığır bağırsakları üretimine ağırlık vermiş, daha sonraki yıllarda ise üretim kapasitesini arttırmıştır. Bugün ürün çeşitliliği konusunda oldukça geniş bir aralığa sahiptir.

Sadece Türkiye'de değil yurt dışında da üretimi olan işletmenin her geçen gün faaliyetleri artmaktadır. Büyük çapta ihracat yapan şirketin ABD, Batı Afrika ülkeleri ve uzak doğu ülkelerinde büyük müşterileri bulunmaktadır.

Şirketin üretim alanı büyükbaş ve küçükbaş etine dair her şeydir. Parçalanmış ve kemiksiz sığır ve koyun eti, tuzlanmış dana ve koyun bağırsağı, dondurulmuş sakatat ürünleri, jel üretimi için kemik tedariği ve üretim hattı yeni kurulmuş ileri işlem ürünleri şirketin ürün yelpazesi içindedir. Bu kapsamda sucuk, salam, pastırma ve kavurma gibi ileri işlem şarküteri ürünleriyle hizmet vermektedir.

İşletme insan tüketimi için hizmet verdiği gibi hayvan gıdası konusunda da üretim yapmaktadır. Büyükbaş ve küçükbaş hayvanların yan ürünlerinden işletmede köpekler için çerez üretimi konusunda da faaliyet göstermektedir.

2010 yılında alınan bir kararla firmada büyükbaş ve küçükbaş tedariği için uygun hayvan ithal edilmeye başlanmıştır. Devlet desteği ile yurtdışında bulunan büyükbaş hayvan çiftlikleri ile iletişim kurularak, tüm teknik koşullar ve sağlık yönetmelikleri kapsamında ithalatlar gerçekleştirilmektedir.

5.2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı istatistiksel proses kontrolünde kullanılan kalite kontrol tekniklerini inceleyerek önce sürecin kontrol altında olup olmadığını sonra problemi, daha sonra da problemin nedeni belirlemek ve gıda işletmesinde uygulamasını yapmaktır. Bu bağlamda İKK tekniklerinden kontrol grafiği, pareto analizi ve balık kılçığı diyagramı seçilmiştir. Bu tekniklerin seçilmesinin en büyük nedenleri birbirini tamamlayan basit amaca yönelik olmasıdır. Kontrol grafiğiyle sürecin genel seyri hakkında bilgi alıp, pareto analiziyle hangi probleme ya da problemre öncelik verilmesi konusunda karara varılmıştır. Daha sonra balık kılçığı analizyle de problemin nedenleri tespit etmek için firmadaki teknik ekiple birlikte beyin fırtınası yapılmıştır.

Çalışmada sunulan kontrol grafikleri ve pareto analizi Microsoft Excel programında yapılmıştır. Microsoft Excel programının seçilme nedeni, programın kullanımının basit ve yalın olup, detayları diğer programlara göre daha fazla vermesidir. Tüm bunların yanında şekilsel bakımdan daha zengin olması nedeniyle anlaşılabilirliği daha kolaydır.

Yukarıdan belirlenen amaçlar doğrultusunda literatür taraması yapılmış ve gerekli bilgiler elde edilerek uygulama ve sonuçlar kısmında sunulmuştur. İlgili işletmede uygulama ileri işlem hattında yapılmış olup; gelen et, yağ ve bazı baharat maddelerini işleyerek baton kıyma, sucuk, salam, pastırma sosis vb. gibi tüketilebilecek ürünler meydana getirmektedir. İşletmede sürecin kontrol edildiği ürün baton kıymadır. İleri işlem hattında günde yaklaşık olarak 250.000 kg et baton kıyma haline dönüşmektedir. Bu hat içerisinde 1 kişi etlerin ve baton kıymanın elleçlemesinden, 3 kişi parça etlerin kemiklerinden sıyrılmasından, 1 kişi kıyma makinesinden, 2 kişi dolum makinesinden, 1 kişide paketleme ve elleçlemeden, 2 gıda bir kimya mühendiside kıymaların kalite kontrolünden sorumludur. Toplamda hatta çalışan kişi sayısı 13'dür.

Üretim süreci şu şekildedir; Depodan gelen parça etler hattın başına kemiklerinden ayrılmak üzere getirilir. Kemiklerinden ayrılan etler kıyma haline dönüştürülmek için

kıyma makinesine gönderilir. Kıyma haline gelen ürün batonlara doldurulması için baton dolum makinasına sevk edilir. Daha sonraki süreç kıymanın kalite kontrol işlemidir. Bu süreç için ilk olarak ürünün toplam ağırlığı hassas terazide kontrol edilmektedir. Daha sonra baton kıyma 3 eşit parçaya bölünerek hep bir parçası için yağ miktarı, pH'ı ve su aktivitesi kontrol edilmektedir. Şekil 5.1'den Şekil 5.8'e kadar olan resimlerde sürecin nasıl işlediğine dair görselleri bulabilirsiniz. Şekil 5.9'da ise sürecin akış diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 5.1.Parça etlerin tesise getirilmesi.



Şekil 5.2.Parça etlerin kıyma makinesine sevk edilmesi.



Şekil 5.3.Parça etlerin kıyma haline gelmesi.



Şekil 5.4.Kıyma kazanının batom dolum makinesine sevk edilmesi.



Şekil 5.5.Kıymaların baton dolum makinesinin kazanına eklenmesi.



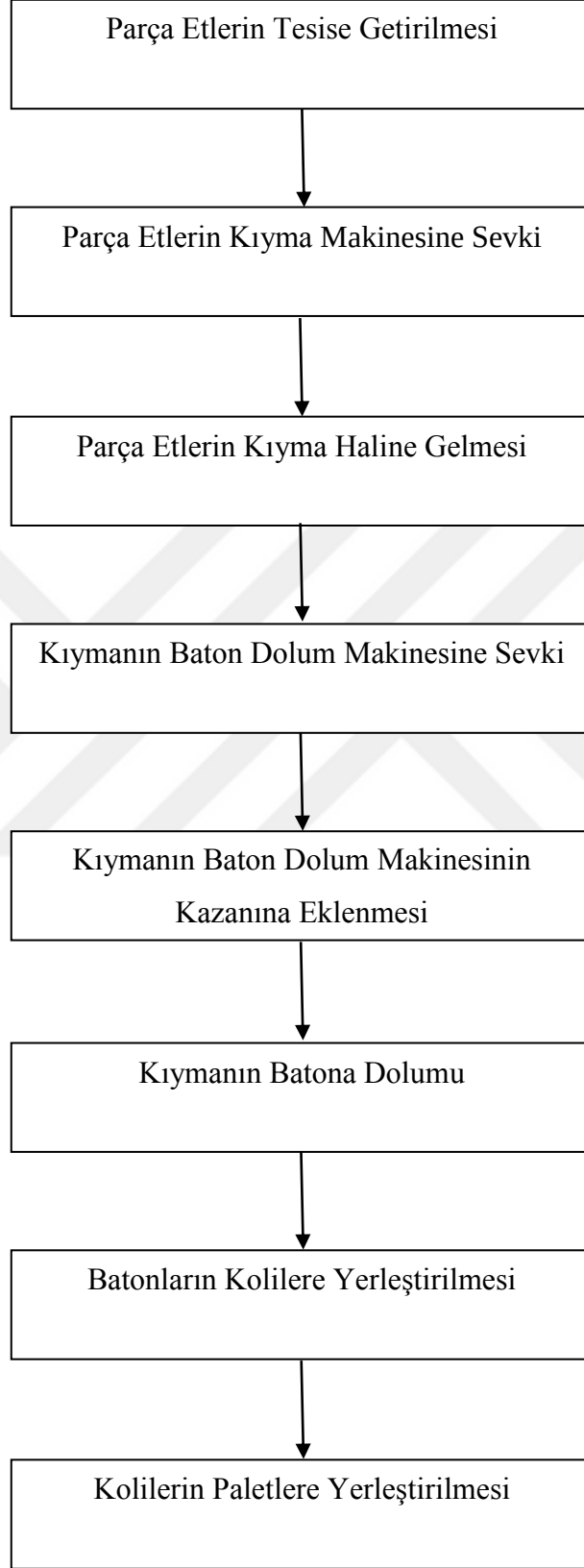
Şekil 5.6.Kıymaların batonlara dolumu.



Şekil 5.7.Batonların kolilere yerleştirilmesi.



Şekil 5.8.Kolilerin paletlere yerleştirilmesi.



Şekil 5.9.Baton kıyma üretim akış şeması.

Üründeki yağ miktarı ekstraksiyon yöntemiyle kontrol edilmektedir. Ekstraksiyon yöntemi,üçe bölünen baton kıymanın bir parçasındaki yağı, bir başka çözgen madde ile kıymadan ayrılmasını sağlamaktadır. Yapılan bu uygulama neticesinde ürün tüketiciye sevk edilmemektedir.

pH oranı pH metre kontrol edilmektedir. Bu işlem için Milwaukee Mi 150 Masaüstü marka pH metre kullanılmaktadır. Her kontrolden önce pH metrenin ucunda bulunan elektrot saf su ile temizlenerek kıymanın farklı noktalarına batırılarak ölçüm yapılmaktadır.

Su aktivitesi değeri ise Activity of Water(AW) cihazıyla tespit edilmektedir. Bu kontrol için GBX marka cihaz kullanılmaktadır. Her ölçüm için ayrı, temiz ve kuru kapların kullanılması gerekmektedir. Numune kabının dörtte üçünü dolduracak şekilde kıymalar kaba eklenir. Kıymanın bulunduğu kap cihazın ön tarafında bulunan kısmın için yerleştirilir. Gerekli ayarlamalar yapıp cihazın sonuç vermesi beklenir. AW cihazı ortalama 15 dk sonuçları üstünde bulunan ekranda göstermektedir.

Bu çalışma kurumun 2018 yılında Eylül (10.09.2018-23.10.2018) ayındaki 2 haftalık üretimi dikkate alınarak hazırlanmıştır.Üretim süreci boyunca her gün saatte 2 kez baton kıymalardan numune alınarak kalite kontrol işlemi gerçekleşmiştir.1 günde mesai saatleri içerisinde 8 kez numune alınmış olup her saatte alınan numune miktarıda 2'dir. Kontrolü yapılan ürünün yeniden işleme alınan miktarı az olduğu için saat başı 2 numune alınmaktadır. Dolayısıyla örneklem sayısı (k) 8, örneklem hacmi (n) 2'dir.

Baton kıyma üretiminde kalitenin göstergesi olan ürünün ağırlığı, yağ miktarı, etin pH seviyesi ve etteki su aktivitesi oranı dikkate alınmış ve kontrol grafikleri hepsi için oluşturulmuştur. Müşteri talebine istinaden spesifikasyonlarına göre kıyma ağırlığı 2400 gr - 2550 gr değerleri arasında, yağ oranının verilen standartlara ve yine müşteri talebine istinaden 500 gr -625 gr arasında, standartlara göre pH seviyesinin 5,2 - 6,2 arasında olması ve son olarak su aktivitesinin standartlara göre 0,90 aw ile 0,99 arasında olması gerekmektedir. Çizelge 5.1'de etin kalitesindeki parametrelerin standart sınırlarını göstermektedir.

Çizelge 5.1.Standart sınırları.

	Standart Sınırları
Ürünün Ağırlığı	2400 gr. - 2550 gr.
Yağ Miktarı	500 gr. - 625 gr.
pH Oranı	5,2 - 6,2
Su aktivitesi	0,80 - 0,99 aw

Baton kıymanın ağırlığı tamamen müşterinin birim üründe talep ettiği miktarla ilgili olup talep edilen miktar değiştirilebilmektedir. Dolayısıyla bu değişkenin herhangi bir standardı bulunmamaktadır. Yağ miktarı ise Türk Gıda Kodeksi'nin tebliğine göre kıyma ürünlerinde, kıyma ağırlığının %20-25'i kadar olmalıdır. pH ise ortamda mevcut olan hidrojen iyon konsantrasyonunun ölçümüdür. Et üretimi amacıyla kesimi yapılan sağlıklı hayvanın kesiminin gerçekleştirildiği anda kas dokularının pH'sı 7,0-7,2 arasında değişir. Kesimden hemen sonra oksijensiz şartlarda kaslarda başlayan bir kısım biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda meydana gelen laktik asit miktarının artışıyla pH'da değişim meydana gelir. Kesimden hemen sonra kaslarda ortaya çıkan bu dönüşüm ölüm sertliği tamamlayıncaya kadar devam eder. Bu süre sonunda kas dokusu artık ete dönüşmüş olur. Farklı tür kasaplık hayvanlarda bu süre sonunda et pH'sı 5,2 ile 6,2 arasında değişir. Kesimden sonra ette pH'nın düşüşüne bağlı olarak etin kendine özgü rengi, tekstürü ve kıvamı oluşur. Su aktivitesi, ürünlerdeki toplam suyun kimyasal veya fiziksel biçimde bağlanmış olan kısmı veya ortam suyunun buhar basıncının doymuş buhar basıncına bölünmesiyle elde edilen değer anlaşılır. 0.0 ile 1.0 arasında değişen rakamlar halinde ifade edilir. Taze etin su aktivitesi 0.99'dur. Et ve et ürünlerine; kurutma, ısıtma, soğutma, dondurma, tütsüleme, kürlenme, formülasyona yağ ilave edilmesi gibi teknolojik işlemlerin uygulanması su aktivitesinde önemli seviyede değişiklikler meydana getirir. Müşterinin talebine istinaden su aktivitesi spesifikasyonu 0,80 ile 0,99 arasında belirlenmiştir.

İlgili kalite değişkenlerin hem süreç içerisinde kontrol altında olup olmadığı hem de müşteri spesifikasyonların uyup uymadığını kontrol etmek amacıyla 2 hafta boyunca alınan verilerle kontrol grafikleri çizilmiştir. Belirtilen dört kalite

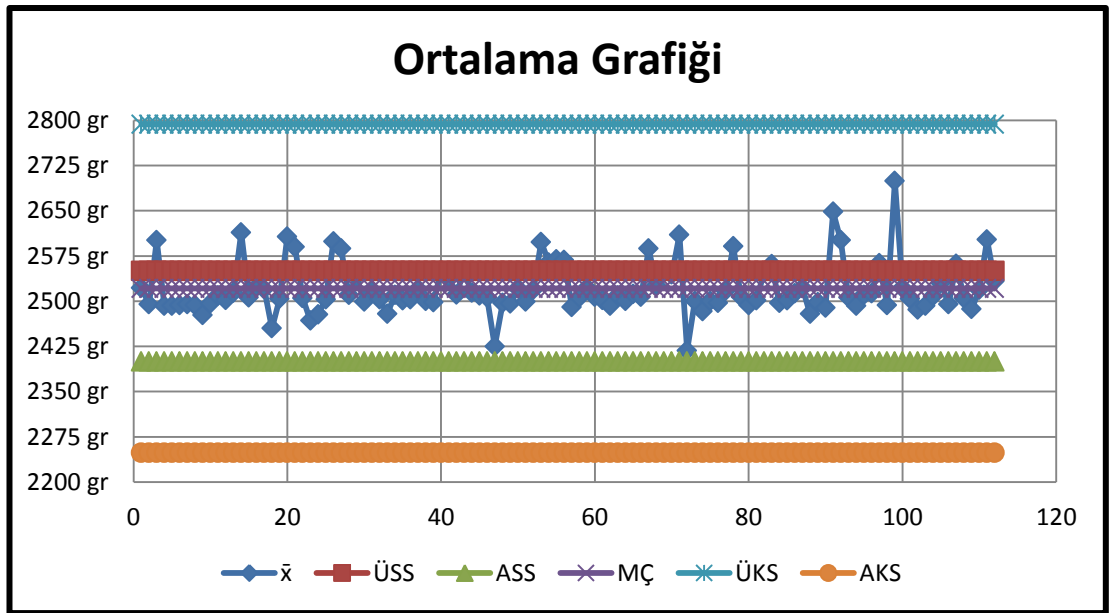
değişkeniyle ilgili excelde hem $\bar{X} - R$ hem de $\bar{X} - s$ kontrol grafiği oluşturulmuştur. Sürece ait müşteri talepleri ve standartlar bilindiği için sürecin içinde oluşan sınırları hesaplanıp, karşılaştırma yapılarak standartlara ve müşteri talebine uyum sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Her bir kalite değişkeni için ilk önce $\bar{X} - s$ daha sonra $\bar{X} - R$ kontrol grafiği çizilmiştir.

5.3. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.3.1 Kıyma Ağırlığı Kontrol Grafikleri

2018 yılının Ekim ayındaki işletmenin baton kıyma sürecinden 14 gün boyunca her saat başı alınan iki numunenin ortalaması, standart sapması ve aralık değerleriyle ilgili gözlemler Çizelge Ek A.1'de verilmiştir.

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - s$ kontrol grafiğini çizmek için standart sapma, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanmıştır. Sonuçta Şekil 5.10'daki ortalama grafiği ve Şekil 5.11'deki standart sapma grafiği ortaya çıkmıştır. Her bir n için A_3 , B_3 ve B_4 değerleri Çizelge Ek B.1'den belirlenmiştir.

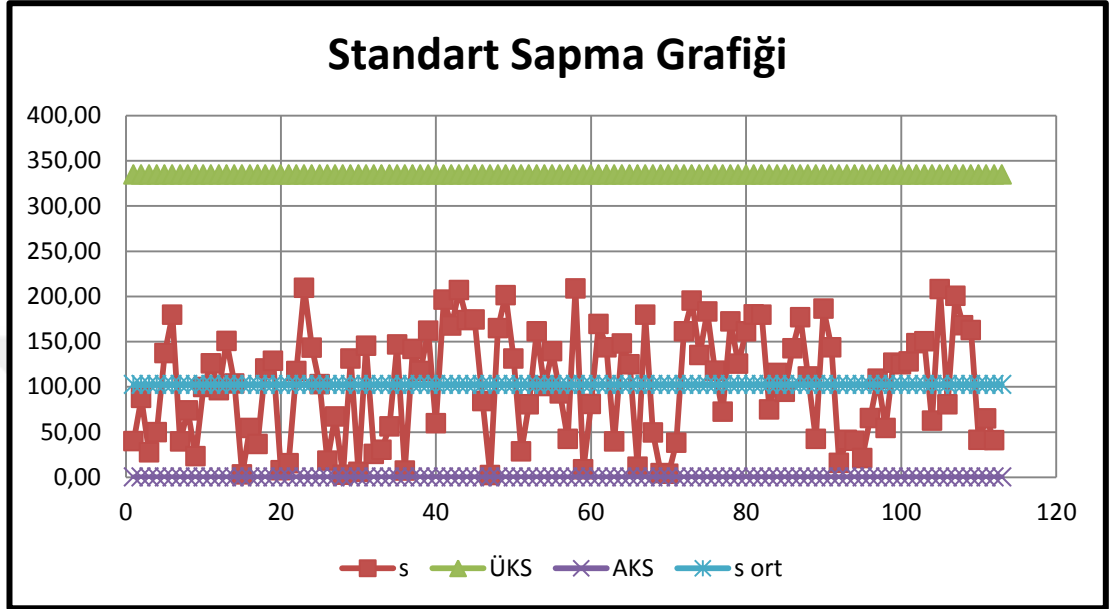


Şekil 5.10. Kıyma ağırlığına ait $\bar{X}$ grafiği.

$$\ddot{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} = 2521 + 2,659(102,38) = 2793,23$$

$$M\check{Ç} = \bar{\bar{X}} = 2521$$

$$AKS = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} = 2521 - 2,659(102,38) = 2248,77$$



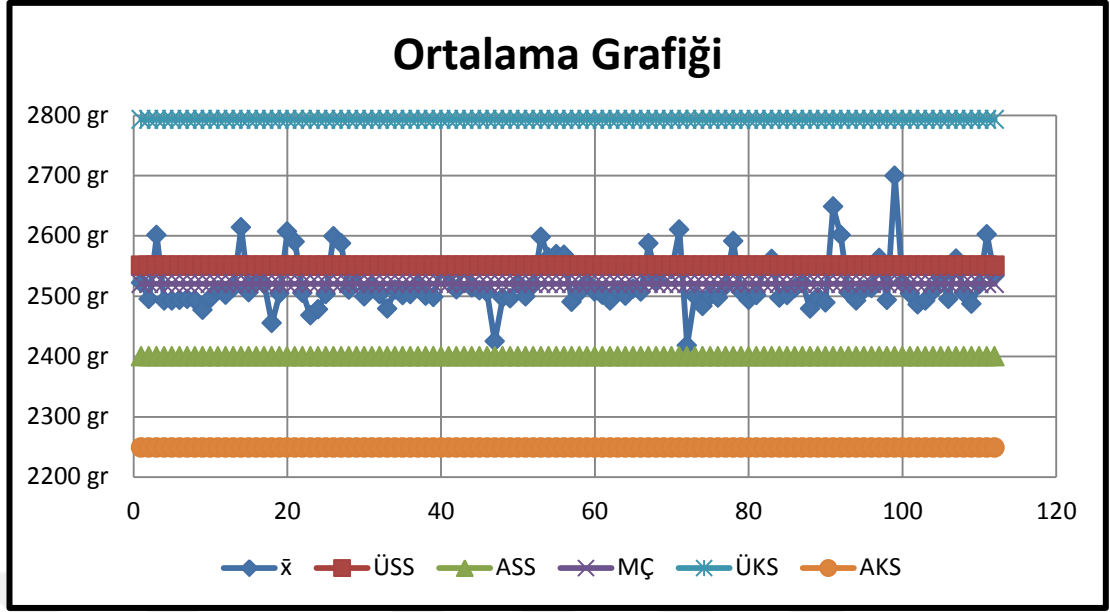
Şekil 5.11.Kırma ağırlığına ait s grafiği.

$$\ddot{ÜKS} = B_4 \bar{s} = 3,267(102,38) = 334,48$$

$$M\check{Ç} = \bar{s} = 102,38$$

$$AKS = B_3 \bar{s} = 0(102,38)$$

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - R$ kontrol grafiğini çizmek için aralık, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanarak Çizelge Ek A.1'de verilmiştir. Sonuç Şekil 5.12 ve Şekil 5.13'deki kontrol grafikleri ortaya çıkmıştır. Her bir n için A_2 , D_3 ve D_4 değerleri Çizelge Ek B.1'de belirtilmiştir.

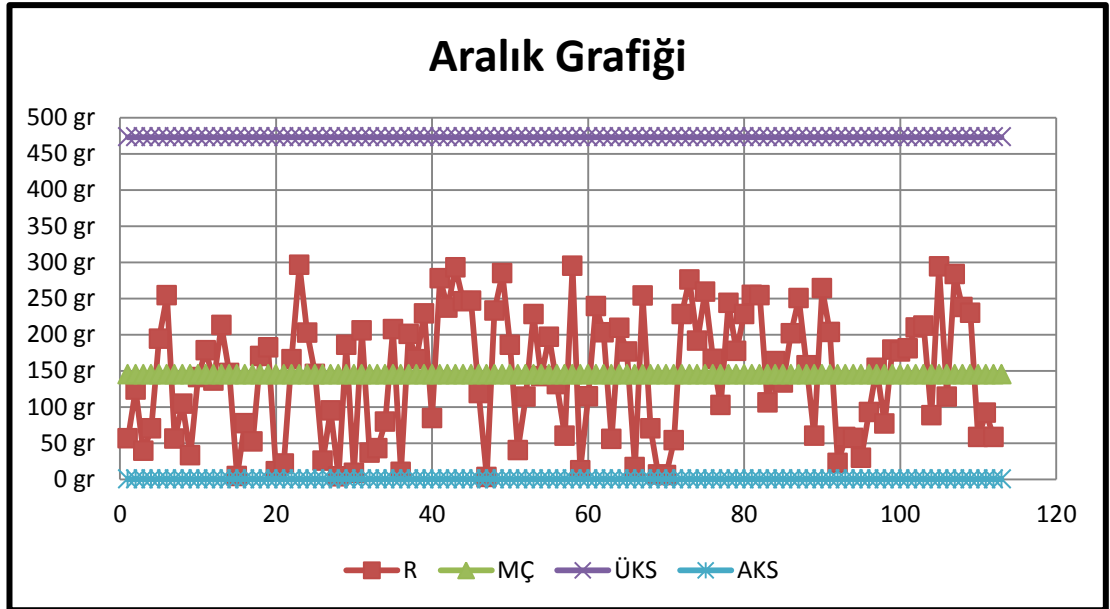


Şekil 5.12.Kırma ağırlığına $\bar{X}$ ait grafiği.

$$\bar{ÜKŞ} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 2521 + 1,88(145) = 2793$$

$$\bar{MÇ} = \bar{\bar{X}} = 2521$$

$$\bar{AKŞ} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 2521 - 1,88(145) = 2248$$



Şekil 5.13.Kırma ağırlığına ait R grafiği.

$$\bar{ÜKS} = D_4 \bar{R} = 3,267(145) = 473$$

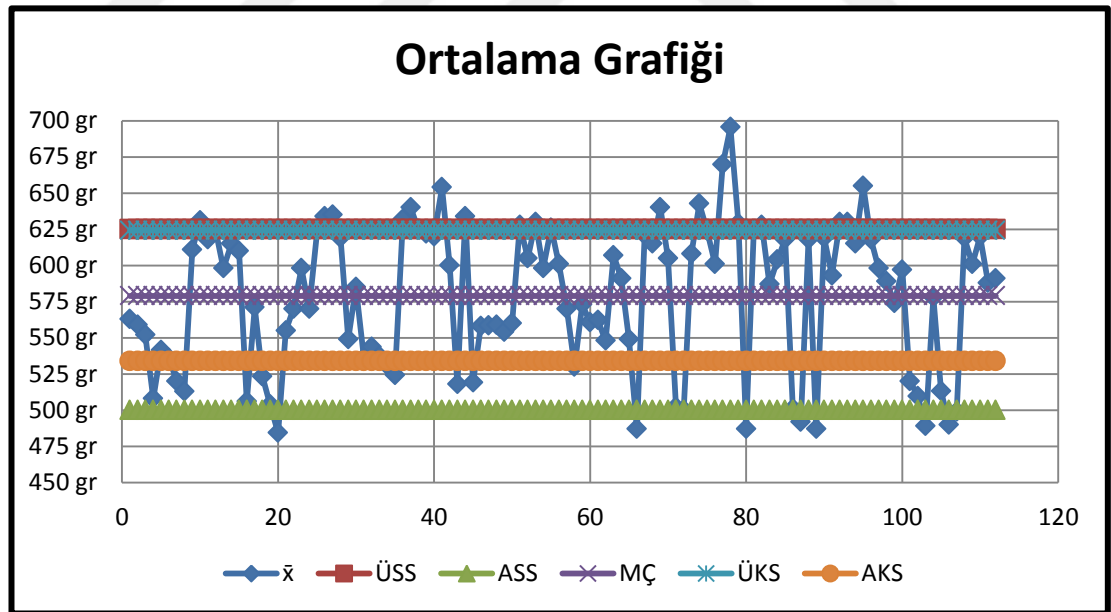
$$M\bar{Ç} = \bar{R} = 145$$

$$AKS = D_3 \bar{R} = 0(145) = 0$$

5.3.2. Yağ Miktarı Kontrol Grafikleri

2018 yılının Ekim ayındaki işletmenin baton kıyma sürecinden 14 gün her saat başı alınan iki numunenin ortalaması, standart sapması ve aralık değerleriyle ilgili gözlemler Çizelge Ek A.2'de verilmiştir.

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - s$ kontrol grafiğini çizmek için standart sapma, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanmıştır. Sonuçta ortaya Şekil 5.14 ve Şekil 5.15'deki kontrol grafikleri meydana gelmiştir. Her bir n için A_3 , B_3 ve B_4 değerleri Çizelge Ek B.1'de belirtilmiştir.

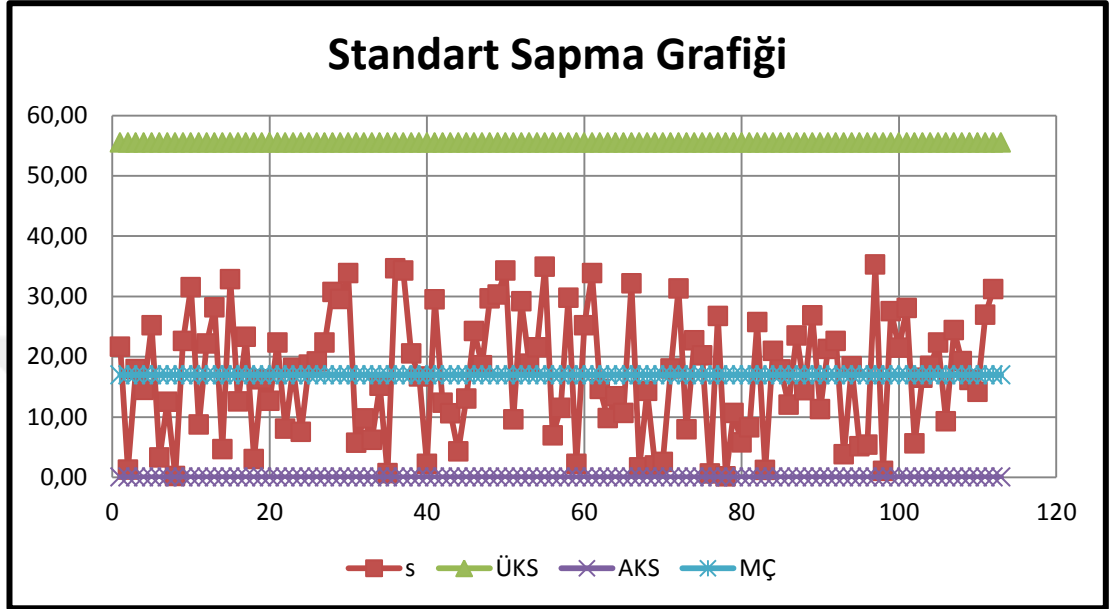


Şekil 5.14. Yağ miktarına ait $\bar{X}$ grafiği.

$$\ddot{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} = 579 + 2,659(17) = 624$$

$$M\check{Ç} = \bar{\bar{X}} = 579$$

$$AKS = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} = 579 - 6,659(17) = 533$$



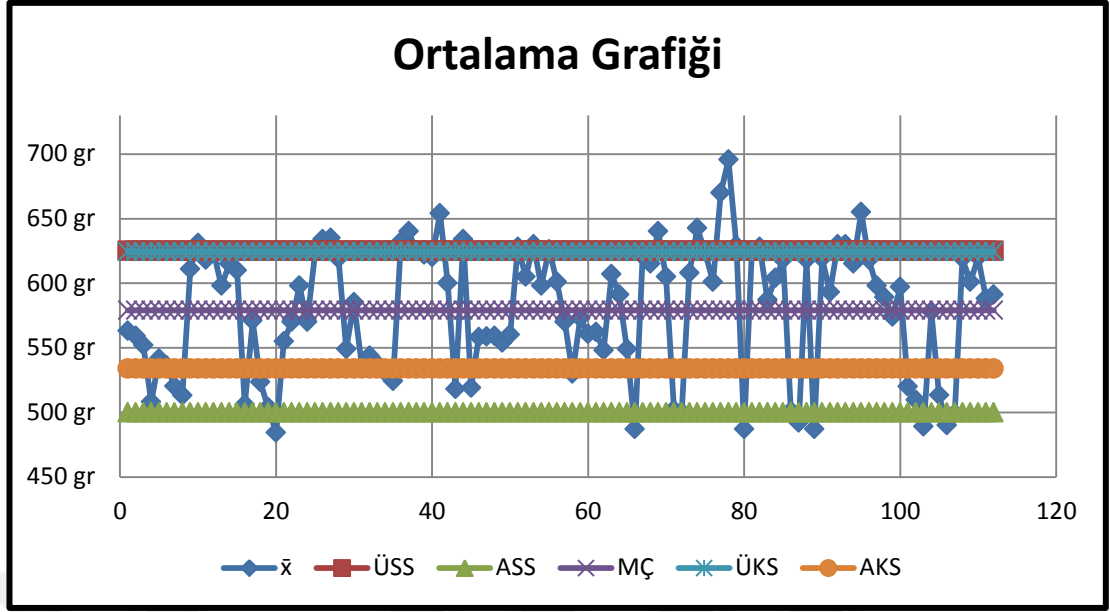
Şekil 5.15.Yağ miktarına ait s grafiği.

$$\ddot{ÜKS} = B_4 \bar{s} = 3,267(17) = 55$$

$$M\check{Ç} = \bar{s} = 17$$

$$AKS = B_3 \bar{s} = 0(17) = 0$$

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - R$ kontrol grafiğini çizmek için aralık, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanarak Çizelge Ek A.2'de verilmiştir. Sonuçta Şekil 5.16 ve Şekil 5.17'deki kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Her bir n için A_2 , D_3 ve D_4 değerleri Çizelge Ek B.1'de belirlenmiştir.

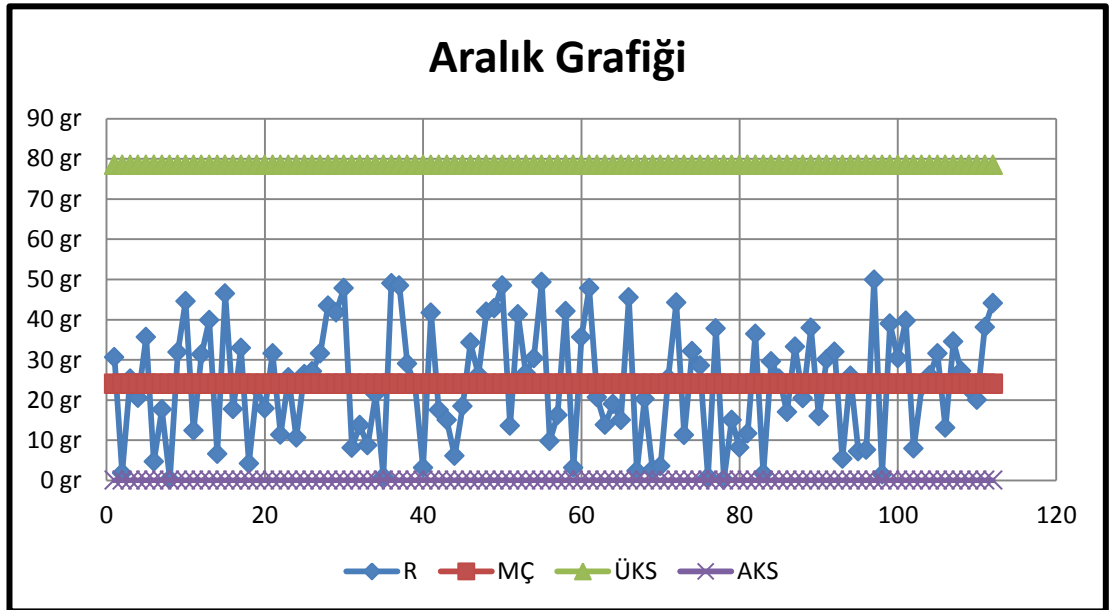


Şekil 5.16.Yağ miktarına ait $\bar{X}$ grafiği.

$$\bar{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 579 + 1,88(24) = 624$$

$$M\bar{Ç} = \bar{\bar{X}} = 579$$

$$AKS = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 579 - 1,88(24) = 533$$



Şekil 5.17.Yağ miktarına ait R grafiği.

$$\bar{ÜKS}=D_4\bar{R} = 3,267(24) = 78$$

$$M\bar{Ç}=\bar{R} = 24$$

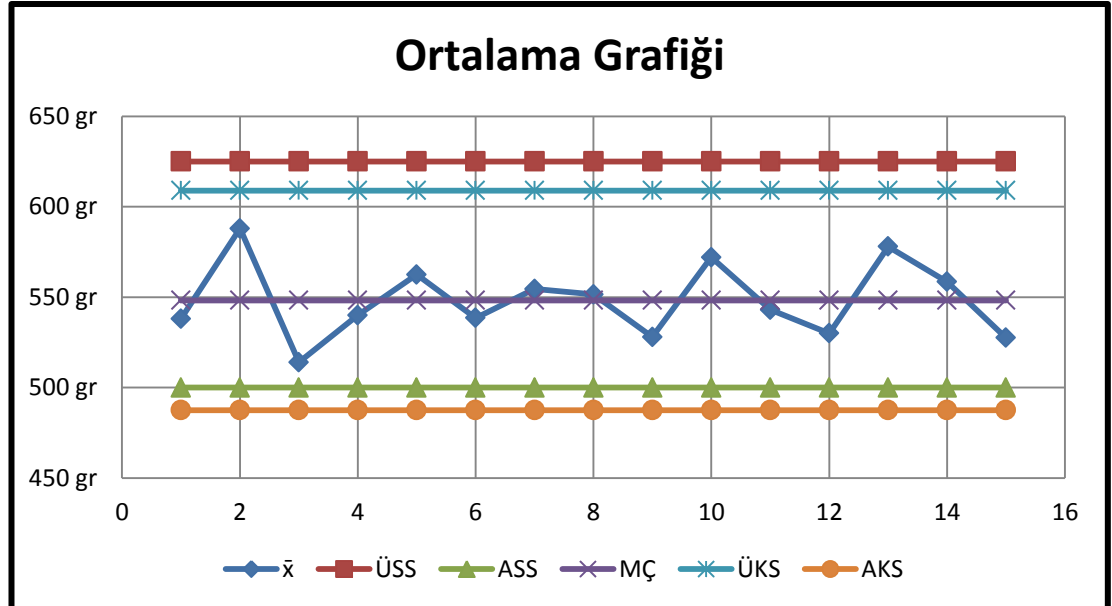
$$AKS=D_3\bar{R} = 0(24) = 0$$

5.3.2.1. İkincil Yağ Miktarı Kontrol Grafikleri

İşletmede üretilen baton kıymaların yağ miktarları talep edilen miktarın altındaysa ilgili kazan akış şemasında da gösterildiği gibi öğütücü makinasına tekrar yağ ile birlikte çekilmek üzere gönderilir.

Eğer yağ miktarı ÜSS'yi çok fazla aştığı durumlarda da yağ miktarı az olan kıymalarla karıştırılmak üzere tekrar baton dolum makinesine gönderilmektedir.

Yağ miktarının ikincil kontrol grafikleri için ortalaması, standart sapması ve aralık değerleriyle ilgili gözlemler Çizelge Ek A.6'da verilmiştir. Sonuç Şekil 5.18 ve Şekil 5.19'daki kontrol grafikleri meydana gelmiştir. Her bir n için A₃, B₃ ve B₄ değerleri Çizelge Ek B.1'de belirlenmiştir.

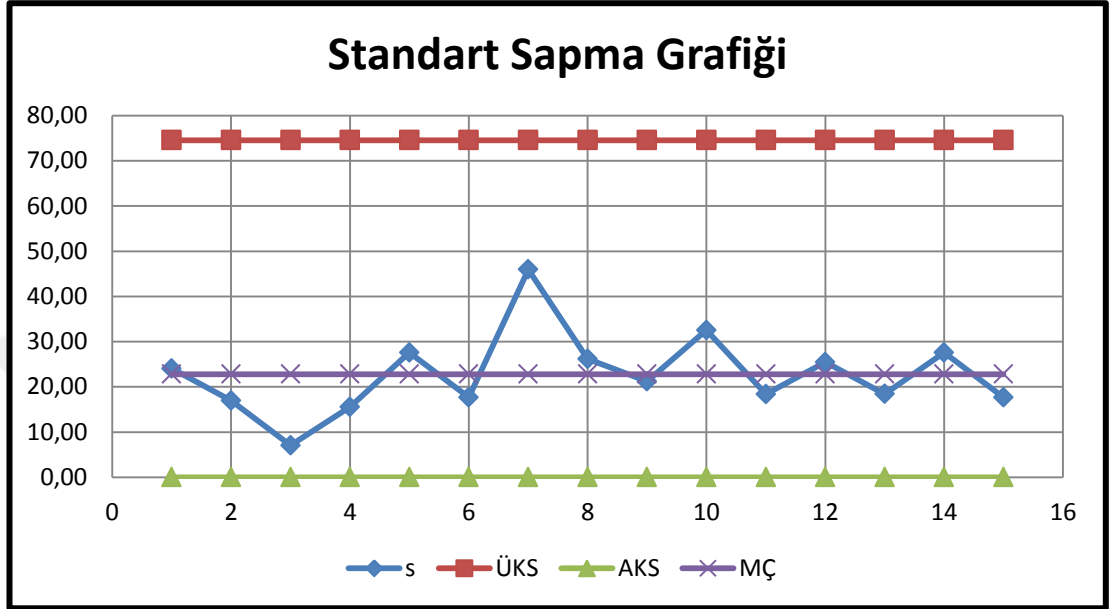


Şekil 5.18. İkincil yağ miktarı $\bar{X}$ grafiği.

$$\bar{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} = 548 + 2,659(23) = 609$$

$$M\bar{Ç} = \bar{\bar{X}} = 548$$

$$AKS = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} = 548 - 6,659(23) = 488$$



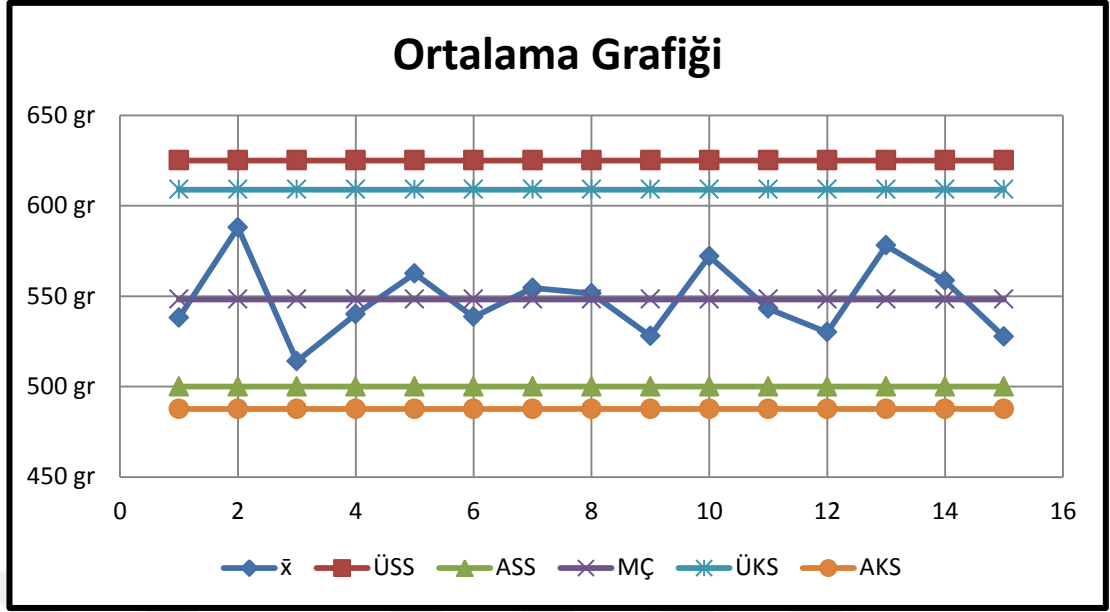
Şekil 5.19.İkincil yağ miktarı s grafiği.

$$\bar{ÜKS} = B_4 \bar{s} = 3,267(22,8) = 74,5$$

$$M\bar{Ç} = \bar{s} = 22,8$$

$$AKS = B_3 \bar{s} = 0(22,8) = 0$$

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - R$ kontrol grafiğini çizmek için aralık ve ortalama değerleriyle ilgili gözlemler Çizelge Ek A.6.'da verilmiştir. Sonuçta Şekil 5.20 ve Şekil 5.21'deki kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Her bir n için A_2 , ve D_4 değerleri Çizelge Ek B.1'de belirlenmiştir.

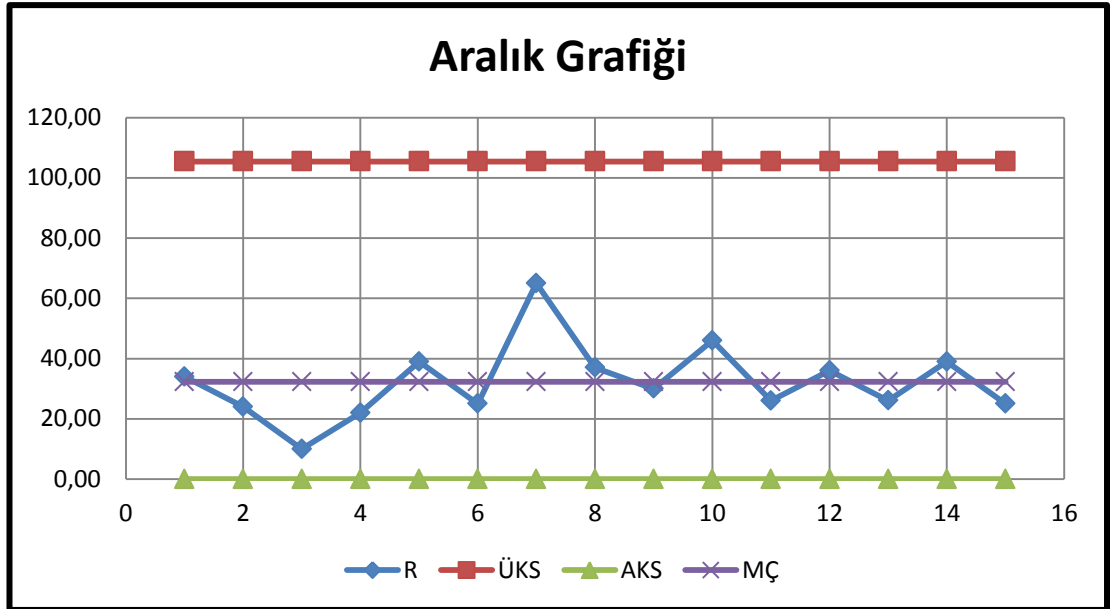


Şekil 5.20. İkincil yağ miktarı $\bar{X}$ grafiği.

$$\bar{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 548 + 1,88(32) = 608$$

$$M\check{C} = \bar{\bar{X}} = 548$$

$$AKS = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 548 - 1,88(32) = 487$$



Şekil 5.21. İkincil yağ miktarı R grafiği.

$$\bar{U}KS=D_4\bar{R} = 3,267(32) = 105$$

$$M\bar{C}=\bar{R} = 32$$

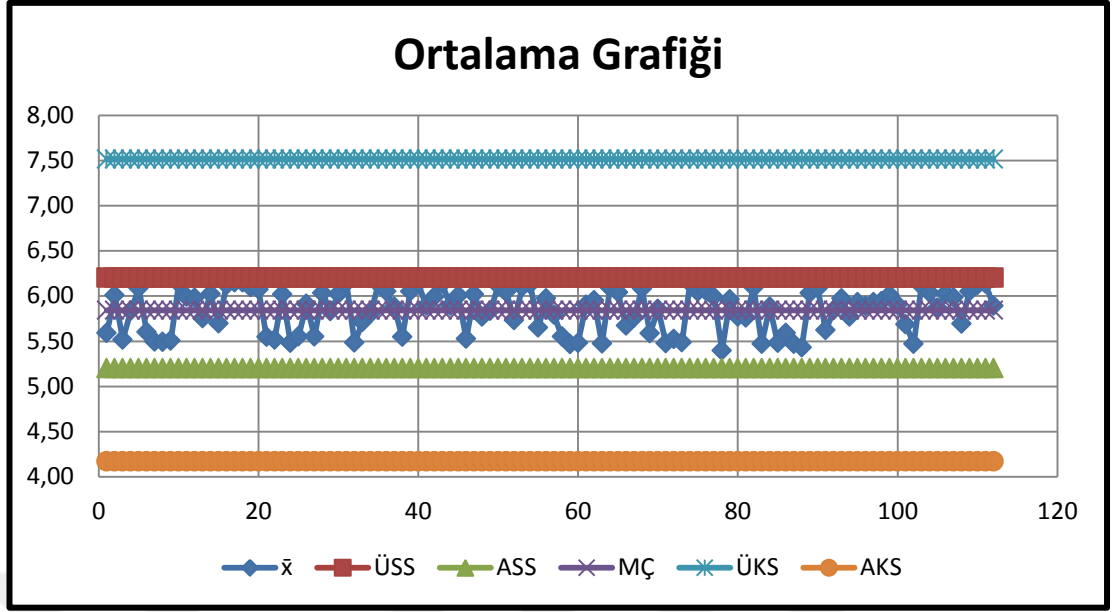
$$AKS=D_3\bar{R} = 0(32) = 0$$

Şekil 5.14'e bakıldığında gözlemleri kontrol sınırlarının içinde olduğu gözlemlenmiştir. Her ne kadar kontrol sınırlarına yaklaşan gözlemler olsa da genel itibariyle gözlemlerin MÇ etrafında homojen olarak dağıldığı söylenebilir. Genel olarak sürecin değişkenliği kontrol altındadır. Her bir n için D₃ Çizelge Ek B.1'de belirlenmiştir.

5.3.3. pH Kontrol Grafikleri

2018 yılının Ekim ayındaki işletmenin baton kıyma sürecinden 14 gün her saat başı alınan iki numunenin ortalaması, standart sapması ve aralık değerleriyle ilgili gözlemler Çizelge Ek A.3'de verilmiştir.

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - s$ kontrol grafiğini çizmek için standart sapma, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanmıştır. Sonuçta Şekil 5.22 ve 5.23'deki kontrol grafikleri meydana gelmiştir. Her bir n için A₃, B₃ ve B₄ değerleri Çizelge Ek B.1'de belirtilmiştir.

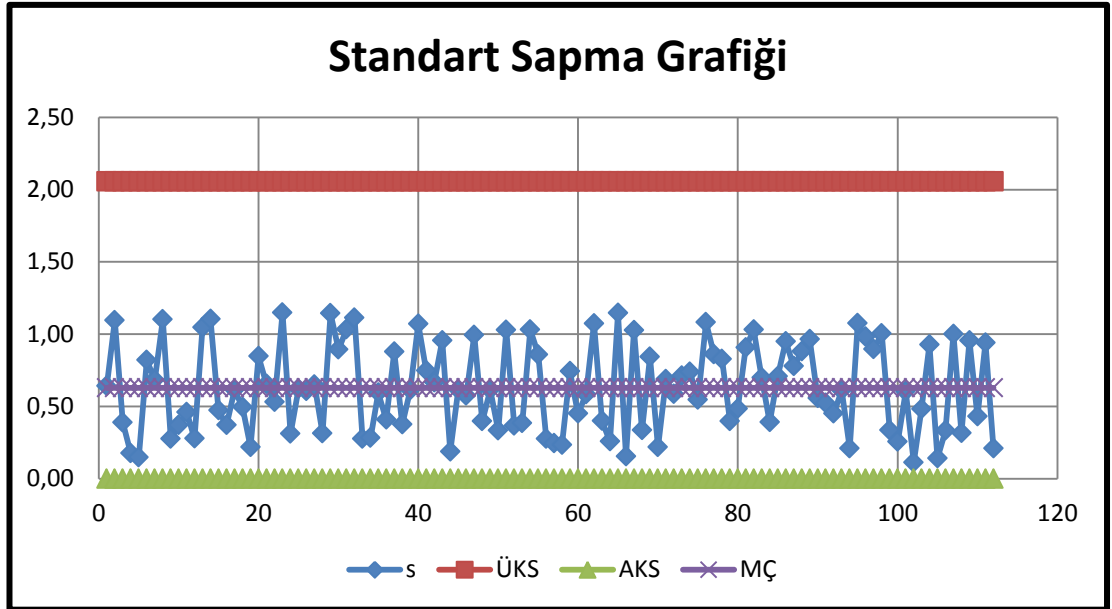


Şekil 5.22.pH'a ait $\bar{X}$ grafiği.

$$\bar{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} = 5,84 + 2,659(0,63) = 7,51$$

$$MÇ = \bar{\bar{X}} = 5,84$$

$$AKS = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} = 5,84 - 2,659(0,63) = 4,17$$



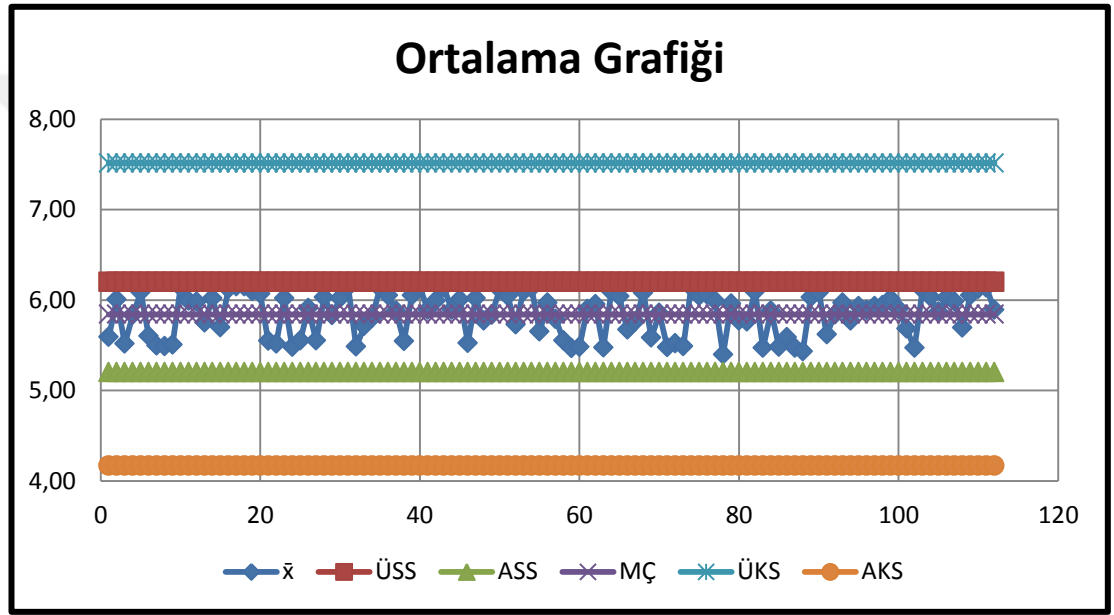
Şekil 5.23.pH'a ait s grafiği.

$$\ddot{ÜKS}=B_4\bar{s}=3,267(0,63)=2,05$$

$$M\check{Ç}=\bar{s}=0,63$$

$$AKS=B_3\bar{s}=0(0,63)=0$$

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - R$ kontrol grafiğini çizmek için aralık, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanarak Çizelge Ek A.3'de verilmiştir. Sonuçta Şekil 5.24 ve Şekil 5.25'deki kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Her bir n için A_2 , D_3 ve D_4 değerleri Çizelge Ek B.1'de belirtilmiştir.

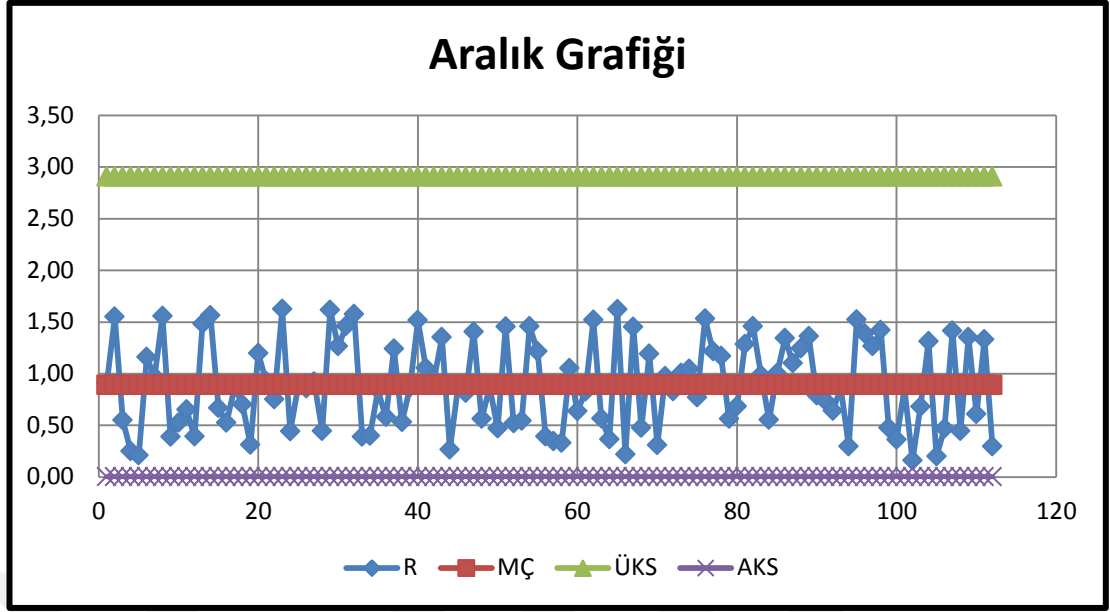


Şekil 5.24.pH'a ait $\bar{X}$ grafiği.

$$\ddot{ÜKS}=\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 5,84 + 1,88(0,89) = 7,51$$

$$M\check{Ç}=\bar{\bar{X}} = 5,84$$

$$AKS=\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 5,84 - 1,88(0,89) = 4,17$$



Şekil 5.25.pH'a ait R Grafiği.

$$\bar{ÜKS}=D_4\bar{R} = 3,267(0,89) = 2,90$$

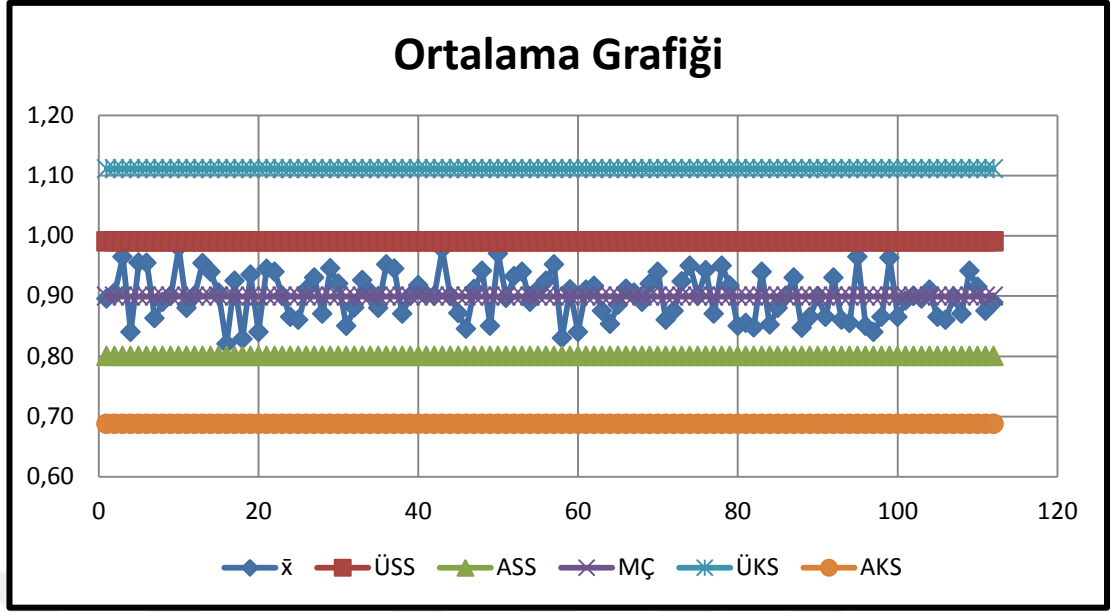
$$MÇ=\bar{R} = 0,89$$

$$AKS=D_3\bar{R} = 0(0,89) = 0$$

5.3.4. Su Aktivitesi (AW) Kontrol Grafikleri

2018 yılının Ekim ayındaki işletmenin baton kıyma sürecinden 14 gün her saat başı alınan iki numunenin ortalaması, standart sapması ve aralık değerleriyle ilgili gözlemler Çizelge Ek A.4.'de verilmiştir.

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - s$ kontrol grafiğini çizmek için standart sapma, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanmıştır. Sonuçta Şekil 5.26. ve Şekil 5.27'deki kontrol grafikleri meydana gelmiştir. Her bir n için A_3 , B_3 ve B_4 değerleri Çizelge Ek B.1'de belirtilmiştir.

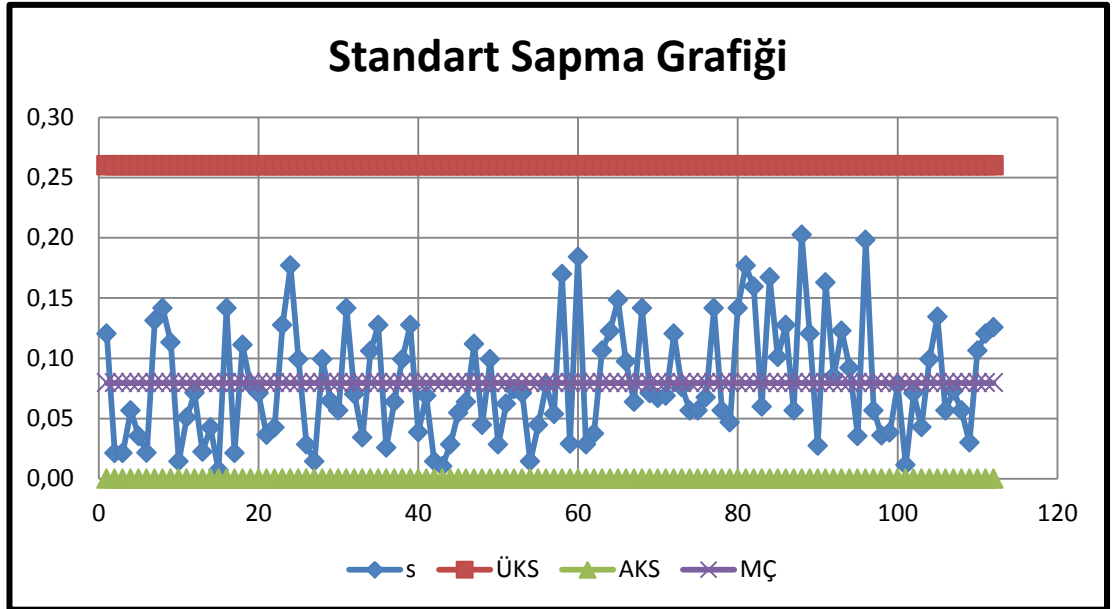


Şekil 5.26.Su aktivitesine ait $\bar{X}$ grafiği.

$$\bar{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} = 0,9 + 2,659(0,08) = 1,11$$

$$\bar{MÇ} = \bar{\bar{X}} = 0,9$$

$$\bar{AKS} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} = 0,9 - 2,659(0,08) = 0,169$$



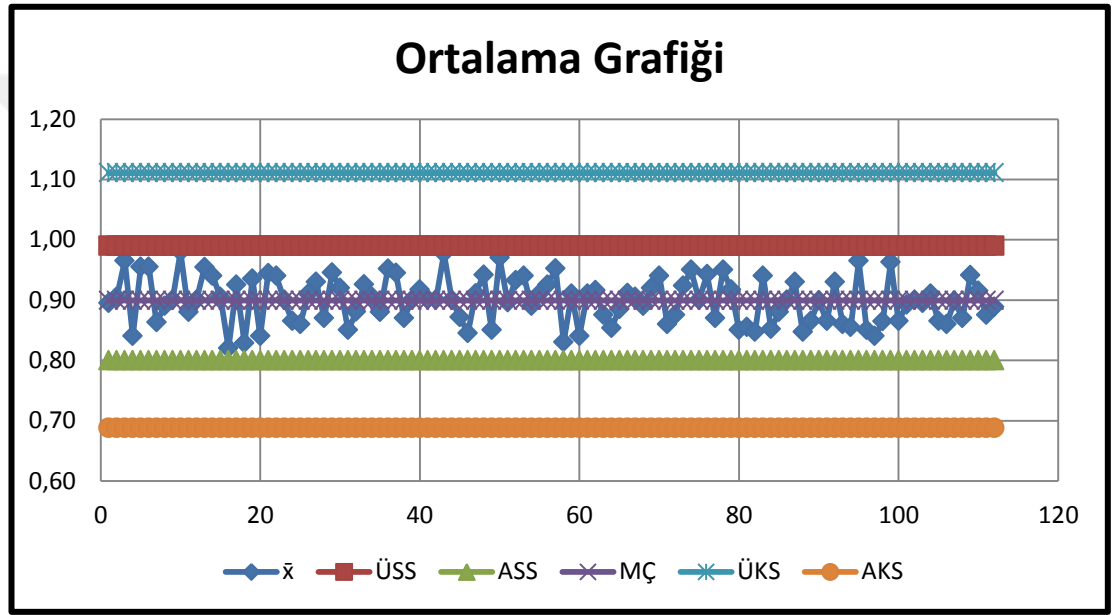
Şekil 5.27.Su aktivitesine ait s grafiği.

$$\bar{ÜKS} = B_4 \bar{s} = 3,267(0,08) = 0,26$$

$$M\bar{Ç} = \bar{s} = 0,08$$

$$AKS = B_3 \bar{s} = 0(0,08) = 0$$

Gözlemler sonucunda elde edilen verilerle $\bar{X} - R$ kontrol grafiğini çizmek için aralık, ortalama ve kontrol sınırları hesaplanarak Çizelge Ek A.4'de verilmiştir. Sonuçta Şekil 5.28 ve Şekil 5.29'daki kontrol grafikleri ortaya çıkmıştır. bir n için A_2 , D_3 ve D_4 değerleri Çizelge Ek B.1'de belirtilmiştir.

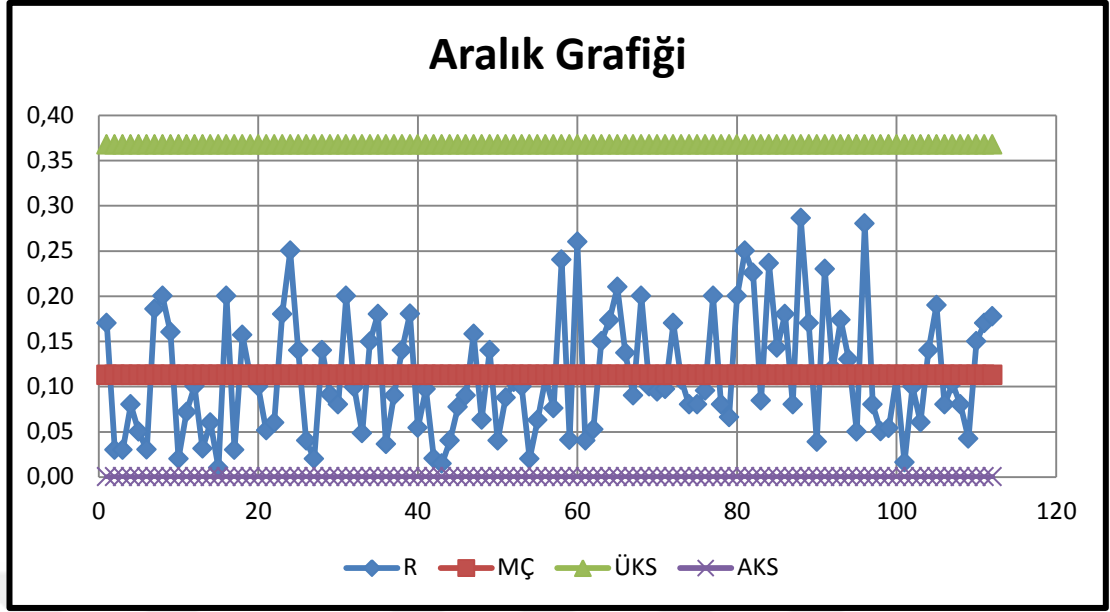


Şekil 5.28.Su aktivitesine ait $\bar{X}$ grafiği.

$$\bar{ÜKS} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 0,90 + 1,88(0,11) = 1,11$$

$$M\bar{Ç} = \bar{\bar{X}} = 0,90$$

$$AKS = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 0,90 - 1,88(0,11) = 0,69$$



Şekil 5.29.Su aktivitesine ait R grafiği.

$$\bar{ÜKS} = D_4 \bar{R} = 3,267(0,11) = 0,37$$

$$\bar{MÇ} = \bar{R} = 0,11$$

$$\bar{AKS} = D_3 \bar{R} = 0(0,11) = 0$$

5.4. PARETO ANALİZİ

İşletmede meydana gelen kalite problemleri müşteri memnuniyetsizliğine, gereksiz iş gücüne bazende duruşlara neden olmaktadır. Bu gibi sorunlara neden olan kalite problemlerinin hepsi birden yok edilemez. Bu yüzden bazı kalite problemlerine öncelik vermek gerekir. Hangi kalite problemine öncelik verilmesi gerektiğinin tespiti için pareto analizinden faydalanılır. Bu analiz sayesinde ürün üzerinde yaşanan kalite problemleri sınıflandırılarak en fazla yaşanan kalite problemi tespit edip, o problem üzerinde çalışmalara ağırlık verilir. Bu sebeple grafiğin sağ tarafında etkisi daha az olan nedenler üzerinde durmak yerine, grafiğin sol tarafında bulunan nedeni yarıya indirmek daha rasyonel olacaktır. Üretim süreci boyunca firmada kayıt altına alınan hata takip formunu Çizelge 5.2'de bulabilirsiniz.

Çizelge 5.2.Haftalık hata takip formu.

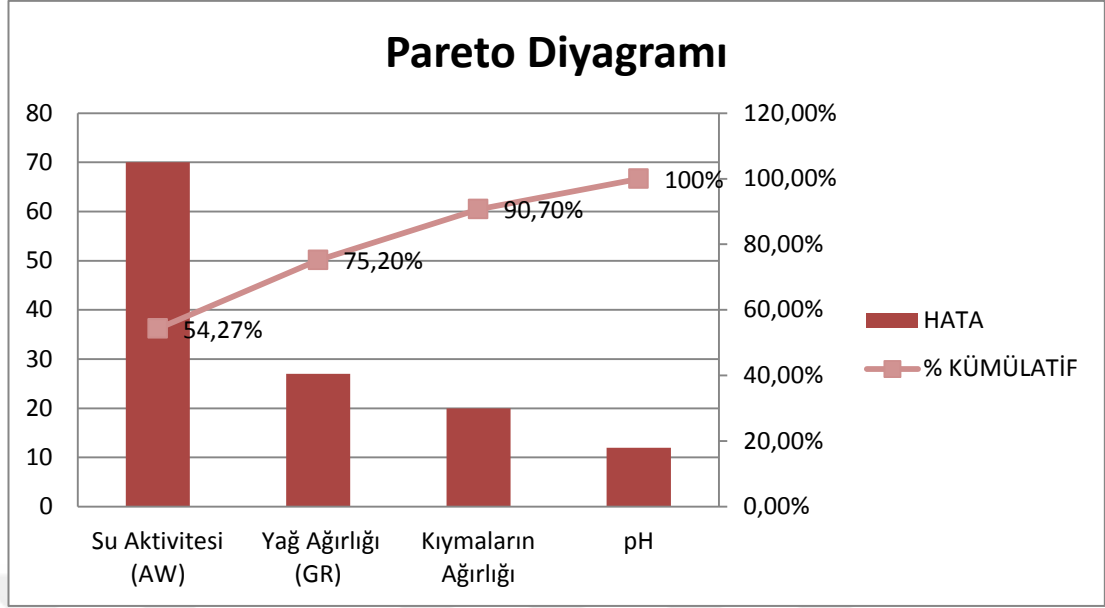
HATA TAKİP FORMU																
SORUN TÜRÜ		Günlere göre Karşılaşılan Sorun Sayısı														TOPLAM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1)	Baton Ağırlığı	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	8
2)	Baton Yağ Miktarı	3	2	0	2	0	3	0	2	0	4	3	2	1	5	27
3)	Kıymanın Su aktivitesi	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
4)	Kıyma pH Oranı	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Kalite departmanından alınan veriler doğrultusunda işletmede baton kıyma sürecinde meydana gelen kalite problemleri, miktarları ve pareto grafikleri aşağıdaki gibi olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 5.3'de ilgili kalite problemlerinin frekanslarını görebilirsiniz.

Çizelge 5.3.İşletmedeki kalite problemleri.

KALİTE PROBLEMLERİ	HATA ADET	%
Baton Ağırlığı	8	20,51%
Baton Yağ Miktarı	27	69,23%
pH	1	2,56%
Su Aktivitesi	3	7,69%
GENEL TOPLAM	39	%100

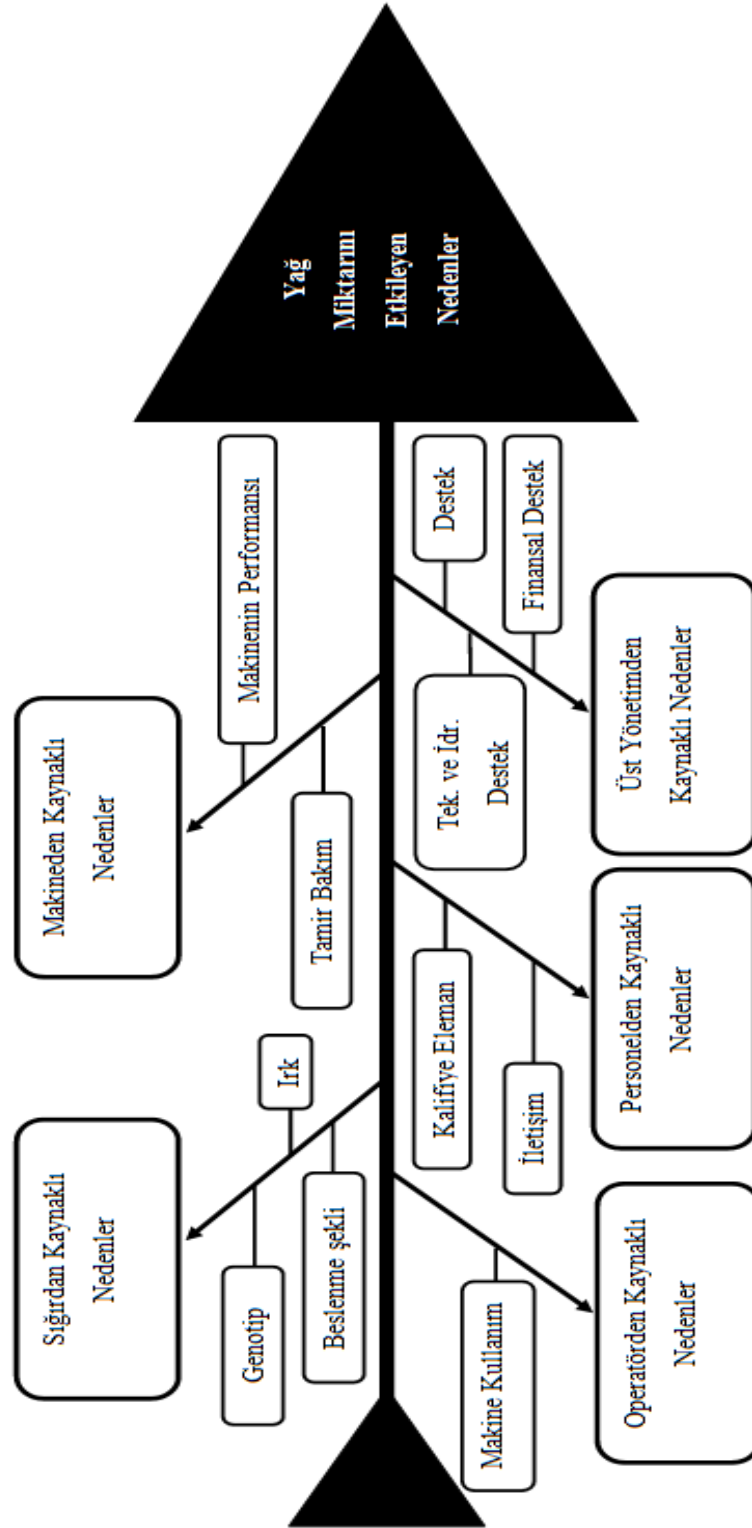
Şekil 5.30'da yukarıda elde edilen verilere göre pareto diyagramı elde edilmiştir. Balık kılçığı diyagramıyla bir sonraki aşamada bu problemin nedenleri incelenecektir.



Şekil 5.30.Kalite problemlerinin pareto grafiği.

5.5. NEDEN-SONUÇ ANALİZİ

Problem çözme sürecinde, pareto analiziyle sorunun tespit edilmesinin ardından problemi doğuran kök nedenlerin araştırılması üzerinde durulmalıdır. İşletme bünyesinde yer alan teknik personelin ve yöneticilerin katıldığı beyin fırtınası oturumları sonucunda probleme ilişkin nedenler tespit edilmiştir. Bu sebepler Şekil 5.31'deki neden-sonuç diyagramında verilmiştir.



Şekil 5.31.Yağ miktarı için neden - sonuç diyagramı.

Şekil 5.31'e göre problemin ana sebepleri 5 gruba ayrılmaktadır. Bunlar sığırdan, makineden, personelden, operatörden ve üst yönetimden kaynaklı nedenlerdir.

Aşağıda maddeler halinde yağ miktarına etki eden nedenlerin alt başlıklarını bulabilirsiniz.

Sığır kaynaklı nedenler etteki yağ miktarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Irk: Irklar arasında da her canlıda olduğu gibi genetik özellikleri arasında farklılıklar mevcuttur. Firma da işleme tabi tutulan ithal edilen etin Zebu (Nelore) sığır ırkından olduğu raporlanmıştır. Dişisi süt, deri ve yakılabilir tezek elde etmek için yetiştirilirken, erkeği sadece deri, tezek ve damızlık amacıyla yetiştirilmektedir. Et verimi hayvan başına ortalama 850 kg'dır. Bu genetik özelliklerinden Zebu sığır cinsi kasaplık bir hayvan çeşidi değildir.

Beslenme Şekli: Zebu (Nelore), Asya'nın tropik bölgelerinde ve Hindistan dolaylarında yaşayan bir sığır çeşididir. Bu özelliği et üzerindeki yağ miktarında önemli bir etkene sahiptir çünkü beslenme şekli genellikle Banağacı yaprağıdır. Bu nedenden selülozu vücudunda diğer sığır çeşitlerine göre daha az yağa dönüştürebilmektedir.

Genotip: Gıda ve ziraat mühendisleriyle yapılan görüşmeler neticesinde Zebu sığır ırkının diğer sığır ırklarına göre etteki yağ miktarının az fakat sütlerindeki yağ miktarının diğer ırklara oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum tekrardan kasaplık hayvan olmadıklarını belirtmektedir. Süreçte yapılan gözlemler neticesinde öğütücü makinesinin etkin bir şekilde çalışmaması etteki yağ miktarına etki edebilmektedir.

Makinenin Performansı: Kontrol için alınan batonların eğer yağ oranında eksiklik söz konusuysa, etin alındığı kazanayağ eklenerek tekrar çekilmek için öğütücü makinasına getirilmektedir. Öğütücü makinesinin hacmi oldukça küçük olup, etlere sonradan eklenen yağları homojen olarak dağıtamamaktadır. Makinenin performansı ve durumu yapılan iş için uygun değildir. Çalışan, kürek yardımıyla kıymanın üzerinde bulunan yağı eşit bir şekilde dağıtmaya çalışmaktadır fakat bu işlem işçiyi yoran, zamanını alan ve etkin olmayan bir yöntemdir. Sorumlu mühendisler bu durumun kıymadaki yağ oranını etkilediğini ve süreci birden fazla tekrarladıklarını

belirtmişlerdir.Yağ oranı fazla olduğu durumlarda ise etin süreç içinde yağı az olan kazanlarla birleştirilip kontrol edilmesi gerektiği şeklindedir fakat ekipmanların performanslarındaki yetersizlik nedeniyle müşterinin onayı dahilinde yağı fazla olan ürünler kabul edilip, herhangi bir işleme tabi olmadan süreci tamamlamaktadırlar.

Tamir Bakım:Ekipman bakımlarının da dolaylı olarak ürünlere etki ettiği söylenebilir. Gerekli ve zorunlu bakımların yaptırılmaması ekipmanların performansını düşürüp, daha sık arıza ve hata yaparak süreci etkileyebilir. Yapılan görüşmede gıda mühendisleri ekipmanların bakımları ve planlı duruşlarının çok ihmal edildiğini bildirmektedirler.İşletmede en büyük problemlerden biri de personelin kendisinden kaynaklı problemlerdir. Bu sadece kıymadaki yağ miktarına değil bir çok soruna neden olmaktadır.

İletişim:Çalışan personelden sadece 2'si usta başı ve 1'i işçi olmak üzere toplamda 3 kişi Türk olup, diğer tüm çalışanlar Suriyeli'dir ve Türkçe sadece temel komutları anlayabilen bu kişiler oldukça karmaşık makinelerin başında çalışmaktadırlar. Yetkililerce var olan problemin karşılıklı sözlü ya da yazılı olarak ifade edilemeyip, çözüm bulunamaması problemlere sebep vermektedir ve sadece etteki yağ miktarına değil başka problemlere de neden olmaktadır.

Kalifiye Eleman: Suriyeli çalışanlarınTürkçe bilmemelerinin yanında daha önce benzer işlerle ilgilenmemeleri süreci daha zor ve hataya açık kapı bırakmaktadır. Her ne kadar dil bilmiyor olsalar da geçmiş zamanda benzer bir işi yapmış olmaları süreci daha kolay hale getirip, hataların önüne geçilebilirdi. Operatörlerin bulundukları makinenin başında etkin olmamaları yağa etki eden görünmeyen bir nedendir.

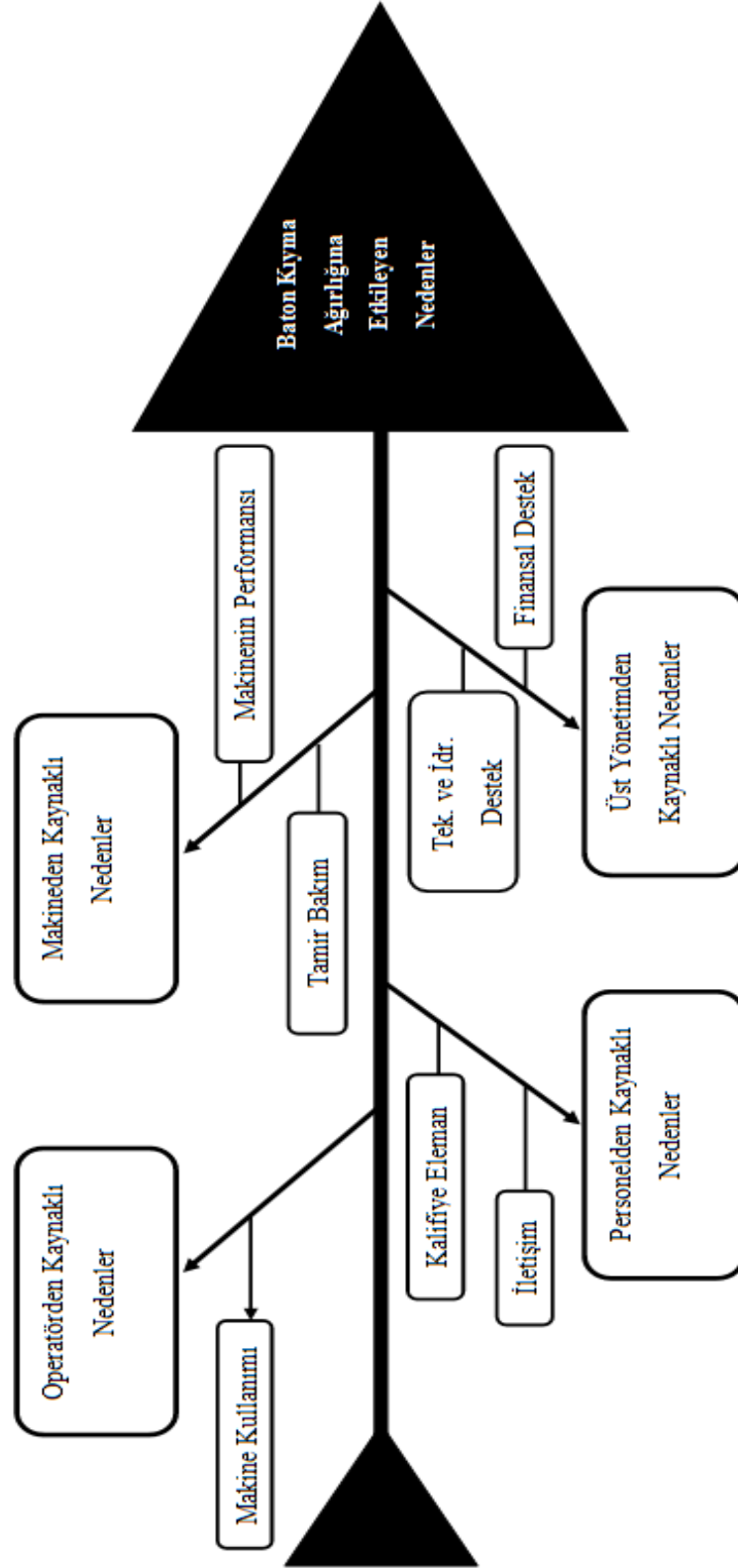
Makine Kullanımı:Öğütücü makinasının başında bulunan işçiye yağın ete yedirilmesi gerektiği konusu izah edilemeyip, makinadan gelen etin sorumlu kişiler tarafından fark edilmediğinde yağ miktarının değişkenlik gösterdiği fark edilmiştir.Çalışan işçi makinada yaşanan bir arıza ya da hatayı fark etse de kendisini iyi bir şekilde ifade edemediği için probleme anında müdahale edip sorun ortadan kaldırılamamaktadır. Mühendislerin ya da usta başlarının sürekli onları ya da makineler gözlemlene gibi şansları olmadığı için ürünlerde oluşan hatalar

kaçınılmaz hale gelmektedir.Doalylı olarak üst yönetimin bölümün satışı üzerinde etkisi olmaktadır.

Teknik ve İdari Destek:İleri işlem bölümü işletmede oluşturulan en yeni bölümdür. Kurulurken üst yönetimin desteğini almadan sadece genel müdür ve işletmenin sahibi olan kişinin teşviği ve desteğiyle kurulmuş. Kuruluşun diğer bölümleri % 90'a yakın ihracat yaparak ciroya önemli katkılar sağlarken, ileri işlem bölümü yurt içinde bile etkili bir satış yapamamaktadır. Yönetimin her türlü engeline takılan bölüme gerekli personelin sağlanmaması, çalışan beyaz yakalıların mutsuzluğu, işletme içi sorunlarının yetkili biri tarafından dikkate alınmaması ve bakım organizasyonuna dahil edilmemeleri çalışma motivasyonuna bu da dolaylı olarak ürünlere etki ettiği ifade edilebilir.Bakım için açılan taleplerin ya çok geç tedarik edilmesi ya da hiç cevap verilmemesi ekipmanlara, ekipmanlardaki arızalar da ürünlere etki etmektedir.

Finansal Destek:Yeni ekipman için talep edilen isteklerin yönetim tarafından anında yanıt verilmemesi, ekipmanların üretimin uygunluğuna göre değil de yönetimin sadece bütçeyi dikkate alarak tedarik etmesi, kısa ve uzun vadede ileri işlem bölümü için herhangi bir yatırım yapılmayacağının ifade edilmesi birer örnek olarak gösterilebilir.

Şekil 5.32'deki neden-sonuç diyagramında baton kıymaların ağırlığına etki eden nedenler verilmiştir.



Sekil 5.32.Baton kıyma ağırlığına etki eden nedenler.

Şekil 5.32'de görüldüğü üzere yağ miktarındaki değişimlere etki eden nedenler ile baton kıymaların ağırlığına etki edenlerin aynı olduğu söylenebilir. Yağ miktarına etki eden nedelerden sadece makinede faktöründe bir farklılık vardır. Yağ miktarındaki değişime etki eden yağların ilk ölçümden sonra sevk edilen öğütücü makinesiyken baton ağırlığına etki eden baton dolum makinesidir.

Makine Performansı: Kıyma haline gelen etlerin batonlara doldurulması için kullanılan makine kısıtlı bütçeden dolayı ikinci eldir. Makinenin dolumunu kontrol eden sensör doğru çalışmadığı için batonların dolumu sırasında ağırlığında değişimler gözlemlenmektedir.

Su aktivitesine pH oranı parametresi için firmanın neden olabileceği herhangi bir faktör bulunmamaktadır. Bu parametreler için sorumluluk eti tedarik eden ESK'da olup, çalışmanın yapıldığı işletmenin yükümlülüğü yoktur.

Su aktivitesi değerindeki değişimler etin depolanma süresine, depolama koşuluna, ete ilave edilen inorganik maddelere ve çevresel faktörlere göre değişkenlik göstermektedir. Tüm değişime neden olacak faktörler göz önüne alındığında çalışmanın yapıldığı işletme su aktivitesine etki etmemektedir.

pH oranındaki değişimlerde etin asidik ve ya bazik olma durumuyla ilgilidir. İşletme de bu parametreyi etkileyecek herhangi bir faktör bulunmamaktadır çünkü kıymanın tüketim için uygunluğuyla alakalıdır.

İşletmede gelen parça etler bekletilmeden kıyma haline dönüştürülmektedir. Süreçte su aktivitesine ve ya pH oranına etki edebilecek herhangi bir neden bulunmamaktadır.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

İKK'de kalite kontrol grafikleri, pareto analizi ve balık kılçığı diyagramı proses kontrolünde, problemleri yerlerin tespitinde ve iyileştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Çalışmada kontrol grafikleri ile süreçlerin kontrol altında olup olmadığı incelenmiş, pareto analizi ile de en fazla kalite probleminin hangi süreçte olduğu belirlenip, balık kılçığı diyagramı ile de problemlerin kök nedeni belirlenmiş ve yetkililerle beraber tartışılmıştır.

Konya ilindeki ilgili gıda işletmesinde üretilen baton kıymaların ağırlık, yağ miktarı, pH oranı ve su aktivitesi gibi parametreleri açısından kontrol altında olup olmadığını $\bar{X} - s$ ve $\bar{X} - R$ kontrol grafikleriyle araştırılmıştır. Bu grafiklerde baton kıyma içerisindeki yağ miktarının ve baton kıymaların toplam ağırlığı değerlerinin kontrol altında olmadığı yani süreçlerin kendi içerisinde değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Baton ağırlığı kontrol grafikleri için Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12 ve Şekil 5.13'e bakıldığında sürece ait gözlemlerin kontrol sınırları içerisinde olduğu fakat birden fazla gözlem kontrol sınırlarına yaklaşmakta olup, MÇ etrafında simetrik olarak dağılmadığı gözlemlenmiştir. Aralık ve standart sapma kontrol grafiğinde kararsız trend durumu olduğu belirlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı süreç kontrol altında değildir.

Yağ miktarı kontrol grafikleri için Şekil 5.14, Şekil 5.15, Şekil 5.16 ve Şekil 5.17'ye bakıldığında sürece ait gözlemlerin kontrol sınırları içerisinde olmadığı ve orta çizgi etrafında homojen bir şekilde dağılmamıştır. Baton kıymasının ağırlığında olduğu gibi aralık ve standart sapma grafiklerinde kararsız trend durumu mevcuttur. Süreç içerisinde değişkenlik mevcuttur ve bu durumun araştırılması gerekmektedir.

Yağ miktarı az olarak belirlenen kazanlara eklenen yağların miktarını gözlemek adına oluşturulan ikincil yağ miktarı kontrol grafikleri için Şekil 5.18, Şekil 5.19, Şekil 5.20 ve Şekil 5.21'e bakıldığında gözlemlerin kontrol sınırlarının içinde olduğu ve MÇ etrafında simetrik olarak dağıldığı gözlemlenmiştir. Genel olarak süreç kontrol altındadır.

pH oranı kontrol grafikleri için Şekil 5.22, Şekil 5.23, Şekil 5.24 ve Şekil 5.25'e bakıldığında sürece ait gözlemlerin kontrol sınırları belirlenmiştir. Gözlemlerin süreç içerisinde homojen dağıldığı söylenebilir. Genel anlamda süreçteki değişkenlik kontrol altındadır ve herhangi bir problem tespit edilememiştir.

Su aktivitesi kontrol grafikleri için Şekil 5.26, Şekil 5.27, Şekil 5.28 ve Şekil 5.29'a bakıldığında sürece ait gözlemlerin kontrol sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir. Gözlemlerin süreç içerisinde homojen dağıldığı söylenebilir. Süreç içerisinde herhangi bir değişiklik tespit edilememiştir. Kontrol altındadır.

İşletmede var olan kalite ile ilgili tüm problemlerin hepsi aynı anda yok edilemez. Bunun içinde önceliğin hangi probleme verilmesi konusunda pareto analizi yapılmıştır. Şekil 5.30'daki pareto diyagramına bakıldığında baton kıymalarda yaşanan kalite problemlerine neden olan yağ ağırlığı %69,23 ile birinci sıradadır. Daha sonra sırasıyla baton ağırlığı (%20,51) su aktivitesi (%7,69) ve pH (% 2,56) gelmektedir. Grafik incelendiğinde, eğer süreç içerisinde kalite problemlerinin en az seviyede yaşanması isteniyorsa ilk olarak baton kıymaların yağ miktarlarıyla ilgili çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir çünkü kalite problemlerinin neredeyse tamamına bu parametre tek başına neden olmaktadır.

Neden-Sonuç Diyagramında görüldüğü üzere firmanın çalışanlarıyla birlikte sırasıyla yağ miktarı ve batonun ağırlığıyla ilgili Şekil 5.31 ve Şekil 5.32'deki balık kılıcı diyagramları oluşturularak, problemlere etki eden nedenler konusunda tartışılmıştır. Aşağıda maddeler halinde bu nedenler her iki parametre içinde sıralanmıştır.

Bu özel nedenleri maddeler halinde sıralamak gerekirse;

1. Sığırın (ham maddenin) yanlış seçimi. Yetkili mühendis ve yöneticilerle yapılan toplantılarda yağ miktarındaki değişimin en önemli nedenin ithal edilen sığır cinsinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Her ne kadar ham maddenin seçimini işletme yapmıyor olsa da müşteri memnuniyeti kapsamında yapılan gözlemler ve analizler yardımıyla müşteriye yanlış ham maddenin tedarik edildiği raporlanabilir. Bu durum müşteri memnuniyeti açısından kazanımları olduğu gibi daha kaliteli ürünlerin elde edilmesinde yardımcı olacaktır.
2. Makinelerin kapasitesinin yapılan işe uygun olmaması. Baton kıyma üretim sürecinin en önemli elemanlarından olan baton dolum ve öğütme makinalarının kapasiteleri, ilgili mühendisler tarafından yeterli görülmemektedir. Makinelerin kıyma dolum haznelerinin küçük olması nedeniyle kıymaların sürekli bir işçi tarafından haznelere doldurulmasını gerektirmektedir. Bu durum işçiler için hem yorucu hem de zaman alan bir eylemdir. İşçiler tarafından yaşanan bu yorulmalar neticesinde süreçte hatalarda kaçınılmaz olmaktadır. Öğütme makinesi yağ miktarı az olan kıymaların yağın kıymaya eşit bir şekilde dağıtmamaktadır. Yağ tekrar bir işçi tarafından kürek yardımıyla kıyma üzerinde karıştırılması gerekmektedir. Yorgunluk neticesinde yağın çok dikkat edilmeden karıştırıldığı gözlemlenmiştir. Bu da kıymadaki yağ miktarı değişimini etkilemektedir.
3. Personelin çalışma kültürünün farklı olması. İşletmede çalışan kişiler Suriye'den göç etmiş olup, Türkçe'yi sağlıklı bir şekilde konuşamamaktadır. Bütün bu engeller sorumlu kişilerle işçiler arasında büyük iletişim problemini meydana getirmektedir. Direkt olarak olmasa da bu iletişim probleminde doğacak başka nedenler dolaylı olarak sürece etki etmektedir.
4. Operatörlerin sürece hakim olmaması. İşletmede kısıtlı kaynaklar nedeniyle operatörlerde Suriyeli'dir. Operatörler arasındaki iletişim problemi cihaza etki etmektedir. Gözlemler doğrultusunda daha önce benzeri bir iş yapmamış

operatörler makinanın arıza verip vermediğini, ne zaman kapatması gerektiğini ya da herhangi bir detayını bilmemektedir. Baton dolum noktasında sensörün bozulduğu anlarda dolum motorunu istenilen zamanda kapatmadığından batonların ağırlıklarında farklılıklar görülmesi süreç içerisindeki değişimlere birer örnektir.

5. İleri işlem bölümünün üst yönetimin sempatisini kazanamamış olması. Bölümün oluşturulması sırasında patronun yönetimle yaşadığı bazı anlaşmazlıklar ileri işlem bölümünü başarısız göstermektedir. Yukarıdaki maddelerde bahsedildiği üzere gerekli makine ve teçhizat yatırımının yapılmaması, gerekli ve nitelikli iş gücünün sağlanmaması bunlara birer örnektir. Tüm bunların yanında tamir bakım ve ya arıza duruşlarda gerekli hizmetin tedarikinde, bölümün teknik personelinin istek taleplerinin dinlenmemesi çalışanların motivasyonunu düşürmektedir. Tüm bu nedenler ise dolaylı ya da doğrudan süreçteki değişimlere etki etmektedir.

İmalat süreçlerinde değişkenlik durumunun olup olmadığı gösterilmesinde ve sürecin hangi yöne doğru gittiğinin tespitinde İKK tekniklerinin kolaylıkla uygulanabileceği yapılan çalışmada görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Barutçugil, İ.S., "Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri", *Uludağ Üniversitesi Yayınları*, Bursa, s275, (1988).
2. Efil, İ., "Toplam Kalite Yönetimi 8. bs.", *Dora Yayınları*, Bursa, s7-8, (2016).
3. Deming, W. E., "Krizden Çıkış 2. bs.", Çeviri Editörü Cem Akaş, *Kalder Yayınları*, s19-79, (1996).
4. Şirvancı, M., "Toplam Kalite Yönetiminin Temel Öğeleri", *Kalder Yayını*, 2 (5): s12-14, (1993).
5. Aktan, C.C., "Değişim Çağında Yönetim 1. bs.", *Sistem Yayıncılık*, s165, (2003).
6. Ulusoy, F., and Çakıroğlu, E., "In-service elementary mathematics teachers conceptions of histogram and difficulties about its teaching process", *İlköğretim Online*, 12 (4): s1142-1143, (2013).
7. İnternet: Erdinç Çakıroğlu Blog, "Histogram", <https://blog.metu.edu.tr/erdinc/2011/10/10/histogram/> (2010).
8. Özcan, S.. "İstatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi ve çimento sanayiinden bir uygulama", *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2 (2): s153-157, (1996).
9. Atagören, Ç., "Yazılım mühendisliği projelerinde hata ölçümü, kök neden analizleri ve örnek bir vaka incelemesi", Yüksek Lisans Tezi, *Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s16-25, (2012).
10. Atalay, O., ve Kılıç, Ö., "Balık kılçığı yöntemi ile mobil vinç kazası olası nedenlerinin incelenmesi", *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30 (1): s77, (2015).
11. Işığçık, E., "Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol 2. bs.", *Ezgi Kitabevi*, Bursa, s91-244,(2012).
12. Yıldırım, H. ve Karaca, E., "Üretim sürecinde istatistiksel proses kontrolü (İPK) uygulamaları ve elektronik sektöründe bir inceleme", *Öneri Dergisi*, 10(39): s77-87, (2013).
13. Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N., "Kalite kontrolde örneklem büyüklüğünün değişken olması durumunda p kontrol şemalarının oluşturulması", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2): s65-80,(2006).

- 14.ÜLEN, M., "Çok değişkenli istatistiksel kalite kontrolünün ilaç endüstrisinde uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, s17-20, (2010).
- 15.Başar, A. ve Oktay, E., "Uygulamalı İstatistik 7 bs.", **Şafak Yayın Evi**, s227, Erzurum, (1997).
- 16.M, Tekin., "Üretim Yönetimi, 7. bs", **Günay Yayın**, s378, Konya, (1993).
- 17.Baray, A., "Belirsizlik ölçümüne dayalı bir proses kontrol diyagramı", **Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, 1(2): s63-75,(2006).
- 18.Montgomery, D. C., "Introduction to Statistical Quality Control, 7th ed", **John Wiley & Sons**, p162, USA, (1991).
- 19.Aydın, Z. B. ve Kargı, S. A., "İstatistiksel kalite kontrol teknikleri ile otomotiv sektöründe bir uygulama", **Yönetim ve Araştırmalar Dergisi**, 16(1); s41-63, (1996).
- 20.Özcan, S., "İstatistiksel proses kontrol teknikleri ve çimento sanayiinde pareto analizi uygulaması", Yüksek Lisans, **Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi**, Sivas, (1996).
- 21.Grigg, N. P., "Statistical process control in UK food production: an overview, international journal of quality & reliability management", **International Journal Of Quality & Reliability Management**, 15(2): p223-238, (1998).
- 22.Kop, A. ve Korkut, A., "Balık yemlerinde kalite kontrol", **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi**, 19 (1-2): s271-276 (2002).
- 23.Ö, Yücel., "Dikimde hata oluşturan nedenlerin belirlenmesine yönelik istatistiksel bir araştırma", **Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 9(3): s327-332 (2003).
- 24.Okursoy, A., "İstatistiksel kalite kontrol ve uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, (2003).
- 25.Yüksel, K., "İstatistiksel kalite kontrol yöntemlerinin üretim süreçlerinde uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, (2003).
- 26.Salmona, M., "Çok değişkenli istatistiksel kalite kontrolü: endüstriyel bir uygulama", Yüksek lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2004).
- 27.Kaya, A., "İstatistiksel kalite kontrolü ve bir sektör uygulaması", **Gıda Dergisi**, 30(4); s275-280 (2005).
- 28.Pekmezci, A., "İstatistiksel kalite kontrol yöntemleri ve uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, **Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Muğla, (2005).

- 29.Kayadelen, L., "İstatistiksel kalite kontrol tekniklerinin uygulanması ile fire azaltılması: çuval fabrikasında örnek bir çalışma", Yüksek Lisans Tezi, **Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**, Gaziantep, (2006).
- 30.Grigg, P. N. and Walls, L., "Developing statistical thinking for performance improvement in the food industry", **International Journal of Quality & Reliability Management**, 24(4): p347-367,(2007).
- 31.Öztürk, A., "İstatistiksel kalite kontrol grafikleri kabul örnekleme", Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Konya, (2007).
- 32.Kayaalp, İ., "Konfeksiyon işletmelerinde kalitenin iyileştirilmesi amacıyla İPK yöntemlerinin kullanılması üzerine bir araştırma", Doktora Tezi, **Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir , (2007).
- 33.Başaran, N., "Kalite iyileştirmede istatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi ve gıda sektöründe bir uygulama", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İstanbul, (2010).
- 34.Aydın, Ö., Pakdil, F., ve Aydın Ö., "Kömür kalorisi değişkenliğinin azaltılmasında proses yeterlilik analizi", **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 23(2): s1-17, (2010).
- 35.Özgüvenç, D., "Kalite problemlerinin sınıflandırılmasında çok kriterli pareto analizi", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2011).
- 36.Karaca, E., "Üretim sürecinde istatistiksel proses kontrol (İPK) uygulamaları ve elektronik sektöründe bir inceleme", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası Kalite Yönetimi Bilim Dalı**, İstanbul, (2010).
- 37.Özen, A.G., "İstatistiksel kalite kontrolünde dayanıklı ölçek kestiricileri: dayanıklı kontrol grafikleri", Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı**, İzmir, (2012).
- 38.Skulj, G. and Vrabic, R. and Butala, P. and Sluga, A., "Statistical process control as a service: an industrial case study", **Procedia CIRP**, 7(2013); p.401 – 406, (2013).
- 39.Lim, A. and Antony, J., "Statistical process control implementation in the food industry:a systematic review and implications for future research", **Proceedings of the 11th International Conference on Manufacturing Research (ICMR2013)**, Cranfield University, UK, p.593-598, (2013).
- 40.Çelik, M., "İstatistiksel kalite kontrol yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı**, Adana, (2015).

- 41.Aslan, E., "Şeker Üretiminde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) Uygulaması", *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, 3 (2); s12–22 (2015).
- 42.Yunus, M.F. ve Taib, C.H. ve Iteng, R. A., "Preliminary Study on the Application of Statistical Process Control (SPC) Towards Process Efficiency: Case Study in Food Industries", *Sains Humanika*, 8(4-2); p25–31, Malaysia, (2016).
- 43.Özcan, S. ve Aykanat, Z., "Tam yağlı kati yoğurt üretiminde süt yağ oranının istatistiksel kalite kontrol grafikleri ile incelenmesi", *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 34(34): s109-130 (2017).
- 44.Yılmaz, H., "Çok değişkenli istatistiksel süreç kontrolü: bir hastane uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2012).
- 45.Chen, K. H. and Boning, D. S. and Welsch, R.E., "Multivariate Statistical Processcontrol and Signature Analysis Using Eigenfactor Detection Methods", *The 33rd Symposium on the Interface of Computer Science and Statistic*, Costa Mesa, (2001).
- 46.Aydın, Z. B. ve Kargı, S. A., "İstatistiksel kalite kontrol teknikleri ile otomotiv sektöründe bir uygulama", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16 (1); s41-63, (2018).

EK AÇIKLAMALAR A.

İLGİLİ PARAMETRELERİN ÖLÇÜM SONUÇLARI

Çizelge Ek A.1.Baton ağırlığı ile ilgili ölçüm sonuçları.

TARİH	SAAT	X ₁	X ₂	$\bar{x}$	s	R
05.10.2018	09:00	2550 gr	2494 gr	2522 gr	39,84	56 gr
	10:00	2433 gr	2557 gr	2495 gr	87,52	124 gr
	11:00	2620 gr	2582 gr	2601 gr	27,56	39 gr
	13:00	2457 gr	2527 gr	2492 gr	49,55	70 gr
	14:00	2589 gr	2395 gr	2492 gr	137,09	194 gr
	15:00	2366 gr	2620 gr	2493 gr	179,58	254 gr
	16:00	2523 gr	2467 gr	2495 gr	39,44	56 gr
	17:00	2441 gr	2545 gr	2493 gr	73,80	104 gr
06.10.2018	09:00	2493 gr	2461 gr	2477 gr	23,24	33 gr
	10:00	2426 gr	2566 gr	2496 gr	99,54	141 gr
	11:00	2598 gr	2420 gr	2509 gr	125,96	178 gr
	13:00	2434 gr	2570 gr	2502 gr	96,17	136 gr
	14:00	2620 gr	2408 gr	2514 gr	150,49	213 gr
	15:00	2541 gr	2687 gr	2614 gr	103,55	146 gr
	16:00	2508 gr	2504 gr	2506 gr	2,85	4 gr
	17:00	2484 gr	2562 gr	2523 gr	54,46	77 gr
07.10.2018	09:00	2546 gr	2494 gr	2520 gr	36,71	52 gr
	10:00	2370 gr	2540 gr	2455 gr	120,12	170 gr
	11:00	2595 gr	2413 gr	2504 gr	128,55	182 gr
	13:00	2602 gr	2612 gr	2607 gr	7,59	11 gr
	14:00	2601 gr	2579 gr	2590 gr	15,22	22 gr
	15:00	2422 gr	2588 gr	2505 gr	117,14	166 gr
	16:00	2616 gr	2320 gr	2468 gr	209,30	296 gr
	17:00	2377 gr	2579 gr	2478 gr	143,19	203 gr
08.10.2018	09:00	2576 gr	2430 gr	2503 gr	102,88	145 gr
	10:00	2586 gr	2612 gr	2599 gr	18,06	26 gr
	11:00	2634 gr	2540 gr	2587 gr	67,13	95 gr
	13:00	2508 gr	2512 gr	2510 gr	2,69	4 gr
	14:00	2634 gr	2448 gr	2541 gr	131,20	186 gr
	15:00	2495 gr	2503 gr	2499 gr	5,98	8 gr
	16:00	2621 gr	2415 gr	2518 gr	145,25	205 gr
	17:00	2485 gr	2521 gr	2503 gr	25,81	37 gr
09.10.2018	09:00	2500 gr	2458 gr	2479 gr	30,32	43 gr
	10:00	2470 gr	2550 gr	2510 gr	56,04	79 gr
	11:00	2605 gr	2397 gr	2501 gr	146,55	207 gr
	13:00	2498 gr	2508 gr	2503 gr	7,11	10 gr
	14:00	2620 gr	2420 gr	2520 gr	141,79	201 gr

Çizelge Ek A.1 (devam ediyor).

	15:00	2417 gr	2583 gr	2500 gr	117,19	166 gr
	16:00	2613 gr	2383 gr	2498 gr	162,01	229 gr
	17:00	2506 gr	2590 gr	2548 gr	59,59	84 gr
10.10.2018	09:00	2679 gr	2401 gr	2540 gr	196,35	278 gr
	10:00	2393 gr	2629 gr	2511 gr	167,48	237 gr
	11:00	2696 gr	2404 gr	2550 gr	206,92	293 gr
	13:00	2391 gr	2637 gr	2514 gr	173,69	246 gr
	14:00	2632 gr	2386 gr	2509 gr	174,36	247 gr
	15:00	2447 gr	2565 gr	2506 gr	84,12	119 gr
	16:00	2427 gr	2423 gr	2425 gr	2,18	3 gr
	17:00	2380 gr	2614 gr	2497 gr	164,82	233 gr
11.10.2018	09:00	2638 gr	2354 gr	2496 gr	201,23	285 gr
	10:00	2428 gr	2614 gr	2521 gr	131,19	186 gr
	11:00	2519 gr	2479 gr	2499 gr	28,37	40 gr
	13:00	2462 gr	2576 gr	2519 gr	80,55	114 gr
	14:00	2712 gr	2484 gr	2598 gr	161,21	228 gr
	15:00	2493 gr	2635 gr	2564 gr	100,63	142 gr
	16:00	2667 gr	2471 gr	2569 gr	139,15	197 gr
	17:00	2502 gr	2634 gr	2568 gr	92,70	131 gr
12.10.2018	09:00	2520 gr	2460 gr	2490 gr	42,29	60 gr
	10:00	2358 gr	2654 gr	2506 gr	208,61	295 gr
	11:00	2528 gr	2516 gr	2522 gr	8,57	12 gr
	13:00	2450 gr	2564 gr	2507 gr	80,95	114 gr
	14:00	2622 gr	2382 gr	2502 gr	169,17	239 gr
	15:00	2391 gr	2593 gr	2492 gr	143,52	203 gr
	16:00	2537 gr	2481 gr	2509 gr	39,38	56 gr
	17:00	2396 gr	2604 gr	2500 gr	147,77	209 gr
13.10.2018	09:00	2600 gr	2424 gr	2512 gr	124,62	176 gr
	10:00	2499 gr	2515 gr	2507 gr	11,60	16 gr
	11:00	2714 gr	2460 gr	2587 gr	179,43	254 gr
	13:00	2491 gr	2561 gr	2526 gr	49,51	70 gr
	14:00	2550 gr	2544 gr	2547 gr	4,51	6 gr
	15:00	2541 gr	2547 gr	2544 gr	3,85	5 gr
	16:00	2637 gr	2583 gr	2610 gr	37,91	54 gr
	17:00	2304 gr	2532 gr	2418 gr	161,09	228 gr
14.10.2018	09:00	2638 gr	2362 gr	2500 gr	195,12	276 gr
	10:00	2387 gr	2579 gr	2483 gr	135,14	191 gr
	11:00	2630 gr	2370 gr	2500 gr	183,23	259 gr
	13:00	2414 gr	2580 gr	2497 gr	117,59	166 gr

Çizelge Ek A.1 (devam ediyor).

	14:00	2568 gr	2466 gr	2517 gr	72,39	102 gr
	15:00	2469 gr	2713 gr	2591 gr	172,04	243 gr
	16:00	2596 gr	2418 gr	2507 gr	125,33	177 gr
	17:00	2379 gr	2607 gr	2493 gr	161,27	228 gr
15.10.2018	09:00	2628 gr	2374 gr	2501 gr	179,96	255 gr
	10:00	2420 gr	2674 gr	2547 gr	179,63	254 gr
	11:00	2614 gr	2508 gr	2561 gr	74,88	106 gr
	13:00	2415 gr	2579 gr	2497 gr	115,31	163 gr
	14:00	2568 gr	2434 gr	2501 gr	94,27	133 gr
	15:00	2412 gr	2614 gr	2513 gr	142,41	201 gr
	16:00	2647 gr	2397 gr	2522 gr	176,73	250 gr
	17:00	2400 gr	2558 gr	2479 gr	111,28	157 gr
16.10.2018	09:00	2528 gr	2468 gr	2498 gr	42,26	60 gr
	10:00	2357 gr	2621 gr	2489 gr	186,46	264 gr
	11:00	2750 gr	2546 gr	2648 gr	143,65	203 gr
	13:00	2590 gr	2612 gr	2601 gr	15,65	22 gr
	14:00	2535 gr	2477 gr	2506 gr	41,21	58 gr
	15:00	2464 gr	2520 gr	2492 gr	40,16	57 gr
	16:00	2525 gr	2495 gr	2510 gr	20,90	30 gr
	17:00	2467 gr	2559 gr	2513 gr	65,44	93 gr
17.10.2018	09:00	2640 gr	2486 gr	2563 gr	108,84	154 gr
	10:00	2455 gr	2531 gr	2493 gr	54,24	77 gr
	11:00	2788 gr	2610 gr	2699 gr	126,39	179 gr
	13:00	2434 gr	2610 gr	2522 gr	124,57	176 gr
	14:00	2594 gr	2414 gr	2504 gr	127,86	181 gr
	15:00	2381 gr	2591 gr	2486 gr	147,95	209 gr
	16:00	2598 gr	2386 gr	2492 gr	150,10	212 gr
	17:00	2464 gr	2552 gr	2508 gr	62,32	88 gr
18.10.2018	09:00	2677 gr	2383 gr	2530 gr	207,97	294 gr
	10:00	2438 gr	2552 gr	2495 gr	80,58	114 gr
	11:00	2704 gr	2420 gr	2562 gr	200,34	283 gr
	13:00	2386 gr	2624 gr	2505 gr	167,98	238 gr
	14:00	2602 gr	2372 gr	2487 gr	162,47	230 gr
	15:00	2490 gr	2548 gr	2519 gr	41,11	58 gr
	16:00	2648 gr	2556 gr	2602 gr	64,86	92 gr
	17:00	2504 gr	2562 gr	2533 gr	40,99	58 gr
				2521 gr	102,38	145

Çizelge Ek A.2.Yağ miktarı ile ilgili ölçüm sonuçları.

TARİH	SAAT	X ₁	X ₂	$\bar{x}$	s	R
05.10.2018	09:00	578 gr	548 gr	563 gr	21,65	31 gr
	10:00	558 gr	560 gr	559 gr	1,27	2 gr
	11:00	565 gr	539 gr	552 gr	17,89	25 gr
	13:00	498 gr	518 gr	508 gr	14,47	20 gr
	14:00	559 gr	524 gr	542 gr	25,21	36 gr
	15:00	534 gr	538 gr	536 gr	3,27	5 gr
	16:00	529 gr	511 gr	520 gr	12,49	18 gr
	17:00	513 gr	513 gr	513 gr	0,19	0 gr
06.10.2018	09:00	627 gr	595 gr	611 gr	22,57	32 gr
	10:00	609 gr	653 gr	631 gr	31,52	45 gr
	11:00	624 gr	612 gr	618 gr	8,75	12 gr
	13:00	608 gr	640 gr	624 gr	22,18	31 gr
	14:00	618 gr	578 gr	598 gr	28,15	40 gr
	15:00	612 gr	618 gr	615 gr	4,66	7 gr
	16:00	633 gr	587 gr	610 gr	32,83	46 gr
	17:00	497 gr	515 gr	506 gr	12,54	18 gr
07.10.2018	09:00	587 gr	555 gr	571 gr	23,27	33 gr
	10:00	521 gr	525 gr	523 gr	2,98	4 gr
	11:00	515 gr	492 gr	504 gr	16,24	23 gr
	13:00	475 gr	493 gr	484 gr	12,66	18 gr
	14:00	571 gr	539 gr	555 gr	22,31	32 gr
	15:00	564 gr	576 gr	570 gr	8,03	11 gr
	16:00	611 gr	585 gr	598 gr	18,11	26 gr
	17:00	565 gr	575 gr	570 gr	7,50	11 gr
08.10.2018	09:00	637 gr	611 gr	624 gr	18,68	26 gr
	10:00	620 gr	648 gr	634 gr	19,18	27 gr
	11:00	651 gr	619 gr	635 gr	22,33	32 gr
	13:00	597 gr	641 gr	619 gr	30,69	43 gr
	14:00	570 gr	528 gr	549 gr	29,52	42 gr
	15:00	561 gr	609 gr	585 gr	33,82	48 gr
	16:00	540 gr	532 gr	536 gr	5,70	8 gr
	17:00	537 gr	551 gr	544 gr	9,72	14 gr
09.10.2018	09:00	542 gr	533 gr	537 gr	6,16	9 gr
	10:00	520 gr	542 gr	531 gr	15,16	21 gr
	11:00	525 gr	524 gr	524 gr	0,66	1 gr
	13:00	607 gr	657 gr	632 gr	34,66	49 gr
	14:00	664 gr	616 gr	640 gr	34,28	48 gr

Çizelge Ek A.2.(devam ediyor).

	15:00	611 gr	639 gr	625 gr	20,50	29 gr
	16:00	634 gr	610 gr	622 gr	16,70	24 gr
	17:00	618 gr	622 gr	620 gr	2,20	3 gr
10.10.2018	09:00	675 gr	633 gr	654 gr	29,50	42 gr
	10:00	591 gr	609 gr	600 gr	12,35	17 gr
	11:00	525 gr	511 gr	518 gr	10,60	15 gr
	13:00	631 gr	637 gr	634 gr	4,29	6 gr
	14:00	528 gr	510 gr	519 gr	13,05	18 gr
	15:00	541 gr	575 gr	558 gr	24,22	34 gr
	16:00	572 gr	545 gr	559 gr	18,57	26 gr
	17:00	538 gr	580 gr	559 gr	29,63	42 gr
11.10.2018	09:00	575 gr	533 gr	554 gr	30,27	43 gr
	10:00	536 gr	584 gr	560 gr	34,26	48 gr
	11:00	635 gr	621 gr	628 gr	9,57	14 gr
	13:00	584 gr	626 gr	605 gr	29,19	41 gr
	14:00	643 gr	617 gr	630 gr	18,81	27 gr
	15:00	583 gr	613 gr	598 gr	21,50	30 gr
	16:00	651 gr	601 gr	626 gr	34,90	49 gr
	17:00	596 gr	606 gr	601 gr	6,91	10 gr
12.10.2018	09:00	578 gr	562 gr	570 gr	11,48	16 gr
	10:00	509 gr	551 gr	530 gr	29,73	42 gr
	11:00	575 gr	571 gr	573 gr	2,21	3 gr
	13:00	543 gr	578 gr	561 gr	25,20	36 gr
	14:00	586 gr	538 gr	562 gr	33,83	48 gr
	15:00	538 gr	558 gr	548 gr	14,61	21 gr
	16:00	614 gr	600 gr	607 gr	9,77	14 gr
	17:00	582 gr	600 gr	591 gr	13,42	19 gr
13.10.2018	09:00	557 gr	541 gr	549 gr	10,63	15 gr
	10:00	464 gr	510 gr	487 gr	32,16	45 gr
	11:00	622 gr	620 gr	621 gr	1,64	2 gr
	13:00	605 gr	625 gr	615 gr	14,33	20 gr
	14:00	641 gr	639 gr	640 gr	1,92	3 gr
	15:00	603 gr	607 gr	605 gr	2,53	4 gr
	16:00	515 gr	489 gr	502 gr	18,01	25 gr
	17:00	478 gr	522 gr	500 gr	31,29	44 gr
14.10.2018	09:00	614 gr	602 gr	608 gr	7,96	11 gr
	10:00	627 gr	659 gr	643 gr	22,69	32 gr
	11:00	638 gr	610 gr	624 gr	20,17	29 gr
	13:00	601 gr	601 gr	601 gr	0,61	1 gr

Çizelge Ek A.2.(devam ediyor).

	14:00	689 gr	651 gr	670 gr	26,73	38 gr
	15:00	695 gr	696 gr	696 gr	0,14	0 gr
	16:00	637 gr	621 gr	629 gr	10,62	15 gr
	17:00	483 gr	491 gr	487 gr	5,75	8 gr
15.10.2018	09:00	630 gr	618 gr	624 gr	8,24	12 gr
	10:00	610 gr	646 gr	628 gr	25,74	36 gr
	11:00	588 gr	586 gr	587 gr	1,19	2 gr
	13:00	589 gr	619 gr	604 gr	20,93	30 gr
	14:00	631 gr	605 gr	618 gr	17,89	25 gr
	15:00	493 gr	509 gr	501 gr	12,00	17 gr
	16:00	509 gr	475 gr	492 gr	23,51	33 gr
	17:00	608 gr	628 gr	618 gr	14,43	20 gr
16.10.2018	09:00	506 gr	468 gr	487 gr	26,84	38 gr
	10:00	611 gr	627 gr	619 gr	11,27	16 gr
	11:00	608 gr	578 gr	593 gr	21,27	30 gr
	13:00	614 gr	646 gr	630 gr	22,60	32 gr
	14:00	633 gr	627 gr	630 gr	3,81	5 gr
	15:00	602 gr	628 gr	615 gr	18,40	26 gr
	16:00	659 gr	651 gr	655 gr	5,10	7 gr
	17:00	614 gr	622 gr	618 gr	5,37	8 gr
17.10.2018	09:00	623 gr	573 gr	598 gr	35,29	50 gr
	10:00	588 gr	590 gr	589 gr	1,04	1 gr
	11:00	593 gr	555 gr	574 gr	27,55	39 gr
	13:00	582 gr	612 gr	597 gr	21,48	30 gr
	14:00	540 gr	500 gr	520 gr	28,07	40 gr
	15:00	506 gr	514 gr	510 gr	5,61	8 gr
	16:00	501 gr	477 gr	489 gr	16,48	23 gr
	17:00	565 gr	591 gr	578 gr	18,42	26 gr
18.10.2018	09:00	529 gr	497 gr	513 gr	22,30	32 gr
	10:00	483 gr	497 gr	490 gr	9,24	13 gr
	11:00	516 gr	482 gr	499 gr	24,39	34 gr
	13:00	605 gr	633 gr	619 gr	19,23	27 gr
	14:00	612 gr	590 gr	601 gr	16,11	23 gr
	15:00	610 gr	630 gr	620 gr	14,14	20 gr
	16:00	607 gr	569 gr	588 gr	26,94	38 gr
	17:00	569 gr	613 gr	591 gr	31,17	44 gr
				579 gr	17	24

Çizelge Ek A.3.pH oranı ile ilgili ölçüm sonuçları.

TARİH	SAAT	X ₁	X ₂	$\bar{x}$	s	R
05.10.2018	09:00	6,04	5,14	5,59	0,64	0,91
	10:00	5,23	6,78	6,01	1,10	1,55
	11:00	5,79	5,24	5,52	0,39	0,55
	13:00	4,98	5,96	5,47	0,69	0,98
	14:00	5,42	6,02	5,72	0,42	0,60
	15:00	5,02	6,18	5,60	0,82	1,16
	16:00	5,98	5,01	5,49	0,68	0,97
	17:00	4,71	6,27	5,49	1,10	1,56
06.10.2018	09:00	5,58	5,31	5,44	0,19	0,27
	10:00	5,88	6,40	6,14	0,37	0,52
	11:00	6,32	5,66	5,99	0,46	0,65
	13:00	5,78	6,18	5,98	0,28	0,39
	14:00	6,49	5,01	5,75	1,05	1,48
	15:00	5,24	6,80	6,02	1,10	1,56
	16:00	6,26	5,36	5,81	0,63	0,90
	17:00	5,86	6,38	6,12	0,37	0,52
07.10.2018	09:00	6,58	5,72	6,15	0,61	0,87
	10:00	5,80	6,50	6,15	0,50	0,70
	11:00	6,25	5,94	6,10	0,22	0,31
	13:00	5,47	6,67	6,07	0,85	1,20
	14:00	6,67	5,09	5,88	1,12	1,59
	15:00	5,14	5,89	5,52	0,53	0,75
	16:00	6,83	5,21	6,02	1,15	1,62
	17:00	5,26	5,70	5,48	0,31	0,44
08.10.2018	09:00	6,77	5,11	5,94	1,17	1,66
	10:00	5,48	6,34	5,91	0,61	0,86
	11:00	6,01	5,09	5,55	0,65	0,92
	13:00	5,81	6,25	6,03	0,31	0,44
	14:00	6,64	5,02	5,83	1,14	1,62
	15:00	5,39	6,65	6,02	0,89	1,26
	16:00	6,87	5,41	6,14	1,03	1,46
	17:00	4,70	6,27	5,48	1,11	1,57
09.10.2018	09:00	5,90	5,52	5,71	0,28	0,39
	10:00	5,60	6,00	5,80	0,28	0,40
	11:00	6,55	5,71	6,13	0,59	0,84
	13:00	5,76	6,34	6,05	0,41	0,58
	14:00	6,50	5,26	5,88	0,88	1,24

Çizelge Ek A.3.(devam ediyor).

	15:00	5,28	5,81	5,55	0,37	0,53
	16:00	6,48	5,62	6,05	0,61	0,87
	17:00	5,38	6,90	6,14	1,07	1,51
10.10.2018	09:00	6,42	5,36	5,89	0,75	1,06
	10:00	5,52	6,46	5,99	0,67	0,94
	11:00	6,81	5,46	6,13	0,96	1,35
	13:00	5,76	6,02	5,89	0,19	0,27
	14:00	6,44	5,57	6,00	0,62	0,87
	15:00	5,12	5,93	5,52	0,57	0,81
	16:00	6,72	5,32	6,02	0,99	1,40
	17:00	5,49	6,05	5,77	0,40	0,56
11.10.2018	09:00	6,27	5,40	5,83	0,62	0,87
	10:00	5,88	6,35	6,12	0,33	0,47
	11:00	6,77	5,32	6,04	1,03	1,45
	13:00	5,47	5,99	5,73	0,37	0,52
	14:00	6,37	5,83	6,10	0,39	0,54
	15:00	5,40	6,86	6,13	1,03	1,46
	16:00	6,26	5,04	5,65	0,86	1,21
	17:00	5,77	6,17	5,97	0,28	0,39
12.10.2018	09:00	5,96	5,62	5,79	0,24	0,35
	10:00	5,38	5,72	5,55	0,23	0,33
	11:00	5,99	4,94	5,47	0,74	1,05
	13:00	5,16	5,80	5,48	0,45	0,64
	14:00	6,31	5,49	5,90	0,58	0,82
	15:00	5,19	6,71	5,95	1,07	1,52
	16:00	5,76	5,19	5,47	0,40	0,57
	17:00	5,91	6,27	6,09	0,26	0,36
13.10.2018	09:00	6,85	5,23	6,04	1,15	1,62
	10:00	5,56	5,78	5,67	0,15	0,22
	11:00	6,49	5,03	5,76	1,03	1,45
	13:00	5,84	6,32	6,08	0,34	0,47
	14:00	6,67	4,99	5,83	1,19	1,68
	15:00	5,70	6,01	5,86	0,22	0,31
	16:00	5,96	4,99	5,48	0,69	0,97
	17:00	5,11	5,93	5,52	0,58	0,83
14.10.2018	09:00	5,99	4,98	5,49	0,71	1,01
	10:00	5,62	6,66	6,14	0,74	1,04
	11:00	6,43	5,66	6,04	0,54	0,77
	13:00	5,29	6,82	6,06	1,08	1,53

Çizelge Ek A.3.(devam ediyor).

	14:00	6,60	5,38	5,99	0,86	1,22
	15:00	4,81	5,98	5,40	0,83	1,17
	16:00	6,24	5,68	5,96	0,40	0,56
	17:00	5,43	6,11	5,77	0,48	0,68
15.10.2018	09:00	6,40	5,12	5,76	0,91	1,28
	10:00	5,36	6,82	6,09	1,03	1,46
	11:00	5,96	4,98	5,47	0,70	0,99
	13:00	5,60	6,16	5,88	0,39	0,55
	14:00	5,98	4,98	5,48	0,71	1,00
	15:00	4,92	6,26	5,59	0,95	1,34
	16:00	6,02	4,92	5,47	0,78	1,10
	17:00	4,81	6,05	5,43	0,88	1,24
16.10.2018	09:00	6,71	5,35	6,03	0,96	1,36
	10:00	5,69	6,48	6,08	0,56	0,79
	11:00	6,09	5,78	5,94	0,22	0,31
	13:00	5,52	6,16	5,84	0,45	0,64
	14:00	6,40	5,54	5,97	0,61	0,86
	15:00	5,62	5,92	5,77	0,21	0,30
	16:00	6,69	5,17	5,93	1,08	1,52
	17:00	5,19	6,58	5,89	0,98	1,39
17.10.2018	09:00	6,56	5,30	5,93	0,89	1,27
	10:00	4,97	6,65	5,81	1,19	1,68
	11:00	6,25	5,77	6,01	0,34	0,47
	13:00	5,72	6,08	5,90	0,26	0,36
	14:00	5,72	5,26	5,49	0,33	0,47
	15:00	5,55	5,39	5,47	0,11	0,16
	16:00	6,45	5,77	6,11	0,48	0,68
	17:00	5,38	6,69	6,03	0,93	1,31
18.10.2018	09:00	5,77	5,97	5,87	0,14	0,20
	10:00	5,79	6,26	6,03	0,33	0,47
	11:00	6,69	5,28	5,98	1,00	1,41
	13:00	5,21	5,92	5,56	0,50	0,71
	14:00	6,73	5,37	6,05	0,96	1,35
	15:00	5,82	6,42	6,12	0,43	0,61
	16:00	6,80	5,12	5,96	1,19	1,68
	17:00	5,74	6,04	5,89	0,21	0,30
				5,84	0,65	0,92

Çizelge Ek A.4.Su aktivitesi ile ilgili ölçüm sonuçları.

TARİH	SAAT	X ₁	X ₂	$\bar{x}$	s	R
05.10.2018	09:00	0,67	0,98	0,82	0,22	0,31
	10:00	0,92	0,54	0,73	0,27	0,38
	11:00	0,55	0,67	0,61	0,08	0,12
	13:00	0,75	0,81	0,78	0,04	0,06
	14:00	0,72	0,77	0,75	0,04	0,05
	15:00	0,94	0,74	0,84	0,14	0,20
	16:00	0,79	0,96	0,87	0,12	0,17
	17:00	0,99	0,69	0,84	0,22	0,30
06.10.2018	09:00	0,52	0,82	0,67	0,21	0,30
	10:00	0,99	0,62	0,80	0,26	0,37
	11:00	0,84	0,92	0,88	0,05	0,07
	13:00	0,95	0,55	0,75	0,28	0,40
	14:00	0,84	0,94	0,89	0,07	0,10
	15:00	0,97	0,63	0,80	0,24	0,34
	16:00	0,56	0,81	0,68	0,18	0,25
	17:00	0,92	0,60	0,76	0,22	0,32
07.10.2018	09:00	0,74	0,81	0,78	0,05	0,07
	10:00	0,91	0,85	0,88	0,04	0,05
	11:00	0,59	0,74	0,67	0,11	0,15
	13:00	0,99	0,69	0,84	0,21	0,30
	14:00	0,57	0,92	0,74	0,25	0,35
	15:00	0,77	0,37	0,57	0,28	0,40
	16:00	0,64	0,81	0,73	0,12	0,17
	17:00	0,99	0,84	0,91	0,11	0,15
08.10.2018	09:00	0,71	0,93	0,82	0,15	0,22
	10:00	0,93	0,53	0,73	0,28	0,40
	11:00	0,72	0,94	0,83	0,16	0,22
	13:00	0,94	0,70	0,82	0,17	0,24
	14:00	0,59	0,99	0,79	0,28	0,40
	15:00	0,88	0,54	0,71	0,24	0,34
	16:00	0,76	0,70	0,73	0,04	0,06
	17:00	0,83	0,50	0,66	0,24	0,33
09.10.2018	09:00	0,90	0,95	0,93	0,03	0,05
	10:00	0,73	0,83	0,78	0,07	0,10
	11:00	0,89	0,79	0,84	0,07	0,10
	13:00	0,77	0,93	0,85	0,12	0,16
	14:00	0,77	0,90	0,84	0,09	0,13

Çizelge Ek A.4.(devam ediyor).

	15:00	0,99	0,90	0,94	0,06	0,09
	16:00	0,81	0,99	0,90	0,13	0,18
	17:00	0,94	0,80	0,87	0,11	0,15
10.10.2018	09:00	0,61	0,85	0,73	0,17	0,24
	10:00	0,91	0,81	0,86	0,07	0,10
	11:00	0,77	0,98	0,88	0,15	0,21
	13:00	0,92	0,73	0,83	0,13	0,19
	14:00	0,83	0,91	0,87	0,05	0,08
	15:00	0,69	0,57	0,63	0,09	0,13
	16:00	0,43	0,83	0,63	0,29	0,40
	17:00	0,97	0,59	0,78	0,27	0,38
11.10.2018	09:00	0,59	0,78	0,69	0,13	0,19
	10:00	0,78	0,72	0,75	0,04	0,06
	11:00	0,59	0,85	0,72	0,19	0,26
	13:00	0,98	0,80	0,89	0,13	0,19
	14:00	0,58	0,99	0,79	0,29	0,41
	15:00	0,77	0,60	0,68	0,12	0,17
	16:00	0,88	0,94	0,91	0,04	0,06
	17:00	0,98	0,62	0,80	0,26	0,36
12.10.2018	09:00	0,51	0,91	0,71	0,29	0,40
	10:00	0,79	0,71	0,75	0,06	0,08
	11:00	0,52	0,93	0,73	0,29	0,41
	13:00	0,71	0,66	0,69	0,04	0,05
	14:00	0,46	0,75	0,60	0,21	0,29
	15:00	0,94	0,59	0,77	0,25	0,35
	16:00	0,39	0,80	0,59	0,29	0,41
	17:00	0,77	0,42	0,59	0,24	0,34
13.10.2018	09:00	0,51	0,78	0,64	0,19	0,27
	10:00	0,84	0,74	0,79	0,07	0,11
	11:00	0,46	0,86	0,66	0,28	0,40
	13:00	0,79	0,67	0,73	0,08	0,12
	14:00	0,59	0,97	0,78	0,27	0,38
	15:00	0,99	0,89	0,94	0,07	0,09
	16:00	0,81	0,91	0,86	0,07	0,10
	17:00	0,79	0,40	0,59	0,28	0,39
14.10.2018	09:00	0,70	0,98	0,84	0,19	0,27
	10:00	0,99	0,65	0,82	0,24	0,34
	11:00	0,56	0,94	0,75	0,27	0,38
	13:00	0,89	0,61	0,75	0,20	0,29

Çizelge Ek A.4.(devam ediyor).

	14:00	0,70	0,77	0,74	0,05	0,07
	15:00	0,95	0,64	0,79	0,22	0,31
	16:00	0,50	0,88	0,69	0,27	0,38
	17:00	0,95	0,67	0,81	0,20	0,28
15.10.2018	09:00	0,68	0,98	0,83	0,21	0,30
	10:00	0,96	0,73	0,85	0,16	0,23
	11:00	0,90	0,98	0,94	0,06	0,08
	13:00	0,97	0,73	0,85	0,17	0,24
	14:00	0,81	0,95	0,88	0,10	0,14
	15:00	0,81	0,43	0,62	0,27	0,38
	16:00	0,59	0,97	0,78	0,27	0,38
	17:00	0,70	0,60	0,65	0,08	0,11
16.10.2018	09:00	0,70	0,78	0,74	0,06	0,08
	10:00	0,66	0,92	0,79	0,18	0,26
	11:00	0,61	0,75	0,68	0,10	0,14
	13:00	0,77	0,99	0,88	0,16	0,22
	14:00	0,77	0,95	0,86	0,12	0,17
	15:00	0,79	0,96	0,87	0,12	0,17
	16:00	0,75	0,94	0,85	0,13	0,19
	17:00	0,71	0,56	0,64	0,10	0,15
17.10.2018	09:00	0,80	0,88	0,84	0,06	0,08
	10:00	0,89	0,84	0,86	0,04	0,05
	11:00	0,74	0,94	0,84	0,14	0,20
	13:00	0,66	0,58	0,62	0,05	0,08
	14:00	0,54	0,90	0,72	0,25	0,36
	15:00	0,85	0,50	0,67	0,25	0,35
	16:00	0,56	0,93	0,74	0,26	0,37
	17:00	0,74	0,47	0,60	0,19	0,27
18.10.2018	09:00	0,44	0,77	0,61	0,23	0,33
	10:00	0,90	0,52	0,71	0,27	0,38
	11:00	0,77	0,85	0,81	0,05	0,07
	13:00	0,91	0,73	0,82	0,13	0,18
	14:00	0,92	0,96	0,94	0,03	0,04
	15:00	0,99	0,64	0,82	0,25	0,35
	16:00	0,69	0,96	0,82	0,19	0,27
	17:00	0,98	0,60	0,79	0,27	0,37
				0,77	0,16	0,23

Çizelge Ek A.5.İkincil yağ ile ilgili ölçüm sonuçları.

TARİH	SAAT	X ₁	X ₂	$\bar{x}$	s	R
07.10.2018	13:00	555 gr	521 gr	538 gr	24,04	34 gr
09.10.2018	14:00	600 gr	576 gr	588 gr	16,97	24 gr
10.09.2019	09:00	519 gr	509 gr	514 gr	7,07	10 gr
13.10.2018	10:00	551 gr	529 gr	540 gr	15,56	22 gr
	14:00	543 gr	582 gr	563 gr	27,58	39 gr
14.10.2018	10:00	551 gr	526 gr	539 gr	17,68	25 gr
	15:00	522 gr	587 gr	555 gr	45,96	65 gr
	17:00	533 gr	570 gr	552 gr	26,16	37 gr
15.10.2018	15:00	513 gr	543 gr	528 gr	21,21	30 gr
	16:00	549 gr	595 gr	572 gr	32,53	46 gr
16.10.2018	09:00	530 gr	556 gr	543 gr	18,38	26 gr
	16:00	548 gr	512 gr	530 gr	25,46	36 gr
17.10.2018	16:00	565 gr	591 gr	578 gr	18,42	26 gr
18.10.2018	10:00	539 gr	578 gr	559 gr	27,58	39 gr
	11:00	515 gr	540 gr	528 gr	17,68	25 gr
				548 gr	22,82	32 gr

EK AÇIKLAMALAR B.

KONTROL GRAFİKLERİ KAYSAYILARI

Çizelge Ek B.1.Kontrol grafikleri katsayıları.

<i>n</i>	<i>Ortalma Kontrol Grafiği</i>			<i>Standart Sapma Kontrol grafiği</i>						<i>Aralık Kontrol Grafiği</i>					
	<i>A</i>	<i>A₂</i>	<i>A₃</i>	<i>B₃</i>	<i>B₄</i>	<i>B₅</i>	<i>B₆</i>	<i>c₂</i>	<i>c₄</i>	<i>D₁</i>	<i>D₂</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>	<i>d₂</i>	<i>d₃</i>
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,564	0,7979	0,000	3,686	0,000	3,267	1,128	0,853
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,724	0,8862	0,000	4,358	0,000	2,575	1,693	0,888
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,798	0,9213	0,000	4,698	0,000	2,282	2,059	0,880
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,841	0,9400	0,000	4,918	0,000	2,115	2,326	0,864
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,869	0,9515	0,000	5,078	0,000	2,004	2,534	0,848
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,888	0,9594	0,204	5,204	0,076	1,924	2,704	0,833
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,903	0,9650	0,388	5,306	0,136	1,864	2,847	0,820
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,914	0,9693	0,547	5,393	0,184	1,816	2,970	0,808
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,923	0,9727	0,687	5,469	0,223	1,777	3,078	0,797
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,930	0,9754	0,811	5,535	0,256	1,744	3,173	0,787
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,936	0,9776	0,922	5,594	0,283	1,717	3,258	0,778
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	0,941	0,9794	1,025	5,647	0,307	1,693	3,336	0,770
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	0,945	0,9810	1,118	5,696	0,328	1,672	3,407	0,763
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	0,949	0,9823	1,203	5,741	0,347	1,653	3,472	0,756

ÖZGEÇMİŞ

Eray UZUN 1992 yılında Eskişehir'de doğdu; ilk ve orta öğretimini Datça'da tamamladı. 2010 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2015 yılında mezun oldu. 2016 yılında Dünder Makina'da satınalma uzmanı olarak göreve başladı. 20017'den bu yana JMS Makine'de satınalma mühendisi olarak görev yapmakta. 2017 yılında KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Batıkent Mah. Dikmen Sok.
Atakent Sitesi H Blok No:14
Tepebaşı / Eskişehir

Tel : (530) 902 37 92

E-posta : uzun.eray@yahoo.com