

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
2015-YL-028**

**ALTI SİGMA YÖNTEMİNİN ZEYTİNYAĞI  
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMASI**

**HAZIRLAYAN**

**Bihter BİÇER OYMAK**

**TEZ DANIŞMANI**


**Yrd. Doç. Dr. Esin SAYIN**

**AYDIN-2015**



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Bihter BİÇER OYMAK tarafından hazırlanan “Altı Sigma Yönteminin Zeytinyağı Sektöründe Bir Uygulaması” başlıklı tez, 15.06.2015 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Prof. Dr. M. Erdemir GÜNDOĞMUŞ	ADÜ/İİBF Nazilli	
Üye :Yrd. Doç. Dr. Esin SAYIN	ADÜ/İİBF Nazilli	
Üye :Doç. Dr. Arzu ORGAN	PAÜ/İİBF	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....Sayılı kararıyla ..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Recep TEKELİ

Enstitü Müdürü



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../2015

İmza

Bihter BİÇER OYMAK



## ÖZET

### ALTI SİGMA YÖNTEMİNİN ZEYTİNYAĞI SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMASI

Bihter BİÇER OYMAK

Yüksek Lisans Tezi, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Esin SAYIN

2015, 118 sayfa

Müşteri istek ve gereksinimlerinin çok yüksek olduğu ve sürekli değişimin yaşandığı iş dünyasında, organizasyonların faaliyetlerini sürdürebilmeleri için sadece üretim yapıp, pazarlaması yeterli olmamaktadır. Her işlevini sürekli iyileştiren ve yaptığıyla yetinmeyip sürekli daha yüksek hedefleri olup müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarının üstüne çıkan organizasyonlar, büyük rekabet avantajı sağlamaktadır. Dünyaca ünlü organizasyonlar sürekli iyileştirmenin gereğini anlayıp özellikle Altı Sigma yöntemiyle çalışmaktadırlar.

Zeytin ve bu meyveden elde edilen zeytinyağı, geçmişten günümüze doğru üretildiğinde insan sağlığına önemli faydalar sağlayan bir tarım ürünüdür. Zeytin üretildikten sonra zeytinyağı olabilmesi için, çeşitli üretim süreçlerinden geçip, zeytinyağının kalitesini ortaya koymaktadır. Bu tez çalışmasında zeytinyağı sektöründeki mevcut durum incelenmesi Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) kapsamında gerçekleştirilmiş ve Altı Sigma Yöntemi içerisinde bir Hata Türü ve Etkileri Analizi uygulaması yapılmıştır. Daha sonra Risk Öncelik Sayıları belirlenip, en yüksek kritik hata noktası için Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı yöntemiyle Sigma değeri hesaplanılmıştır. Üretim durumunu optimize eden öneriler uygulanıldıktan sonra, Sigma değerinin arttığı ve böylece zeytinyağı sektöründeki gelişme imkanlarının olduğu tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Altı Sigma, Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA), Risk Öncelik Sayısı (RÖS), Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO), Zeytinyağı





## **ABSTRACT**

### **THE IMPLEMENTATION OF SIX SIGMA IN THE OLIVE OIL BRANCH**

**BİHTER BİÇER OYMAK**

M.sc. Thesis, at Business Management

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Esin SAYIN

In the business world where customer wants and needs are very high and where changes are continuous, for companies it is not enough to only produce and to market their goods and services to continue their operations. Those companies which have high goals are not satisfied with their actions and therefore continuously improve their functions to exceed customer wants and needs and gain great competitive advantages. World famous companies know the need of continuous improvement and work with Six Sigma particularly.

Olive and its oil, when produced correctly, is an agricultural product which from the past until now provides the human body with beneficial components. After olives are harvested, they go through diverse processes to become olive oil. These processes determine the quality of the oil. In this study research has been done in the olive oil branch and afterwards a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) has been made within the Six Sigma method and the help of the Define, Measure, Analyze, Improve and Control (DMAIC) tool. Then the Risk Priority Numbers (RPN) have been calculated and for the highest critical point of failure, a Defects Per Million Opportunities (DPMO) calculation has been done to determine the Sigma level. To optimize production suggested improvements were applied and a higher Sigma level was reached which shows that there are development opportunities within the olive oil branch.

**Key Words:** Six Sigma, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Risk Priority Number (RPN), Defects Per Million Opportunities (DPMO), Olive oil



## ÖNSÖZ

Çalışmada bir zeytinyağı fabrikasında Altı Sigma çalışmasının uygulanması, zeytinyağı sektöründe büyük faydalar getireceğini düşünerek, araştırmalara başlanmıştır. Bu süreçte gerekli olan bilgileri ve buna bağlı olarak süreçlerde ortaya çıkan hatalar ile ilgili bilgi toplamak oldukça zor olmuştur çünkü fabrikalar hatalı süreçlerin mevcut olduğunu itiraf etmek istememişlerdir. Zeytinyağı üretim makinalarını yurt dışından ithal eden bir fabrika, önemli verileri esirgemeyip Altı Sigma düşüncesini hızla benimseyip, süreçleri iyileştirmeye ve Sigma değerlerini yükseltmeye yönelik, çalışmaya büyük katkılarda bulunmuştur.

Bu çalışmanın tamamlanmasında, başından sonuna kadar bilgi ve tecrübesi ile emeklerini hiç esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Esin SAYIN hocama teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda araştırmanın yapılabilmesi için yardımları ile destek veren İmamoğulları Tam Otomatik Zeytinyağı Fabrikası'na ve hissedarlarına teşekkürü borç bilirim. Ve manevi desteğini hiç esirgemeyen aileme de sonsuz teşekkürler.



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI .....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI .....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ .....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xxi
EKLER DİZİNİ.....	xxiii
GİRİŞ .....	1
1. ALTI SİGMA.....	2
1.1. Altı Sigma'nın Farklı Tanımları .....	2
1.2. Altı Sigma'nın Yararları .....	4
1.3. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi.....	6
1.4. Altı Sigma'nın İstatistiksel Anlamı .....	7
1.5. Altı Sigma'nın İşleyişi.....	13
1.5.1. Altı Sigma Tanımlama Aşaması .....	16
1.5.1.1. Müşterinin sesi .....	17
1.5.1.2. Tedarikçi, girdi, süreç, çıktı ve müşteri diyagramı.....	20
1.5.1.3. Proje beyanı.....	22
1.5.2. Altı Sigma Ölçme Aşaması .....	23
1.5.2.1. Hata türü ve etkileri analizi .....	24
1.5.2.2. Hata türü ve etkileri analizinin faydaları.....	25
1.5.2.3. Hata türü ve etkileri analizinin işleyişi.....	26
1.5.2.4. Hata türü ve etkileri analizinin hesaplanması .....	28
1.5.3. Altı Sigma Analiz Aşaması .....	30
1.5.3.1. Pareto analizi.....	32
1.5.3.2. Sebep- sonuç analizi.....	33
1.5.3.3. Milyon fırsat başına hata sayısı analizi ve sigma seviyesi hesaplaması.....	34

1.5.4. Altı Sigma İyileştirme Aşaması.....	36
1.5.5. Altı Sigma Kontrol Aşaması.....	38
1.6. Sürekli İyileştirme- Kaizen.....	39
2. ZEYTİN VE ZEYTİNYAĞI.....	41
2.1. Zeytin ve Zeytinyağın Besin Değeri.....	43
2.2. Zeytinyağının ve Yaprağının Sağlığa Yararları.....	44
2.3. Türkiye'de Bulunan Zeytin Çeşitleri.....	46
2.4. Zeytinyağının Sınıflandırılması.....	50
2.5. Zeytin ve Zeytinyağı Türkiye ve Dünyada.....	51
2.6. Zeytinyağı Üretimi .....	55
2.6.1. Kaliteli Zeytinyağı Üretimin Bazı Şartları .....	56
2.6.1.1. Zeytinyağı üretim süreçleri.....	57
3. ARAŞTIRMANIN AMACI ve ÖNEMİ .....	63
3.1. Çalışmanın Kapsamı.....	64
3.1.1. İmamoğulları Zeytinyağı Fabrikası .....	64
3.2. Araştırmanın Yöntemi .....	65
3.2.1. Altı Sigma Tanımlama Aşamasının Uygulaması .....	65
3.2.1.1. Müşterinin sesi.....	66
3.2.1.2. Tedarikçi, girdi, süreç, çıktı ve müşteri diyagramı analizi .....	66
3.2.1.3. Proje beyanı .....	67
3.2.2. Altı Sigma Ölçme Aşamasının Uygulaması.....	69
3.2.2.1. Hata türü ve etkileri analizi .....	69
3.2.3. Altı Sigma Analiz Aşamasının Uygulaması.....	73
3.2.3.1. Pareto analizi .....	73
3.2.3.2. Sebep- sonuç analizi .....	74
3.2.3.3. Milyon fırsat başına hata sayısı analizi ile sigma değerinin hesaplanması .....	76
3.2.4. Altı Sigma İyileştirme Aşamasının Uygulaması .....	78
3.2.4.1. Altı sigma iyileştirme aşamasının çözüm yolları.....	78
3.2.4.2. Altı sigma iyileştirme aşamasının hata türü ve etkileri analizi.....	83
3.2.5. Altı Sigma Kontrol Aşamasının Uygulaması .....	85
3.2.5.1. Altı sigma kontrol aşamasının milyon fırsat başına hata sayısı analizi ..	86

3.3. Araştırmanın Bulguları .....	90
TARTIşMA ve SONUÇ .....	92
KAYNAKLAR .....	98
EKLER.....	107
ÖZGEÇMİş .....	117





## **KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ**

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ANSI: American National Standards Institute

CEO: Chief Executive Officer

D: Defects (Hata)

DEC: Digital Equipment Corporation

DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve ve Control

DPMO : Defects Per Million Opportunities (Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı)

DPO: Defects Per Total Opportunities (Toplam Fırsat Başına Hata)

DPU: Defects per Unit (Birim Başına Hata)

FMEA: Failure Mode and Effect Analysis

GE: General Electric

HTEA: Hata Türü ve Etkileri Analizi

İTO: İstanbul Ticaret Odası

IBM: International Business Machines

ISO: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)

KOBİ: Küçük ve Orta Bütçeli İşletmeler

NASA: National Aeronautics and Space Administration

OP: Opportunity (Fırsat)

PPU: Price Per Unit

QS: Quality Standard

RÖS: Risk Önceliği Sayısı

RPN: Risk Priority Number

TBBM: Türkiye Büyük Millet Meclisi

TGŞÇM: Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı ve Müşteri

TOP: Total Opportunities (Toplam Fırsatlar)

TÖAİK: Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

TQM: Total Quality Management

SIPOC : Suppliers- Tedarikçiler, Inputs- Girdiler, Process- Süreç, Outputs- Çıktılar ve Customers- Müşteriler

SMART: Specific, Measureable, Accepted or Achievable, Realistic, Timely

U: Units (Birim)

VOC: Voice of the Customer

VSM: Value Stream Mapping

$x_i$ : Örnekleme verisi  $i= 1,2,3,\dots,n$  için

$\bar{X}$  : Örnekleme ortalaması

$\Sigma$ : Büyük Sigma (Yunan Alfabesinden)

$\sigma$ : Küçük Sigma (Yunan Alfabesinden)

n: Örnekleme verisi sayısı

s: Örneklemin standard sapması

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Altı Sigma ve Kalite.....	5
Şekil 1.2. Maliyet ve Kaliteye Bağlı olan Sigma Seviyeleri .....	9
Şekil 1.3. Normal Dağılım Ortalama ( $\mu=0$ ) ve Standart Sapma ( $\sigma=1$ ) .....	10
Şekil 1.4. Normal Dağılım Ortalama ( $\mu=0$ ) ve Standart Sapma ( $\sigma=1$ ) .....	11
Şekil 1.5. Limit Dışı olan Hatalı Ürünler .....	12
Şekil 1.6. Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol Süreci .....	14
Şekil 1.7. Sorunları Gidermek.....	15
Şekil 1.8. Altı Sigma ve Süreç İyileştirilmesi .....	15
Şekil 1.9. Kano Modeli .....	18
Şekil 1.10. Pareto Çizelgesi Şekil .....	32
Şekil 1.11. Sebep-Sonuç Analiz Modeli .....	34
Şekil 1.12. Kaizen Anlayışı: Yavaş ve Sürekli İyiliye Doğru Yükselme.....	39
Şekil 2.1. Zeytin Üretiminin Yayılışı.....	42
Şekil 2.2. Ülkemizde Zeytin Üretim Alanları.....	47
Şekil 2.3. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Üretim Oranı (%).....	48
Şekil 2.4. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Ağaç Sayısı Oranı (%).....	49
Şekil 2.5. Dünya Zeytin Üretimi (Bin Ton) 2007/08 ve 2013/14.....	52
Şekil 2.6. Dünya Zeytin Üretimi 2013/14.....	52
Şekil 2.7. Dünya Zeytinyağı Üretimi (Bin Ton) 2007/08 ve 2013/14.....	53
Şekil 2.8. Dünya Zeytinyağı Üretimi 2013/14 (% Oran).....	54
Şekil 2.9. Zeytinyağı Üretim Şeması.....	56
Şekil 2.10. Zeytinyağı Makinesi.....	58
Şekil 2.11. Zeytinlerin Yıkanması.....	58
Şekil 2.12. Zeytinlerin Kırılması.....	59
Şekil 2.13. Malaksasyon- Zeytinin Yoğrulması.....	59
Şekil 2.14. Dekantasyon İşlemi Sonucu Çıkan Ürünler.....	60
Şekil 2.15. Separatörden Naturel Zeytinyağın Elde Edilmesi.....	61
Şekil 3.1. İmamoğulları Zeytinyağı Fabrikası.....	65
Şekil 3.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne göre Süreç Haritasının Kontrol Noktaları.....	72

Şekil 3.3. Risk Öncelik Sayısı'na göre Pareto Analizi.....	74
Şekil 3.4. Sebep-Sonuç Analizi "Isının Yüksek Tutulması" .....	75
Şekil 3.5. Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ve Sigma Değeri 2013/14 Sezonu.....	78
Şekil 3.6. Malaksasyon Makinasinin Termostatı.....	81
Şekil 3.7. İyileştirme Aşaması Sonrası Yeni Süreç Haritası.....	85
Şekil 3.8. 2013/14 Sezonu, Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı ve Sigma Değerleri.....	88
Şekil 3.9. 2014/15 Sezonu, Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı ve Sigma Değeri.....	89

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünyada Altı Sigma Uygulayan Firmalar ve Kazançları .....	7
Çizelge 1.2. Sigma Dönüşüm Tablosu: Özellik Limitlerinde Bulunma Yüzdeleri.....	10
Çizelge 1.3. Sigma Dönüşüm Tablosu: Özellik Limitlerinde Bulunma Yüzdeleri (+/- 1,5 $\sigma$ dahil).....	11
Çizelge 1.4. Hata Oranların Gerçek Hayata Yansıması.....	13
Çizelge 1.5. Tanımlama Aşamasının Yöntemleri .....	17
Çizelge 1.6. Ölçme Aşamasının Yöntemleri.....	24
Çizelge 1.7. Hata Olasılığının Değerlendirilmesi .....	29
Çizelge 1.8. Hatanın Saptanabilirliği .....	29
Çizelge 1.9. Etkinin Önem Derecesinin Değerlendirilmesi .....	30
Çizelge 1.10. Analiz Aşamasının Yöntemleri.....	31
Çizelge 1.11. İyileştirme Aşamasının Yöntemleri .....	37
Çizelge 1.12. Kontrol Aşamasının Yöntemleri.....	38
Çizelge 2.1. Zeytin Meyvesinin Fiziksel Özellikleri.....	43
Çizelge 2.2. Zeytinin Kimyasal Bileşimi.....	44
Çizelge 2.3. Sofralık Zeytin Besin Değeri.....	47
Çizelge 2.4. Zeytinyağı Bileşimleri.....	48
Çizelge 2.5. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Üretim Oranı (%).....	51
Çizelge 2.6. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Ağaç Sayısı Oranı (%).....	53
Çizelge 2.7. Dünya Zeytin Üretimi (Bin Ton).....	54
Çizelge 3.1. İmamoğulları İSO 9001:2008'e göre Zeytinyağı Üretimi için (TGSCM) Analizi.....	67
Çizelge 3.2. Proje Beyanı.....	68
Çizelge 3.3. Zeytinyağı Üretiminin Hata Türü ve Etkileri Analizi, Risk Öncelik Sayısının Sıralanması.....	70
Çizelge 3.4. Risk Öncelik Sayısı'na göre Pareto Analizi .....	73
Çizelge 3.5. "Isının Yüksek Tutulması"- Müşteri Sayısı 2013/14 Sezonu.....	76
Çizelge 3.6. "Isının Yüksek Tutulması"- Sigma Değeri Hesaplaması 2013/14 Sezonu.....	77

Çizelge 3.7. "Isının Yüksek Tutulması" Hatası için Hata Türü ve Etkileri Analizi.....	79
Çizelge 3.8. "Isının Yüksek Tutulması" Hatası için İyileştirme Aşamasından Sonra Elde Edilen Yeni Risk Öncelik Sayısı.....	85
Çizelge 3.9. "Isının Yüksek Tutulması"- Müşteri Sayısı 2014/15 Sezonu.....	86
Çizelge 3.10. "Isının Yüksek Tutulması"- Sigma Değeri Hesaplaması 2014/15 Sezonu.....	87
Çizelge 3.11. 2013/14 ve 2014/15 sezonları, Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ve Sigma Değerleri.....	88

## **EKLER DİZİNİ**

Ek 1 Altı Sigma Proje Beyanı .....	107
Ek 2 Hata Türü ve Etkileri Formun'un Kullanımı .....	108
Ek 3 Ortalamadan 1,5 Doğal Sapmalı Süreç Sigma için DPMO Tablosu .....	109
Ek 4 Zeytinyağı Üretim Akışı .....	110
Ek 5 Tüm Süreçler için Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonuçları .....	111

## GİRİŞ

Günümüz pazarlarında müşteri gereksinimleri çok yüksek olduğu ve sürekli değişimin yaşandığı iş dünyasında şirketlerin faaliyetlerini sürdürebilmeleri için, sadece üretim yapıp bunları pazarlamaları yeterli değildir. Şirketler öngörülü olup kendisini her alanda sürekli iyileştiren, müşteri istek, ihtiyaç ve beklentilerini yerine getiren veya beklentileri aşan şirketler rekabet avantajı sağlar. Bu şirketler, Kalite Yönetimine önem verip, eğitim, iletişim ve takım çalışmalarını, kendi çalışanlarına aşlamak için, özel eğitim vermektedirler. Sürekli iyileştirmenin gereğini anlamış olan şirketler, birçok gelişim yöntemi ve tekniğinden faydalanmaktadır. Bu yöntem ve teknikler arasında özellikle Altı Sigma dikkat çekmektedir.

Çalışmanın ilk bölümünde Altı Sigma'nın ne olduğu, yararlarına, tarihsel gelişimine, istatistiksel anlamına, Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsüne ve kullanılan tekniklere ayrıntılı olarak yer verilmektedir.

İkinci bölümde zeytin ve zeytinyağı ile ilgili önemli bilgiler verilip, daha sonra zeytin ve zeytinyağın Dünya ve Türkiye 'deki durumu anlatılıp, zeytinyağı üretiminin bazı şartları ve süreçleri açıklanmaktadır.

Üçüncü bölümde ise "Altı Sigma Yönteminin Zeytinyağı Sektöründe bir Uygulaması" yapılmaktadır. Çalışmada, zeytinyağı sektöründe üretim süreçlerini inceleyip, Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yapılmış ve daha sonra, Risk Öncelik Sayısı (RÖS) belirlenip, en yüksek RÖS değerine sahip olan sorun iyileştirilmektedir. Daha sonra istatistiksel yöntemler ile elde edilen mevcut Sigma değeri hesaplanıp, bu değeri yükseltmeye yönelik iyileştirmeler yapılmış ve yeni Sigma değeri elde edilmiştir.

Son bölümde ise araştırmanın bulguları ve değerlendirmelerine yer verilip, çalışma esnasında elde edilen sonuçlar açıklık kazanmıştır.



# 1. ALTI SİGMA

Birinci bölümde Altı Sigma tanımlandıktan sonra yararları ve tarihsel gelişimine yer verilmiştir. Daha sonra istatistiksel anlamı açıklanarak, Define, Measure, Analyze, Improve ve Control (DMAIC) ya da Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsünden oluşan Altı Sigma'nın işleyişi ele alınmış, Kaizen felsefesi açıklık kazanmıştır. Aşağıda öncelikle Altı Sigma tanıtılmıştır.

Şirketler piyasanın küreselleşme, doymuş pazarlar, hızla gelişen teknoloji gelişmeleri ve kısalmış ürün yaşam döngüleri ile birlikte gelen ve sürekli artan istek ve gereksinimlere karşı yüksek çabalar sarfederek bu istekleri karşılamaya çalışıyorlar. Örgütler dünyadaki şirketlerle rekabet içindeler ve aynı zamanda müşteri memnuniyeti, ürünler, işlemler ve hizmetler çok hızlı değişmektedir. Bir çok örgüt bunun farkında fakat yaklaşık sadece beşte biri bu isteme cevap vermektedir (Bergbauer, 2008:2).

Altı Sigma akımı, örgütlerin piyasada rekabetçi pozisyonunu koruyabilmeleri ve başarılı olabilmeleri için sürekli gelişmeleri gerektiğini göstermektedir. Örgütler bu nedenden dolayı uygun metotlar ve araçlar bulma peşindedirler. Bunu düşünerek Altı Sigma günümüzde gittikçe önem kazanmaktadır. Altı Sigma güvenilir bir uygulama olup ürün ve hizmetleri “hatasız” kılmayı hedeflemiştir. Bunun için örgütler ilk önce faaliyetlerini müşterinin istek ve gereksinimlerine göre ifade ederler ve bu istekleri daha sonra istatistiksel analizler ile karşılanıp karşılanmadığı soruşturulur ve eğer gerekiyorsa bunlara yönelik çalışmalar yapılır (Gundlach ve Jochem, 2008:13-14).

Bu nedenle örgütler hedeflerine ulaşabilmek için Altı Sigma akımından faydalanmaktadır.

## 1.1. Altı Sigma'nın Farklı Tanımları

Altı Sigma kavramını açıklayacak bir çok akademik tanım vardır. Bu tanımlardan bazıları şunlardır;

- “Altı Sigma Motorola tarafından ilk kez kullanılan terim, varyasyonun yok edilmesine odaklanmaktadır. İstatistiksel veya teorik şartlarda, Altı Sigma işlemlerdeki hataları milyonda 3.4'e indirebiliyor. Altı Sigma, gerçeklik ve

işlemlere sürekli devam ederek düzelme metodoloji bakış açısından, yüksek seviyede düzeltme eforunu belirleyen ve sürdüren yönetsel ve istatistiksel araç koleksiyonudur” (Cole, 2011:4).

- "Altı Sigma, mevcut ve elde edilebilir her türlü veriyi bilimsel yaklaşımlar kullanarak, sistematik, sürekli ve kontrol edilebilir iyileştirmeleri hedefleyen proje odaklı bir ekip çalışmasıdır. Projeler kuruluşun stratejilerine, maliyetlere ve müşteri beklentilerine odaklanır. Müşteri beklentisinin de ötesine geçmeyi ve maliyetleri azaltarak kalite düzeyini artırmayı hedefleyen kuruluşları sürekli iyileştirmeye götüren bir yönetim biçimidir" (Blogcu, 2007).
- Altı Sigma, karlılığı artırır ve aynı zamanda gereksiz işlemleri ortadan kaldırıp, düşük kalitenin yol açtığı maliyetleri azaltıp, müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılar ve hatta bunları aşmak üzere işlemlerin etkinlik ve verimliliğini yükseltip şirketler için bir gelişme stratejisidir (Antony ve Banuelas, 2001:119).
- Altı Sigmanın yardımıyla işlemler istatistiksel metotlarla ölçülür, analiz edilir ve kontrol edilebilir (Pfeiffer, 2012:2).
- “Altı Sigma, müşteri memnuniyeti için kritik olan ürünlerin, işlemlerin ve genel faaliyetlerin sapma ve üretim sürelerini azaltmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda örgütlerde değer artışı elde edebilmek için, tüm faktörlerin kullanım düzeyini ve verimini durmaksızın yükseltmeyi hedefler” (Töpfer ve Günther, 2007:7).
- “Altı Sigma üretim ve hizmet sektöründe hata oranlarını düşürmek için kanıtlanmış bir metottur. İstatistiksel uygulamaların kullanılması işlemleri optimize edip maliyetlerini düşürüyor” (Gundlach ve Jochem, 2008:18).
- “Altı Sigma dünyada esen popüler bir yönetici felsefesidir. Hedefi, örgütleri daha verimli ve etkin kılmaktır” (Eckes, 2003:13-14).
- “Altı Sigma süreçleri ölçüp analiz ederek, daha sonra da iyileştirip bunun sürdürülmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir metodolojidir. İddialı hedefiyle ortaya çıkan, çok güçlü bir felsefeye dayanan, müşteri sadakatını

ve şirket karlılığını esas alan, bunun başarılması için en modern yönetim ve istatistik araçları ile donatılmış bir yönetim sistemidir” (Özveri, 2015).

Literatürde buna benzeyen bir çok kavram bulunmaktadır. Bu kavramlara açıklık getirmek için Altı Sigma aşağıda daha detaylı açıklanacaktır.

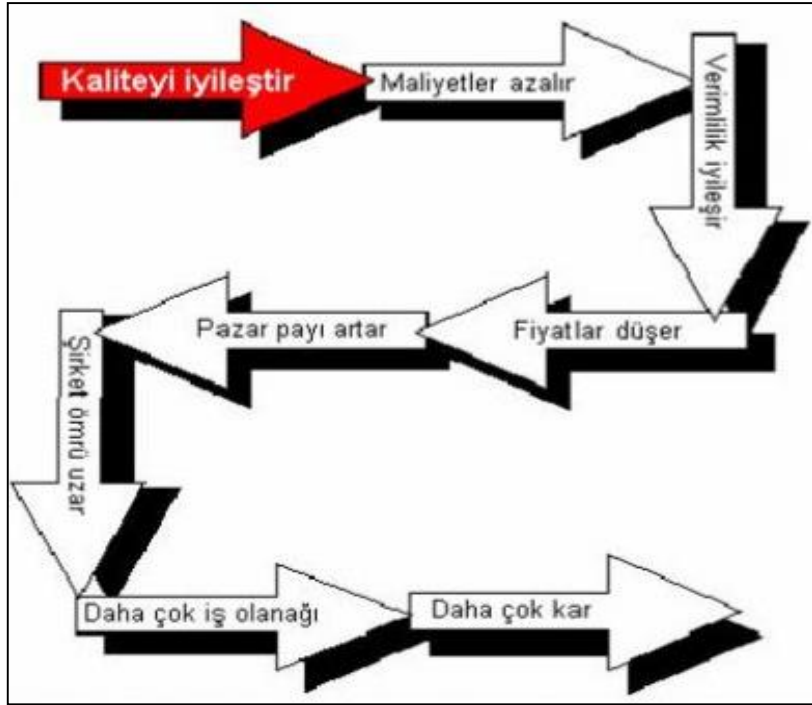
## 1.2. Altı Sigma'nın Yararları

Altı Sigma ürünlerin ve hizmet veren aşamaların mümkün olduğu kadar hata oranını istatistiksel metotlar kullanılarak düşürmeye çalışan başarılı bir çalışma olduğunu kavramlarda gördük. Buna bağlı olan bir çok fayda göstermektedir. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Başarı Yaratma: Altı Sigma hızla gelişen pazarlarda sabit bir büyümeyi sağlıyor. Bu da bir örgütün yeniliklere ve değişimlere hazır olmasıyla gerçekleştiriliyor. Altı Sigma örgütte yeni bir kültürün doğmasına ve yeniliklerin gelişmesine böylece yol açıyor. Bu düşünceye de "kapalı döngü" adı veriliyor (TQM, 2013).
- Performans Hedefi: Altı Sigma örgütte olan herkes için performans hedefleri sağlar. Her departman, her iş alanı ve her çalışanın farklı fikirleri ve hedefleri vardır (TQM, 2013). Altı Sigma bir işletmedeki herkesin tek bir noktaya odaklanmasını ve aynı yönde faaliyet göstermesini sağlar (Procen, 2012).
- Müşteri Odaklılığı: Altı Sigma müşteri şartlarının %99.9997 gibi kusursuzca çok yakın bir hata oranı ile karşılanmasını ön görür. Aynı zamanda günümüzde sadece hatasız ürünlerin üretilmesi yetersiz sayılmaktadır. Altı Sigma müşterilerin nelere değer verdiğini ve bunu onlara en karlı nasıl sağlanacağını planlar. Bu müşteri odaklılığı da Altı Sigmanın özünde yer alır (Procen, 2012).
- İyileştirme Hızını Arttırma: Altı Sigmanın sahip olduğu verimli araçlarıyla bir örgütün performansını hızla arttırır (Procen, 2012).
- Öğrenme ve Bilgi Alışverişini Arttırma: 1990'lı yıllarda “Öğrenen Organizasyonların” kavramı ortaya çıkmasıyla birlikte, bu çok cazip gelen kavramı uygulamaya geçirmek çok ta kolay olmamıştır. General Electric

gibi büyük şirketler buna öncülük ederek Altı Sigmayı bir öğrenme aracı olarak başarıyla uygulamıştır (Procen, 2012).

Yani Altı Sigma yöntemlerini ve araçlarını kullanan bir örgüt performansını artırır, durmaksızın maliyetlerini düşürür, kazancını artırır, müşteri memnuniyetini düzeltir, kapasitesini ve yeteneğini yükseltir ve aynı zamanda karmaşıklığı azaltıp hataları ve arızaları minimize eder (Gygi ve Williams, 2012:10).



Şekil 1.1. Altı Sigma ve Kalite (Wow Turkey, 2006)

Kaynak: (Gygi ve Williams, 2012:10)

### 1.3. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi

Altı Sigmanın başlangıç noktası istatistiksel standart ölçümlere dayanmaktadır. Bu ölçümler Carl Frederick Gauss tarafından tanıtılıp dünyada normal dağılım eğrisi olarak çok iyi biliniyor. Altı Sigma 20. yüzyılın başından beri bir ölçüm standardı olarak kullanılmıştır (Blokdiik, 2008:44).

1987 yılında Motorola şirketi Altı Sigma çalışmalarını Japonya'nın yüksek kalite gücüne ulaşabilmek için başlatmıştır (Magnusson et al., 2004:9). Onun doğru metodolojisini yaratmakla birlikte, Motorola şirketinde çalışan Bill Smith Altı Sigma terminolojisini tanıtp, aynı zamanda ismini bir marka yapmıştır (Reynard, 2007:22). Bu aşama esnasında Motorola şirketi bu yeni standardı metodolojisi ile birlikte kullanarak, şirketin maliyetlerini 16 altı milyar dolara düşürmeyi başarmıştır (Blokdiik, 2008:44). Bu başarıyı gören International Business Machines (IBM), Digital Equipment Corporation (DEC) veya Honeywell gibi örgütler ilk uygulamalardan kısa süre sonra bu düşüncüyü adapte etmişlerdir. 1995 yılında bu akıma katılan bir çok Amerikan örgütü olmuştur (Pralle, 2013:17). Bu yeni düşüncüyü başarıyla tüm şirket kollarına uygulayan General Electric'in (GE) CEO'su olan Jack Welch Altı Sigma'yı şirketleri için en önemli iş stratejisi olarak tanımlamıştır (Yang ve El-Haik, 2009:21). Aynı zamanda da şirkette kariyer yapabilmenin tek yolu Altı Sigma'yı tamamen benimseyip, uygulamadan geçtiği kesindir (Pralle, 2013:18).

Welch bu düşüncesiyle Altı Sigma'yı hizmet sektörüne transfer etmeyi başarmıştır. Altı Sigmayı finans ve insan kaynakları gibi departmanların süreçlerine uygulamıştır. Bu aşamada müşteri odaklılığı gittikçe önem kazanmaya başlamış ve Altı Sigma sayesinde elde edilen maliyet tasarrufları elde etmek için proje öncesi hesaplamalar yapmak şart olmuştur (Pralle, 2013:18).

2000 senesinden sonra Altı Sigmanın önemi ve yararları Amerika Birleşik Devletleri dışında fark edilip farklı şirketlerde de uygulanmaya başlanmıştır. Bu şirketlerin büyük bir kısmı otomobil sektöründen oluşmaktaydı. Bugünlerde teknoloji şirketlerin çoğu, Altı Sigmanın Metodolojisinden faydalanmaktadır (Pralle, 2019).

Altı Sigma uygulamasından sonra en yüksek maliyet tasarruflarını elde eden şirketlerin bazıları şunlardır:

Çizelge 1.1. Dünyada Altı Sigma Uygulayan Firmalar ve Kazançları

Firma / Proje	Kazanç Şekli	Kazanç
Motorola(1992)	Süreç sırası hata oranı	150 defa azaltıldı
Raytheon Hava Taşıtı Entegrasyon Sistemleri	Depo bakım muayene süresi	%88 oranında azalma
GE	Tamir atölyelerindeki işlem süreleri	%62 oranında azalma
Allied Signal(Honeywell)	Stok çevrim süreleri	%100 oranında yükselme
Allied Signal( Honeywell)	Yollama çevrim süresi	18 aydan 8 aya düşürüldü
Hughes Askeri Operasyonlar Misilli Sitemler Grubu	Kalite/Verimlilik	%1000 ve %500 oranında iyileştirmeler
GE	Finansal	2 milyar \$ kazanç (1999)
Motorola	Finansal	11 yılda 15 milyar \$
Dow Kimya	Finansal	2.45 milyar \$
DuPont	Finansal	25 milyar \$
Telefonica de Espana	Finansal	10 ayda 30 milyar €
Texas Instruments	Finansal	600 milyar \$
Johnson and Johnson	Finansal	500 milyar \$
Honeywell	Finansal	1.2 milyar \$

Kaynak: (Kwak ve Anbari, 2004:36)

Türkiye'de ise 1995 yılında bu metodolojiyi ilk uygulayan şirketlerden birisi Tusaş Motor Endüstrileri olmuştur. Sonuçları takip eden Arçelik, Borusan Holding ve Kordsa daha sonra bu yöneme başladılar. Bütün bu şirketler ciddi başarılar elde edip, yüksek derecede iyileştirmelere ulaştılar (Capital, 2003).

Altı Sigma'nın ilk uygulamaları üretim sektöründe yapılmıştır. Buna karşın günümüzde uygulama alanı hizmet sektöründe, bankalar ve sigortalar da gibi, oldukça yaygındır. Kobiler de bu akımın farkında olup, Altı Sigma'nın danışmanlığını yapan örgütlerden faydalanmaya başlamışlardır (Gundlach, 2008:13-14).

#### 1.4. Altı Sigma'nın İstatistiksel Anlamı

Sigma terimi Yunan alfabesinin bir harfidir ve  $\Sigma$  ve ya  $\sigma$  simgeleri ile tanınmaktadır. Büyük Sigma simgesi ( $\Sigma$ ) Matematikte toplama işareti olarak kullanılırken, küçük Sigma simgesi ( $\sigma$ ) fiziğin bazı alanlarında işlev görmektedir ve istatistikte standart sapmayı belirler (Uni-Protokolle, 2014).

1860'larda Francis Galton tarafından yayılan standart sapma böylece Altı Sigma'nın istatistiksel anlamını tanımlayıp bir istatistik dağılımında verilerin ortalamadan ne kadar farklılık gösterdiğini ifade eder. İş ve üretim süreçlerinde Sigma değeri bir ölçü birimi olup süreçlerin performansını ölçer (Bergbauer, 2008:2). Standart sapma dağılımın hangi yaygınlıkta olduğunu gösteren bir ölçüdür, yani dağılımdaki her bir değer in ortalamaya göre uzaklığını belirler. Standart sapma büyüdükçe dağılım yaygınlaşır. Başka bir deyişle, küçük bir standart sapma ortalamadan sapmaların ve riskin az olduğunu gösterirken, ortalamadan büyük bir sapma ise riskin çok olduğunu yansıtır (Tandoğan, tarih belirsiz).

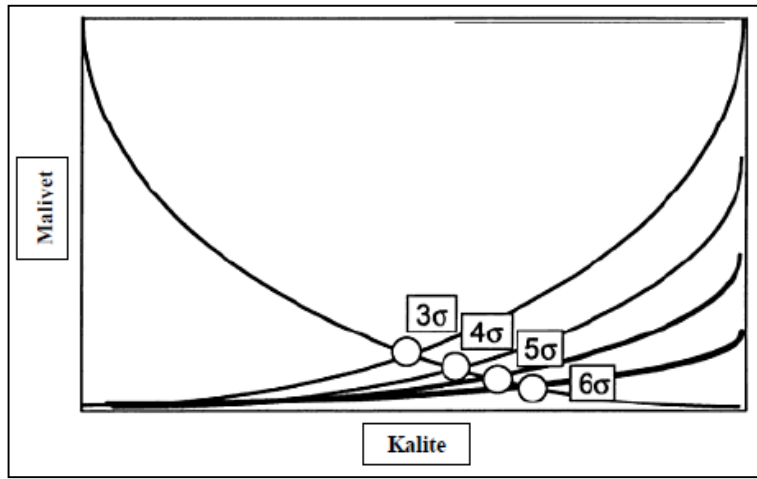
Standart sapma değeri, Pralle (2013:158)'e ve Wiki How (2014)'e göre aşağıdaki formüller ile hesaplanılmaktadır ("s" örneklemin simgesi iken  $\sigma$  anakütleyi tanımlar)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

- s = Örneklemin standart sapması
- $x_i$  = Örnekleme verisi  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  için
- $\bar{x}$  = Örnekleme ortalaması
- n = Örnekleme verisi sayısı

Sigma istatistikte standart sapmayı belirlerken, Altı Sigma ise değişkenlerin kontrol edilebileceğini öngören bir metodolojidir. Altı Sigma uygulamasında herhangi bir sürecin değerlerden sapmanın derecesi sayısal olarak ölçülür ve hata oranı, "Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı" (DPMO- Defects Per Million Opportunities) olarak ifade edilir. Sigma değeri arttıkça hata sayısı azalır ve Sigma değeri azaldığında hata sayısı artar. Şirketlerin amacı ise "6 Sigma" olan sıfır hatayı hedeflemektir (Dağlıoğlu vd., 2009:132-139). Bu hedefe ulaştıkça maliyet ve çevrim zamanı azalır ve aynı zamanda müşteri memnuniyeti artar (Öztürk, 2009:449-450).



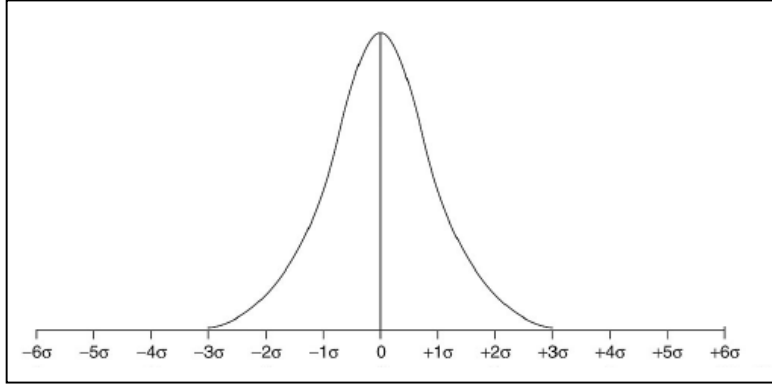
Şekil 1.2. Maliyet ve Kaliteye Bağlı olan Sigma Seviyeleri

Kaynak: (Bergbauer, 2008:47)

Yukarıdaki şekil Sigma seviyesi yükseldikçe, yani hata oranı düştükçe, maliyetin azaldığını gösterir.

Süreç içerisinde, çıktıları belirli birimler ile ölçülmektedir. Bu çıktıların ortalamadan ( $\mu=0$ ) ne kadar uzaklaştığını standart sapma göstermektedir. Eğer hatasız üretim %99.73 ise, yani Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) 2.700 hata sayısından söz ediliyorsa, Normal dağılım bu aralık içerisinde olur. Bu durum verinin ortalamadan  $\pm 3$  standart sapmalı olduğunu göstermektedir. Ya da hatasız üretim %99.9999998 ise, yani Milyarda Fırsat Başına Hata Sayısı 2 hata sayısından söz ediliyorsa, Normal dağılım bu aralık içerisinde olur. Bu durum verinin ortalamadan  $\pm 6$  standart sapmalı olduğunu göstermektedir (Levine et al., 2006).





Şekil 1.3. Normal Dağılım Ortalama ( $\mu=0$ ) ve Standart Sapma ( $\sigma=1$ )

Kaynak: (Levine et al., 2006)

Çizelge 1.2. Sigma Dönüşüm Tablosu: Özellik Limitlerinde Bulunma Yüzdeleri ( $\pm 1,5 \sigma$  dahil değil)

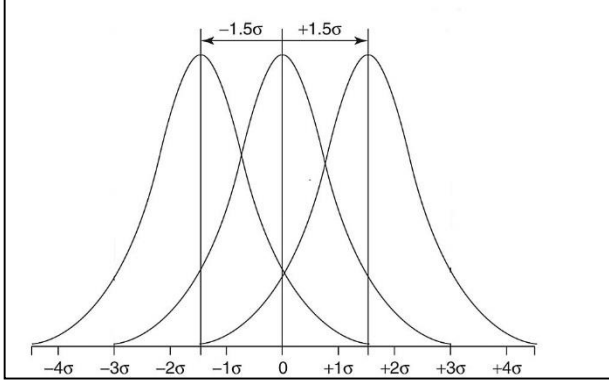
Özellik Limitleri $\mu$	Hatasız Üretim (%)	Hatalı Üretim (%)	Bir Milyon Fırsattaki Hata Sayısı
-1 $\sigma$ 'den + 1 $\sigma$ 'ya	68.26	31.74	317400
-2 $\sigma$ 'den + 2 $\sigma$ 'ya	95.46	4.54	45400
-3 $\sigma$ 'den + 3 $\sigma$ 'ya	99.73	0.27	2700
-4 $\sigma$ 'den + 4 $\sigma$ 'ya	99.9937	0.0063	63
-5 $\sigma$ 'den + 5 $\sigma$ 'ya	99.999943	0.000057	0.57
-6 $\sigma$ 'den + 6 $\sigma$ 'ya	99.9999998	0.0000002	0.002

Kaynak: (Breyfogle et al., 2001:9)

Çizelge 1.2.'de görüldüğü gibi,  $\pm 4$  Sigma seviyesinde bir milyon ürün üretildiğinde 63 tanesi hatalı olmaktadır. Bu hata sayısı yüksek görülmesede ortalamadan  $\pm 1.5$  kaydırma eklenmelidir, çünkü  $\mu=0$  olan 6-sigma rakamları Motorola'nın Altı Sigma rakamlarından farklıdır (milyarda 2 parça karşı milyonda 3,4 parça), çünkü doğal sapma her süreç'te doğal olarak mevcuttur, ve çıktıyı etkileyecektir (Goetsch ve Davis, 2010:313). Bir üç Sigma sürecinde bir milyon üretilen parçadan doğal sapma'dan dolayı yaklaşık 66.810 limit dışı parçaya sebep olduğu beklenmektedir, dört sigma sürecinde ise bir milyonda üretilen 6.210 limit dışı parça, vs.. Altı Sigma sürecinde ise doğal sapma, diğer unsurlar sabit kalırsa, bir milyar üretiminde 3,4 sıra dışı parçaya sebep olacaktır.

Böylece Şekil 1.4.'de görüldüğü gibi  $\pm 1.5$  kaydırma eklendiğinde altı Sigma değerinin hata oranı 3,4 hataya çıkar. Böylece kusursuz ürünlerin % 99.3790

+/-4 sigma sürecine bağlı olarak bu aralıkta yer alırken %0.621 üretilen hatalı ürünlerin bu özellik limitlerinin dışında kalacak ve  $\mu=0$  olan dağılım'daki kabul edilen hata değeri böylece 63 hata'dan  $\mu=1,5$ 'de 6210 hataya yükselmiş olacak (Öztürk, 2009:453).



Şekil 1.4. Normal Dağılım Ortalama ( $\mu=0$ ) ve Standart Sapma ( $\sigma=1$ )

Kaynak: (Levine et al., 2006)

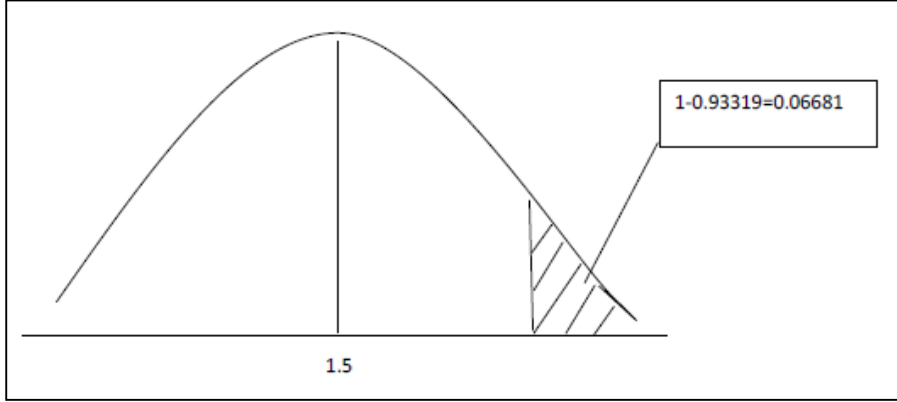
Çizelge 1.3' de Sigma dönüşüm tablosu verilmiştir. Çizelgeye göre özellik limitlerine +/- 1,5  $\sigma$  dahildir.

Çizelge 1.3. Sigma Dönüşüm Tablosu: Özellik Limitlerinde Bulunma Yüzdeleri (+/- 1,5  $\sigma$  dahil)

Özellik Limitleri $\mu$	Hatasız Üretim (%)	Hatalı Üretim (%)	Bir Milyon Fırsattaki Hata Sayısı
-1 $\sigma$ 'den + 1 $\sigma$ 'ya	30.3	69.7	697.000
-2 $\sigma$ 'den + 2 $\sigma$ 'ya	69.13	30.87	308.700
-3 $\sigma$ 'den + 3 $\sigma$ 'ya	93.32	6.68	66.810
-4 $\sigma$ 'den + 4 $\sigma$ 'ya	99.3790	0.6210	6210
-5 $\sigma$ 'den + 5 $\sigma$ 'ya	99.97670	0.02330	233
-6 $\sigma$ 'den + 6 $\sigma$ 'ya	99.999998	0.000002	3.4

Kaynak: (Free-Six-Sigma, 2010-2014)

Şekil 1.4.'ü göz önünde bulundurarak, Çizelge 1.3.'ün gösterdiği gibi, 3 Sigma'lı bir süreçte %93.32 özellik limitleri arasında yer alıp,  $(1-0.9332= 0.0668)$  66.810 üretilen hatalı ürün, bu limitlerin dışında kalacaktır (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003:43).



Şekil 1.5. Limit Dışı olan Hatalı Ürünler  
Kaynak: (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003:43)

Daha sonra, 1.5.3.3. Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi- DPMO Analizi (Defects Per Million Opportunities) başlığı altında, 0,06681 bir milyonla çarpıldığında şirketlerin Sigma seviyesini belirleyen Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı elde edilmektedir.

Sigma seviyesi şirketlerin çoğunda 3 veya 4 olmaktadır (Bergbauer, 2008:3). Altı Sigma ile kıyaslandığında ise bu düşük Sigma seviyelerin hataları yaklaşık 20% ile 25% arasında daha yüksek maliyetlere sebep olmaktadır. Bu bağlamda daha yüksek bir Sigma seviyesi karı doğrudan etkilemektedir (Harvard Business Manager, 2005). Bu yüzden örgütler, yüksek sigma seviyeleri hedeflerler.

Altı Sigmanın hatasız yüzde oranına bakıldığında 99.999997%, 4 ve Altı Sigma'nın arasında olan yüzde farkı anlamsız gelebilir, fakat 3.8 ve Altı Sigma arasında olan farkı aşağıdaki şekil daha net ifade etmektedir;

Çizelge 1.4. Hata Oranların Gerçek Hayata Yansımaları

ÖRNEK	% 99 ( 3,8 Sigma)	% 99,99966 ( 6 Sigma)
10 000 çalışanda kayıp işçilik saati	100 adam-gün	49 dakika
Bir günde kirli su içme zamanı	14,4 dakika	0,3 saniye
Aylık elektrik kesintisi	7,2 saat	8,8 saniye
6 saatlik uçuşta ciddi hava boşluğu tehlikesi	3,6 dakika	0,1 saniye
1 000 000 \$'lık yatırımdaki kayıp	10 000 \$	3,4 \$

Kaynak: (Atmaca ve Girenes, 2009:115)

Şirketler bu tabloyu göz önünde bulundurursa 99% bir hatasız üretimin bile yetmeyeceğini öngörebilirler (Bergbauer, 2008:3). Şirketler doğru sigma seviyelerini görebilmeleri ve mevcut seviyeleri iyileştirebilmeleri için Altı Sigma'nın iyileştirme modelinden faydalanmaları gerekmektedir. Bu işleyiş aşağıdaki noktada açıklanacaktır.

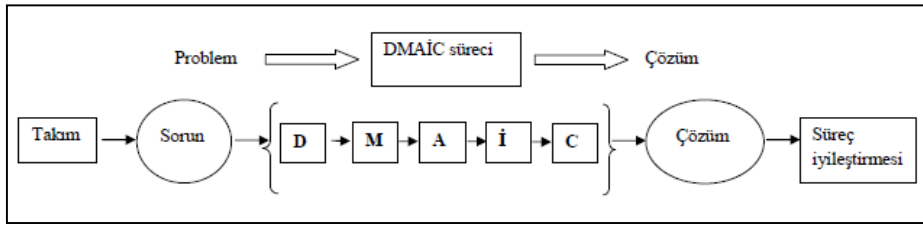
### 1.5. Altı Sigma'nın İşleyişi

Bir örgütün süreç aşamalarında mevcut olan hataları sıfıra indirebilmek için Altı Sigma'yı uygulamaya yönelik literatürde önemli bir iyileştirme döngüsü mevcuttur. Define, Measure, Analyze, Improve ve Control, DMAIC döngüsü olarak tanımlanırken, Türkçe'ye Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol, yani TÖAİK olarak girip beş adımdan oluşmaktadır. Her adım belli hedeflere bağlı olarak uygun metotlarla uygulanıp bir örgütün süreç optimizasyonlarında kullanılmaktadır (Seufferlein ve Kaps, 2004:48). Bu metodoloji örgüt tarafından belirlenmiş problemleri seçilmiş araç ve teknikler ile sürdürülebilir bir çözüme ulaşabilmek için uygulanmaktadır. Bulunan çözüm yolları ise mevcut sorun veya sorunları çözer veya daha düşük bir seviyeye getirir. Bu uygulama ise örgüte bir rekabet avantajı sağlar (Shankar, 2009:xvi). Her Altı Sigma projesi bu beş aşamadan geçer, çünkü her bir aşamadan sonra örgütler hedefledikleri Sigma seviyesine bir adım daha yaklaşırlar (Magnusson et al, 2004:46).

Bu iyileştirmeler, örgütlerin mevcut süreçleri üzerinde yapılarak müşteri gereksinimleri yerine getirmeyen veya yeterince yerine getirmeyen süreçleri ele almaktadır. Gerçek bir sorunu istatistiksel bir soruna çevirip çözüm yolları bulup bunları tekrar gerçek bir çözüme çevirip uygular (Toutenburg ve Knöfel, 2009:37).

Proje başlamadan önce ise proje seçimine, bütçe belirlemelerine ve proje üyelerinin çalışma kapasitelerine yönelik bazı kararlar verilmeli. Her bir proje üyesi haftada sekiz saat proje üzerine çalışması gibi kurallar belirlenmelidir (Seufferlein ve Kaps, 2004:48).

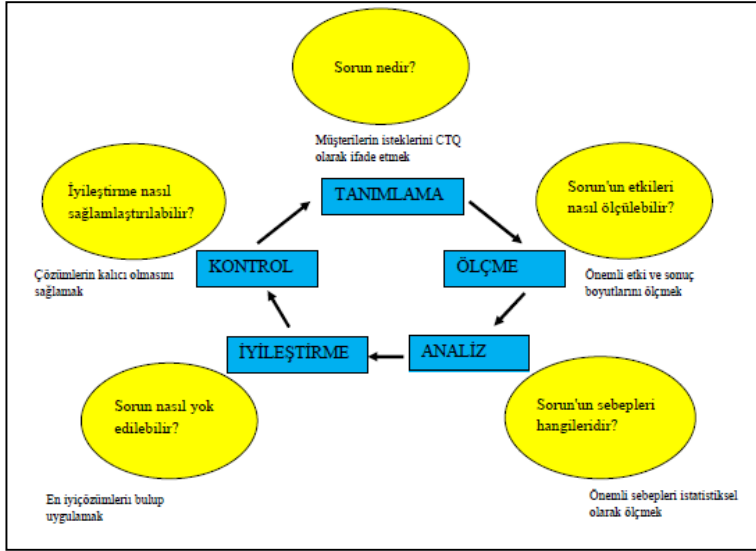
Shankar (2009:xviii)'a göre Altı Sigma takımı kurulduktan sonra düzeltilmesi gerek bir sorun tespit edilir ve bu sorun Define, Measure, Analyze, Improve ve Kontrol (DMAIC) Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) süreci ile takımı bir çözüme yönlendirdikten sonra süreç iyileştirilmiş olur.



Şekil 1.6. Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol Süreci

Kaynak: (Shankar, 2009:xviii)

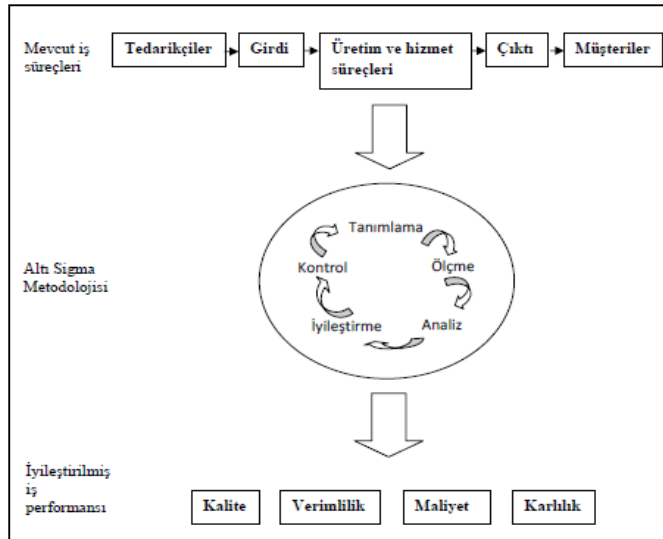
DMAIC/TÖAİK döngüsü ve işlevi ise aşağıdaki Gundlach ve Jochem (2008:24) tarafından hazırlanan şekil'de görselleştirilmiştir.



Şekil 1.7. Sorunları Gidermek

Kaynak: (Gundlach ve Jochem, 2008:24)

Evans ve Lindsay (2005:3) ise bir şirkette Altı Sigma çerçevesinde bulunan bu döngünün işlevini aşağıdaki şekil'de göstermiştir.



Şekil 1.8. Altı Sigma ve Süreç İyileştirilmesi

Kaynak: (Evans ve Lidsay, 2005:3)

Bu şekilde Altı Sigma kapsamında DMAIC/ TÖAİK döngüsü ile mevcut iş süreçlerinin iyileştirilmesiyle hedeflenen kaliteye, verimliliğe, maliyete ve karlılığa nasıl ulaşılabileceği göstermektedir (Evans ve Lindsay, 2005:3).

Aşağıdaki noktalar'da bu döngü'nün adımları teker teker açıklanmaktadır.

### **1.5.1. Altı Sigma Tanımlama Aşaması**

Tanımlama aşamasının ilk adımı proje katılımcıları ile proje kapsamını belirlemektir (proje üzerinde çalışılan zaman ve yer, proje bütçesinin dağıtımı vs.) (Pohanka, 2010:34-35). Bu ilk adım bir proje beyanı kapsamında yapılmaktadır.

Tanımlama aşaması bir çözüm ve iyileştirme gerektiren bir sorunu tespit etme işlemi ile başlar. Sorun tespit edildikten sonra ulaşılabilecek hedef üst yönetim tarafından belirlenip tüm proje katılımcılarına duyurulur (Shankar, 2009:1). Sorun ise çözülmesine yönelik belli işlevsel terimler ile tarif edilir, örneğin "firça sertliğinin değişkenliğini azalt" (Evans ve Lindsay, 2005:40). Bu aşamayı daha iyi anlayabilmek için bir örgütün bir sorun ile karşı karşıya olması gerekmemektedir. Mevcut olan süreçlerini daha iyi bir seviyeye taşıma isteği de Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) metodolojisini uygulamaya yetmektedir (Shankar, 2009:1).

Tanımlama aşamasının önemi çok yüksektir çünkü bu aşamada dikkate alınmayan, belirlenmeyen ve anlaşılmayan sorunlar daha sonra projeyi de zorlukla ölçülebilir, analiz edilebilir ve kontrol edilebilir hale getirmektedir (Toutenburg ve Knöfel, 2009:43). Bu yüzden şirketler tanımlama aşamasını detaylı yapıp, gerçek sorunları bulduklarından emin olmalıdırlar. Detaylı bir çalışma için ise aşağıdaki noktalardan gereken yöntemleri seçip tanımlama aşamasına başlanılabilir.

Çizelge 1.5. Tanımlama Aşamasının Yöntemleri

Yöntemin Adı	Yöntemin İşlevi
Müşterinin Sesi (VOC-Voice of the Customer)	Müşteri gereksinimlerini bulup temel, performans, kalite ve beklenti ötesi kalite gereksinimlerini öncelik sırasına göre yazmak.
KANO- Modeli (KANO Model)	Müşteri memnuniyeti hizmet ve kalite açısından görselleştirilir ve karşılaştırmalı değerlendirme olarak iyileştirme aşamasında kullanılabilir.
Kalite Açısından Kritik (CTQ- Critical to Quality)	Müşterilerin temel gereksinimleri bu modelde detaylı vurgulanır.
Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı ve Müşteri (SIPOC-Supplier, Input, Process, Output, Customer)	Basit ve somut bir grafikte ana süreçlerin tedarikçiden müşteriye kadar görselleştirilmesi. Aynı zamanda süreç betimine, ölçme aşamasında proje seçimine ve analiz aşamasında süreç akış şemasına yardımcı olacaktır.

Kaynak: (Gundlach ve Jochem, 2008:28)

Bu çalışmada yer alacak yöntemler Müşterinin Sesi, Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı ve Müşteri (TGSCM) ve Altı Sigma çalışmasını başlatabilmek için Proje Beyanı ile ilgili bilgiler aşağıda açıklanmaktadır.

#### 1.5.1.1. Müşterinin sesi

Örgütler Altı Sigma projelerini seçerken artık sadece maliyetlere bakıp karar vermezler. Müşterilerin gereksinim ve memnuniyetlerini ölçerek mevcut olan farklı Altı Sigma projelerinin sıralamasını belirleyebilir ve stratejik olarak uygulayabilirler. En önemli Altı Sigma projesini seçmek için örgütlerin ilk adımı bu yüzden "Müşteri Sesi" çalışması olmalıdır. Bunun için ise doğru olan müşterinin sesini, Voice of the Customer (VOC), bulmak son derece önemlidir (Reidenbach ve Goeke, 2006:xiii).

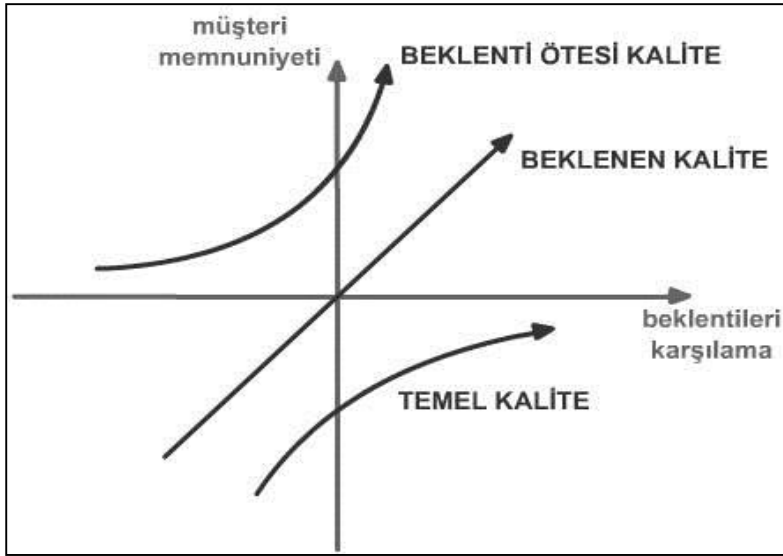
Müşteriler sadece kaliteyi belirlemezler, aynı zamanda performans, güvenilirlik, düşük fiyatlar, zamanında teslimat, yüksek kaliteli servis, açık ve doğru parasal işlemler ve daha fazlasını beklerler (Taylor, 2009:35).

Müşterilerin gereksinim ve isteklerini saydıktan sonra, bu noktaların kime yönelik uygulanması gerektiğini anlamak gerekir. Müşteriler örgütlerin ürün veya servislerini satacakları şirketler ve nihai müşteriler (dış müşteri) olabildiği kadar,



aynı şirketin içinde belli bir işlem aşamasından sonra gelen aşamada çalışanları (iç müşteri) da kapsayabilmektedir. Bu yüzden müşterilerin gereksinim ve isteklerini tatmin ederken iç veya dış müşteri ayırımı yapılmamaktadır (Toutenburg ve Knöfel, 2009:44).

Aşağıda Prof. Dr. Noriaki Kano tarafından geliştirilmiş "Kano Modeli" bir ürün veya hizmetin kalite seviyelerini karşılaştırmaktadır:



Şekil 1.9. Kano Modeli

Kaynak: (Balcı, 2012)

Bu model bir ürün veya hizmete üç farklı özellik üzerinden yaklaşmaktadır. Birincisi "temel kalite", ikincisi "beklenen kalite" ve üçüncüsü "beklenti ötesi kalite" olmak üzere, bu üç temel unsur şu şekilde açıklanabilmektedir (Balcı, 2012):

- **Temel Kalite:** Temel Kaliteye sahip olan bir ürün veya hizmet, yazılmış standartlarına sahip olup, en temel yararını içerir.
- **Beklenen Kalite:** Bu kaliteye sahip olan bir ürün veya hizmet beklenen faydalara ve kaliteye sahip olur.

- Beklenti Ötesi Kalite: Hizmet veya ürünler bu kaliteye sahip olduklarında müşterinin beklentilerini aşmaktadırlar. Bu kalite standardı rekabetçilerin mevcut standart ve faydalarını aşmaktan elde edilmektedir[...].

Bu üç özelliği düşünerek, şirketler rekabetçi olabilmeleri için bir ürün veya hizmete sadece standartlara uygun bir ürün veya hizmet sunmaları yetersiz olacaktır. Örgütler müşterilerini memnun edebilmek ve hatta müşterilerin beklentilerinin üstüne çıkabilmeleri için ürün veya hizmete daha yüksek kalite ve farklı faydalar eklemeleri gerekmektedir (Balcı, 2012).

Müşterilerin ihtiyaçlarını öğrenmeye yönelik farklı uygulamalar yapılabilmektedir. Bunlardan en önemlileri iki farklı kaynaktan alınmıştır;

- Müşteri ile Röportaj: Müşteri ile telefon, yazılı veya kişisel bir görüşme ile bağlantı kurulur. Avantajları ise detaylı bilgi alma ve soru sorma'nın mümkün olmasıdır. Dezavantajı ise oldukça masraflı ve zaman alıcı bir yöntem olmasıdır.
- Anket Çalışması: Farklı noktalar arasında seçim sunar. Avantajı objektif veriler sağlar, kolaylıkla anlaşılır, istatistiksel hazırlanabilir. Dezavantajı ise eğer birebir yapılmıyorsa, geri gelme olasılığı düşüktür. Sorulan sorular doğru algılanmadığında, cevabı anket sonuçlarını doğrudan olumsuz etkiler.
- Odak Noktası Olan Gruplar (Focus Groups): Seçilmiş müşteriler anketörün sorularını cevaplar. Avantajları birbirlerine açıklayıcı sorular sorabilmeleridir. Dezavantajı ise oldukça maliyetli ve zorlu işlem olmasıdır.
- Müşteriyi İzlemek: Müşteriyi ürünü kullanırken izlemektir. Avantajı müşterinin görüşünü kavrayabilmektir. Dezavantajı anketörü zorlayıcı bir işlem olmasıdır.
- Şikayet Yönetimi: Şikayet dilekçelerini toplayıp değerlendirmek. Avantajı telafi edebilme olasılığı. Dezavantajı ise her memnun olmayan müşteri şikayet dilekçesi vermemektedir (Halatsch, 2004:29).
- Veri Toplama: Müşterilerin bir ürün veya servis ile ilgili tutumlarını ölçebilmek için nicel ve nitel veri toplanır. Toplanan verilerin gerçeği yansıtması çok önemlidir. Şirketler böylece geleceğe yönelik müşteri memnuniyetini arttırabilmek için işlemler yapabilmektedir.

- Müşteri Tepki Döngüsü: Şirket dışarıdan bir danışman şirketi görevlendirip, müşteriyle birebir görüşmeler sağlar ve şirketin hizmet ve işlem yöntemleriyle ilgili sorular sordurur. Bu bilgileri değerlendirip, danışmanlar şirkete iyileştirme yöntemlerini sunarlar.
- Şirketler Arası Kıyaslama (Benchmarking): Bir danışman şirket ile rekabet eden şirketler ile ilgili sorular hazırlayıp müşteri gereksinimlerine göre veriler toplar ve bunları onu görevlendiren şirkete sunar (Taylor, 2009:39-40).

Doğru olan müşterinin sesini bulup verileri değerlendirip en önemli Altı Sigma projesini seçtikten sonra ise onun süreç haritasını görsel olarak yansıtmak olacaktır. Bu konu da aşağıdaki noktada açıklanacaktır.

### 1.5.1.2. Tedarikçi, girdi, süreç, çıktı ve müşteri diyagramı

Sipoc, Suppliers- Tedarikçiler, Inputs- Girdiler, Process- Süreç, Outputs- Çıktılar ve Customers- Müşteriler'in ilk harflerinden oluşan bir akromimdir. TGŞÇM, Altı Sigma'nın en temel ilkelerinden biridir. Bu yöntem ile bir üretimin süreçleri ilk defa kontrollü ve düzenli olarak oluşturulabilir ve TÖAİK stratejisi uygulamasının temelleri atılır (Gygi ve Williams 2012:246-247). Akış diyagramları aynı zamanda malzemelerin ve bilginin akışını görselleştirir ve bunlara iyileştirmeye yönelik fırsatlar gösterir (Urdhwaesshe, 2011:75). Aşağıdaki şekilde de gösterildiği gibi TGŞÇM ile bir sürecin adımları doğru sırayla verilmektedir:

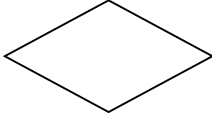
- Tedarikçi:** Sistem, insanlar, şirketler veya süreç içerisinde kullanılan veya değiştirilen diğer malzeme ve bilgi kaynaklarından biridir.
- Girdi:** Malzeme, bilgi ve tedarikçi tarafından sağlanan diğer kaynaklardır. Bunlar süreç içerisinde kullanılır veya değiştirilir.
- Süreç:** Arka arkaya, girdileri çıktılara dönüştüren, bir eylemdir.
- Çıktı:** Süreç tarafından üretilen ve müşteriler tarafından kullanılan ürün veya hizmetlerdir.

**Müşteriler:** Süreç sonunda çıktıkları alan insanlar, grup insanlar, şirketler, sistemler veya şirkette bulunan sonraki işlem kademeleridir (Gygi ve Williams, 2012:247).

Takım çalışanları başlangıcı ve sonunu dikkate alarak, sürecin bir akış diyagramını çizer. Akış diyagramı bir sürecin resimli özeti olmakla birlikte, sürecin tüm akış ve kararlarını kapsar. American National Standards Institute (ANSI) bir grup akış diyagramı simgeleri onaylamıştır. Simgelerin içinde verilen bilgiler ise sürecin içinde bulunan bu adım veya verilecek karar ile ilgili bilgi vermektedir (Giltow ve Levine, 2005:75).



Bir süreç işlemini tarif etmek için kullanılan simge bir dikdörtgendir.



Bir baklava şeklinde olan simge sürecin bir karar anını gösterir. Bunlara onaylamak-onaylamamak ve evet-hayır kararları dahildir.



Bir ok işareti sürecin yönünü gösterir. Bu akış hattı sistemin adımlarını birbirleriyle bağlar.



Oval bir simge ise sürecin başını ve sonunu belirler.

Akış diyagramları süreçlerde tekrar edilerek yapılan işlemleri gösterip, sürecin hangi noktalarında iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğunu anlama ve problemleri çözme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden akış diyagramının

hazırlanmasında bu süreçleri gerçekleştiren görevliler mutlaka diyagramın görselleştirilmesinde yardımcı olmaları gerekmektedir. Bunların bu süreçlere bir çok basamak eklediğini veya hazırlanan basamakları doğruya yönelik değiştirdiklerini görmek mümkün olacaktır. Akış diyagramları süreci görselleştirdikten sonra herkes tarafından anlaşılır hale getirilmiş olur ve bundan sonra Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) çerçevesi içerisinde gerçekleştirilecek adımları kolaylaştırır. Bu diyagram ile, gereksiz, hatalı veya sürecin gerilemesine neden olan basamaklar belirlenir ve daha yüksek bir Sigma seviyesine ulaşabilmek için süreç de düzeltilir (Biymed, 2014).

Müşterinin sesi ve TGSCM diyagramı yapıldıktan sonra, Proje Beyanı gerçekleştirilir.

### **1.5.1.3. Proje beyanı**

Proje beyanları farklı boyutlarda mevcuttur. Bazıları oldukça yalın iken bazıları çok kapsamlı olabilmektedir. Her nasılsa proje beyanları Altı Sigma uygulamaların oldukça önemli bir parçası olmakla birlikte, tanımlama aşamasında muhakkak yer bulmalıdır, çünkü proje kapsamında iletişim aracı olarak faydaları görülmektedir (Martin, 2009:50).

Proje beyanını hazırlarken Halatsch (2004:24)'e göre şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Sorun en somut şekilde ifade edilmelidir. Bunu yaparken nesnel olmaya özen gösterilmelidir.
- Projenin içeriğini dıştan gelen biri 30 saniye içinde (Elevator Pitch) anlayabilecek bir şekilde ifade edilmelidir.
- Projenin hedefleri akıllı olmalıdır.
- Proje başlatılmadan tüm noktalar tekrar gözden geçirilmelidir. Bu eylem daha sonra potansiyel sorunları yok edip çok zaman kazandıracaktır.
- Projeyi mümkün olduğu kadar sadeleştirin

Proje beyanlarında tanımlama aşamasında henüz yeterince veri toplanmadığı için odaklanacak amaç hemen belli olmayabilir. Bu veriler toplandıkça, ekip için

ulaşılmak istenen hedef netleşecek ve müşteri isteklerini tatmin edecektir, çünkü müşteri odaklı olmak Altı Sigma'nın özüdür (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003:115-116).

Proje beyanları, kısaca projenin kimler tarafından yürütüldüğünü ve proje ile ilgili bilgiler vermektedir (Taylor, 2008:10). Proje beyanını kapsayan önemli noktalar EK 1'de gösterilmiştir.

### **1.5.2. Altı Sigma Ölçme Aşaması**

Bu aşamanın amacı mevcut olan sürecin müşteri istek ve gereksinimlerini ne kadar tatmin ettiğini ölçmekten geçer. Bunun için süreci iyileştirmeye yönelik önemli veriler toplanır. Bu veriler süreçte gerçekleşen eylemleri daha iyi anlamaya yardımcı olur. Böylece sorunların kaynakları da bulunabilir. Toplanan veriler genellikle geçmişe yöneliktir, fakat şirketlerin çoğunda veri kısıtlılığı yaşanmaktadır. Bu yüzden süreçler iyice analiz edilip anlaşılması lazım. Daha sonra güncel veriler kullanıp iyileştirme aşamasında kullanılabilir. Bu veriler ise sonra DMAIC/TÖAİK felsefesine göre Kontrol aşamasında iyileştirilmiş bir şekilde karşımıza çıkacaktır (Shankar, 2009:11).

Toplanan veriler şirketin mevcut süreçlerini göstermektedir. Bu aşamada sadece ölçel olarak Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne giren veriler ölçülebilmektedir. Bu kullanılan verilerin doğruluğu ve eksiksizliği bu yüzden çok önemlidir (Jochem et al, 2011:46).

Bu aşamada Shankar (2009:11)'e göre tamamlanılması gereken noktalar şunlardır:

- Mevcut durumun akış diyagramının yapılması için sürecin tüm eylemleri anlaşılmalı olması gerekmektedir.
- HTEA analizi yapabilmek için risklerin hangileri olduğunu anlamış olmak.
- Mevcut sürecin müşteri istek ve gereksinimlerini ne kadar tatmin ettiğini saptamak.
- Verilerin doğru olduğunu değerlendirmek ve veri toplamada doğal varyasyonun olmadığından emin olmak.

Aşağıdaki tablo Gundlach ve Jochem (2008:28)'e göre Ölçme aşamasının yöntemlerini göstermektedir.

Çizelge 1.6. Ölçme Aşamasının Yöntemleri

Yöntemin Adı	Yöntemin İşlevi
Süreç Haritası (Process- Mapping)	Girdi ve çıktı boyutu ile ilgili bağlamın grafiksel olarak tanımlanması.
HTEA (FMEA)	Süreç içerisinde en önemli etki boyutunu belirler.
Ölçüm Sistemi Analizi (Measurement system analysis)	Kullanılan ölçüm sistemlerin yeterlilik tespiti.
Kontrol Grafiği (Control Chart)	Ölçüm boyutlarının uzun süreli kayıtlanması.

Kaynak: (Gundlach ve Jochem, 2008:28)

Bu çalışmanın kapsamında Hata Türü ve Etkileri Analizi yer bulacağından, bu yöntem ile ilgili bilgiler aşağıda verilmektedir.

#### 1.5.2.1. Hata türü ve etkileri analizi

Hata Türü ve Etkileri Analizi- HTEA, İngilizcesi ise Failure Mode and Effect Analysis- FMEA olan, ilk kez Apollo projesinde NASA tarafından 60'lı yıllarda uygulanan ve daha sonra 70'li yıllarda ABD'de uçak sanayisinde ve otomotiv sanayisinde Ford tarafından kullanılmıştır (Gürsakal, 2005:187). HTEA 1980'lere kadar üç büyük otomobil üreticisi tarafından kullanılıp QS-9000 ile birleştirilip hem ürün tasarımında hem de üretimde faydalanılmaya başlanmıştır (ReVelle et al. 1998:107).

Bu analiz bir üründe veya süreçte ortaya çıkabilecek sorunları önceden belirleyip önlemeyi hedefleyen sistematik bir metoddur. HTEA analizini ürün tasarımında, yani üretimden önce uygulamak en yüksek verimliliğini sağlasa da ondan mevcut ürün ve süreçlerde faydalanmak da mümkündür, çünkü onlara da önemli faydalar sağlamaktadır. HTEA analizlerinin işlevi böylece kusurları önlemek, güvenliği artırmak ve müşteri memnuniyetini yükseltmektir (McDermott et al., 2009:1).

HTEA'dan faydalanan tüm alanlar aşağıda gösterildiği gibidir (Gries, 2012:466, Brückner, 2009:38 ve Wikipedia, 2014);

**Tasarım HTEA:** Bu HTEA alanında üretim gerçekleşmeden ortaya çıkabilecek hatalar araştırılır.

**Süreç HTEA:** Üretim süreci esnasında ortaya çıkabilecek tüm hatalar araştırılır.

**Sistem HTEA:** Sistemlerde ortaya çıkabilecek hatalar ve zayıf noktalar araştırılır. Bu bir güvenlik sistemini kapsayabilir.

**Hizmet HTEA:** Müşteri odaklı olan hizmet süreçlerinde ortaya çıkabilecek hataları araştırır.

**Software HTEA:** Program kodları için HTEA'yı uygular.

**Hardware HTEA:** Hardware ve Elektronik eşya araştırır.

#### **1.5.2.2. Hata türü ve etkileri analizinin faydaları**

Bir HTEA analizinin faydaları aşağıdaki noktaları içerebilir (Breyfogle III, 1999:256);

- İyileştirilmiş ürün işlevselliği ve sağlamlık
- Azaltılmış garanti maliyetleri
- Azaltılmış günlük imalat problemleri
- İyileştirilmiş ürün güvenliği
- İyileştirilmiş uygulama süreçleri
- Azaltılmış iş süreci problemleri

Üretim öncesi gerçekleştirilen Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin faydaları ise şunlardır (Breyfogle III, 2009:257):

- Üretim öncesi, ürün tasarımında gerçekleştirilen faaliyetlerde zamandan ve maliyetten tasarruf sağlar.
- Takım üyeleri ile eksiksiz analizler daha iyi bir tasarım ve sürece yol açar.



- Tamamlanmış analizler olası yasal kanıtlar sağlar.
- Daha önce yapılmış olan HTEA analizleri güncel HTEA analizlerine bilgi katar.

HTEA analizi gerçekleştirilirken elde edilen bilgileri en etkin şekilde kullanmak yüksek önem taşımaktadır. Verilen bilgiler kullanılmadığında HTEA analizin uygulaması sorunun kaynakları nereden geldiği gerçeklere dayalı olmasından daha çok takımında bulunan insanların düşüncelerinden ortaya çıkan tahminlerden oluşmaktadır (McDermott et al., 2009:3).

Bu nedenden HTEA analizlerini doğru uygulayabilmek için bir sonraki noktada gösterilen bazı unsurlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

### 1.5.2.3. Hata türü ve etkileri analizinin işleyişi

Hata Türü ve Etkileri Analizinin bir zayıf noktası vardır. Eğer sadece şirketin içinde bulunan mühendisler ve teknisyenler tarafından uygulanırsa gerçeği tam olarak yansıtmayabilir. Şirketin içinde çalışan insanlar genellikle objektif olmadıklarından dışarıdan da yetkili insanları takımın içine almakta fayda vardır. Bunlar örneğin müşteriler, tedarikçiler, sigortacılar veya servis personeli olmakla birlikte çok daha sağlıklı sonuçlara varabilirler (Gürsakal, 2005:188). Bunu yaparken sadece beş veya altı bilgili insanla çalışmak yeterli olacaktır. Bu yetkili insanlarla birlikte HTEA tablosu oluşturulur ve üstüne aşağıda gösterilen bütün önemli bilgiler yazılır (Gelişim, 2014).

1. **Hata Türü ve Etkileri Analizi No:** HTEA'ları takip edebilmek için numara verilir.
2. **Parça Adı:** Sistem, alt sistem veya prosesin analiz edileceği parçanın adı yazılır.
3. **Süreç Sorumluluğu:** Hangi departmanda ve hangi gruplarla çalışıldığı yazılır. Eğer tedarikçi ile beraber çalışılıyorsa bu bilgi eklenmelidir.
4. **Hazırlayan:** HTEA'yı hazırlamakta olan yetkilinin adı yazılmalıdır.
5. **Model yılı/yılları veya programı/programları:** Eğer biliniyorsa analiz edilen tasarım/prosesten etkilenecek model yılı veya programı yazılmalı.

6. **Hata Türü ve Etkileri Analizi başlama tarihi:** HTEA başlama tarihi yazılmalıdır.
7. **Hata Türü ve Etkileri Analizi Ekibi:** Yetkili kişilerin adı, departmanı, telefonu, adresi listede yer alması tavsiye edilir.

Bu bilgiler eklendikten sonra ise asıl uygulama başlayıp Hata Türü ve Etkileri Analizini uygulamaya yönelik dokuz adım takip edilir (Gemba Academy, 2007):

1. **Süreç Faaliyeti:** İlk olarak anahtar süreç adımları birinci sütüne yazılır.
2. **Potansiyel Hata Türü:** Her süreç adımı için olası hata türü yazılmaktadır. Başka bir ifade ile bahsedilen süre aşamasının önceden ne tür hatalar ile karşılaşabileceğini bulma çabasıdır.
3. **Potansiyel Hata Etkisi:** Bulunan hata türlerinin etkileri ifade edilir. Olası hatanın gerçekleşmesi şirket ve müşteri için hangi anlama gelir? Kısaca hatanın etkileri ne olur?
4. **Önem:** Bu etkilerin ne kadar şiddetli olduğunu ölçmektir. Bir çok az şiddetli olduğunu gösterirken on son derece şiddetli olduğunu göstermektedir. Ölçmeye başlamadan tüm katılımcıların ölçeceği anladıklarından ve ona uyduklarından emin olunmalı.
5. **Potansiyel Hata Nedenleri ve Olasılık:** Hata türlerinin sebeplerini ve etkilerini tanımlamaktır. Bunu yaptıktan sonra hatanın ortaya çıkma olasılığı tekrar bir ile on arası puan vererek ölçülebilir hale getirilir. Bir olasılığın olası olmadığını ifade ederken on yüksek derecede olası olduğunu ifade etmektedir.
6. **Yakalama:** Hata nedenlerini yerinde ortaya çıkarıp onları yakalama olasılığına değer vermektir. Bir puanı hatanın saptanabilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. On ise saptanamadığını ifade etmektedir.
7. **Risk Öncelik Sayısı'nın Değerlerinin Hesaplanması:** Risk Önceliği Sayısını hesaplayabilmek için bu aşamada "hata olasılığı", "etkinin önem derecesi" ve "hatanın saptanabilirliği" çarpılır. Bu RÖS değerleri takımın nereden çalışması gerektiğini göstermektedir. Eğer her bir ölçüğe on

verildiyse, RÖS değeri 1000'e çıkar bu da çok yüksek şiddetli bir hatayı gösterip, tüm takım çalışanlarını görev başına çağırılmaktadır.

8. **Sıralama:** Her hatanın Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplandıktan sonra, en yüksekten başlayarak sıralanır. Yetkililer bu aşamadan sonra genellikle en yüksek Risk Öncelik Sayısı değerine sahip olan hatalar üzerinde çalışmaya başlayacaktır.
9. **Faaliyetlerin Belirlenmesi ve Yeni Risk Öncelik Sayısı Değerlerinin Hesaplanması:** Elde edilen Risk Öncelik Sayısı değerlerini düşürmek için hangi faaliyetlerin gerçekleştirilmesine yönelik kararlar verilip uygulamalara başlanır. Bununla birlikte faaliyetlerin ne zaman sona ermesi gerektiği de uygun bir şekilde gösterilmelidir. Uygulamadan sonra ise yeni düzeltilmiş Risk Öncelik Sayısı değerleri hesaplanabilmektedir. Bunun için iyileştirilmiş hata yakalama değerleri belirlenir. Eğer müşteri hatanın önemini algılayamazsa hatanın önem derecesi genellikle değişmez.

Bu dokuz aşamayı görselleştirmek için EK 2'de bulunan tabloya bakınız.

Buradaki Hata Türü ve Etkileri tablosu yukarıda sayılmış olan tüm noktaları içermektedir. Ayrıca Risk Öncelik Sayısı değerlerini elde ettikten sonra hatayı azaltmak veya yok etmek hedefiyle önerilen faaliyetler ve bunları uygulayacak olan sorumlular, hedefler ve hedefe ulaşılacak tahmin edilen tarih belirlenip, iyileştirmelerden sonra ise yeni RÖS değerleri hesaplanıp tabloya eklenilmektedir. Bu bilgilere dayanarak doğru RÖS değerleri hesaplanabilmektedir.

#### **1.5.2.4. Hata türü ve etkileri analizinin hesaplanması**

Hata Türü ve Etkileri Analizinde sorun olan her adım için bir Risk Öncelik Sayısı-RÖS, İngilizcesi ise Risk Priority Number-RPN oluşturulmaktadır. Bu adımı gerçekleştirdikten sonra tüm RÖS değerleri, en büyüğünden başlayarak sıralanmaktadır. Birinci sırada olan yüksek değerli Risk Öncelik Sayısı ciddi olan hatayı göstermektedir. Yetkililer bu hata ile öncelikli ilgilenmelidirler. Hedefleri ise Risk Öncelik Sayısı değerini ya indirmek ya da yok etmektir (Gürsaka, 2005:188).

Risk Öncelik Sayısı'nın hesaplanması Gürsakar (2005:188)'e göre ise kolay bir formül ile gerçekleşmektedir;

$$\text{Risk Önceliği Sayısı} = \text{Hata Olasılığı} \times \text{Etkinin Önem Derecesi} \times \text{Hatanın Saptanabilirliği}$$

Hata Olasılığı, Etkinin Önem Derecesi ve Hatanın Saptanabilirliği değerleri ise aşağıdaki tablolara dayanarak yetkili kişiler tarafından seçilmektedir.

Çizelge 1.7. Hata Olasılığının Değerlendirilmesi

Hata Olasılığı	Hata Orlanları	Derece
Hemen hemen kesin	1/2 ve daha az	10
Çok yüksek	1/3	9
Yüksek	1/8	8
	1/20	7
Orta	1/80	6
	1/400	5
	1/2000	4
Düşük	1/15000	3
Çok düşük	1/150000	2
Hemen hemen olanaksız	1/1500000 ve daha yüksek	1

Kaynak: (Gürsakar, 2005:189)

Çizelge 1.8. Hatanın Saptanabilirliği

	Hatanın Saptanabilirliği Kriterleri	Derece
Hemen hemen olanaksız	Kontrollerin hata türünü saptama olanağı yok	10
Çok uzak bir olasılık	Kontrollerin hata türünü saptaması çok zor	9
Uzak bir olasılık	Kontrollerin hata türünü saptaması zor	8
Çok düşük	Kontrollerin hata türünü saptama olanağı çok düşük	7
Düşük	Kontrollerin hata türünü saptama olanağı düşük	6
Orta	Kontrollerin hata türünü saptama olanağı orta derecede	5
Ortanın üstü	Kontrollerin hata türünü saptama olanağı ortanın üstünde	4
Yüksek	Kontrollerin hata türünü saptama olanağı yüksek	3
Çok yüksek	Kontrollerin hata türünü saptama olanağı çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Kontrollerin hata türünü saptaması hemen hemen kesin	1

Kaynak: (Gürsakar, 2005:189)

Çizelge 1.9. Etkinin Önem Derecesinin Değerlendirilmesi

Etki	Etkinin önem derecesi	Derece
Tehlikeli- ikaz olmadan	Emniyetle ilgili bir arıza Hata bir ikaz olmadan meydana gelir	10
Tehlikeli- ikazla	Emniyetle ilgili bir arıza Hata bir ikazla meydana gelir	9
Çok yüksek	Ürün birincil fonksiyonlarını kaybederek kullanılamaz hale gelir.	8
Yüksek	Ürün performansı azalmış bir şekilde kullanılabilir. Müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkar.	7
Orta	Ürün kullanılabilir ama müşteri ürünü kullanırken bazı rahatsızlıklar duyar.	6
Düşük	Ürün kullanılabilir ama müşteri ürünü kullanırken biraz rahatsızlık duyar.	5
Çok düşük	Hata müşterilerin çoğu tarafından fark edilir.	4
Küçük	Hata ortalama müşteri tarafından fark edilir.	3
Çok küçük	Hata ancak dikkatli müşteriler tarafından fark edilir.	2
Etki yok	Hatanın hiç etkisi yok.	1

Kaynak: (Gürsakal, 2005:190)

Risk Öncelik Sayısı'nın hesaplanması açıklandıktan sonra Altı Sigma analiz aşamasına yer verilmektedir.

### 1.5.3. Altı Sigma Analiz Aşaması

Hata Türü ve Etkileri Analizi yaptıktan sonra, gerçekleşen Analiz aşaması, Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsünün çekirdek aşamasıdır. Bu aşamada derinlerde yatan sorunların kaynakları tespit edilmektedir. Bu aşamanın ana hedefi bu yüzden sebeplerin belirlenmesi, doğruluğunun onaylanması ve ölçümünden geçmektedir (Bergbauer, 2008:47).

Başarıya ulaşmak için ise genellikle üç sorundan daha fazlasına odaklanmamalıdır. Eğer üç ana sorundan daha fazla sorun ile karşılaşır ise takımın büyük sorunlara odaklanmadığı anlamına gelebilir veya proje boyutunun çok kapsamlı ve tek bir Altı Sigma projesinde gerçekleştiremeyeceğinin bir belirtisidir (DMAIC Tool, 2014).

Bu aşamanın ilk adımı Hata Türü ve Etkileri Analizi ölçümüyle elde edilen sonuçları pareto analizi ile en önemlisinden en önemsizine sıralamaktır. Daha sonra süreç performansı ile girdilerin arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan sebep-

sonuç analizi yapılır (Misra, 2008:229). Sonra uygun bir istatistiksel araç kullanıp daha önceki aşamalarda elde edilen veriler, sorunları sayısal olarak görebilmek için, istatistiksel yöntemler ile değerlendirilir. Bu çalışmanın kapsamında Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO-Defects per Million Opportunities) analizi uygun görülmüştür. Faydalanılan diğer analiz yöntemleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 1.10. Analiz Aşamasının Yöntemleri

Yöntemin Adı	Yöntemin İşlevi
Akış Şeması (Flowchart)	Araştırılması gereken sürecin görselleştirilmesi.
Sebe- Sonuç Analizi/ Balıkkıçığı Modeli (Ishikawa diagramm)	Mevcut sorunlar için sebepleri bulma.
Kutu Diyagramı (Box- Plot-Diagramm)	Süreçlerin karakteristik değerleri ile tanımlamak. Süreç bileşenlerinin sergilmelerini araştırmak ve tanımlanmış tolerans aralıklarını takip etmek.
Çok değişkenli analizler (Multi- Vari- Analyse)	Süreç bileşenlerinin dağılımlarını incelemek. Benzer süreçleri birbirleriyle kıyaslamak.
Histogram (Histogram)	Belli sıklıkların ve belli özelliklerin süreçte ortaya çıkmasını göstermek.
Normal dağılım (Normal distribution)	Süreç çıktısını normal dağılım ile ve daha önce tanımlanmış tolerans aralığına göre kontrol etmek.
Dağılım grafiği (Scatterplot)	İki süreç özelliğinin birbirleriyle bağlantısını bulmak.
Regresyon analizi (Regression analysis)	İki özelliğin birbirleriyle bağlantısının fonksiyonel betimlenmesi.
Deney Tasarımı (Design of experiment)	En iyi ayarı bulmak.
Hipotez testi (Test of hypothesis)	Belirlenen hipotezlerin gerçekliğini soruşturmak.

Kaynak: (Gundlach ve Jochem 2008:29)

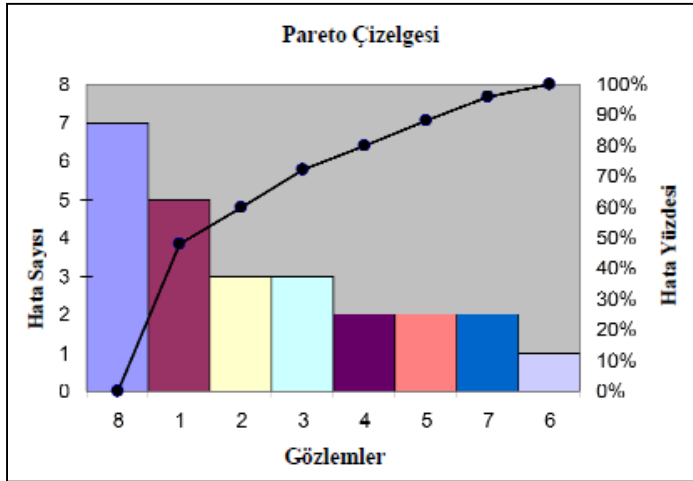
Çalışmanın bu aşamasında Pareto analizinden hemen sonra Sebe-Sonuç Analizi ve Normal dağılımın önemli bir ölçüğü olan Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Misra (2008:229)'ye HTEA analizi ölçümünden sonra hatalar Pareto Analizi ile büyükten küçüğe doğru sıralanır. Genellikle en büyük sorun seçildikten sonra ise bunu çözmeye yönelik Sebe-Sonuç Analizi'nden faydalanılır ve son olarak sorunu sayısal görebilmek için istatistiksel bir yönteme başvurulur. Bu adımlar aşağıda teker teker açıklık kazanacaktır.

### 1.5.3.1. Pareto analizi

Analiz kısmında veriler önemlik derecesine, genellikle rantabilite ve müşteri memnuniyetine göre sıralandığı dile getirilmiştir. Bu amaçla pareto çizelgesi, en önemli iyileştirme alanlarını grafiksel görselleştirmeye kullanılan bir araçtır. Bu analiz yöntemi Joseph Moses Juran (1848-1923), bir Romanyalı-Amerikan endüstri mühendisi ve Toplam Kalite Yönetiminin öncülerinden birisi tarafından tasarlanmış ve İtalyan bir iktisatçı olan Vilfredo Pareto bu yöntemi icat ettiği için onun adı verilmiştir (Gupta, 2004:31). Bu popüler Pareto Kanunu, problemlerin %80'inin sebeplerin %20'sinden kaynaklandığını ifade etmektedir. [...] Bu kanun Pareto'nun nüfus ve zenginlik arasında bir bağlantının olduğunu gözlemlediğinde ve İtalya'nın varlığının %80'inin nüfusun %20'sinin elinde olduğunu gördüğünde oluşmuştur. Bu gözleme dayanarak, daha sonra başka ülkelerde araştırmalar uygulamış ve benzer bir dağılım tespit etmiştir (Dow ve Taylor, 2010:355).

Bir Pareto diyagramı verileri en yüksekinden en düşüğüne sıralayan, yani en önemlisinden en önemsizine sıralayan bir yöntemdir. Bu bilgilere göre Pareto grafiği önemli sorunları önemsizlerinden ayırmakta ve böylece gerçekten iyileştirilmesi gereken alanlara yol açmaktadır. Aynı zamanda kolay olduğu için en alt kademede çalışanlar tarafından bile anlaşılmaktadır. Bunu görselleştiren örnek, aşağıdaki gibidir (Evans and Lindsay, 2005:72).



Şekil 1.10. Pareto Çizelgesi

Kaynak: (Gupta, 2004:31)

Pareto analizi yapıldıktan sonra gerçek sorunların derin sebeplerini bulmaya yönelik Sebep-Sonuç Analizi'nden faydalanılmaktadır. Bu analiz aşağıdaki noktada detaylı olarak tanıtılmaktadır.

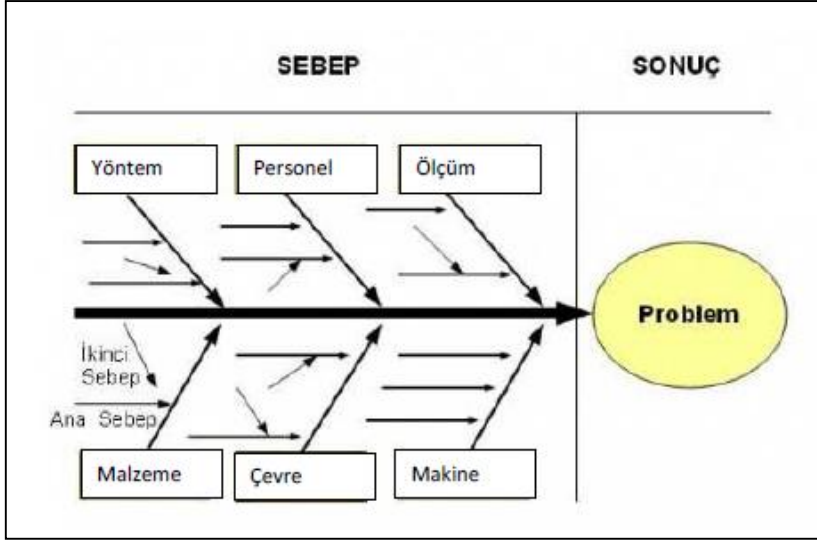
### **1.5.3.2. Sebep- sonuç analizi**

Sebep-Sonuç Analizi Profesör Kaoru İshikawa tarafından Tokyo Üniversitesinde 1943'de tanıtılmıştır (Ryan, 1989:19). Bu yüzden aynı zamanda İshikawa Modeli adını taşımaktadır. Yapısından dolayı aynı zamanda "balık kılıcı diyagramı" olarak adlandırılır. Sebep-Sonuç Analizi Risk Öncelik Sayısı'nın hesaplanmasıyla seçilmiş olan hataların sebebini tanımlayan bir yöntemdir (Gupta, 2004:32). Bu model bir probleme yol açan tüm olası sebepleri bulmak ve en ince ayrıntısına kadar ortaya çıkarmak için kullanılır. Böylece bu tür bir modeli kullanarak problemleri anlamak ve çözmek görsel açıdan çok yardımcı olur (Lider İnsan, 2010).

Hataların çoğu ise "malzeme, makine, yöntem, personel, ölçüm ve çevre" sorunlarından kaynaklanmaktadır (Breyfogle, 2003:121).

Sebep-Sonuç Modelinde bulunan yatay çizgi probleme doğru işaret ederken, ana yatay çizgiye işaret eden ve yukarıda verilmiş olan altı farklı ana sebep/hata alanı vardır. Her bir ana sebebin ise bir çok alt sebebi olabilmektedir ve bunlar ikinci sebep olarak görülmektedirler. Hedef ise bu sorunların sebeplerini azaltmak veya yok etmektir (Evans and Lindsay, 2005:155). Aşağıda yaygın olarak kullanılan bir Sebep-Sonuç Analiz Modeli gösterilmektedir;





Şekil 1.11. Sebe-sonuç analiz modeli  
Kaynak: (Lider İnsan, 2010)

Sorunların sebepleri takım içinde beyin fırtınası yapılarak elde edilebilmektedir. Beyin fırtınası uygulanırken her takım üyesi, hata sebeplerinin bulunmasına yönelik çalışmalara etkin bir şekilde katılıp diğerk takım üyeleri ile iletişim içinde olmalıdır. Aynı zamanda sorunun sebeplerini tahmin eden veya bilen operatörleri takımın içine almak şiddetle önerilir (Evans ve Lindsay, 2005:155).

Sorunların sebepleri belirlendikten sonra yetkili kişiler bunları önceliklendirip ve bunlardan bazılarını seçip iyileştirme aşamasına geçebilmektedirler (Gupta, 2004:32). Bu aşama ise Tanımlama, Ölçme, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsünün istatistiksel boyutuna yol açmaktadır. Bu sayısal ölçüm aşağıda gösterilmektedir.

### 1.5.3.3. Milyon fırsat başına hata sayısı analizi ve sigma seviyesi hesaplaması

Yukarıdaki noktalarda gösterildiğigibi Altı Sigma ile süreçlerini gerçekleştirebilen bir örgüt milyonda 3.4 hata ile neredeyse kusursuz çalışmaktadır. Bir sürecin Sigma değeri ise Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi (Defects Per Million Opportunities- DPMO) isimli bir analiz tekniğii ile hesaplanmaktadır (Brue, 2003:2).

Altı Sigma uygulamasının ilk görevi, Altı Sigma projesinden istenilen hedefi belirlemesidir. Bunun için mevcut Sigma değeri hesaplanmalı. Hedef ise her zaman Altı Sigma olmalıdır. Örgütler genellikle eş zamanda aynı hedefe giden bir kaç Altı Sigma projesi uygulamaktadırlar. Hedefler müşteri istek ve gereksinimlerine ve aynı zamanda benchmarklara göre belirlenmelidirler. Bir şirket %85 ile hedefine ulaştı ise bir dahaki Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsünde %95'i hedeflemelidir. Hedefe yaklaştıkça, Altı Sigma projesini uygulamak gittikçe zorlaşacaktır (Urdhwaresshe, 2011:75).

Mevcut Altı Sigma seviyesini belirledikten sonra, düşük bir Altı Sigma değerini yükseltmek adına, grup içinde uygun tedbirler alınır ve bunlar uygulandıktan sonra Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü içerisinde bu tedbirler kontrol edilip, mevcut sorunlar dile getirilip tekrar Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) Analizi yapıldıktan sonra iyileştirilmiş Altı Sigma değeri elde edilir. Bu tek bir süreç için uygulanan ve birçok sürece bağlı olan aşama durmaksızın Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü ile devam eder. Sigma değeri yükseldikçe ise hata kaynaklarını ve bunları azaltmak veya yok etmeyi amaçlayan tedbirler bulmak ve bu yükselen Sigma değerlerine ulaşmak zorlaşmaktadır.

Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) değerini ölçmek için bir birim üretimde bir bileşen, bir malzeme veya madde kod satırları, formüller, zaman tabloları veya mesafeler olabilir (Bergbauer 2008:47).

Hatalı bir ürün veya hizmet müşteri memnuniyetini tamamen tatmin etmeyen bir kusurdur. Altı Sigma metodolojisi hataları iki yöntem ile hesaplar. Birincisi DPU yöntemi (Defects per Unit- Her bir birimdeki arıza sayısı) iken diğeri Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi Hesaplanması (DPMO)'dur (Gupta, 2004:29). DPMO yöntemi oldukça objektif ve doğru bir yöntem iken, takımında çalışanlar hata ve olasılık kavramlarını çok dikkatli tanımlamaları gerekmektedir. Bu tanımlar bir fotoğraf veya örnek ile gösterilebilir (Brue, 2003:59).

Mevcut bir hatanın Altı Sigma değerinin hesaplanması Breyfogle (1999:137-142)'e göre Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi (DPMO) yöntemi ile yapılmaktadır:

Karakteristik Tipi (Characteristic Type)	Hata (Defects)	Birimler (Units)	Fırsat (Opportunity)	Toplam Fırsatlar (Total Opportunities)
Tanımlama	D	U	OP	TOP= UxOP

Birim Başına Hata (Defects Per Unit)	Toplam Fırsat Başına Hata (Defects Per Total Opportunities)	Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (Defects Per Million Opportunities)
DPU= D/U	DPO= D/TOP	DPMO= DPOx1.000.000

Şirketler hata kaynaklarını ve büyüklüklerini Hata Türü ve Etkileri Analizi ile tespit edip, Pareto Analizi yaptıktan sonra proje seçiminde bulunup bu seçimden sonra Sebep- Sonuç Analizi yapmaktadırlar. Böylece Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi yapılmasına temel sağlamış olurlar.

Sigma değerini belirlemek için bir Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi mevcuttur. Bu hesaplama yöntemi takip edildiğinde, Ek 3'de gösterilen DPMO sayılarından yola çıkarak, mevcut Sigma seviyelerine ulaşılabilmektedir.

#### 1.5.4. Altı Sigma İyileştirme Aşamaları

Analiz kısmında bir sorunun gereken analizlerini yapıp onları anladıktan sonra, sorunu analiz eden kişi veya ekip sorunu çözmek için fikirler sunmalıdır. Bu beyin fırtınası çok yaratıcılık isteyen bir adımdır çünkü çözüm yolları her zaman belli olmayabilir. [...] Bazı fikirler sunulduktan sonra, onları değerlendirip çözüm yoluna giden en mantıklısını seçmek en faydalı yol olacaktır. Buna bağlı olarak bazı çözüm yolları teknik ve örgütsel değişimlere de sebep olmaktadır. [...] Doğru çözüm yoluna karar verildikten sonra ise bunu hayata geçirecek ve sorumluluğunu üstüne alabilecek yetkili kişilere gerek duyulmaktadır. Bu kişi neyin, ne zaman, nerede ve nasıl yapılacağını çok iyi bilmelidir (Evans ve Lindsay, 2005:41-42).

Bu aşamada aşağıdaki noktalar Shapiro ve Weeks'e göre (2009:61) sırasıyla yapılmaktadır:

- Ana sebebi yok etmek için yollar tespit etmek
- En iyi yolu test etmek
- Bir uygulama planı oluşturmak
- Çözüm yolunu uygulamak

Uygulama yapılırken doğru çözüm yolunu uygulayan kişi veya kişiler sürecin düzeltilmiş şekilde çalıştığından emin olmak için onu takip etmelidirler. Aynı zamanda gereken veriler, belli zamanlarda kontrol edilmelidir. Yeni değiştirilmiş veriler hemen açıklanmadan veya başarısı ilan edilmeden uygulamayı hemen tüm alanlara yayılmaması gerekmektedir. Onun yerine tek bir departman, grup veya belli bir süre için uygulanması verilerin sabitleşmesine kadar daha elverişli olacaktır. Verilerin iyileştiğinden emin olunduktan sonra uygulamayı diğer departman veya gruplarda yapıp böylece iyileştirilmiş sürecin sağlanıp tecrübe kazanılması faydalı olacaktır (Bright Hup PM, 2012).

Bu aşamada kullanılan bazı teknikler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Çizelge 1.11. İyileştirme Aşamasının Yöntemleri

Yöntemin Adı	Yöntemin İşlevi
Beyin Fırtınası (Brain storming)	Yaratıcı fikirlerin hızlıca toplanması.
6-3-5 Yöntemi (6-3-5 method)	Yaratıcı fikirlerin hızlıca toplanması.
6 Düşünen Şapka (Six thinking hats)	Tartışmayı ilerletmek, çözümlere farklı perspektiflerden bakmak.
Scamper yöntemi (Scamper method)	Fikirlerin yapılandırılmış şekilde toplanması.
Poka Yoke Yöntemi (Poka Yoke)	Süreçte hata önleme.
Morfolojik Kutusu (Morphological box/ Zwicky-Box)	Çözüm alternatiflerin seçimi.
Maliyet Yarar Analizi (Cost- Benefit Analysis)	Seçilmiş çözüm stratejisinin ekonomik kontrolü.
Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA/ Failure Mode and Effects Analysis)	Çözümü gerçekleştirmek adına riskin belirlenmesi ve Altı Sigma eyleminin belgelenmesi.

Kaynak: (Gundlach ve Jochem, 2008:30)

Bu çalışmanın kapsamında takım ile beyin fırtınası yapıp, süreci iyileştirecek uygun çözüm yolları gösterilecektir.

### 1.5.5. Altı Sigma Kontrol Aşaması

Kontrol aşaması iyileştirmelerin nasıl sürdürebileceğini gösteren aşamadır ve bu yüzden süreçte değiştirilen adımların istenilen seviyelerde kalmasını sağlamak için ve iyileştirmenin yok olmaması için belli yöntemlerden faydalanılmaktadır. Bu yöntemler örneğin yeni standartlar veya süreçlerin kurulması, çalışanları eğitmek ve süreçleri kontrol etmek gibi faaliyetler olabilmektedir. Bunun kapsamında kontrol listeleri, periyodik durum denetimleri kontrol amaçlı kullanılabilir (Evans ve Lindsay, 2005:42).

Kontrol amaçlı kullanılan bazı yöntemler aşağıda gösterilmektedir:

Çizelge 1.12. Kontrol Aşamasının Yöntemleri

Yöntemin Adı	Yöntemin İşlevi
İstatistiksel Süreç Kontrolü ( Statistical Process Control)	İstatistiksel proje yönlendirilmesi.
Süreç Haritası	Girdi ve çıktı boyutu ile ilgili bağlamın grafiksel olarak tanımlanması.
Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA/ Failure Mode and Effects Analysis)	Süreç içerisinde en önemli etkenlerin belirlenmesi.
Ölçüm Sistemi Analizi (Measurement System Analysis)	Kullanılan ölçüm sistemlerin yeterlilik tespiti.
Kontrol Grafiği (Control Chart)	Ölçüm boyutlarının uzun süreli kayıtlanması.

Kaynak: (Gundlach ve Jochem, 2008:30)

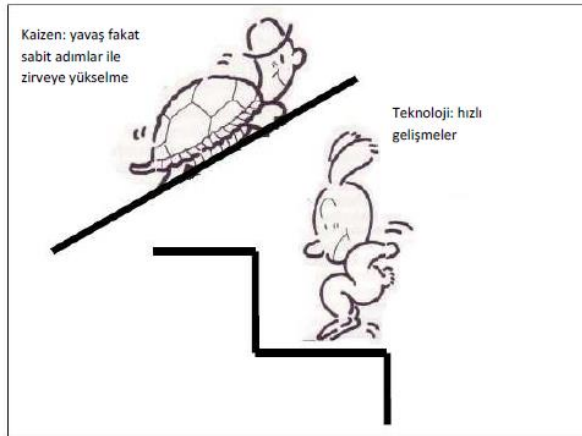
Sürecin doğru bir şekilde yönetilip ve izlendiğini sağlamak çok önemlidir. Kontrol aşamalarında bu yüzden sadece çok önemli olan ölçüm yöntemleri kullanılmalıdır. Bu süreç izleme esnasında eğer istenilen veriler dışında izlemler gerçekleşirse uygulanan bir müdahale planı neyin yapılması gerektiğini belirtmektedir. Bu durumda plan hedefe ulaşmak için Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsünün başına gelinmesini istemektedir (Go Lean Six Sigma, 2012-2014).

Bu son aşamanın iyileştirme süreci sorunsuz devam ettiğinde, yetkili kişi bunu şirkette duyurmalıdır. Bu adım çok önemlidir çünkü Altı Sigma'nın değeri çalışanlar tarafından daha iyi anlaşılıp mevcut çalışmaya ve aynı zamanda gerçekleştirilecek diğer Altı Sigma çalışmalarına olumlu bir yol açmaktadır (Shapiro ve Weeks, 2009:66-68).

Bu kontrol adımı doğru gerçekleştirildiğinde daha önceki adımlarda yapılan tüm çalışmalar değerlendirilecek, sorunların ana sebepleri yok edilip, süreçler iyileşecek ve sürdürülebilir hale gelecektir. Aynı zamanda Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü bir iyileştirme için durmaksızın devam ettirildiğinde sürecin yeni hedeflere yönelik iyileşmesine yol açıp şirkete bir çok avantaj sağlayacaktır. Bu "Kaizen Felsefesi" aşağıdaki noktada detaylı açıklanmaktadır.

## 1.6. Sürekli İyileştirme - Kaizen

Kaizen kelimesi Japonca'dan gelip iyileştirme yani sürdürülebilirlik anlamını kazanmaktadır. Birincisi "Kai" değişim, "Zen" ise iyi olanı geliştirmek veya daha iyiye demektir. Bu iki kelime birleştirildiğinde, iyi olanı değiştirip daha iyiye ulaşmaktır. Bu ifadenin açıklaması bir örgütün yavaş fakat sabit adımlarla sürekli iyiye doğru, yani zirveye yükselişini ifade eder. Bu felsefeye karşın teknoloji değişimlerine hızlı adımlarla ulaşılır bunlar uzun ömürlü olmayıp tekrar hızlı bir düşüş gösterebilir (Rasch, 2000:192).



Şekil 1.12. Kaizen Anlayışı: Yavaş ve Sürekli İyiye Doğru Yükselme  
Kaynak: (Japan Human Relations Association, 1994:37)

Kaizen felsefesine göre sürekli iyileştirme peşinde olan şirketlerin belli bir zaman sonra müşteri memnuniyetleri artar ve bu şirketler rekabet eden örgütlere göre üstünlük kazanırlar.

Bu felsefenin fikir babası Masaaki İmai, işletmelerde sürekli iyileştirme stratejisinin uygulanmasını öne sürer ve üst kademe yönetiminin ve orta kademe yöneticilerin bölüm şefleri ve çalışanlarıyla birlikte farklı ve uygun stratejilerin oluşturulmasını önerir (Lohmann, 1998:175).

İmai'e göre üst yönetim Kaizen felsefesini anlayıp hedeflere ulaşılması için orta yönetimden destek almalıdır. Orta yönetim ise amaçlara ulaşabilmek için probleme çözüm bulup, bilgi vermelidir. Bölüm şefleri ise çalışanların arasında iyi bir iletişimin kurulmasını ve yüksek moral ile çalışılmasını sağlamalıdır.

Kaizen uygulama aşamasında çalışanlar hedefe yönelik önerilerde bulunup eğitim programlarına aktif olarak katılıp, bilgi ve becerilerini geliştirmelidirler (Bäumken et al., 2008:749).

Altı Sigma yöntemi ve şirketler için anlamı bu birinci bölümde açıklık kazanmıştır. İkinci bölümde ise uygulama aşamasında gerekli olan zeytin ve zeytinyağı ile ilgili bilgiler verilmiştir.

## 2. ZEYTİN VE ZEYTİNYAĞI

İkinci bölümde zeytin ve zeytinyağın tarihçesi ve besin değeri, zeytinyağının ve yaprağının sağlığa faydaları, Türkiye'de bulunan zeytin çeşitler, ve zeytinyağın sınıflandırılmasına yer verildikten sonra, zeytin ve zeytinyağın dünyada yeri, üretimi ve üretim şartları açıklanmış ve son olarak zeytinyağı üretim süreçleri teker teker betimlenmiştir. Öncelikle aşağıda zeytin ve zeytinyağı tanıtılmıştır.

"Zeytin, kimi zaman başarılı bir sporcunun şampiyonluk tacı, kimi zaman iki ülke arasında barış sembolü, kimi zaman kilisenin aydınlatılmasında bir araç, kimi zaman güzellik tanrıçası Aphrodite'in güzelleşmek için yüzüne sürdüğü bir iksir ve en önemlisi insanın vazgeçilmezlerinden birisi olan besin rolüyle karşımıza çıkmıştır" (Başoğlu, 2009: 3).

Geçmişten günümüze zeytin, tarih içerisinde yağ üretiminde kullanılan bir tarım ürünüdür. Böylece zeytin ve zeytinyağı Akdeniz ülkelerinin en önemli bitkilerinden biridir ve Türkiye'nin özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde ülke ekonomisi açısından önemli bir rol oynamaktadır.

Birçok efsaneye konu olan zeytin ağacı yaklaşık 40.000 yıldan beri dünyamızda bulunmaktadır ve en eski bulgusu Ege Bölgesi'nde Santorini Adası'nda olmuştur (Özaydın, 2010-2011).

Eski devirlere ait bulunan fosilleşmiş zeytinyağı yaprakları ise, zeytin ağacının çok uzun bir geçmişi olduğuna kanıt vermektedir ve Dünyanın en sağlıklı bitkisi olarak tanınmaktadır. Aynı zamanda birçok efsane ve kutsal kitaplarda yeri bulunmaktadır. Örneğin beyaz bir güvercin Nuh'un gemisine tufan sonrası canlılık belirtisi olarak, ağzında bir zeytin dalı taşıması, zeytinin yüzyıllardır barış simgesi olmasına sebep olmuştur (Bakırhoğlu, 2006: 18).

Veriler Zeytin ağacının dünyaya üç koldan yayıldığını göstermektedir. Birinci kol zeytin ağacının Güneydoğu Anadolu'dan Batı Anadolu'ya ve oradan Ege bölgesine ve adalarına yayıldığını ve ardından Yunanistan, İtalya, Fransa ve İspanya'ya kadar ulaştığını gösterip, Sicilya yolundan Kuzey Afrika'ya ulaşmıştır. İkinci kolu ise Güneydoğu Anadolu'dan yol alıp Suriye ve Mısır üzerinden geçip birinci kol ile birleşip Akdeniz'in tüm kıyılarını kapsamıştır. Üçüncü kol ise Irak



ve İran'dan Afganistan ve Pakistan'a ilerlemiştir. 16. yüzyıl'da İspanyollar zeytin ağacını Güney ve Kuzey Amerika'ya götürüp dünyaya yayılmasını sağlamışlardır (Ayvalık Zeytinyağı, 2010).



Şekil 2.1. Zeytin Üretiminin Yayılışı

Kaynak: (Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2014: 2)

Bu bilgiler mevcut iken zeytin ağacının tam olarak kaç yaşında ve ana yurdunun neresi olduğu hala tartışılmaktadır (Ünsal, 2012: 12).

Dünyada gerek sağlık açısından gerek tüketim açısından zeytinyağının gereksinimi hızla artmaktadır. Bu yüzden insanların bu ihtiyacını karşılayabilmek ve uluslar arası rekabetin içinde başarılı olabilmek adına zeytin yetiştiricileri ve zeytinyağı üreticileri kaliteli üretim açısından bilgilendirilmelidirler (İzmir Ticaret Odası, 2011: 11.).

Günümüzde Türkiye geleneksel zeytincilikten uzaklaşıp modern üretim yöntemlerini uygulamaktadır ve böylece dünya pazarında başarılı olabilmesi için en yüksek kalite standartlarını uygulamak zorundadır (TMMOB, 2004-2014). Buna yönelik çalışmalar farklı kurumlar tarafından devam etmektedir.

Tarımsal bir ürün olan zeytin meyvesi elde edildikten sonra ancak işlenerek tüketilebilir. Zeytinyağı olabilmesi için farklı üretim aşamalarından geçmektedir. Bu aşamalar ve birçok önemli bilgiler bu çalışmanın ikinci bölümünde yer alacaktır.

## 2.1. Zeytin ve Zeytinyağın Besin Değeri

"Kültürü yapılan zeytin türü *Olea europaea* L. ssp. *sativa*, yabani zeytin (*delice*) *Olea europaea* L. ssp. *sylvestris* diye tanımlanmıştır. *Olea europaea* L. ssp. *sylvestris* çalı formundadır ve küçük meyvelere, yapraklara ve düşük oranda yağ oranına sahiptirler. *Olea europaea* L. ssp. *sativa*, yetiştiriciliği yapılan ve dünya üzerinde en fazla çeşit zenginliğine sahip olan bir alt türdür" (Aydın Proje Sonuç Raporu, 2012: 12).

Zeytinyağı yeşil ile sarı arası, kendine özgü tat ve kokusu ile, sadece mekanik veya fiziksel uygulamalar ile elde edilip doğal hali ile tüketilebilir. Bu üretim aşamaları ise yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleridir (Bakırlıoğlu, 2006: 18).

Sofralık Zeytin iki şekilde mevcuttur, siyah veya yeşil zeytin hasat edildikten sonra salamura yapıp sofralık zeytine dönüşür. Aynı şekilde yeşil veya siyah zeytinden fiziksel veya mekanik aşamalar sonucunda zeytinyağı elde edilmektedir. Zeytin meyvesinin ve zeytinyağının bazı önemli besin değerleri vardır. Siyah zeytinin yağ ve enerji oranları yeşil zeytine göre daha yüksek iken, yeşil zeytinin özellikle A vitamini, demir ve kalsiyum oranları siyah zeytine göre daha yüksektir. Diğer besin değerleri Aydın Ticaret Borsası (2013:6)'e göre şunlardır:

Çizelge 2.1. Sofralık Zeytin Besin Değeri

Sofralık Zeytin Besin Değeri		
	Siyah Zeytin (40-50 adet)	Yeşil Zeytin (40-50 adet)
Enerji (kalori)	207	144
Yağ (g)	21	13.5
Karbonhidrat (g)	1.1	2.8
Protein (g)	1.8	1.5
Kalsiyum (mg)	77	90
Demir (mg)	1.6	2
Vitamin A (IU)	60	300
Vitamin B1 (mg)	0.02	0.02
Vitamin B2 (mg)	0.02	0.02
Niasin (mg)	0.2	0.1
Vitamin C (mg)	0	0

Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2013:6)

Zeytin ve Zeytinyağın bileşimleri ise Aydın Ticaret Borsası (2013:6)'ya göre şunlardır:

Çizelge 2.2. Zeytinyağı Bileşimleri

<b>Zeytinyağı Bileşimleri</b>	
<b>Bileşimler</b>	<b>Yaklaşık Miktarı</b>
Trigliseritler	98,50%
Doymuş Yağ Asitleri	14%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	72%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	12%
Demir	0,64mg
Vitamin E	150mg/kg
Vitamin K	64,8 µg/kg
Polifenoller	300mg/kg
Kolesterol	0

Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2013:6)

Zeytin ve zeytinyağın besin değerlerini gösterdikten sonra, zeytinyağının ve yapraklarının insan sağlığına çok fazla değişik faydaları olduğunu göz ardı etmemek gerekir. Bu konu aşağıda açıklık kazanacaktır.

## **2.2. Zeytinyağının ve Yapağının Sağlığa Yararları**

Zeytin meyvesinden elde edilen zeytinyağı insan sağlığı açısından çok faydalı olduğundan dünyada zeytin ve zeytinyağı üretimin önemi gittikçe önem kazanmaktadır (Somaklar, 2011: 10).

İnsan vücudu canlılığını sürdürebilmesi için yağlardan faydalanmaktadır. Bu yağlar A, D, E, K gibi vitaminleri kana karışabilmeleri için eritirler ve vücutta yağ (adipoz) olarak depolayıp gerektiğinde enerji için kullanılmaktadırlar. Bu yüzden insan sağlığı açısından vücutta belli oranlarda yağın olması yaşamsal önem taşımaktadır (Milliyet Blog, 2011).

Çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı için "Akdeniz Beslenme Modeli" batılı ülkeler tarafından benimsenmiştir ve ilk kez 1950'li yıllarda ortaya çıkmıştır. Bu beslenme modeline göre "günlük katı kırmızı et tüketimi düşük, süt ve süt ürünleri, tahıl, kuru baklagil, sebze ve meyve tüketiminin yüksek olması ve yağ olarak da zeytinyağının kullanılmasıdır" (Bakırlioğlu, 2006:28).

Ayvalık Zeytinyağı (2010)'a göre zeytinyağı tüketiminin bazı faydaları şunlardır;

- Kötü huylu kolesterol seviyesini düşürüp, iyi huylu kolesterole etki etmez.
- Kalp ve damar hastalıklarına yol açan kötü huylu kolesterolü azaltarak damar tıkanıklıklarını önler.
- Mide asitini azaltır ve gastrit ve ülser rahatsızlıklarına karşı koruyucu bir rol oynar.
- Bağırsakları düzenler çünkü bağırsaklar tarafından en iyi emilen yağ çeşitidir.
- Safra kesesinde taş oluşumunu azaltıp taşları eritir.
- Diş ve kemik gelişimi için çok faydalıdır ve hücre yenilenmesinde etkin rol oynar.
- Yaşlı ve bebeklerin beyin ve sinir sisteminin gelişim ve yenilenmesinde çok önemlidir çünkü içeriğindeki zengin antioksidanlar mevcuttur.
- Zeytinyağı, hazmı en kolay yağdır.
- İçeriğindeki antioksidan maddeleri sayesinde bitkisel ve hayvansal yağlara göre çok daha yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır.
- İçerisindeki A, D, E ve K vitaminleri sayesinde antioksidan etkisi gösterir ve böylece hücre yenilenmesini hızlandırır. Bunun etkisiyle dokular daha hızlı bir şekilde kendisini yeniler ve yaşlanmayı geciktirir.

Ayvalık Zeytin (2010)'e göre zeytin yapraklarının da birçok faydası vardır. En önemlileri şunlardır:

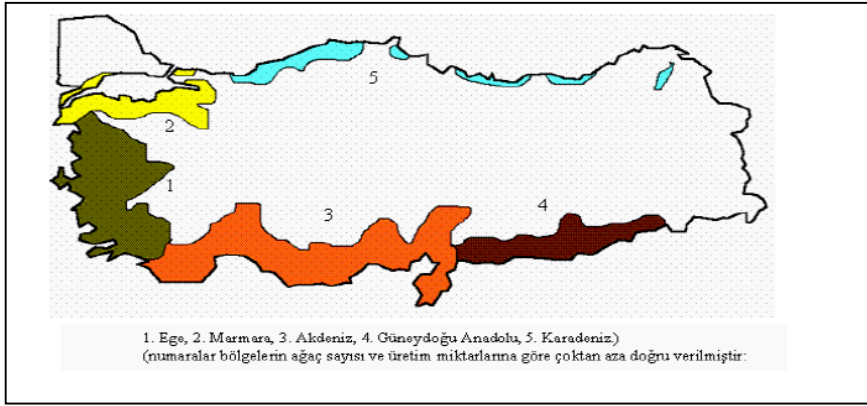
- Kan şekerinin düzenlenmesinde etkilidir
- Kolesterolün düzenlenmesinde etkilidir
- Sinüzit tedavisinde etkilidir
- Kalbe kan dolaşımının sağlanmasında faydalıdır
- Kalp krizinin önlenmesinde etkindir
- İshale karşı etkilidir
- Yaşlanmaya karşı etkindir
- Sıtma tedavisinde kullanılmaktadır
- Hepatit B ye karşı etkilidir
- Hemoroit tedavisinde kullanılmaktadır
- Soğuk algınlığında ve zatürree tedavisinde etkilidir
- Üst solunum yolları enfeksiyonlarının tedavisinde etkilidir

Görüldüğü gibi zeytinyağının ve yapraklarının insan sağlığına çok faydası vardır ve bu yüzden düzenli tüketilmesi önem taşımaktadır.

### **2.3. Türkiye'de Bulunan Zeytin Çeşitleri**

Zeytin yetiştirirken çeşit seçimi önemlidir. Ancak seçilen çeşidin yetiştirme koşulları dikkate alınarak ekonomik bir tarım mümkündür. Bu yüzden Türkiye'nin farklı bölgelerinde değişik zeytin çeşitleri bulunmaktadır (Tarım Kütüphanesi, 2007).

Türkiye'de üretilen zeytin alanları Gümrük ve Ticaret Bakanlığı (2014:2)'na göre Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Karadeniz bölgeleridir.



Şekil 2.2. Ülkemizde Zeytin Üretim Alanları

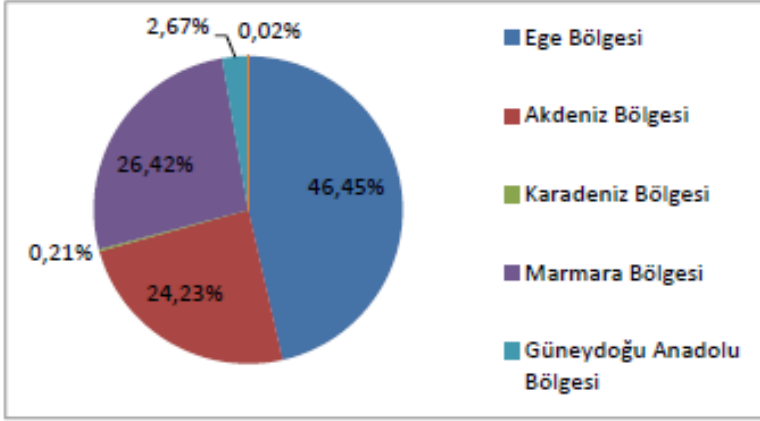
Kaynak: (Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2014:2)

Bölgelere göre dağılımı ise şöyledir:

Çizelge 2.3. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Üretim Oranı (%)

Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Üretim Oranı (%)	
Ege Bölgesi	46,45%
Akdeniz Bölgesi	24,23%
Karadeniz Bölgesi	0,21%
Marmara Bölgesi	26,42%
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2,67%
Diğer Bölgeler	0,02%
Toplam	100,00%

Kaynak: (Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, 2011)



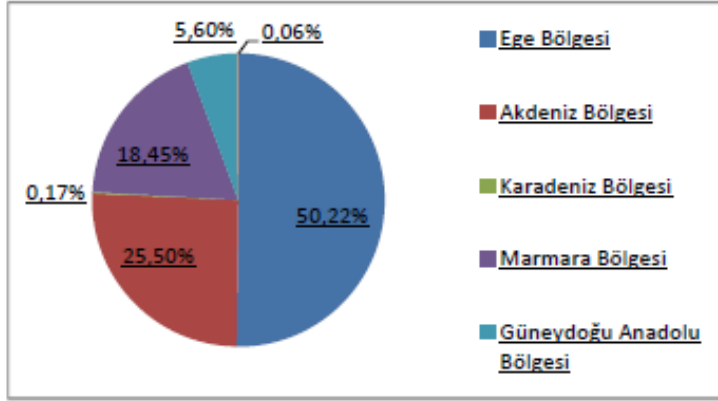
Şekil 2.3. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Üretim Oranı (%)

Kaynak: (Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, 2011)

Çizelge 2.4. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Ağaç Sayısı Oranı (%)

Türkiyede Bölgelere Göre Zeytin Ağaç Sayısı Oranı (%)	
Ege Bölgesi	50,22%
Akdeniz Bölgesi	25,50%
Karadeniz Bölgesi	0,17%
Marmara Bölgesi	18,45%
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	5,60%
Diğer Bölgeler	0,06%
Toplam	100,00%

Kaynak: (Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, 2011)



Şekil 2.4. Türkiye Bölgelere Göre Zeytin Ağaç Sayısı Oranı (%)  
Kaynak: (Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, 2011)

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'e göre Türkiye'de 2000'li yıllarında 100 milyon ağaç mevcut iken 2012/13 sezonunda ağaç sayısı 158 milyona yükselmiştir (Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2014:2). Bu ağaçlardan elde edilen zeytinler yukarıda gösterilen bölgelerde yetişmektedir. İstanbul Ticaret Odası (İTO 2006)'ya göre bu zeytinlerin çeşitleri bölgelere göre şöyle dağılmaktadır:

Ege Bölgesi: Ayvalık, Çakır, Çekişte, Çilli, Domalan, Edincik Su, Erkence, İzmir Sofralık, Kiraz, Yağ Zeytini.

Marmara Bölgesi: Çelebi, Gemlik, Karamürsel Su, Samanlı, Siyah Salamuralık, Beyaz Yağlık, Çizmeli, Eşek Zeytini, Erder Yağlık, Edincik, Su Zeytini, Şam İznik, Samanlı.

Akdeniz Bölgesi: Büyük ve Küçük Topak Ulak, Sarı Haşebi, Sarı Ulak, Saurani, Tavşan Yüreği, Çelebi, Halhalı, Sayfi, Karamani, Elmacık, Yağlık sarı ve siyah zeytin.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi: Eğri burun, Halhalı, Kalem Bezi, Kan Çelebi, Kilis yağlık, Nizip yağlık, Yuvarlak Halhalı, Yün Çelebi, Zoncuk, İri Yuvarlak.

Karadeniz Bölgesi: Samsun Tuzlamalık, Samsun Yağlık, Görvele, Tuzlamalık, Trabzon Yağlık, Marantelli, Hastos, Butko.



## 2.4. Zeytinyağının Sınıflandırılması

Zeytin ve zeytinyağı sektörü Avrupa Birliğine giriş süreci içinde Avrupa Birliği ile uyumlu ender sektörlerden birisidir. Şu anda geçerli olan TS 341 ve tebliğ, sınıflandırma, fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından hem birbirleri ile hem de büyük çapta uluslararası standartlarla uyumludur" (Tibet 2014:1).

Yemelik Zeytinyağı Standardı TS 341 (2004:1)'e göre zeytinyağı üç sınıfa ayrılmaktadır: Naturel, Rafine ve Riviera Zeytinyağları.

Daha önce de değinildiği gibi zeytinlerden kazanılan naturel zeytinyağı sadece farklı mekanik ve fiziksel işlemlerden geçip elde edilen doğal bir yağdır. Naturel yağlar kendileri arasında naturel sızma, naturel birinci ve naturel ikinci olarak tekrar üçe ayrılmaktadırlar. Bu yağların ve diğer iki sınıfın tanımlamaları TS 341 (2004:1)'e göre şöyledir:

**Naturel sızma zeytinyağı (Extra Virgin Olive Oil):** "Serbest yağ asitliği, oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,0 gramdan fazla olmayan yağ".

**Naturel birinci zeytinyağı (Virgin Olive Oil):** "Serbest yağ asitliği, oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,0 g'dan az, 2,0 g'dan fazla olmayan yağ".

**Naturel ikinci zeytinyağı (Ordinary Olive Oil):** "Serbest yağ asitliği, oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 g'dan az, 3,3 g'dan fazla olmayan yağ".

**Rafine zeytinyağı (Refined Olive Oil):** "Naturel halinde gıda olarak tüketilemeyen ham zeytinyağının, doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan yöntemlerle rafine edilmeleri sonucu elde edilen, rafinasyon artığı madde ihtiva etmeyen ve serbest yağ asitliği, oleik asit cinsinden her 100 g'da 0,3 g'dan fazla olmayan yağ".

**Riviera zeytinyağı (Olive Oil (Pure):** "Naturel zeytinyağı ile rafine zeytinyağı karışımından meydana gelen ve özellikleri naturel zeytinyağı ile rafine zeytinyağı arasında değişen ve serbest yağ asitliği, oleik asit cinsinden her 100 g'da 1,5 g'dan fazla olmayan yağ".

Bunların dışında ayrıca tüm dünyada yeni gündeme giren organik zeytinyağları üretilmeye başlamıştır. Organik zeytinyağları naturel zeytinyağı gibi

"hiç bir kimyasal tarım ilacı, hormon, gübre kullanılmadan organik tarım uygulanan alanlarda Organik Zeytinyağı (Ekolojik, biyolojik zeytinyağı olarak da isimlendirilmektedir) üretimi mümkündür" (Ayvalık Zeytinyağı, 2010).

Ek 4'de Zeytinyağı Üretim Akışı gösterilmektedir. Üç sınıflandırılmanın yanı sıra diğer zeytinyağı üretim yöntemleri de gösterilmektedir.

## 2.5. Zeytin ve Zeytinyağı Türkiye ve Dünyada

Zeytin ve zeytinyağı insanların temel bir besin ihtiyacı olduğundan, bu alanda çok fazla insana istihdam sağlanmaktadır ve uluslararası boyutu ile oldukça önemli bir tarım ürünüdür (İzmir Ticaret Odası, 2011:1.1.).

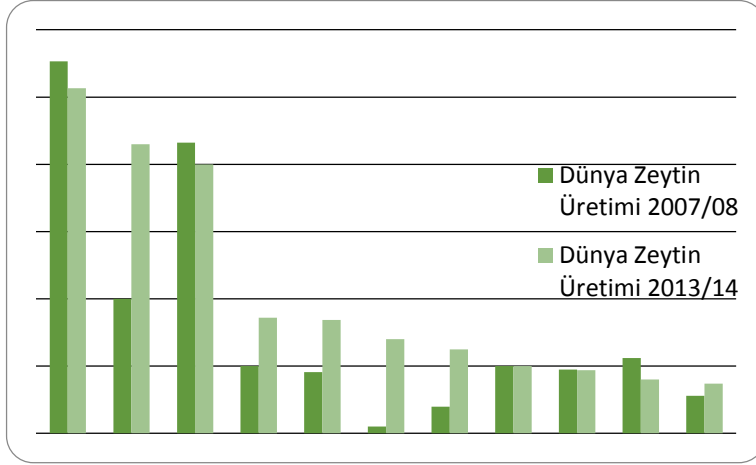
Dünyada toplam 10 milyon hektar alan üzerinde bulunan yaklaşık 900 milyondan fazla zeytin ağacı mevcuttur (Bakırhoğlu, 2006:19). Bunlardan % 95'i Akdeniz ülkelerinde bulunmaktadır ve en büyük tarım alanlarına sahip olan ülkeler İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye, Suriye ve Fas'tır. Ayrıca son yıllarda zeytin üretimine başlayan diğer ülkeler Avustralya, Japonya ve Arjantin'dir. Bu bilgiler Dünya Zeytin Üretimi ülkeleri başına ve Dünya Zeytinyağı Üretimi'ne göre şöyledir:

Çizelge 2.5. Dünya Zeytin Üretimi (Bin Ton)

Dünya Zeytin Üretimi (Bin Ton)							
Ülkeler	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
İspanya	553,30	485,70	492,60	608,60	521,50	487,70	513,10
Türkiye	200,00	300,00	390,00	330,00	400,00	410,00	430,00
Mısır	432,00	440,00	409,00	350,00	384,50	375,00	400,00
Suriye	100,00	120,00	135,00	147,00	172,00	172,00	172,00
Cezayir	91,00	98,00	136,00	192,50	145,50	175,00	168,50
Arjantin	10,00	95,00	220,00	90,00	150,00	60,00	140,00
İran	39,50	30,50	47,50	47,00	35,00	39,00	125,00
Fas	100,00	100,00	90,00	110,00	100,00	100,00	100,00
Yunanistan	95,00	105,00	107,00	135,00	130,00	160,00	94,00
Peru	112,00	9,00	75,00	72,50	81,00	80,00	80,00
İtalya	55,70	68,50	58,60	69,70	75,70	76,00	74,00
<b>Genel Toplam</b>	<b>1.788,50</b>	<b>1.851,70</b>	<b>2.160,70</b>	<b>2.152,30</b>	<b>2.195,20</b>	<b>2.134,70</b>	<b>2.296,60</b>

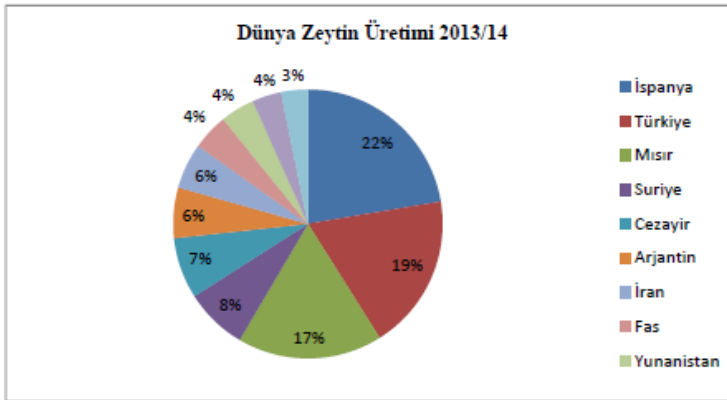
Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2014:7-8)

Çizelge 2.5.'ye bakıldığında, Türkiye 2013/2014 yıllarında dünya zeytin üretiminde ikinci olmaktadır. 2007/2008 yıllarında dünyada zeytin üretim payı yüzde 11,18 iken 2013/2014 yıllarında payı yüzde 18,27 olmuştur ve 2007'den 2014'e kadar payı yüzde 67,43 artıp 430 bin tona ulaşmıştır.



Şekil 2.5. Dünya Zeytin Üretimi (Bin Ton) 2007/08 ve 2013/14  
Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2014:7-8)

Aşağıdaki şekil ise dünyada zeytin üretimini daha iyi görselleştirmek adına 2013/14 sezonunun ülkeler arası dağılımını göstermektedir.



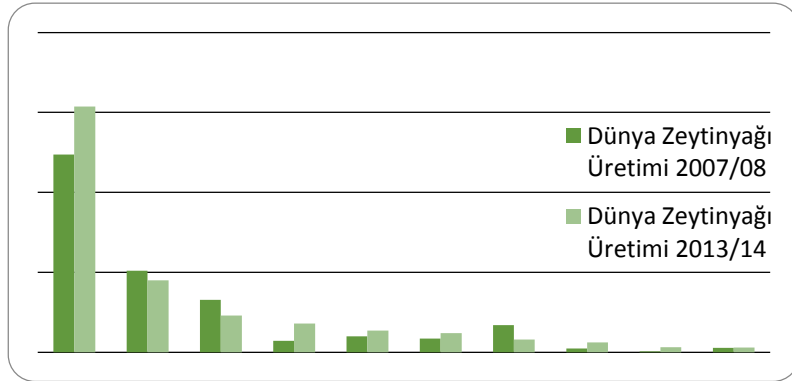
Şekil 2.6. Dünya Zeytin Üretimi 2013/14  
Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2014:7-8)

Çizelge 2.6. Dünya Zeytinyağı Üretimi (Bin Ton)

Dünya Zeytinyağı Üretimi (Bin Ton)							
Ülkeler	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
İspanya	1.236,10	1.030,00	1.401,50	1.391,90	1.615,00	616,30	1.536,00
İtalya	510,00	540,00	430,00	440,00	399,20	415,50	450,00
Yunanistan	327,20	305,00	320,00	301,00	294,50	357,90	230,00
Türkiye	72,00	130,00	147,00	160,00	191,00	195,00	180,00
Suriye	100,00	130,00	150,00	180,00	198,00	198,00	135,00
Fas	85,00	85,00	140,00	130,00	120,00	100,00	120,00
Tunus	170,00	160,00	150,00	120,00	182,00	220,00	80,00
Cezayir	24,00	61,50	26,50	67,00	39,50	66,00	62,00
Şili	6,50	8,50	12,00	16,00	21,50	28,00	32,00
Arjantin	27,00	23,00	17,00	20,00	32,00	17,00	30,00
<b>Genel Toplam</b>	<b>2.557,80</b>	<b>2.473,00</b>	<b>2.794,00</b>	<b>2.825,90</b>	<b>3.092,70</b>	<b>2.213,70</b>	<b>2.855,00</b>

Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2014:7-8)

Bu tabloya bakıldığında Türkiye 2013/2014 yıllarında dünya zeytinyağı üretiminde dördüncü olmaktadır. 2007/2008 yıllarında Türkiye'nin dünya zeytinyağı üretimindeki payı yüzde 2,8 iken 2013/2014 yıllarında payı yüzde 6,3 olmuştur ve yüzde 123,98 artıp 180 bin ton'a ulaşmıştır.

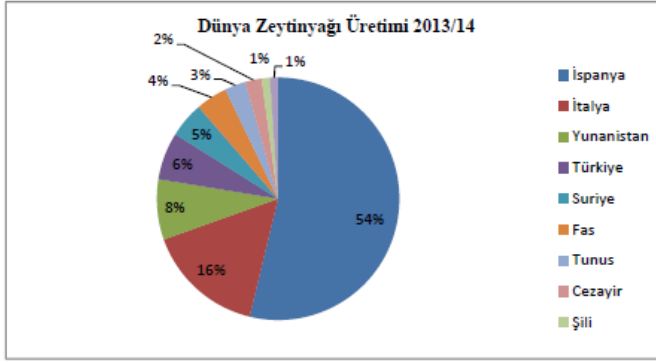


Şekil 2.7. Dünya Zeytinyağı Üretimi (Bin Ton) 2007/08 ve 2013/14

Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2014:7-8)

Dünyada 2013/14 sezonundaki mevcut zeytinyağı üretimini daha iyi görselleştirmek adına aşağıdaki grafik yardımcı olmaktadır. Bu grafikte birinci sırada olan İspanya'nın dünyadaki zeytinyağı üretim payı %54 iken dördüncü sırada

bulunan Türkiye'nin payı sadece %6'dır. Böylece İspanya'nın piyasaya ne kadar hakim olduğu daha belli olmaktadır.



Şekil 2.8. Dünya Zeytinyağı Üretimi 2013/14 (% Oran)

Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2014:7-8)

Tekrar Aydın Ticaret Borsası (2014:10)'na göre Türkiye'nin zeytinyağı üretim payı son 11 sezon için şöyledir:

Çizelge 2.7. Zeytinyağı Üretim Türkiye/Dünya

Yıllar	Türkiye Bin Ton	Dünya Bin Ton	Türkiye'nin Payı
2003/04	79,00	3.174,00	2,49
2004/05	145,00	3.013,00	4,81
2005/06	112,00	2.572,50	4,35
2006/07	165,00	2.767,00	5,96
2007/08	72,00	2.713,00	2,65
2008/09	130,00	2.669,50	4,87
2009/10	147,00	2.973,50	4,94
2010/11	160,00	3.075,00	5,20
2011/12	191,00	3.321,00	5,75
2012/13	195,00	2.425,00	8,04
2013/14	180,00	3.098,00	5,81

Kaynak: (Aydın Ticaret Borsası, 2014:7-8)

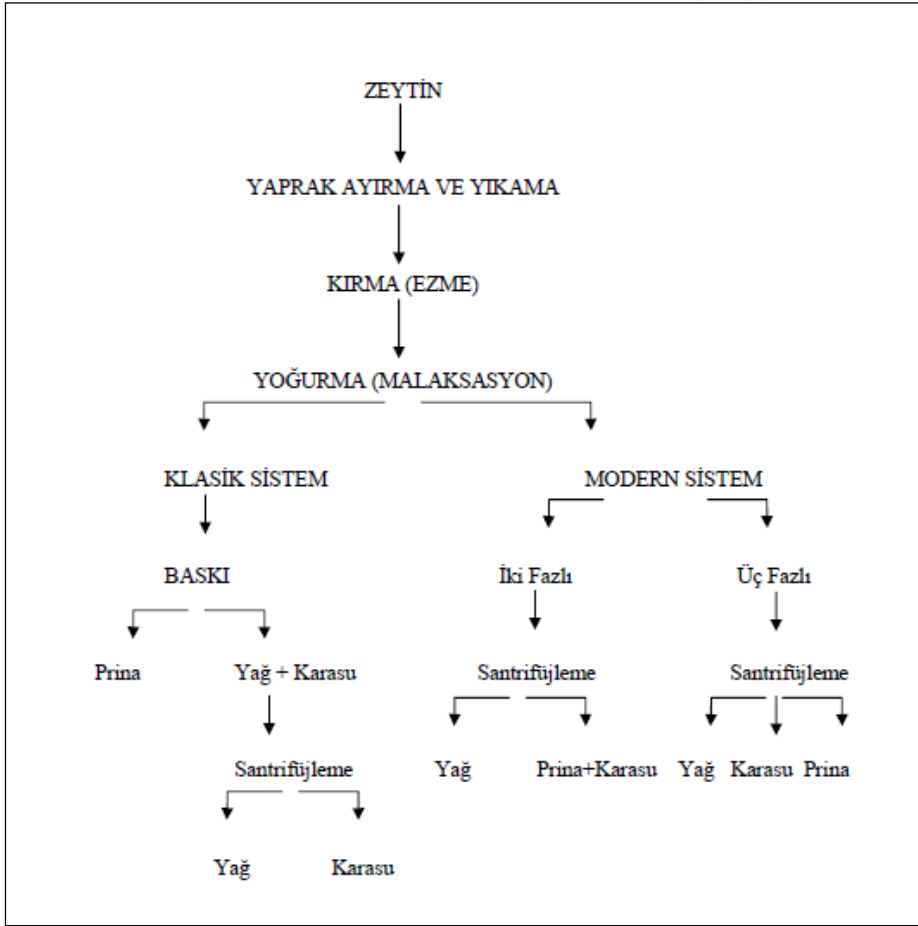
Bu tabloya göre Türkiye'nin zeytinyağı üretimi 2004/2005, 2007/2008 ve 2013/2014 üretim senelerinde azalma göstermiştir. 2014/2015 üretim senesi için ise bir önceki üretim senesine göre tekrar bir düşüş beklenilmektedir (Akdeniz Kültürü Dergisi, 2014:48).

Zeytin ve ondan elden edilen zeytinyağının önemli bir tarım ürünü olmasına rağmen üretim, tüketim ve ticaret açısından istenilen hedeflere henüz ulaşamamıştır. Bu hedefler küresel ve ülkesel bazı önemli yapısal sorunlar nedeniyle zeytinden elde edilen ürünlerin gereken getiriye sağlamadığı için zeytin sektörünün gerilemesine sebep olmuştur (Aydın Ticaret Borsası, 2014:15).

Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'ye göre yaklaşık 400 bin aile geçimini zeytin tarımı ve buna bağlı olan sektörlerden sağlamaktadır. Aynı zamanda zeytin ve zeytinyağı üretiminin artması gelecek nesillerin sağlıklı yetişmesine katkı sağlayacaktır. Fakat Türkiye ülke içinde gereken zeytinyağı miktarını karşılayamamaktadır ve bu yüzden yüksek miktarlarda bitkisel yağ veya yağlı tohum ithal etmektedir. Bu durum ise Türkiye'nin hem dış ülkelere bağımlı olmasına hem de dış ülkelere dövizin çıkmasına sebep olmaktadır. Bunların hepsi zeytin sektörünün geliştirilmesiyle iyileştirilebilecek noktalar, çünkü Türkiye'nin zeytin yetiştirme potansiyeli oldukça yüksektir. Bu şekilde İspanya'dan sonra en büyük zeytincilik ülkesi haline gelip piyasada büyük bir söz hakkına sahip olası olduğu oldukça mümkündür (İzmir Ticaret Odası, 2011:2.1.).

## **2.6. Zeytinyağı Üretimi**

Zeytin meyvesinin yetiştirilmesi ve zeytinyağı üretimi yüzyıllardır vazgeçilmezdir. Zeytinyağı üretimi bu yüzden en eski sanayi çalışmalarından biridir ve özellikle Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Günümüzde iki farklı üretim yöntemi bulunmaktadır. Birincisi kesikli veya başka bir adıyla geleneksel yöntem olup, presleme esasına dayanır. İkincisi ise sürekli yani modern zeytinyağı üretim (kontinü sistemi- tam otomatik sistem) yöntemidir. Bu yöntemde yağ santrifüj tekniği ile elde edilmektedir (Azbar, Vardar, Akın & Cevilan, 2002:36). Kontinü sistemde zeytin fabrikaya gelişinden zeytinyağına dönüşmesine kadar geçen tüm işlemler herhangi bir kesintiye uğramaksızın gerçekleşmektedir (Bakıroğlu, 2006:25).



Şekil 2.9. Zeytinyağı Üretim Şeması

Kaynak: (Zeytinoğlu, 2007:46)

Modern üretim yönteminin süreçleri aşağıda teker teker açıklanmaktadır.

### 2.6.1. Kaliteli Zeytinyağı Üretimin Bazı Şartları

Öncelikle zeytinyağı üretimine başlanmadan bölge şartlarına göre doğru zeytin çeşidinin seçilmiş olması ve tarım sürecinde kaliteli üretime dikkat edilmiş olması en önemli ön koşullarındandır.

Zeytinlerin olgunluğu yağın kalitesini %50 ile etkilerken hasadı ve taşınması yağı %30 ile etkilemektedir (Doğu Akdeniz Birliği, 2011). Bu yüzden hasattan

sonra zeytinyağı üretim sürecine başlamadan en fazla 24 saat geçmiş olmalıdır. Hasattan sonra en fazla on saat bekletilmiş zeytinden kaliteli zeytinyağı elde edilmesi iyi iken, en fazla dört saat bekletilmiş zeytini işlemek doğru üretimde en kaliteli zeytinyağının çıkmasını sağlamaktadır (Wikipedia, 2014). Zeytin, işlenmesi için bekletilirse, fermante olup zeytinyağının kalitesini düşürmektedir. Zeytinin bol olduğu sezonlarda ise zeytinlerin işlenme süreci mecburiyetten uzadığından, zeytinler 20-30 santim yüksekliğinde yığınlar olarak bekletilmektedirler. Bu bekleme süresi ancak iyi havalandırılmış ve serin depolarda uygulanmaktadır (Havran Ziraat Odası).

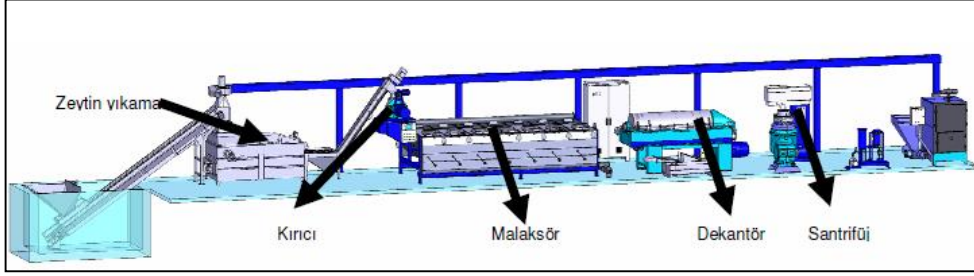
Kaliteli zeytinyağı elde etmek için zeytin sağlam, deliksiz ve lekesiz olup, yere temas etmemiş, yani dalından toplanmış olmalıdır. En iyi toplama zamanı ise zeytinin renginin koyulaşmaya başladığı zamandır. Zeytin biyolojik sürecini bitirmeden önce toplanmalıdır ki, çok iyi erken sızma zeytinyağı elde edilsin (Bakırhoğlu, 2006: 20-21).

#### **2.6.1.1. Zeytinyağı üretim süreçleri**

Zeytinyağının üretim süreçleri modern, sürekli sistemine göre anlatılmıştır. Bu çalışmada üç fazlı üretim teknolojisi yer almıştır. Buna bağlı olarak süreçler aşağıdaki gibidir ve farklı kaynaklara dayanarak açıklanmıştır.

- Zeytinlerin Yıkınması
- Zeytinlerin Kırılması
- Malaksasyon- Zeytinin yoğrulması
- Dekantör
- Santrifüj Sistemi ile çalışan Separatör





Şekil 2.10. Zeytinyağı Makinesi

Kaynak: (TMOOB, 2004-2014)

Zeytinyağı üretim süreçleri farklı kaynaklara dayanarak şöyledir; (Doğu Akdeniz Birliği, 2011), (Bakıroğlu, 2006:21-22), (Başaran, 2015:75-82).

**a) Zeytinlerin Yıkanması:** Zeytinyağı üretim tesisine gelen zeytinler "bunker" adlı bir beton kuyuya dökülür. Daha sonra bir bant (zeytin taşıma konveyörü) zeytinleri aspiratöre taşıyıp zeytinleri yabancı maddelerden (yaprak, dal vs.) arındırır. Bu ilk sürecin sonunda ise zeytinler titreşimli bir yıkama haznesinin içine dökülüp yıkanılır. Daha sonra ise tekrar titreşimli ızgaralardan geçirilip fazla suyun akması sağlanır.



Şekil 2.11. Zeytinlerin Yıkanması

Kaynak: (İmamoğulları 2014)

**b) Zeytinlerin Kırılması:** Zeytinler bu süreçte kırıcıya taşınıp orada iyice öğütülüp, elekten geçirilirler. Bu aşamadan sonra hamur ne ince ne de çok kalın olmalıdır. Daha çok çekirdeklerin hissedildiği bir kıvama getirilir. Zeytinler

kırılırken kinetik enerji oluştuğundan hamur taş değirmen kullanıldığında 4-5 derece arası, metal kırıcılar kullanıldığında ise hamur 13-15 derece arası olmaktadır.



şekil 2.12. Zeytinlerin Kırılması

Kaynak: (İmamoğulları 2014)

**c) Malaksasyon- Yoğrulma:** Kırma s¼recinden sonra elde edilen hamur Malaksor'da homojen bir hamura d¼n¼řmektedir. Bu s¼reçte operat¼r tarafından dikkatle g¼zlenmelidir ç¼nk¼ bu s¼reçte kullanılan suyun ısısı 30 dereceyi geçmemelidir. Bu aşama kırılmış zeytin miktarına g¼re değişebilmektedir. S¼recin sonunda ise homojenleşmiş hamur pompa ile dekant¼re g¼nderilmektedir. Bakılıroğlu (2006:23)'e g¼re suyun ısısı 25 dereceyi geçmemesi gerekmektedir ve yoğurma s¼reci en az 30-45 dakika s¼rmelidir. Buna dikkat edilmemesi zeytinyağının kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu aşama b¼ylece tam olarak yağ-su em¼lsiyonu kırılıp yağ serbest hale gelmektedir.



şekil 2.13. Malaksasyon- Zeytinin Yoğrulması

Kaynak: (İmamoğulları 2014)

**d) Dekantör:** Malaksasyondan sonra hamur sıvı-katı faz ayırımına hazırdır. Hamur pompa ile merkezkaç kuvveti, yani santrifüj teknolojisi ile çalışan dekantör tamburuna yönlendirilip burada yerçekimi ivmesinin 2000-3000 katına ulaşır ve özgül ağırlık farkından dolayı katı ve sıvı fazlarına ayırır. Tercih edilen üretim sistemine göre hamurdan elde edilen fazlar iki, yağ ve prina veya üç, karasu, prina ve yağ fazlarına ayrıştırılır. Böylece %100 zeytinden elde edilen üç faz %20 zeytinyağı, %40 karasu ve %40 prinadan oluşmaktadır (Olivae, 2012).

Bu fazlar aşağıda gibidir:

**Prina:** Dekantörde bulunan santrifüj teknolojisinden elde edilen yağ ve karasu fazlarının ayrıştırılmasından elde edilen fazlardan birisi de prina veya diğer adıyla zeytin küspesidir. Zeytinlerin çekirdek ve etli kısmından oluşur. Prina % 3-5 arasında yağ içerir ve ekstraksiyon tekniği ile ayrıştırılabilir.

**Zeytinyağı:** Bu zeytinyağı belli bir miktarda karasu içerdiğinden henüz yenilebilecek özellikte değildir. Bu yüzden bu iki fazın ayrıştırılması için separatörde işlenmesi gerekmektedir.

**Karasu:** Dekantörde santrifüj teknolojisi ile elde edilen karasu koyu kırmızı renginden dolayı karasu olarak adlandırılır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2010:3-4, 7, 27, 34).

Bu üç farklı faz dekantörden Milli Eğitim Bakanlığı (2010:3)'na göre şu şekilde çıkmaktadır:



Şekil 2.14. Dekantasyon İşlemi Sonucu Çıkan Ürünler

Kaynak: (Milli Eğitim Bakanlığı, 2010:3)

Dekantör sürecinden sonra elde edilen yağ pompa ile yağ separatörüne yönlendirilmektedir. Aynı zamanda ikinci bir pompa karasuyu karasu separatörüne götürür.

**e) Santrifüj Sistemi ile Çalışan Separatör:** Zeytinler kırılıp homojen hamur haline getirilip ve daha sonra üç fazına ayrıştırıldıktan sonra, elde edilen karasu, karasu separatörüne girip yağ ve karasu olarak ayrıştırılır ve buradan elde edilen yağ dekantörden çıkan yağ ile birleştirilip yağ separatörüne gidip yağ ve karasu olarak ayrıştırılmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2010:35).

Yağ separatörü görevini dakikada 6500-7000 devir yapıp tekrar santrifüj kuvvetinden faydalanarak yağ ve karasuyu ayrıştırır. Karasu yağa göre daha yoğun olduğundan tamburun dışına savrulup kenardaki çıkış noktalarından dışarıya çıkar. Yağ içerideki merkezde kalırken meyve pulpu gibi katı maddeler tamburun iç yüzeyinde birikir. Yağ merkezden dışarıya aktarılır ve tamburun dışında kalan katı maddeler separatörü sökerek temizlenir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2010:35).



Şekil 2.15. Separatörden Naturel Zeytinyağın Elde Edilmesi

Kaynak: (Milli Eğitim Bakanlığı, 2010:35)

Modern kontinü sistemine göre zeytinyağı üretim süreçlerinin kapasitesi daha yüksektir, çünkü zeytinler fabrikaya geldiği andan itibaren fazla bekletilmeden işlenir böylece asitlenme riski azalır ve zeytinyağının kalitesi artar. Ayrıca, prinada kalan yağ, yüksek baskı gücünden, minimuma indirilir ve separatörlerin gücü yüksek olduğundan karasu içerisinde bulunan yağ santrifüjlenir ve kar elde edilir. Son olarak ise bu tekniği kullanmak su tüketimini azaltır ve çevreye zarar vermemektedir. Çünkü elde edilen karasu toprağa değil, borular ile tanklara yönlendirilip arıtılır (Bakıroğlu, 2006:25).

Kaliteli zeytinyağı elde edildikten sonra ise yağlar uygun kaplara boşaltılıp, serin ve karanlık ortamda muhafaza edilir.

Ancak tüm bu zeytinyağı üretim süreçleri doğru uygulandığında kaliteli zeytinyağı elde edilmektedir. Teori de olduğu gibi, gerçek hayatta yukarıdaki süreçlerin doğru uygulanması maalesef hatalı olabildiğinden, zeytinyağı üretiminde bazı sorunlar ile karşı karşıya kalınabilmektedir. Bu yüzden bu çalışmada zeytinyağı üretim süreçlerinde ortaya çıkabilecek sorunları bulup, bunları analiz etmek ve daha sonra hata oranlarını düşürüp Sigma seviyelerini yükseltmek bu çalışmanın üçüncü bölümünde yer almaktadır.

### 3. ARAŞTIRMANIN AMACI ve ÖNEMİ

Üçüncü bölümde ilk olarak çalışmanın amacı ve önemi özetlendikten sonra, çalışmanın kapsamı ve çalışmada yardımcı olan zeytinyağı fabrikası tanıtılacaktır. Daha sonra Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) aşamaları için seçilmiş uygun yöntemler ile çalışmanın uygulaması yapılacaktır. Son olarak ise araştırmanın bulguları, tartışma ve sonuç yer alacaktır. Öncelikle aşağıda araştırmanın amacı ve önemi tanıtılmıştır.

Ülkemizde zeytin yetiştiriciliğinin ve üretiminin önemi oldukça büyük olduğundan, bu çalışmanın zeytinyağı sektörüne katkısı olacağı düşünülmektedir. Çalışmada, süreç haritası çıkarılarak, Sebep-Sonuç diyagramıyla hatalar, Risk Öncelik Sayıları ile değerlendirilmiştir ve en yüksek Risk Öncelik Sayısına sahip olan hata tartışılarak, Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsüne göre iyileştirmeler yapılarak, hatanın Sigma değeri yükseltilmiştir. Bu sayede, Altı Sigma yöntemi uygulanarak, iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde tüketiciler sürekli yükselen zeytinyağı fiyatlarına karşın temin ettikleri zeytinyağının kaliteli olup olmadığından emin olamamaktadırlar, çünkü Sızma ve Riviera zeytinyağlarının arasındaki farkı bilmezler. Köylerden satın alınan zeytinyağları hijyenik olmayan koşullarda depolanmaktadır. Zeytin yetiştiricileri genellikle bilgisiz olduğundan doğru üretimi ve depolama şartlarını bilmeyip, tüketicilere kaliteli olmayan zeytinyağı satmaktadırlar (Nizip Ticaret Odası: 2014, 57).

Bu çalışmada yörede bulunan bir zeytinyağı üretim fabrikasında 2013/14 ve 2014/15 sezonlarında sık sık görüşülüp, veriler toplanmış ve bulgular çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Ülkemizde, zeytinyağı üretimi çok yaygın olsada, maalesef günümüze kadar kaliteli üretime yeterince dikkat edilmemiştir. İsmet Başaran (2015:17)'ye göre "Ülkemizde natürel zeytinyağı üretimi yaklaşık %25-30 olup, bunun çok küçük bir kısmı natürel sızmadır. Rafine zeytinyağı üretimi ise yaklaşık %70-75'dir". Oysaki ülkemizde Natürel Sızma zeytinyağı üretimi ulaşılamayacak ütopyik bir hedef değildir. Bu yüzden kaliteli zeytinyağı elde edebilmek için, zeytin üretiminden zeytinyağının şişelenmesine kadar her bir üretim sürecinin kaliteyi etkileyebilecek bütün faktörlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Mevcut hataları mümkün olan en düşük seviyeye getirmek (sıfır hata) ve süreçlerin en etkin şekilde çalışmalarını sağlamak görevimiz olması gerekmektedir.

Günümüzde kalite standartlarına ve böylece hata oranlarını düşürmeye yönelik çalışmalar artmaktadır. Bu çalışmanın da bizi hedefimize biraz daha yaklaştıracığı düşünülmektedir ve bu yüzden önem taşımaktadır.

### **3.1. Çalışmanın Kapsamı**

Bu çalışmanın kapsamı, zeytinyağı üretim süreçlerinin, Altı Sigma çerçevesinde gerçekleştirilmiş olmasıdır. Buna ek olarak Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü örnek uygulamada işlenmiştir. Her bir aşamada, Altı Sigma yönteminin uygun araçları seçilip uygulaması yapılmıştır. Uygulamanın hedefi ise Altı Sigma yöntemi ve araçları ile seçilmiş en kritik hata noktasının hatalarını bir minimuma indirip, Altı Sigma değerini yükseltmek ve böylece kalite standartını arttırmaktır.

#### **3.1.1. Kuyucak İmamoğulları Zeytinyağı Fabrikası**

İmamoğulları tam otomatik zeytinyağı fabrikası 1994/95 zeytinyağı sezonunda dört hissedar tarafından Aydın/Kuyucak 'da kurulmuştur. Fabrikanın kapalı alanı 750 m<sup>2</sup> iken toplam 14 dönüm üzerinde kurulmuştur. Fabrika, İsveç ithali olan Alfa Laval makinelerini kullanmaktadır. Makinaların biri 1994 senesinde alınmıştır ve günde en fazla 60 ton zeytin işleyebilmektedir, ikincisi ise 1997 senesinde ithal edilip zeytin işleme kapasitesi en fazla 40 ton olmaktadır. İki makinada aynı anda toplam sekiz farklı gözde beş ton zeytin işleyebilmektedir.

Fabrika üç fazlı üretim gerçekleştirilmesiyle birlikte, zeytinlerin süreçlerden geçip yağa dönmesi için, müşteriler ücretlendirilir veya fabrikaya yağ bırakılır.

İmamoğulları, kaliteli zeytinyağı üretimine çok büyük önem vermektedir. Fabrikaya dip zeytin veya fermente olmuş zeytin getiren müşterilerin ürünleri, diğer müşterilerin zeytinyağlarının kalitesini olumsuz etkileyebileceği için, kesinlikle işlenmemektedir. Fabrika hissedarları süreçlerde kalite açısından yetersiz gördükleri noktaları, kendi imkanlarıyla düzeltmeye çalışmaktadır. Örneğin, ürünlerin temiz su ile yıkanması için, su haznelere özel bir boru sistemi döşetilip, kirli suyun akmasına ve sürekli temiz suyun haznelere girmesi sağlanmıştır.

Süreçlerin kalite açısından daha iyi çalışması için, Altı Sigma düşüncesi ve uygulamalı çalışması fabrika hissedarları tarafından kabul edilmiştir.



Şekil 3.1. İmamoğulları Zeytinyağı Fabrikası

Fabrika ile yapılan mülakat sonuçları ve ayrıntılı araştırmaların sonunda elde edilen bulgular, gelecek noktalarda yer almaktadır.

### **3.2. Araştırmanın Yöntemi**

Bu çalışmanın yöntemi 1.5.'de açıklık kazandığı gibi Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü içerisinde uygulanmıştır. Müşteri memnuniyetini ve Sigma değerini iyileştirmeye yönelik, döngünün her bir aşaması için uygun Altı Sigma yöntemleri seçilmiştir. Bu çerçeve içerisinde ilk olarak zeytinyağı üretim süreçlerindeki sorunlar İmamoğulları Zeytinyağı Fabrikası ve zeytin yetiştiricileri ile tartışılmış ve süreçlerde gerçekleşebilecek hatalar birer birer irdelenmiştir. Bu mülakatlar sonrası, süreçlerin ciddi sorunlar içerdiği tespit edilmiş ve süreçlerin bir Altı Sigma projesi kapsamında iyileştirilmesi uygun görülmüştür.

#### **3.2.1. Altı Sigma Tanımlama Aşamasının Uygulanması**

Tanımlama aşamasında ilk olarak müşterinin zeytinyağı kalitesi ile ilgili istekleri ve gereksinimlerine yönelik bilgiler elde edilmiştir. Daha sonra Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı ve Müşteri (TGSCM) analizi ile ürünün malzeme akışı ve müşterileri görselleştirilmiştir. Müşterinin sesi araştırıldıktan sonra, zeytinyağlarının müşterilerin beklentilerini yeterince karşılanmadığı mülakat ve araştırma yöntemi ile tespit edilmiştir. Bu yüzden kalite yetersizliğini Altı Sigma



çalışması ile uygulamaya yönelik Proje Beyanı hazırlanmıştır. Detaylı bilgiler aşağıdaki noktalarda verilecektir.

### **3.2.1.1. Müşterinin sesi**

Öncelikle zeytinyağı fabrikasına gidilmiş ve müşteriler, fabrika sahipleri ve operatörlerle, müşterinin sesi analizinin bir yöntemi olan "röportaj yöntemi" uygulanmıştır. Buradan elde edilen ilk bilgiler ve gözlemlerde tüm üretim süreçlerinde hatalı noktaların mevcut olduğu tespit edilmiştir. Sızma zeytinyağı üretilebilmesi için, zeytinlerin su, hava, ısı veya yabancı maddelerle temas etmemesi gerektiği, çalışmanın ikinci bölümünde açıklanmıştır. Hatalı süreçlerin detaylı irdelenebilmesi için, mülakatlar ve araştırmalar sene boyunca devam etmiştir. İmamoğulları'na göre, üretimde mevcut olan hata noktaları ise üretilen zeytinyağının temel kaliteyi sağlamadığı ortaya çıkmıştır. Piyasada böylece gerçek Sızma zeytinyağı bulunmadığı tespit edilmiştir. Yurdumuzun insanı ise kalitesiz zeytinyağı tüketimine alışkın olduğundan, kalitesiz zeytinyağını fark edemez duruma gelmiştir, çünkü piyasadaki zeytinyağının tadına ve kokusuna alışmış bulunmaktadır. Yani, üretilen ile müşterilerin beklentisini karşılayan yağların arasında büyük bir fark vardır.

Müşterilere, zeytinyağı fabrikası sahiplerine, çalışanlarına ve zeytinyağı sektöründe bulunan tüm üyelerine süreçlerde sorunların mevcut olup, Sigma değerini çok düşürdüğünü kanıtlayabilmek için bu çalışmanın zeytinyağı sektörüne büyük katkılar sağlayacağı düşünülmüştür. Bunun için aşağıdaki noktalarda ilk olarak Tedarikçiler, Girdiler, Süreç, Çıktılar ve Müşteriler (TGŞÇM) analiziyle malzeme akışı görselleştirilmiştir. Sonra, süreçler analiz edilip, mevcut hataları, Hata Türü ve Etkileri Analizi ile bulunup, değerlendirmeleri yapılmıştır. Son olarak, en büyük hatanın iyileştirilmesi için, uygun çözüm yolları gösterilip, mevcut olan düşük Sigma değerini yükseltmeye yönelik çalışmalar devam etmiştir.

### **3.2.1.2. Tedarikçi, girdi, süreç, çıktı ve müşteri diyagramı analizi**

Tanımlama aşamasının bu bölümünde Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı ve Müşteri (TGŞÇM) analizi yapıлып, detaylı bir süreç şeması elde edilmektedir. Analize göre, tedarikçiler genellikle bölgede zeytin üretenlerden, kooperatiflerden ve fabrikanın kendi gereksinimlerinden oluşmaktadır. Girdi ise bölgede yetişen farklı zeytin çeşitleri olmak üzere zeytinyağı üretim sürecine girmektedir. Üretim

şekline göre elde edilen çıktılar ise zeytinyağı olmaktadır. Süreç sonu elde edilen zeytinyağları tekrar zeytin yetiştiricileri, kooperatifler, fabrikaya gelen tüketiciler veya piyasaya satmak için zeytinyağı fabrikası tarafından satın alınmaktadır.

Çizelge 3.1. İmamoğulları ISO 9001:2008'e göre Zeytinyağı Üretimi için (TGŞÇM) Analizi

Suppliers Tedarikçiler	İnputs Girdi	Process/ Süreç	Outputs Çıktı	Customers Müşteriler
Zeytin yetiştiricileri Zeytinyağı fabrikası Kooperatifler	Bölgelere göre farklı zeytin çeşitleri	<p>Zeytinyağı üretim süreçleri</p> <p>Süreç Haritası:</p>	Zeytinyağı çeşitleri	Zeytin yetiştiricileri Kooperatifler Nihai müşteri Zeytinyağı fabrikası

Kaynak: (İmamoğulları, 2014-2015)

Çizelge 3.1.'de İmamoğulları'nın ISO 9001:2008'e göre TGŞÇM sürecini göstermektedir. Müşterinin Sesi araştırması ve TGŞÇM analizinin sonucunda elde edilen bilgilere göre üretim süreçlerinde hataların mevcut olduğu tespit edilmiş ve 3.2.1.3.'de proje beyanı hazırlanmıştır.

### 3.2.1.3. Proje beyanı

Daha önce belirtildiği gibi, insanlar zeytinlerin belli süreçlerden geçip, elde edilen yağın sızma zeytinyağı olduğunu düşünmektedirler. Fakat müşteriler tarafından beklenen kalite, piyasada mevcut kalite ile çelişmektedir. Bu da süreç boyunca yapılan hatalara bağlıdır. Çalışmanın amacı bu yüzden, zeytin sektörünü ve tüketicileri bilgilendirmek ve aynı zamanda mevcut düşük Sigma değerini düzeltmeye yönelik, bilimsel bir çalışma sunmaktır. Bu uygulamayı yapabilmek için proje beyanı hazırlanmıştır.

### Çizelge 3.2. Proje Beyanı

<b>Altı Sigma- Proje Beyanı</b>			
<b>Proje ismi</b>	Altı Sigma proje çerçevesinde zeytinyağı üretim süreçlerinde Hata Türü ve Etkileri Analizi ile yapılan hata analizi ve Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı hesaplaması ile süreç iyileştirmesi.		
<b>Sorun tanımı</b>	Hatalı üretimden dolayı elde edilen düşük Sigma değeri.		
<b>Proje neden şimdi uygulanmalı?</b>	2014/15 sezonunda uygulanıp, başarı ile tamamlandıktan sonra bir sonraki sezonda zeytinyağın kalitesini iyileştirip, nihai müşteriyi en kısa zamanda memnun etmek için.		
<b>Hedefler</b>	Elde edilen yüksek zeytinyağı kalitesi ile dünyada yaygın olan 3 veya 4 Sigma değeri ile şirketin faaliyetini sürdürülebilmesi.		
<b>Pojenin faydası (iç ve dış müşteriler için)</b>	Süreçleri analiz edip kritik hata noktalarını bulduktan sonra, en büyük hata ile başlayıp, Altı Sigma çerçevesinde işçileri eğitip, kritik hata noktasını yok etmek veya mümkün olan en düşük seviyeye getirmek, nihai müşterilerin ürün memnuniyetini arttıracaktır.		
<b>Faydaları (maliyette, zamanda ve kalitede ölçülebilir iyileştirme)</b>	İyileştirme aşaması sonrası, zeytinyağların kalite artışından dolayı, hatanın düştüğünü ve Sigma değerinin yükseldiğini görmek ve böylece yükselmiş olan üretim kalitesinden faydalanmak.		
<b>Proje tanımlanması</b>	<b>Yapılan işlem</b> Müşteri gereksinim ve beklentilerini göz önünde bulundurarak, beklenen zeytinyağı kalitesine ulaşmak.	<b>Yapılmayan işlem</b> Odak noktası en yüksek Risk Öncelik Sayılı hatadır (en kritik hata noktasıdır). Diğerleri başka projelerde çözümlenebilir.	<b>Temel koşullar</b> Uygulama öncesi şirkette çalıştay düzenleyip, işçilerin Altı Sigmayı anlamalarını sağlamak.
<b>Zaman çizelgesi</b>	<b>Başlangıç:</b> <b>Bitiş:</b> <b>Dönüm noktaları:</b>	<b>Sorumluluk sahipleri</b> 1. Bihter Biçer Oymak 2. Veysel Öner (hissedar) 3. İbrahim Öner (hissedar)	4. İbrahim Kılıç (operatör)
<b>Tarih</b>	2013/2014 sezon başı	<b>Tarih</b>	2013/2014 sezon başı
<b>Takım yöneticisinin imzası</b>	Bihter Biçer Oymak	<b>Sorumlu kişinin imzası</b>	Veysel Öner

Proje beyanı hazırlandıktan sonra süreçteki hataları bulmaya yönelik Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsünün ölçme aşamasında Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yapılmıştır.

### **3.2.2. Altı Sigma Ölçme Aşamasının Uygulaması**

Gerekli verilerin toplanılması, ölçme aşamasında ele alınmıştır. 2013/14 ve 2014/15 zeytinyağı üretim sezonlarında toplanan veriler, süreçleri daha iyi anlamaya yardımcı olmuştur. Aynı zamanda hatalar ve onların kaynakları bulunabilmiştir. Bu şekilde müşteri memnuniyetini iyileştirmeye yönelik takım çalışanları ile beraber kapsamlı beyin fırtınası yapılmıştır. Bu beyin fırtınasının sonuçları Sebep- Sonuç analizinde ve iyileştirme aşamasında yer alacaktır. HTEA analizinde gösterilen hatalar ve onların etkileri Risk Öncelik Sayıları'nın belirlenebilmesinde yardımcı olmuştur.

#### **3.2.2.1. Hata türü ve etkileri analizi (HTEA)**

Hata Türü ve Etkileri Analizi ile, zeytinyağı üretim süreçlerinde karşılaşılabilecek hatalar, her bir süreç için bulunmuştur. Takım çalışanları ile birlikte HTEA formu oluşturulup, potansiyel hata türleri ve onların potansiyel hata etkileri ve nedenleri forma doldurulmuştur. Daha sonra önem, sıklık ve yakalanma dereceleri belirlenip Risk Öncelik Sayıları hesaplanmıştır. Ek 5'de bu süreçlerin HTEA analizi bulunmaktadır. Analiz yapıldıktan sonra, her bir sürecin beş en yüksek Risk Öncelik Sayısı belirlenip, tek bir Hata Türü ve Etkileri Analiz'i formu elde edilmiştir. Bu form çizelge 3.3.'de gösterilmektedir.

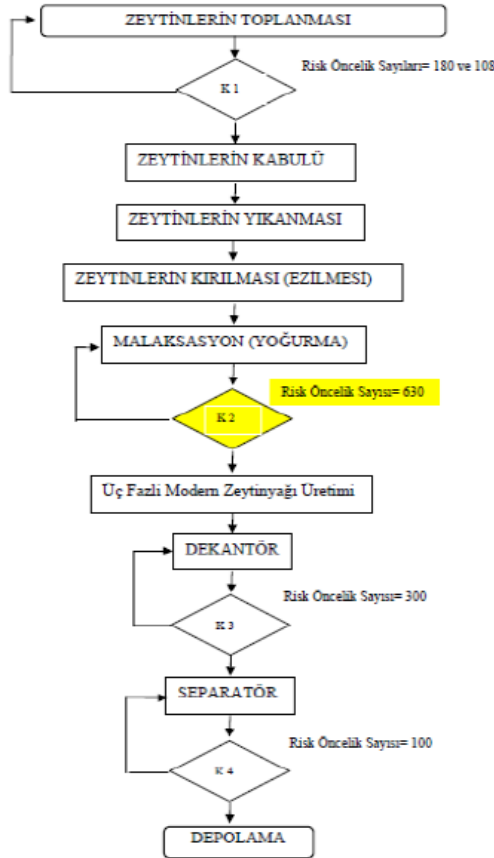
Çizelge 3.3. Zeytinyağı Üretiminin Hata Türü ve Etkileri Analizi, Risk Öncelik Sayısının Sıralanması

Süreç/ Faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAFTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
4	Malaksasyon	Isının yüksek tutulması, 50-70 derece olabiliyor	10	Zeytinyağının yakılması ve besin aldığımız enzimlerin düşmesi. Extra naturel sızma zeytinyağı elde edilmesi mümkün değildir, primanın yakılması ve böylece zeytinyağının kokusunu, tadını ve kalitesini olumsuz etkilemesi	9	7	630
5	Dekantör	Dekantöre su verilmesi	10	Zeytin hamuru içerisindeki fenol bileşenlerin ve antioksidanların suya karışması ile daha sonra dekantörde yapılacak ayırma işleminde yapılacak ayırma işleminde kaybolup gitmesi, zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler, sızma zeytinyağı elde edilemez	10	3	300

Çizelge 3.3. Zeytinyağı Üretiminin Hata Türü ve Etkileri Analizi, Risk Öncelik Sayısının Sıralanması (devam)

Süreç Sayısı	Süreç/ Faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/KAVKALAMA	RÖS
1	Toplama	Toplamada yanlış muhafaza edilmesi, zeytinin çuvallar ile tesise götürülmesi ve yine çuvallar içinde fazla bekletilmesi	Zeytinin imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, sıkıldığında yağın kalitesizliği	10	İnsanların bilinçsizliği	6	3	180
1	Toplama	Dip zeytinin kullanılması	Zeytinin imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, kalitesiz zeytinyağı elde edilmesi, zeytinyağının kokulu ve tadım olumsuz etkilemesi	9	İnsanların bilinçsizliği	6	2	108
6	Separatör	Separatöre su verilmesi	Zeytinin içerdiği fenol bileşenlerin ve antioksidanların suya karışması ve kaybolup gitmesi, zeytinyağının kalitesini olumsuz etkiler, sızma zeytinyağı elde edilemez	10	Makinelere su verilmeden ayırma sürecini gerçekleştirilmiyor olmaları	10	1	100

Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne göre en yüksek Risk Öncelik Sayısı dördüncü süreç olan karıştırma/yoğurma, yani malaksasyon sürecinde ortaya çıkmıştır. Bu süreç esnasında, Potansiyel Hata Türü "Isının yüksek tutulması" olarak belirlenmiştir. İmamoğulları'na göre Sızma zeytinyağı elde edebilmek için bu süreç boyunca ısının 30 dereceyi geçmemesi gerekmektedir, aksi takdirde Sızma zeytinyağı üretimi mümkün olmamaktadır. Bu potansiyel hata türünün Risk Öncelik Sayısı 630 olarak hesaplanmıştır ve diğer hataların Risk Öncelik Sayıları ile kıyaslandığında oldukça yüksek ve böylece ciddi bir hata noktası olduğunu göstermektedir. Müşteri memnuniyetinin temel kalite beklentisini de böylece karşılamamaktadır. Aşağıda Hata Türü ve Etkileri Analizi sonuçları American National Standards İnstitute (ANSI) diyagram simgeleriyle çizilmiştir.



Şekil 3.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne göre Süreç Haritasının Kontrol Noktaları

Bu sorunu iyileştirip, Sigma seviyesini yükseltmeye yönelik çalışmanın analiz aşamasında, Pareto Analizi ile Risk Öncelik Sayıları gösterilip, daha sonra en büyük sorunun Sebep- Sonuç Analizi yapılmıştır. Son olarak, mevcut Sigma değeri Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi (DPMO) ile hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Altı Sigma Analiz Aşaması'nın Uygulaması

Tanımlama ve ölçme aşamalarından sonra zeytinyağının düşük kalitesine sebep olan en yüksek potansiyel hata malaksasyon sürecinde "Isının yüksek tutulması" bilgisine ulaşılmıştır. En yüksek Risk Öncelik Sayı'larına sahip olan ve zeytinyağının kalitesini olumsuz etkileyen beş potansiyel hata aşağıdaki Pareto Analizi ile görselleştirilmiştir. Daha sonra en yüksek hata, Sebep- Sonuç Analizi ile irdelenip, Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi (DPMO) ile mevcut Sigma değeri bulunmuştur.

#### 3.2.3.1. Pareto analizi

Bu çalışmanın birinci bölümünde Pareto Analizi'nde verilerin önemlilik derecesine göre sıralandığı dile getirilmiştir. Çalışmada, Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin sonuçları kullanılarak, aşağıdaki Risk Öncelik Sayısı'na göre Pareto Analizi belirlenmiştir.

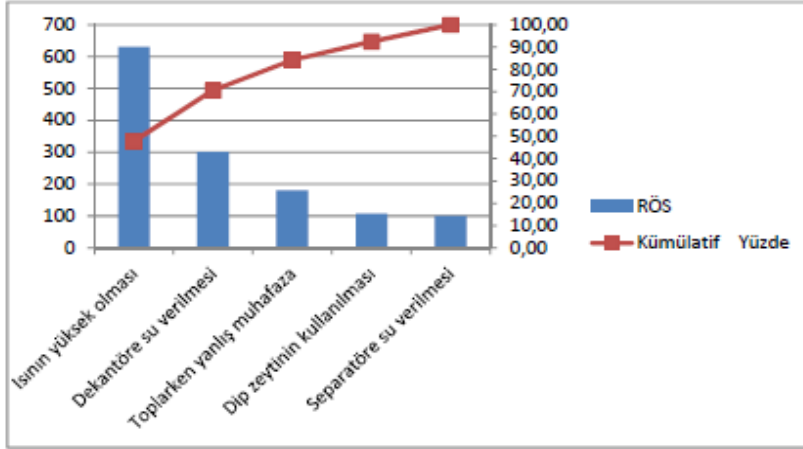
Çizelge 3.4. Risk Öncelik Sayısı'na göre Pareto Analizi

Süreç No:	Süreç İsmi:	Potansiyel Hata Türü	RÖS	Kümülatif Sayı	Kümülatif Yüzde
4	Malaksasyon	Isının yüksek olması	630	630	47,80
5	Dekantör	Dekantöre su verilmesi	300	930	70,56
1	Toplama	Toplarken yanlış muhafaza	180	1110	84,22
1	Toplama	Dip zeytinin kullanılması	108	1218	92,41
6	Separatör	Separatöre su verilmesi	100	1318	100,00

Yukarıdaki çizelgeye göre müşteri memnuniyetini olumsuz etkileyen ve süreç içerisinde en yüksek hatalara sebep olan beş tane nokta gösterilmiştir. Aşağıdaki şekilde, pareto kanununa göre, problemlerin %80 'ni, yani "Isının yüksek tutulması" ve "Dekantöre su verilmesi" üretim sürecini olumsuz etkileyen birçok sebep arasından büyük bir orana sahiptir ve zeytinyağı üretimini en çok etkileyen sebepler olarak, Hata Türü ve Etkileri Analizi'nden türemiştir. Çalışmada, bu analiz



ve iyileştirme aşamalarında sadece en yüksek Risk Öncelik Sayısı'na sahip olan, "Isının yüksek tutulması" hata noktası işlenecektir.



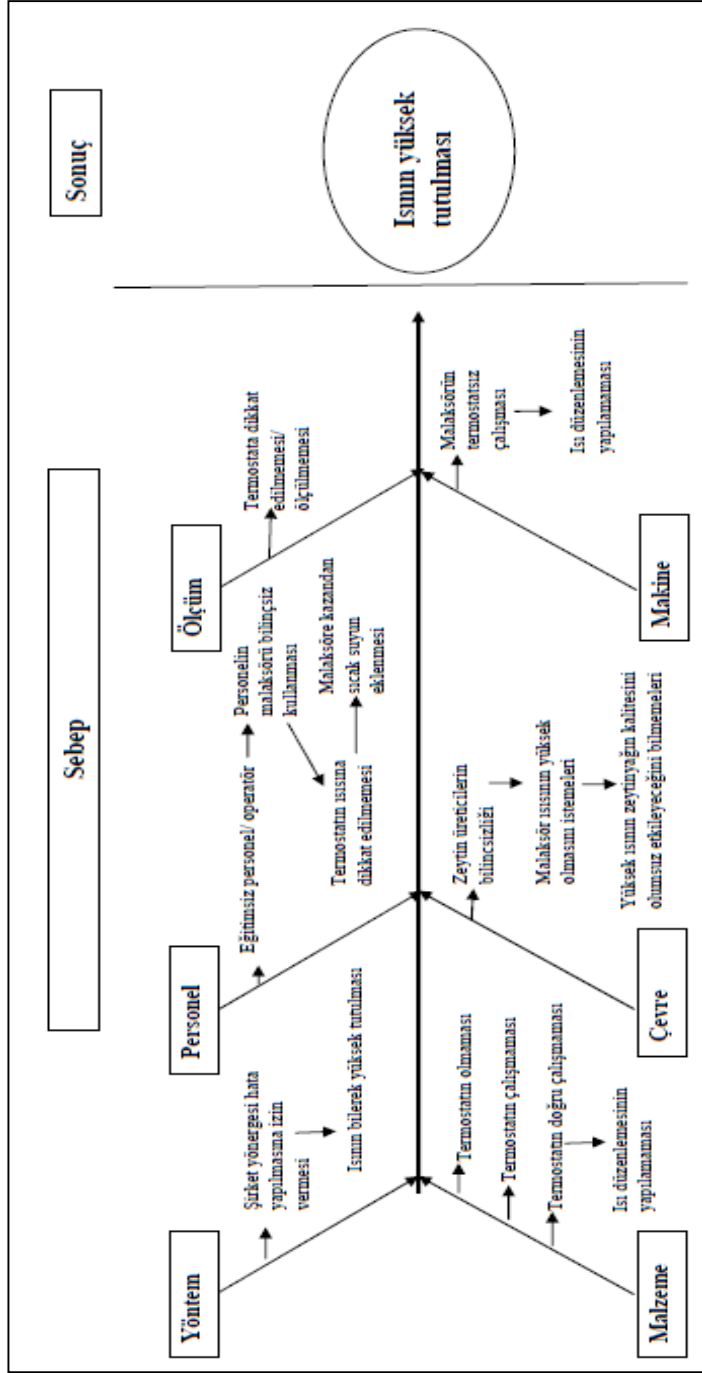
Şekil 3.3. Risk Öncelik Sayısı'na göre Pareto Analizi

Pareto Analizi yapılip süreci olumsuz etkileyen en önemli hata bulunduktan sonra, bu hatanın sebeplerini bulmaya yönelik, bir sonraki noktada Sebep-Sonuç Analizi'nden faydalanılacaktır.

### 3.2.3.2. Sebep-sonuç analizi

Çalışmanın birinci bölümünde belirtildiği gibi, Sebep-Sonuç Analizi, hatanın sebeplerini tanımlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, bulunan probleme yol açan tüm olası sebepleri bulmaya ve en ince ayrıntısına kadar ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Zeytinyağı üretim sürecinde "Isının yüksek tutulması" hatası, Hata Türü ve Etkileri Analizi'nde en yüksek Risk Öncelik Sayısını elde etmişti. Bu çalışmada Altı Sigma takım çalışanları ile beyin fırtınası sonucunda bu probleme yönelik aşağıdaki Sebep- Sonuç Analizi elde edilmiştir.



Şekil 3.4. Sebeç-Sonuç Analizi "Isının Yüksek Tutulması"

Şekil 3.4 'de "Isının yüksek tutulması" hatasına sebep olan altı temel faktör vardır: Yöntem, Personel, Ölçüm, Malzeme, Çevre ve Makine. Sebep-Sonuç Analizi'nde her bir temel faktör için hata sebepleri gösterilmiştir. Bu sebeplerin hepsi, ana sorunun oluşmasına yol açmaktadır. Belirtilen tüm hatalar, çalışma için mülakatlardan ve farklı kaynaklardan araştırılıp, daha sonra 2013/14 ve 2014/15 sezonlarında takip edilmiştir.

Elde edilen bulgulardan sonra, aşağıdaki noktada "Isının yüksek tutulması" hatasının mevcut Sigma seviyesi Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) Analizi ile elde edilmiştir.

### 3.2.3.3. Milyon fırsat başına hata sayısı analizi ile sigma değerinin hesaplanması

Bu başlık altında "Isının yüksek tutulması" hatasının Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) belirlenmiştir. Bunun için 2013/14 zeytinyağı üretim sezonunun müşteri sayıları, sürecin hata ve doğru payları ile zeytinyağı fabrikasından temin edilmiştir.

Çizelge 3.5. "Isının Yüksek Tutulması"- Müşteri Sayısı 2013/14 Sezonu

Ay	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	Toplam Müşteri	Hatalı Pay	Doğru Pay	Doğru Yüzdesi
Ekim	0	0	8	17	25	23	2	8,00%
Kasım	64	112	125	134	435	406	29	6,67%
Aralık	140	135	127	78	480	443	37	7,71%
Ocak	35	24	22	9	90	82	8	8,89%
<b>Toplam</b>					<b>1030</b>	<b>954</b>	<b>76</b>	<b>7,38%</b>

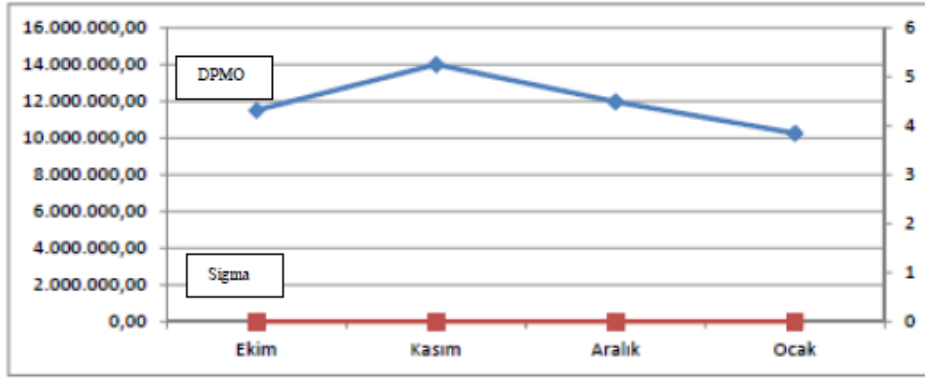
Çizelge 3.5., sezonun toplam müşteri sayısını, hata payını, doğru payını ve doğru yüzdelere göstermektedir. Bu verileri kullanarak, aşağıdaki Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) hesaplanmış ve Ek 4'deki Sigma tablosu kullanılarak mevcut Sigma değeri bulunmuştur.

Çizelge 3.6. "Isının Yüksek Tutulması"- Sigma Değeri Hesaplaması 2013/14 Sezonu

Karakteristik Tipi (Characteristic Type)	Hata (Defects)	Birimler (Units)	Fırsat (Opportunity)	Toplam Fırsatlar (Total Opportunities)
Tanımlama	D	U	OP	TOP= UxOP
Ekim	23	25	8,00%	2,00
Kasım	406	435	6,67%	29,01
Aralık	443	480	7,71%	37,01
Ocak	82	90	8,89%	8,00
Toplam Sezon için	954	1030	7,38%	76,01

Birim Başına Hata (Defects Per Unit)	Toplam Fırsat Başına Hata (Defects Per Total Opportunities)	Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (Defects Per Million Opportunities)	Sigma Değeri
DPU= D/U	DPO= D/TOP	DPMO= DPOx1.000.000	Tablo Ek 4
0,92	11,5	11.500.000,00	0
0,93333333	13,9930035	13.993.003,50	0
0,92291667	11,97038478	11.970.384,78	0
0,91111111	10,24871891	10.248.718,91	0
0,92621359	12,55031968	12.550.319,68	0

Çizelge 3.6. 'ya göre, Milyon Fırsat Başına Hata Sayıları 2013/14 sezonunun her ayı için aşırı yüksek bulunmuştur. Bu bulgu Malaksasyon sürecindeki "Isının yüksek tutulması" hatasının zeytinyağı üretimini %92,62 ile olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bu sonuca göre Ek 4 'deki Sigma tablosuna bakıldığında mevcut Sigma değerinin bir bile olmadığı, hatta onun çok fazla altında olduğu görülebilmektedir.



Şekil 3.5. Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ve Sigma Değeri 2013/14 Sezonu

Bu süreçteki oldukça yüksek olan hata oranını düzeltip daha yüksek bir Sigma değerine ulaşabilmek adına, aşağıdaki noktada Altı Sigma takım çalışması çerçevesinde yapılan beyin fırtınasının önerileri bulunmaktadır.

### 3.2.4. Altı Sigma İyileştirme Aşamasının Uygulaması

Analiz aşamasında gereken analizler yapıldıktan sonra, zeytinyağı üretiminin en büyük hatası, Hata Türü ve Etkileri Analizi ile bulunmuş ve onun Sebep-Sonuç Analizi yapıldıktan sonra, en yoğun üretim hatalarının Sigma değerleri, Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi (DPMO) ile hesaplanmıştır.

Bu bulgulara dayanarak, Altı Sigma takımı içerisinde, Altı Sigma değerini yükseltmeye ve böylece hata sayısını indirmeye yönelik, beyin fırtınası düzenlenmiştir. "Isının yüksek tutulması" hatasına yönelik doğru ve en verimli çözüm yolları aşağıdaki noktada bulunmaktadır.

#### 3.2.4.1. Altı sigma iyileştirme aşamasının çözüm yolları

Zeytinyağı yetiştiricilerin çoğu, bugüne kadar malaksasyon aşamasında hamur ısısının ne kadar yüksek olursa, o kadar çok zeytinyağı elde edebileceklerini düşünmektedirler. Bu düşünce, zeytin hamurundan yağın daha kolay, hızlı ve daha verimli ayrışacağı düşüncesinden doğmaktadır. Bunun için malaksasyon kazanlarının altında bulunan su kazanlarının derecesi, operatörler tarafından yükseltilmekte ve hatta bazı zeytinyağı fabrikaları tarafından su kazanlarından sıcak

suyu hamura ekleyip böylece kaliteli ve sağlıklı zeytinyağı üretimi göz ardı edilmektedir. Bu bilinçsizliğe karşın soğuk sıkımın uygulanması, zeytinyağının kalitesini yükseltip, piyasada bilinçli insanlar tarafından daha yüksek fiyatlara satın alınabileceği bilinmemektedir.

Tüm zeytinyağı üretim süreçlerinden geçen zeytinler, Ek 4 'e göre <1 'den veya 0,5 asitli olduklarında, Natürel Sızma Zeytinyağı olarak sınıflandırılmaktadırlar. Zeytinyağının sınıfını asıl belirleyen unsur aslında bu değildir, çünkü *Olivae Horto* (2012) 'ye ve birçok başka kaynağa göre ışık, hava, yabancı maddeler, ısı ve su ile temas eden zeytinyağı, Natürel Sızma sınıfına girememektedir. Böylece yağın sınıflandırılmasında asit oranından daha çok üretim süreçleri değerlendirilmelidir. Ek 5, Hata Türü ve Etkileri Analizi çalışması sonuçlarından belli olduğu gibi, süreçlerde birçok hata bulunmaktadır. Bu çalışmada yapılmış olan Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne göre, bunlardan en belirginini malaksasyon sürecinde "Isının yüksek tutulması" olmasıdır.

Çizelge 3.7. 'nin gösterdiği gibi, Hata Türü ve Etkileri Analizi'nde ortaya çıkan, malaksasyon sürecinde "Isının yüksek tutulması" 630 Risk Öncelik Sayısı ile zeytinyağı üretiminde en büyük hata olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.7. "Isının Yüksek Tutulması" Hatası için Hata Türü ve Etkileri Analizi

Süreç Sayısı	Süreç/ Faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK	YAKALAMA	RÖS
4	Malaksasyon	Isının yüksek tutulması, 50-70 derece olabiliyor	Zeytinyağının yakılması ve besin aldığımız enzimlerin düşmesi, Sızma Zeytinyağı elde edilmesi mümkün değildir, prinanın yakılması ve böylece zeytinyağının kokusunu, tadını ve kalitesini olumsuz etkilemesi	10	İnsanların bilinçsizliği ve makinelerin termostatının çalışmaması veya çalıştırılmaması, termostatın olmaması	9	7	630	

Bu hata İmamoğulları'na göre, zeytinyağının ve prinanın yakılmasına ve böylece yağın tadını ve kokusunu olumsuz etkilemesine, besin aldığımız enzimlerin

düşmesine ve böylece Sızma Zeytinyağı kategorisine girememesine yol açmaktadır. Hatayı yok etmek veya hata oranını düşürmek adına, çalışmada en doğru ve verimli çözüm yolları bulunabilmesi için, Altı Sigma takım çalışması çerçevesinde birkaç toplantıda beyin fırtınası yapılmıştır. Sebep-Sonuç Analizi yardımı ile, önerilen tüm çözüm yolları, detaylı irdelenmiş ve hatayı en etkin şekilde iyileştirecek olan aşağıdaki çözüm kararlarına varılmıştır:

### **Yöntem:**

Kaliteli, yani Natürel Sızma zeytinyağı elde edebilmek adına, malaksasyon sürecinde standart olarak soğuk sıkım uygulanması, şirketin üst yönetimi tarafından kabul görülüp benimsenmesi ve bunun için şirket yönergesinin değiştirilip, yeni soğuk sıkım kurallarının belirlenmesi gerekmektedir. Su kazanları soğuk sıkım uygulayıp, yüksek kaliteli zeytinyağı üretebilmek için, 22 dereceyi geçmemelidir. İmamğulları'na göre böylece hamurun ısısı soğuk sıkım standartlarına göre 17-19 derece olur. Avrupa Zeytinyağı Yönetmeliği ise su ısısının 27 dereceyi geçmediği taktirde Extra Natürel Sızma Zeytinyağı üretimi mümkün olacağını açıklamıştır (Der Feinschmecker, 2003-2015). Bu standartlara uyulduğu takdirde, tesislere ISO sertifikası verilmelidir. Kaliteli zeytinyağı üretme açısından, yasalara uymayan şirketlerin faaliyetleri ise doğru uygulama gerçekleşene kadar durdurulmalıdır.

Aynı zamanda su kazanlarından hamura sıcak su eklenmesi, nem ve su faktörü açısından yanlıştır, çünkü fenol bileşenlerini azaltıp, kokusunu ve tadını olumsuz etkileyip, antioksidanların kaybolmasına sebep olur ve böylece Natürel Sızma Zeytinyağları elde etmek mümkün değildir (Olivae Horto, 2012). Tesis bu süreçte, suyun soğuk veya sıcak eklenmesini yasaklayıp bunu şirket yönergesine eklemelidir.

### **Personel:**

Soğuk sıkım standartları şirket yönergesinde yer bulmadan önce, tüm şirket çalışanlarına ve en önemlisi makina operatörlerine çalıştay çerçevesinde duyurulmalıdır. Altı Sigma takım başkanı tarafından sunulan çalıştay girişinde, Altı Sigma'nın anlamı, faydaları ve önemi bilgilendirme amaçlı tanıtılmalıdır ve basit örnekler ile somut hale getirilmelidir. İşe yeni başlayan elemanlara da belli bir zaman süren ve herhangi bir Altı Sigma takım çalışanı tarafından yapılan bir çalıştay sunulmalıdır. Böylece Altı Sigma projesini bilmeyen hiçbir çalışan kalmamış ve

herkes aynı hedefe doğru çalışmış olur. Çalıştay sunumundan sonra, yeni standartlara göre takım içerisinde bir çalışma planı hazırlanır ve herkese dağıtılıp, fabrikanın bilinçlendirme panosuna da asılmalıdır. Bu yeni soğuk sıkım standartı görsel olarak birkaç kez tekrarlandıktan sonra, herkesin buna muhakkak uyması gerektiği, aksi takdirde en fazla üç kez uyarıldıktan sonra işine son verilmesine kadar cezalandırmalar uygulanacağı duyurulmalıdır. Tüm bilgiler, herkesin görebileceği şekilde, iş planında yayınlanmalıdır. Bu etkinliğin amacı kesinlikle işçileri korkutmak değildir. Aksine, onların şirket ve proje için son derece önemli olduklarını ve aynı hedefe doğru çalışmadığı takdirde projenin başarısız olacağı ve tüketicilerden istenilen ve beklenen zeytinyağı kalitesine ulaşamayacağını göstermektedir. Böylece işçilerin motive olması amaçlanmaktadır.

### **Ölçüm:**

Yöntem ve personel hatalarını iyileştirdikten sonra, makinaların, özellikle malaksörün ve ona bağlı olan termostatın, yeni soğuk sıkım standartlarına göre doğru kullanılması önem taşımaktadır. Makina üreticilerin teknik elemanları veya zeytinyağı üretimi ile ilgili çalışmaları olan bir makina mühendisi tarafından fabrikada makinanın üzerinde, canlı bir uygulama yapılmalıdır. Bu çalışanların doğru bilgilendirilmesi ve makinaları doğru kullanabilmeleri açısından olumlu bir yöntem olacaktır.



Şekil 3.6. Malaksasyon Makinasının Termostatı



Yeni iş yönergesine göre operatörler yeni ısı düzenlemelerini anlayıp onları benimsemiş olmaları, hataya yol açan ölçüm sebebi bu şekilde en aza indirilmiş olacaktır.

### **Malzeme:**

Malaksörün ısı derecesini kontrol edebilmek için termostatın olması kaçınılmazdır. Çalışmayan termostatın yerine yenisinin alınması veya kullanılmayan termostatın doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilip tekrar faaliyete girmesi, yeni şirket yönergesi ve Altı Sigma anlayışına göre, çok büyük bir önem taşımaktadır. Termostatın bu süreçte sürekli çalışıp kontrol edilmesi "Isının yüksek tutulması" hatasını Hata Türü ve Etkileri Analizi'ndeki Risk Öncelik Sayısı'nı düşürecektir.

### **Çevre:**

"Isının yüksek tutulması" hatasına büyük sebep olup, aynı zamanda en zor uygulanabilecek olan nokta, zeytin üreticilerinin zeytinyağı elde etme süreçleri ile ilgili yeterince bilgiye sahip olmamalarıdır. Daha fazla zeytinyağı elde edebilmek adına, malaksörün ısısının yüksek tutulmasını istemeleri zeytinyağın kalitesini olumsuz etkilediğini bilmemelerinden kaynaklanmaktadır. Yapılan bazı araştırmalara göre soğuk sıkım işleminin ve sıcak sıkım işleminin arasındaki zeytinyağı artış oranı sadece %1 iken, zeytinyağın kalitesi sıcak sıkımda %90 'na varan oranlara kadar kalite kayıpları yaşamaktadır (Olivae Horto, 2012). Bu yüzden zeytin üreticilerinin, zeytinyağı üretim süreçlerini olumsuz etkilememeleri için ciddi anlamda eğitim almaları gerekmektedir. Bu eğitim zorunlu olup bir sınav ve sertifika veya zeytin üretim onayı lisansı ile sonuçlanmalıdır. Belgeye sahip olmayan üreticilere ise zeytin üretim yasağı getirilmelidir. Eğitime katılıp, belgeye sahip olan ve zeytinyağı üretim sürecini olumsuz etkilemeye çalışan üreticilerin, zeytinleri fabrika tarafından reddedilip sıkıma izin verilmemelidir. Bunun için devlet tarafından düzenli ve gizli denetlemeler uygulanmalıdır.

Devlet tarafından yapılması gereken başka bir gizli işlem ise zeytinyağlarının uzmanlar tarafından duyuşal özelliklerine yönelik denetlenmesidir. Zeytin meyvesinin doğal tadı acıdır ve malaksasyon sürecinde su eklenmediğinde genzi yakmaktadır. Ancak sürece soğuk veya sıcak su eklendiğinde zeytinyağı bu doğal özelliğini kaybetmektedir. Ülkemizde, her ne kadar tarım bakanlığı tarafından kabul

edilen zeytinyağlarının sınıflandırılması için kimyasal analizler yapılıyor olsada, buna ek olarak duyu analizlerin de uygulanması gerektiği yasalardır, fakat bu yasaya sektör içinde uyulmamaktadır. Fabrikaların zeytinyağının içindeki fenol bileşenlerini ve antioksidanları dikkate alarak, zeytinyağının kimyasal bileşenleri kodekse uyduğunda, zeytinyağlarına Natürel Sızma sınıfı verilmelidir (Olivae Horto, 2012). Bu yüzden devletin zorunlu ve gizli duyu analizler yapması "Isının yüksek tutulması" hatasını indirebilecektir. Bu bağlamda, çalışmanın diğer bir önerisi mevcut yasalara fabrika ve devlet tarafından zorunlu olarak uyulmasıdır.

### **Makine:**

Yeni yönergeye göre, malaksörün termostatsız veya doğru çalışmayan termostat ile çalışması yasaklanmalıdır. Doğru çalışmayan termostatı fark edip haber vermeyen veya termostatın ısısını kontrol etmeyen operatörler ise şirket planına göre uyarılmalıdırlar. Termostatın durmaksızın kontrol edilip ısı düzenlemesine göre çalıştığı her zaman operatör tarafından garanti altına alınmalıdır.

Tüm bu iyileştirmeye yol açan çözüm yolları şirket tarafından uygulandığında, hata oranı düşürülecek ve Sigma değeri yükselecektir.

Bu çözüm yolları süreçte uygulandıktan sonra iyileştirilmiş sürecin yeni Risk Öncelik Sayısı, Hata Türü ve Etkileri Analizi ile aşağıdaki noktada tekrar hesaplanmıştır.

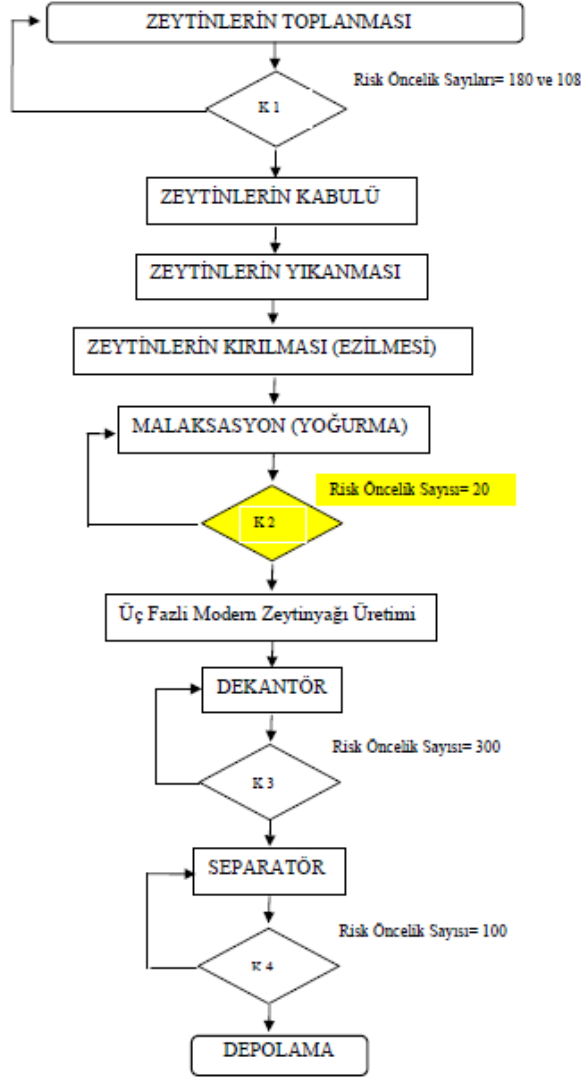
### **3.2.4.2. Altı Sigma iyileştirme aşamasının hata türü ve etkileri analizi**

Hata sayısını düşürecek olan çözümler uygulanınca, Hata Türü ve Etkileri Analizi yardımıyla yeni Risk Öncelik Sayısı şöyle olacaktır:

Çizelge 3.8. "Isının Yüksek Tutulması" Hatası İçin İyileştirme Aşamasından Sonra Elde Edilen Yeni Risk Öncelik Sayısı

Süreç Sayısı	Süreç/ Faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
4	Malaksasyon	Isının yüksek tutulması, 50-70 derece olabiliyor	Zeytinyağının yakılması ve besin aldığımız enzimlerin düşmesi, Sızma Zeytinyağı elde edilmesi mümkün değildir, prinanın yakılması ve böylece zeytinyağının kokusunu, tadını ve kalitesini olumsuz etkilemesi	10	İnsanların bilinçsizliği ve makinelerin termostatının çalışmaması veya çalıştırılmaması, termostatın olmaması	2	1	20

Çizelge 3.8. 'deki yeni Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne göre, çözüm yolları uygulandığında, hatanın Risk Öncelik Sayısı yirmiye düşebilmektedir. Operatörlerin ısıyı, yani termostatı, kontrol edebilmeleri için sürekli malaksörün başında kalmaları mümkün değildir. Yeni gelen zeytinlerin kontrolünü, diğer makinaların ayarlarını ve bazen birkaç üretim sürecini aynı anda kontrol ettikleri için, küçük bir hata payı göz ardı edilmemelidir. Termostatlar mevcut olup, doğru kullanıldığı takdirde, ısı hatasını hemen yakalama olasılığı çok yüksektir. Bu kritik hata noktasının önem derecesi ise daima on olarak kalmalıdır. Eski kritik hata noktasının Risk Öncelik Sayısı 630 'dan 20 'ye düşürülebildiği için Altı Sigma projesi, yeni süreç haritasında gösterildiği gibi, başarı ile tamamlanmıştır.



Şekil 3.7. İyileştirme Aşaması Sonrası Yeni Süreç Haritası

Kontrol aşamasında yeni Risk Öncelik Sayısı'na göre, yeni Milyon Fırsat Başına Hata Analizi (DPMO) yapılp iyileştirilmiş sürecin yeni Sigma değeri hesaplanacaktır.

### 3.2.5. Altı Sigma Kontrol Aşamasının Uygulaması

İyileştirme Aşaması'nın çözüm yolları uygulandıktan sonra, Hata Türü ve Etkileri Analizinden elde edilen yeni Risk Öncelik Sayısı 630 'dan 20 'ye düşmüştü. Bu iyileşmenin yok olamaması için iyileşme sürekli kontrol edilmelidir. "Isının

yüksek tutulması" hatasını tamamen giderene kadar Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü, Kaizen düşüncesine göre durmaksızın devam etmelidir. Bu çalışmada Sigma değerlerini belirlemek için kullanılan Milyon Fırsat Başına Hata Analizi (DPMO) aşağıdaki noktada sürecin olumlu iyileştiğini, yükselmiş Sigma değeri ile göstermektedir.

### 3.2.5.1. Altı Sigma kontrol aşamasının milyon fırsat başına hata sayısı analizi

İyileştirme aşamasından sonra, yeni Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) hesaplanır. Şekil 3.8. 'da gösterildiği gibi, 2014/15 sezonunun toplam müşteri sayısı, hata payı, doğru payı ve doğru yüzdeleri ile birlikte gösterilmektedir.

Çizelge 3.9. "Isının Yüksek Tutulması"- Müşteri Sayısı 2014/15 Sezonu

Ay	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	Toplam Müşteri	Hatalı Pay	Doğru Pay	Doğru Yüzdesi
Ekim	0	0	9	19	28	8	20	71,43%
Kasım	58	74	84	114	330	24	306	92,73%
Aralık	136	127	77	45	385	19	366	95,06%
Ocak	38	40	34	28	140	4	136	97,14%
<b>Toplam</b>					<b>883</b>	<b>55</b>	<b>828</b>	<b>93,77%</b>

Çizelge 3.9. 'daki yeni verilere göre, iyileştirme aşamasında sunulan çözüm yollarının uygulamasıyla birlikte, hata payları 2014/15 sezonunda oldukça düşmüş ve doğru payları çıkmıştır. Bu olumlu gelişme, aşağıdaki Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DMPO) hesaplamasını da doğrudan olumlu etkilemektedir.

Çizelge 3.10. "Isının Yüksek Tutulması"- Sigma Değeri Hesaplaması 2014/15 Sezonu

Karakteristik Tipi (Characteristic Type)	Hata (Defects)	Birimler (Units)	Fırsat (Opportunity)	Toplam Fırsatlar (Total Opportunities)
Tanımlama	D	U	OP	TOP= UxOP
Ekim	8	28	71,43%	20,00
Kasım	24	330	92,73%	306,01
Aralık	19	385	95,06%	365,98
Ocak	4	140	97,14%	136,00
<b>Toplam Sezon için</b>	<b>55</b>	<b>883</b>	<b>93,77%</b>	<b>827,99</b>

Birim Başına Hata (Defects Per Unit)	Toplam Fırsat Başına Hata (Defects Per Total Opportunities)	Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (Defects Per Million Opportunities)	Sigma Değeri
DPU= D/U	DPO= D/TOP	DPMO= DPOx1.000.000	Tablo Ek 4
0,28571429	0,399992	399.992,00	1,75
0,07842907	0,078429066	78.429,07	2,95
0,04935065	0,051915263	51.915,26	3,15
0,02857143	0,02941263	29.412,63	3,35
<b>0,06228766</b>	<b>0,066425995</b>	<b>66.426,00</b>	<b>3,05</b>

Çizelge 3.10. 'nun gösterdiği gibi, sezon 2013/14 'de sıfır olan Sigma değeri çözüm yolları uygulandıktan sonra, 2014/15 sezonu için toplam 3,05 'e çıkmıştır. Bu Sigma değeri nokta 1.4. 'e bakıldığında çok olumlu bir sonuç göstermektedir, çünkü Bergbauer (2008:3) 'e göre Sigma seviyesi şirketlerin çoğunda 3 veya 4 olmaktadır. Böylece bu çalışmada "Isının yüksek tutulması" hatasının Risk Öncelik Sayısı 'nın düşürülmesi ile birlikte dünya standartlarına ulaşılabilmiştir.

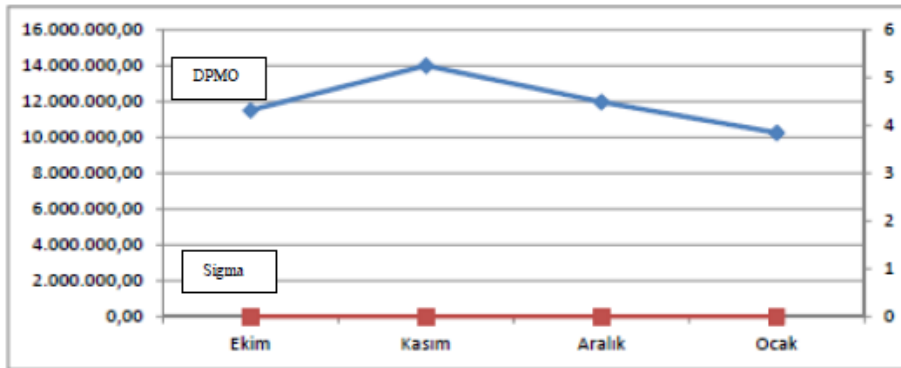
Aşağıdaki çizelgelerde çalışmanın Altı Sigma projesinin 2013/14 ve 2014/15 sezonları için eski Risk Öncelik Sayısı, eski Milyon Fırsat Başına Hata Sayıları ve eski Sigma değerleri yenileri ile kıyaslanmaktadır.

Çizelge 3.11. 2013/14 ve 2014/15 sezonları, Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ve Sigma Değerleri

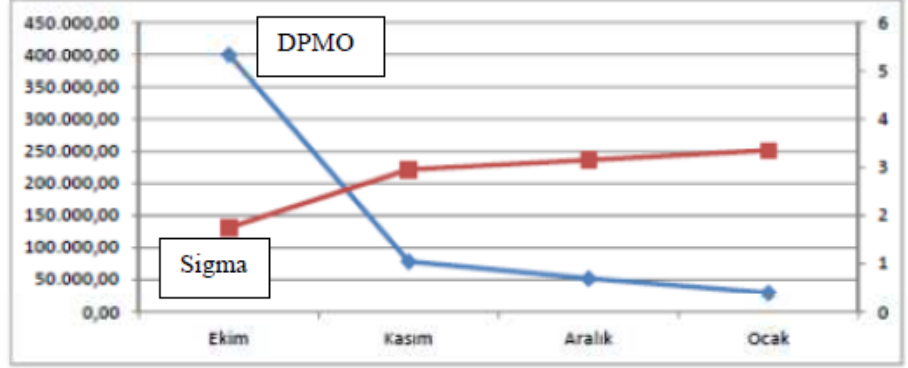
Sezon	Ay	Eski DPMO	Eski Sigma Değeri	Eski RÖS
2013/14	Ekim	11.500.000,00	0	630
2013/14	Kasım	13.993.003,50	0	630
2013/14	Aralık	11.970.384,78	0	630
2013/14	Ocak	10.248.718,91	0	630
2013/14	Toplam Sezon için	12.550.319,68	0	630

Sezon	Ay	Yeni DPMO	Yeni Sigma Değeri	Yeni RÖS
2014/15	Ekim	399.992,00	1,75	20
2014/15	Kasım	78.429,07	2,95	20
2014/15	Aralık	51.915,26	3,15	20
2014/15	Ocak	29.412,63	3,35	20
2014/15	Toplam Sezon için	66.426,00	3,05	20

Çizelge 3.11. 'e göre, 2013/2014 sezonunun iyileştirilmemiş malaksasyon sürecinin Risk Öncelik Sayısı 630 ve Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı 12.550.319,68, yani EK 4 'e göre toplam Sigma değeri bir bile değil iken, 2014/15 sezonunda gerçekleşen iyileştirmeyle birlikte Risk Öncelik Sayısı 20 'ye ve Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı da 66.426,00 'a düşüp toplam Sigma değeri 3,05'e çıkmıştır. Bu gelişmeler aşağıda her bir sezon için görselleştirilmiştir.



Sigma değeri sıfırdır. Aynı şekilde aşağıda iyileştirilmiş sürecin Sigma değeri görselleştirilmiştir.



Şekil 3.9. 2014/15 Sezonu, Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ve Sigma Değeri

Şekil 3.9. 'a göre, 2014/15 sezonunun Kasım ayında Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı 'nın düşmesiyle birlikte, Sigma değeri 2,95 'e çıkmıştır. Bu olumlu gelişme Aralık ve Ocak aylarında da devam edip, yeni Sigma değeri sezon sonu toplam 3,05 'e ulaşmış ve dünya standartlarına göre bir değer almış ve Altı Sigma takım çalışması bu sürecin iyileştirilmesi için olumlu bir uygulama olmuştur.

Bu kontrol aşamasının başarı ile tamamlandığı, eski ve yeni Sigma değerleri karşılaştırıldığında belli olmaktadır. Daha önce yapılmış olan tüm aşamaların yardımı ile "Isının yüksek tutulması" hatasına sebep olan unsurların, yok edilip sürecin böylece iyileştirebildiği kanıtlanmıştır.

Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü aşamalarının sonunda, "Isının yüksek tutulması" hatasının iyileştiği kanıtlandığına göre, başarı ile uygulanmış olan Altı Sigma projesi, artık Altı Sigma takım yöneticisi tarafından tüm fabrikaya duyurulabilir. Bu gelecekte yapılacak olan farklı Altı Sigma projeleri için çalışanları motive eden bir örnek olacaktır.

Eski kritik hata noktasının tamamen yok olduğundan emin olabilmek için Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü durmaksızın devam etmeli ve Sigma değerini daha da yükseltecek yeni hedeflere yönelik, uygun çözüm yolları bulunmalıdır. Böylece, TÖAİK döngüsünün her uygulamasından



sonra, hedeflenen Sigma değerine bir adım daha yaklaşıldığı, başarılı bir takım çalışmasının sonucu olacaktır.

### 3.3. Araştırmanın Bulguları

Altı Sigma çalışma kapsamında İmamoğulları tam otomatik zeytinyağı fabrikasında zeytinyağı kalite standartlarını yükseltmeyi amaçlayan bir süreç iyileştirme çalışması yapılmıştır. Bu çalışma belirli sınırlar çerçevesinde gerçekleştirilmiş ve şirket ile sık sık yapılan mülakatlardan elde edilen veriler irdelenmiştir.

Bu veriler Altı Sigma proje çalışmasının yapılabileceğini gösterip, çalışma kapsamında bir Altı Sigma takımı kurulmuş ve mevcut durum analizi sonrası takım tarafından proje beyanı ve ISO sertifikası için gerekli olan süreç haritası, Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı ve Müşteri (TGSÇM) 'e göre hazırlanmıştır. Şirketin süreçler boyunca karşılaştığı hata noktaları irdelendikten sonra elde edilen bulgular Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsünün Ölçme aşamasında, Hata Türü ve Etkileri Analizi'nde yer bulmuştur.

Analizde hataların önem, olasılık ve saptanabilirlik durumlarına göre, on üzerinden her birine puan verilip, puanların çarpımı sonucu Risk Öncelik Sayı'ları (RÖS) bulunmuştur.

Döngünün Analiz aşamasında en yüksek Risk Öncelik Sayısı'nı taşıyan beş kritik hata noktası Pareto Analizi ile görselleştirilip, en yüksek Risk Öncelik Sayısı malaksasyon sürecinde "Isının yüksek tutulması" olduğu tespit edildikten sonra, sürecin bu noktasının iyileştirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Hatanın sebeplerini anlayabilmek ve sorunları kökünden çözebilmek adına, takım çalışanları ile Sebep-Sonuç Analizi yapıldıktan sonra, kritik hata noktasının mevcut Sigma değeri Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ile hesaplanmıştır. Bu hesaplamada 2013/14 sezonu için şirketten temin edilen veriler kullanılarak kritik hata noktasının Sigma değeri bir Sigma bile olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgu zeytin yetiştiricilerinin ve tüketicilerin kaliteli zeytinyağı temin ettikleri düşüncesi çürütülmüştür. Sızma Zeytinyağı üretilmediği bulgusu müşteri beklentisini sarsacak derecede olmuştur. Zeytin üreticileri malaksasyon sürecinde ısının yüksek tutulmasını isteyip, daha fazla zeytinyağı elde edilebileceği düşüncesine dayanarak, soğuk sıkım yerine sıcak sıkımı tercih edip, tüketicilere

kalitesi düşük olan, hayali ürünler sunulmuştur. Sonuç olarak, müşterilerin üründen beklediği kalite ile üretilen ürün arasında büyük bir fark olmuştur.

Buna bağlı olarak takım içerisinde beyin fırtınaları yapılmıştır. Kritik hata noktasının hata sayısını düşürüp, Sigma değerini yükseltmeye yönelik, en etkin ve uygun çözüm yolları tartışılmıştır. İyileştirme aşamasının uygulamasıyla, Risk Öncelik Sayısı'nın 2013/14 sezonunda 630 'dan 2014/15 sezonunda 20 'ye düşebileceği bulunmuştur. Altı Sigma proje kapsamı çerçevesinde 3.2.4.1. noktası altında bulunan uygulamaların 2014/15 sezonu için yapılması uygun görülüp süreçte uygulandıktan sonra, Kontrol aşamasında yeni Sigma değeri Miyon Fırsat Başına Hata Sayısı (DPMO) ile hesaplanmış ve Sigma değerinde bir iyileştirme elde edilmiştir. Dünyada, Altı Sigma çalışması yapan şirketlerin çoğu 3 veya 4 Sigma ile faaliyetlerini sürdürdükleri göz önünde bulundurulursa, İmamoğulları'nda malaksasyon sürecinin 3,05 Sigma değeri ile çalışması, fabrikanın çok olumlu bir gelişme içerisinde bulunduğunu göstermektedir.

Altı Sigma uygulama çalışması başarı ile tamamlanıp, projenin TÖAİK döngüsü içerisinde, yeni olumlu hedeflere ve daha yüksek Sigma değerlerine ulaşılması adına, sürdürülebilirliği sağlanmış ve fabrika içerisinde yapılabilecek olan yeni Altı Sigma projelerine yol açmıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Altı Sigma, ürünlerin ve hizmet veren aşamaların mümkün olduğu kadar hata oranını düşürmeye çalışan, başarılı bir çalışma olduğunu bilmekteyiz. Cole (2011:4) 'e göre "Altı Sigma Motorola tarafından ilk kez kullanılan terim, varyasyonun yok edilmesine odaklandığını ve istatistiksel veya teorik şartlarda, Altı Sigma işlemlerindeki hataları milyonda 3.4 'e indirebilmektedir. Gerçeklik ve işlemlere sürekli devam ederek düzelme metodoloji bakış açısından, Altı Sigma, yüksek seviyede düzeltme eforunu belirleyen ve sürdüren yönetsel ve istatistiksel araç koleksiyonudur".

Şirketler, piyasanın küreselleşmesi, doymuş pazarlar, hızla gelişen teknoloji gelişmeleri ve kısalmış ürün yaşam döngüleri ile birlikte gelen ve sürekli artan istek ve gereksinimlere karşı yüksek çabalar sarfederek bu istekleri karşılamaya çalışıyorlar. Örgütler dünyadaki şirketlerle rekabet içindeler ve aynı zamanda müşteri memnuniyeti, ürünler, işlemler ve hizmetler çok hızlı değişmektedir.

Altı Sigma akımı, örgütlerin piyasada rekabetçi pozisyonunu koruyabilmeleri ve başarılı olabilmeleri için, sürekli gelişmeleri gerektiğini göstermektedir. Gundlach ve Jochem, (2008:13-14) 'e göre bunu düşünerek Altı Sigma günümüzde gittikçe önem kazanmaktadır. Altı Sigma güvenilir bir uygulama olup ürün ve hizmetleri "hatasız" kılmayı hedeflemiştir. Bunun için örgütler ilk önce faaliyetlerini müşterinin istek ve gereksinimlerine göre ifade ederler ve bu istekleri daha sonra istatistiksel analizler ile karşılanıp karşılanmadığı soruşturulur ve eğer gerekiyorsa bunlara yönelik çalışmalar yapılır. Bu nedenle örgütler hedeflerine ulaşabilmek için Altı Sigma akımından faydalanmaktadırlar.

Bu çalışmada, İmamoğulları zeytinyağı fabrikasında Altı Sigma uygulaması, Altı Sigma takımı kurarak, yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde açıklık kazandığı gibi, Sızma zeytinyağının üretilebilmesi için zeytinlerin su, hava, ısı veya yabancı maddelerle temas etmemesi gerekmektedir. Süreçlerde hataların mevcut olup, Sigma değerini ve böylece zeytinyağının kalitesini düşürdüğünü kanıtlayabilmek için, çalışmanın zeytinyağı sektörüne büyük katkılar sağlayacağı düşünülmüştür.

Çalışmanın ilk bölümünde Altı Sigma'nın ne olduğu, yararlarına, tarihsel gelişimine, istatistiksel anlamına, Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve

Kontrol (TÖAİK) aşamalı işlevine ve kullanılan tekniklere ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

İkinci bölümde zeytin ve zeytinyağı ile ilgili önemli bilgiler verip, daha sonra zeytin ve zeytinyağının Dünya ve Türkiye'deki durumu anlatılıp, zeytinyağı üretiminin bazı şartları ve süreçleri açıklanmıştır.

Son bölümde Altı Sigma'nın işleyişi Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) çerçevesinde yer almıştır. Tanımlama aşamasında sorun tespit edildikten sonra, ulaşılması gereken hedef, üst yönetim tarafından belirlenip, tüm proje katılımcılarına duyurulmuştur. Müşterilerin zeytinyağının kalitesi ile ilgili istekleri ve gereksinimlerine yönelik bilgiler elde edildikten sonra, Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı ve Müşteri (SIPOC) analizi ile ürünün malzeme akışı ve müşterileri görselleştirilmiştir. Müşterinin sesi "röportaj yöntemi" ile, zeytin üreticileri, nihai müşteriler ve fabrika sahipleri ile yapıldıktan sonra, zeytinyağlarının müşterilerin beklentisini yeterince karşılamadığı tespit edilmiştir. Mülakatlardan elde edilen bilgilerin araştırılması 2013/14 sezonu boyunca devam etmiştir. Süreçlerde mevcut olan hatalardan dolayı, ürünlerde kalite yetersizliği tespit edilip, Altı Sigma çalışması başlatılıp ve sonra Proje Beyanı hazırlanmıştır.

Ölçme aşamasında gerekli verilerin toplanması Hata Türü ve Etkileri Analizi ile ele alınmıştır. 2013/14 ve 2014/15 zeytinyağı üretim sezonlarında toplanan veriler süreçleri daha iyi anlamaya yardımcı olmuş ve süreçteki mevcut hatalar ve sebepleri bulunmuştur. Hata Türü ve Etkileri Analizi'nde, hataların Risk Öncelik Sayıları belirlendikten sonra, müşteri memnuniyetini iyileştirmeye yönelik, takım çalışanları ile beraber kapsamlı beyin fırtınası yapılmıştır.

Analiz aşamasında beyin fırtınasının sonuçları irdelenmiştir. Hata Türü ve Etkileri Analizi 'nden elde edilen Risk Öncelik Sayıları, en yüksek potansiyel hata malaksasyon sürecinde, "Isının yüksek tutulması" olduğunu göstermiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, Sızma zeytinyağının üretilebilmesi için, ısının yüksek olmaması gerektiği açıklık kazanmıştır. Bu hata, Sebep- Sonuç Analizi ile irdelenmiş ve Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı Analizi (DPMO) ile mevcut Sigma değeri bulunmuştur.

İyileştirme aşamasında, hatanın Sigma değeri hesaplandıktan sonra, Altı Sigma takımı içerisinde, Sigma değerini yükseltmeye ve böylece Risk Öncelik

Sayısını indirmeye yönelik, beyin fırtınası düzenlenmiştir. "Isının yüksek tutulması" hatasına yönelik doğru ve en verimli çözüm yolları bulunmuş ve sürece uygulanmıştır. Daha sonra iyileştirilmiş sürecin yeni Risk Öncelik Sayısı 'nın 360 'dan 20 'ye düştüğü tespit edilmiştir.

Çalışmanın son aşaması olan Kontrol aşamasında, iyileşmiş sürecin yeni Sigma değeri hesaplanmış ve 3,05 'e çıktığı bulunmuştur. İyileşmenin yok olamaması için, iyileşme sürekli kontrol edilmelidir. "Isının yüksek tutulması" hatası tamamen giderilene kadar Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) döngüsü, Kaizen düşüncesine göre durmaksızın devam etmelidir.

Akademik boyutta Türkiye'de bir çok Altı Sigma çalışması vardır, fakat zeytinyağı üretim süreçlerini inceleyip, hata analizini Hata Türü ve Etkileri Analizi ile gösterip Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) düşüncesiyle Sigma değerini belirleyen bir çalışma araştırmalara göre henüz bulunmamaktadır.

Çalışmanın iyileştirme, yani uygulama aşamasında, şirketin üst yönetimi tarafından kabul görülüp, malaksasyon sürecinde kazanların standart olarak 22 dereceyi geçmemesi ve hamur ısısının böylece 17-19 derece arası olması, soğuk sıklımın uygulandığını göstermektedir. Aynı şekilde, su kazanlarından hamura sıcak su eklenmesi yasaklanmıştır. Sıcak suyun eklenmesi nem ve su faktörü açısından yanlış olup, suyun fenol bileşenlerini azaltıp, yağın kokusunu ve tadını olumsuz etkilediği, antioksidanların kaybolmasına sebep olduğu ve böylece Natürel Sızma Zeytinyağları elde etmek mümkün olmadığı tespit edilmişti.

Tüm soğuk sıklım bilgilerinin ve sıklım standartlarının şirket yönergesinde yer bulup, tüm şirket çalışanlarına ve en önemlisi makina operatörlerine çalıştay çerçevesinde duyurulması, çok büyük önem taşımıştır. Böylece Altı Sigma 'nın anlamı, faydaları ve önemi açıklık kazanmıştır.

Malaksörün ve ona bağlı olan termostatın yeni soğuk sıklım standartlarına göre doğru kullanılması sağlanmıştır. Termostatın bu süreçte sürekli çalışıp kontrol edilmesi "Isının yüksel tutulması" hatasını, Hata Türü ve Etkileri Analizi 'ndeki Risk Öncelik Sayısı 'nı 630 'dan 20 'ye düşürmüştür. Buna bağlı olarak, malaksörün termostatsız veya doğru çalışmayan termostat ile çalışması yasaklanmış ve böylece

termostatın durmaksızın kontrol edilip ısı düzenlemesine göre çalıştığı her zaman operatör tarafından garanti altına alınmıştır.

"Isının yüksek tutulması" hatasına büyük sebep olan ve aynı zamanda en zor uygulanabilecek olan nokta, zeytin üreticilerin zeytinyağı elde etme süreçleri ile ilgili yeterince bilgiye sahip olmamalarıydı. Daha fazla zeytinyağı elde edebilmek adına, malaksörün ısısının yüksek tutulması isteği, zeytinyağın kalitesini olumsuz etkilediğini bilmemelerinden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden, zeytin üreticilerinin zeytinyağı üretim süreçlerini olumsuz etkilememeleri için, ciddi anlamda eğitim almaları gerektiği, iyileştirme aşamasında önerilmiştir. Uygulaması tek bir fabrikaya bağlı olamayacağından, devletin bilinçli zeytin üreticileri yetiştirmesi gerektiği ve bu konunun ileride yapılabilecek çalışmalarda yer alabilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Aynı şekilde, devlet tarafından yapılması gereken başka bir gizli işlem ise zeytinyağlarının uzmanlar tarafından duyuusal özelliklerine yönelik denetlenmesidir. Zeytin meyvesinin doğal tadı acıdır ve malaksasyon sürecinde su eklenmediğinde genzi yakmaktadır. Ancak sürece soğuk veya sıcak su eklendiğinde zeytinyağı bu doğal özelliğini kaybetmektedir. Ülkemizde, her ne kadar tarım bakanlığı tarafından kabul edilen zeytinyağlarının sınıflandırılması için kimyasal analizler yapılıyor olsada, buna ek olarak duyuusal analizlerin de uygulanması gerektiği yasalaşmıştır, fakat bu yasaya sektör içinde uyulmamaktadır. Günümüzde, fabrikaların zeytinyağının içindeki fenol bileşenleri ve antioksidanları dikkate alarak, zeytinyağın kimyasal bileşenleri kodekse uyduğunda, zeytinyağlarına Natürel Sızma sınıfı adı verilmelidir.

2013/14 sezonu için, "Isının yüksek tutulması" hatası, iyileştirme öncesi, Milyon Fırsat Başına Hata Analizi (DPMO) ile, Bir Sigma bile olmadığı hesaplanmıştır. Sebep-Sonuç Analizi yöntemi ile elde edilen hatanın sebeplerini yok etmeye veya düşürmeye yönelik etkin çözüm yolları uygulanıp, fabrikada 2014/15 sezonunda yer bulmuş ve Milyon Fırsat Başına Hata Analizi (DPMO) ile yükselmiş yeni Sigma seviyesi hesaplanmıştır.

Tüm bu iyileşmeye yol açan çözüm yolları fabrika tarafından uygulandıktan sonra, "Isının yüksek tutulması" hatası düşürülebildiği için, Risk Öncelik Sayısı 630 'dan 20 'ye düşüp, Sigma seviyesi sıfır Sigma'dan, 3,05 Sigma'ya çıkmıştır.

Çalışmanın birinci bölümüne bakıldığında, yeni Sigma değerinin, dünya standartlarına göre çalıştığını göstermektedir.

Uygulama yapılan fabrikanın Altı Sigma bilgisinin olmaması, fakat üst düzey yöneticileri tarafından olumlu karşılanıp, benimsenmesi, Altı Sigma takımı kurmayı sağlayıp, çalışmanın hızla ilerlemesine katkıda bulunmuştur.

Çalışmanın en büyük kısıtlamalarından birisi, müşterilerin bilinçsiz davranıp, kazanların derecesinin yüksek tutulması istekleri, elde edilen zeytinyağlarının kalitesini bozup, sızma zeytinyağı elde edilmemesine sebep olmuştur. Müşteriler soğuk sıkıma karşı gelip ısrarla süreci olumsuz etkilemeleri çalışmayı zorlaştırmıştır. Soğuk sıkımın önemini bilip, müşteri isteklerini geri çeviremeyen fabrika ise müşterilerini kaybetmemek için bile bile sıcak sıkım uygulayıp, kalitesiz zeytinyağı üretmek zorundadır. Çalışmada bulunan iyileştirme önerileri uygulanıldıktan sonra, sıcak sıkım sorununun düzeltileceği düşünülmektedir.

Herşeyi hesaba katarak, yapılan bu iyileştirmeler sadece tek bir fabrikada uygulanabilmiştir. Türkiye çapında uygulamasının yapılması, Sızma zeytinyağı üretebilme adına, yüksek önem taşımaktadır çünkü soğuk sıkımdan daha az zeytinyağı elde edildiği düşüncesine sahip olan zeytin üreticileri, sıcak sıkım uygulayan tesislere gitmeye karar verip, uygulamayı doğru yapan fabrikalara zarar vereceklerdir. Bu yüzden bu çözüm yolları Türkiye 'de bulunan tüm zeytinyağı tesisleri tarafından uygulanması gerekmektedir.

İyileştirme sonrası her ne kadar "Isının yüksek tutulması" hatası düşürülebilmişse de, EK 5 'te gösterildiği gibi zeytinyağının kalitesini olumsuz etkileyen ve böylece yağın Sızma niteliğini kaybettiren bir çok başka hatalar da mevcuttur. Yapılan Hata Türü ve Etkileri Analizi 'nde Pareto grafiğinde gösterildiği gibi, Dekantör ve Separatör süreçlerine su verilmesi veya Toplama sürecinde hataların yapılması, yağın kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu hataları düşürüp, süreçleri iyileştirme adına, gelecekte benzer çalışmalar yapılabilir. Böylece, TÖAİK çerçevesi içerisinde, uygun Altı Sigma yöntemleri bulunup, zeytinyağı üretim süreçleri iyileştirilebilir. Başarılı olan Altı Sigma çalışması sonunda, tüm hataları düşürüp süreci bütün olarak daha yüksek bir Sigma değerine çıkarmak, TÖAİK döngüsünün doğru yöntemlerini seçerek mümkün olacaktır ve Altı Sigma çalışmasının sürdürülebilirliği sağlanabilecektir. Bunu yapabilmek için Altı Sigma çalışmasının yetkili kişisi veya kişileri makina mühendisleri, ziraat mühendisleri ve

gıda mühendisleri ile sıkı ve kusursuz bir Altı Sigma çalışması sürdürmesi gerekmektedir. İyileştirme çözümleri Avrupa'da mevcut olan ISO standartlarına göre yapıp gerçek bir rekabet avantajı sağlanmalıdır.

Bunun dışında, tüketicilerin düşük zeytinyağı talebi ve nedenleri incelenip, iyileştirme aşamasında uygun çözüm yolları ile, zeytinyağı sektörüne fayda sağlayacaktır. Sonuç olarak, Altı Sigma kapsamında yapılan bu çalışma başarı ile tamamlanmış ve zeytinyağı sektörüne önemli bir katkıda bulunmuştur.



## KAYNAKLAR

- Akdeniz Kültürü Dergisi (2014). Zeytin ve Zeytinyağı, Zeytinyağı ihracatında yüzde 64'lük sert düşüş yaşandı. sofralık zeytin ihracatı yüzde 11 arttı. *Akdeniz Kültürü Dergisi*. Yıl 7. Sayı 31. Nisan- Mayıs. Haziran. 2014. s.48
- Antony, J. & Banuelas, R. (2001). *A Strategy for survival*. Manufacturing Engineer. Vol. 80, No.3. s. 119
- Atmaca, Yrd. Doç. Dr. E., Girenes, S. Şule, (2009). Literatür Araştırması: Altı Sigma Metodolojisi. *Litearature Survey: Six Sigma Methodology*. Süleyman Demirel Üniversitesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. Y. 2009. C.14. S.3. s. 111-126, s. 115
- Aydın Proje Sonuç Raporu (2012). *Aydın'da Mevcut Zeytinyağı Tesislerinin Çevresel Etkilerinin Analizi Yeni Kurulacak Tesislerin Ekolojik ve Sosyo-Ekonomik Planlaması Projesi Sonuç Raporu*. s 12
- Aydın Ticaret Borsası (2013). *Zeytin ve Zeytinyağı Raporu*. s. 6
- Ayvalık Zeytinyağı (2010). Zeytinin Tarihçesi. *Ayvalık Zeytinyağı*.05 Mart 2014, <http://www.ayvalikzeytinyagi.org/zeytinin-tarihcesi.htm>. 2010
- Azbar, N., Vardar, N., Akın, M., Cevilan, I. (2002). *Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Uluslararası Çalıştay*. Balıkesir Üniversitesi. Mühendislik. Mimarlık Fakültesi. Çevre Mühendisliği Bölümü. Balıkesir Valiliği Çevre Koruma Vakfı Katkılarıyla basılmıştır. s. 36
- Bakırlioğlu, D. (2006). *Avrupa Birliği'ndeki önemli Zeytinyağı İhracatçıları ve Türkiye*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İşletme Anabilim Dalı. İzmir. s. 19-23
- Balcı, H. (2012). Müşterinin Sesi ve Kano Modeli. *Hamit Can Balcı Wordpress*.06.Nisan2014, <http://hamitcanbalci.wordpress.com/2012/10/21/musterinin-sesi-ve-kano-modeli/>. 21 Ekim 2012
- Başaran, İ. (2015). Sınai Kimyası, Balıkesir Üniversitesi, *Edremit Meslek YüksekOkulu*.s.17.75-82., 10 Mart 2014, [http://w3.balikesir.edu.tr/~ismet/zeytin/sinai\\_kimyasi.pdf](http://w3.balikesir.edu.tr/~ismet/zeytin/sinai_kimyasi.pdf).
- Başoğlu, M.İ. (2009). *Antik Çağda Kilikya Bölgesinde Zeytinyağı Üretimi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Arkeoloji Anabilim Dalı. Adana. s.3

- Bergbauer, A.K. (2008). *Six Sigma in der Praxis: Das Programm für nachhaltige Prozessverbesserungen und Ertragssteigerungen* (3rd ed.). Expert Verlag. Renningen. Almanya. s. 2, 3, 47
- Biymed- Eğitim ve Danışmanlık (2014). Akış Diyagramı. *Biyme*. 30 Eylül 2014, [http://www.biymed.com/forum/forum\\_posts.asp?TID=32488](http://www.biymed.com/forum/forum_posts.asp?TID=32488).
- Blogcu (2007). Mühendisim. 6 Sigma. *Mühendisim*. 17 Nisan 2014, <http://muhendisim.blogcu.com/6-sigma/2577735#>. 2014
- Blokdijk, G. (2008). *Six Sigma 100 Success Secrets- The Missing Six Sigma Green Belt. Black Belt Training. Certification. Design and Implementation Guide*. Baskı ve Yayınevi bilinmiyor. s.44
- Breyfogle, Forrest. W. III, Cupello, J. M., Meadows, B. (2001). *Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing, and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success*. (3rd ed.). John Wiley&Sons Inc. New York. U.S.A. s. 9
- Breyfogle, Forrest.W. III, (1999). *Implementing Six Sigma. Smarter Solutions Using Statistical Methods*. (1st ed.). John Wiley&Sons. New York. U.S.A. s. 256. 137-142
- Breyfogle, Forrest.W. III, (2003). *Implementing Six Sigma. Smarter Solutions Using Statistical Methods*. (2nd ed.). John Wiley&Sons Inc. Hoboken. New Jersey. U.S.A. s. 9, 121
- Bright Hup PM (2012). Project Management. Six Sigma. DMAİC Phase 4: İmprove. *Bright Hup PM*. 13 Temmuz 2014, <http://www.brighthubpm.com/six-sigma/25328-dmaic-phase-four-the-improve-phase/>. 2012
- Brue, Greg (2003). *Design for Six Sigma. The McGraw- Hill Companies. Inc.*, New York. U.S.A. s. 2, 59
- Brückner, C. (2009). *Qualitätsmanagement für die Automobilindustrie: Grundlagen, Normen, Methoden*. (1st ed.). Symposion Publishing GmbH. Düsseldorf. Almanya. s. 38
- Bäumken, V., Bizer, E., Harder, K. (2008). *Handeln in Betrieb und Wirtschaft*. (5th ed.). Bildungsverlag Eins. Nordrhein- Westfalen. Almanya. s. 749
- Business- Wissen.de (2015). Six Sigma- Projekt beschreiben. Dokumenten- Paket. *Business- Wissen*. 22 Ağustos 2014, <http://www.business-wissen.de/produkt/3801/six-sigma-projekt-beschreiben/>.

- Capital (2003). Six Sigma Zamanı. *Capital*.10 Ağustos 2014, <http://www.capital.com.tr/liderlik/six-sigma-zamani-haberdetay-1338>. 01.04.2003
- Cole, Brandon (2011). *Lean Six Sigma for the Public Sector*. American Society for Quality ASQ. Quality Press. Milwaukee. U.S.A. s.4
- Dağlıoğlu, G., İnal, T. C., Aksoy, K. (2009). Scope Med, Journal Management System, What is Six Sigma?. *Archives Medical Review Journal*. 2009; 18 (2): 132-139
- Der Feinschmecker (2003-2015). Olivenoeltest.de. Die Herstellung von Olivenöl. *Der Feinschmecker*. 14 Eylül 2014, <http://www.olivenoeltest.de/de/herstellungolivenoel-aus-alles-ueber-olivenoel>.
- DMAİC Tool (2014). Six Sigma Training Resources. *DMAİC Tool*.20 Mart 2014, <http://www.dmaictools.com/>.
- Doğu Akdeniz Zeytin Birliği (2011). Olive Statistics, Zeytin İstatistiği. Zeytin Ağacının Biyolojik ve Morfolojik Özellikleri. *Doğu Akdeniz Zeytin Birliği*. 23 Mayıs 2014, <http://www.akdenizbirlik.org.tr/uls/1308309725.pdf>. 17.06.2011
- Doğu Akdeniz Zeytin Birliği (2011). Zeytinyağının Sınıflandırılması. *Doğu Akdeniz Zeytin Birliği*, 15 Nisan 2014, [http://www.akdenizbirlik.org.tr/elektronik\\_kitap.php](http://www.akdenizbirlik.org.tr/elektronik_kitap.php). s.131, 17.06.2011
- Dow, W., PMP, Taylor, B. (2010). *Project Management Communications, Project Management Communication Bible*. (1st ed.). Wiley Publishing Inc. Indianapolis. İN. U.S.A. s. 355
- Eckes, G. (2003). *Six Sigma for Everyone*. John Wiley&Sons Inc. Hoboken. New Jersey. U.S.A. s.13-14
- Ege Üniversitesi (2010). Zeytinyağı Kalite Kontrol Kriterleri. *Ege Üniversitesi*.23 Mayıs2014, <http://food.ege.edu.tr/files/zeytinyagikalitekontrolkriterleri.pdf>.
- Evans, J.R., Lindsay, W. M., (2005). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. International Student Edition. (4th ed.). Sout-Western. Thomson Corporation. Mason. Ohio. U.S.A. s. 155, 3, 40, 72, 41-42
- Free-Six-Sigma.com (2010-2014). Six Sigma Metrics. *Free-Six-Sigma.com*.11 Mart 2014, <http://www.free-six-sigma.com/six-sigma-metrics.html#>.
- Gelişim (2014). Yönetim Sistemleri A.Ş. Proses FMEA'nın Kullanımı. *Gelişim*. 13 Ağustos 2014, <http://www.gelisim.org/makaleler/fmea.pdf>.

- Gemba Academy (2014). Improvement Learning, Improved. 10 Steps to Creating a FMEA. Ron Pereira. *Gemba Academy*.24 Mayıs 2014, <https://www.youtube.com/watch?v=Pwghv4C1GjM>. 28.06.2007
- George, M., Rowlands, D., Kastle, B. (2007). *Was ist Lean Six Sigma*. Springer Verlag. Berlin Heidelberg. Almanya, s. 20
- Giltow, S.H., Ph.D., Levine D.M., Ph.D. (2005). *Six Sigma for Green Belts and Champions, Foundations, DMAIC, Tools, Cases, and Certifications*. (3rd ed.). Pearson Education Inc. Publishing as Prentice Hall. NJ. U.S.A. s. 75
- Go Lean Six Sigma (2012-2014). Sipoc, What is Sipoc?. *Go Lean Six Sigma*.13 Temmuz 2014, <http://www.goleansixsigma.com/sipoc/>.
- Goetsch, D.L., Davis, L., (2010). *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality*. (7th ed.), PH Professional Business. s. 313
- Gries, M. (2012). *Das Buch zum Betriebswirt IHK - Nach dem aktuellsten Rahmenplan der DIHK*. Stand 2012/2013. (3rd ed.). Lernstarter Bildungsmedien UG. Heilbronn. Almanya. s. 466
- Gundlach, C.; Jochem, R. (2008). *Praxishandbuch Six Sigma- Fehler vermeiden, Prozesse verbessern, Kosten senken*. (1st ed.). Düsseldorf. Almanya. s. 13-14, 18, 24, 28, 29, 30.
- Gupta, P. (2004). *Six Sigma: Business Scorecard, Creating a Comprehensive Corporate Performance Measurement System*. (1st ed.). RR Donnelley Press. New Jersey. U.S.A. s. 29, 32, 31
- Gümrük ve Ticaret Bakanlığı (2014). *Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü*. 2013 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu. Şubat 2014. s.2
- Gürsakal, N. Prof. Dr. (2005). *Altı Sigma: Müşteri Odaklı Yönetim*. (2. baskı). Nobel Yayın No:861. Teknik Yayınlar Dizi No: 68. Yenişehir. Ankara. s. 187-189
- Gürsakal, N., Oğuzlar, A. (2003). *Altı Sigma*. Bursa: Vipaş Yayınları. s. 43, 115-116
- Gygi, C., DeCarlo, N., Williams, B. (2012). *Six Sigma for Dummies*. (2. baskı). Wiley Publishing. Inc.: New Jersey. USA. s. 246-247
- Halatsch, F. (2004). *Six Sigma im Projektmanagement*. (1. baskı). Die WEKA Media GmbH & Co. KG. Augsburg. Almanya. s. 24, 29

- Harvard Business Manager (2005). Das Wissen der Besten. Six Sigma?. Dergi 11/2005. *Harvard Business Manager*. 18 Nisan 2014, <http://www.harvardbusinessmanager.de/heft/artikel/a-621634.html>
- Havran Ziraat Odası, (2015). Zeytincilik. *Havran Ziraat Odası*. 2 Ekim 2014, <http://www.havranziraatodasi.com/?sf=a71>
- İstanbul Ticaret Odası (2006). Zeytin/ Zeytinyağı Sektör Raporu. Dış Ticaret Uygulama Servisi. Meltem Duran. Temmuz 2006. *İstanbul Ticaret Odası*. 14 Ekim 2014, <http://www.ito.org.tr/itoyayin/0016747.pdf>. 2014
- İzmir Ticaret Odası (2011). *Dünya ve Türkiye'de Zeytinyağı Sektöründeki Gelişmeler Çerçevesinde Zeytinyağında Prim Uygulamasına ilişkin Öneriler*. Yayın no: 170/ 2011. s. no 1.1., 1.2.
- Japan Human Relations Association (1994). *CIP Kaizen KVP- Die kontinuierliche Verbesserung von Produkt und Prozess*. (2nd ed.). Landsberg/Lech Verlag. Augsburg. Almanya. s.37
- Jochem, R., Geers, D., Giebel, M. (2011). *Six Sigma leicht gemacht: Ein Lehrbuch mit Musterprojekt für den Praxiserfolg*. (1st ed.). Symposion Publishing GmbH. Düsseldorf. s. 46
- Kwak, Y.H., Anbari, F.T., (2004). Benefits, Obstacles, and Future of Six Sigma Approach. *Technovation. Elsevier*. s. 36
- Lean Six Sigma, (2012-2014). SİPOC. *Lean Six Sigma*. 14 Mayıs 2014, <http://www.goleansixsigma.com/sipoc/>.
- Levine, D.M., Gitlow, H., Popovich, E.A., (2006). Pearson. Foundations of Six Sigma Management; 1,4 Fundamentals of Improving a Product, Service, or Process. FT Press. *Financial Times*. June 2nd, 2006, 27 Temmuz 2014, <http://www.ftpress.com/articles/article.aspx?p=471093&seqNum=4#>.
- Lider İnsan, Bireysel Kariyer Planlama ve Yönetim Rehberiniz (2010). Sebep ve Sonuç Şeması. *Lider İnsan*. 10 Kasım 2014, <http://liderinsan.com.tr/sebep-ve-sonuc-semasi.html>. 26.10.2010, 2009-2013
- Lohmann, L.G.E. (1998). *Banklogistik, Logistiksysteme und -prozesse in Banken*. Baskı ve Yayınevi belli değil. s.175
- Magnusson, K., Kroslid, D., Bergmann, B. (2004). *Six Sigma umsetzen: Die neue Qualitätsstrategie für Unternehmen*. (2nd ed.). Hanser Fachbuch Verlag. München. Almanya. s. 9, 46.

- Maier, M. Dr., Pralle, M., Widmann, K. (2012). *Akademie für Qualitätskultur-Selbstverständlich Six Sigma, modern und motivierend*. epubli GmbH. Berlin. Almanya. s. 158
- Martin, J.W. (2009). *Lean Six Sigma for the Office*. C&R Press. (1st ed.). Taylor& Francis Group. Florida. U.S.A. s. 50
- McDermott, R. E., Mikulak R.J., Beauregard, M.R. (2009). *The Basics of FMEA*. (2nd ed.). Productivity Press. Taylor&Francis Group. New York. U.S.A. s. 1, 3
- Milli Eğitim Bakanlığı (2010). *Gıda Teknolojisi, Zeytin Hamurundan Yağı Ayırma*. Ankara 2010
- Milliyet Blog (2014). Zeytinyağı Mucizesi. *Milliyet Blog*. 11 Kasım 2014, <http://blog.milliyet.com.tr/zeytinyagi-mucizesi/Blog/?BlogNo=322750>. 24, Ağustos, 2011
- Misra, K.B. (2008). *Handbook of Performability Engineering*. (1st ed.). Springer-Verlag. London. s. 229
- Nizip Ticaret Odası (2014). *Nizip Zeytinyağı Sektör Analizi Raporu 2014*. s. 57
- Olivae Horto (2012). Sağlık ve Lezzet için doğru seçim. Hangi Zeytinyağı. *Olivae Horto*. 25. Ekim 2014, <http://hangizeytinyagi.com/sayfaoku.asp?id=14>.
- Özaydın, (2010-2011). Zeytin ve Yağ Sanayii: Kutsal Zeytin Ağacı Hikayesi. *Özaydın*. 10 Aralık 2014, <http://www.ozaydin.com.tr/kutsal.php>.
- Öztürk, A. (2009). *Kalite Yönetimi ve Planlaması*. Ekin Basım Yayın Dağıtım. Bursa. s. 449-450, 453.
- Özveri, O. Phd. (2015). Dokuz Eylül Üniversitesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü Sayısal Yöntemler ABD*. Buca/İZMİR. 15 Nisan 2014, <http://kisi.deu.edu.tr/onur.ozveri/>
- Pfeiffer, S. (2012). Six Sigma- Die Methode, die Qualität definiert und dadurch messbar macht. *Studienarbeit*. Books on Demand GmbH. Norderstedt Germany, s. 2
- Pohanka, C. (2010). *Wismarer Schriften zu Management und Recht: Six Sigma vs. Kaizen- Eine vergleichende Gegenüberstellung*. Cilt 43. (1st ed.). Europäischer Hochschulverlag GmbH &Co. KG. Bremen. Almanya. s. 34-35

- Pralle, M. (2013). *Akademie für Qualitätskultur- Integriertes Six Sigma- Die Motivation, Das Konzept, Der Weg*, (2nd ed.). epubli GmbH. Berlin. Almanya. s. 17-19, 157-158.
- Procen Eğitim ve Danışmanlık Hiz. Tic. Ltd. Şti. (2012). Altı Sigma. *Procen.* 22 Ağustos 2014, <http://www.procen.com.tr/altisigma6.htm>.
- Rasch, A.A., (2000). *Erfolgspotential Instandhaltung, Theoretische Untersuchung und Entwurf eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements*. (1st ed.). Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. Berlin. Almanya. s. 192
- Reidenbach, R. E., Goeke R.W. (2006). *American Society for Quality. Quality Press*. (1st ed.). Milwaukee. U.S.A. s. xiii
- ReVelle, J. B., Moran, J.W., Cox, C.A. (1998). *The QFD Handbook*. (5st ed.). John Wiley& Sons. Inc. New York. U.S.A. s. 107
- Reynard, S. (2007). Motorola Celebrates 20 Years of Six Sigma: Making a Profit from Game changing Inventions. *Six Sigma Dergisi*. 3 (2007) 1, s.22
- Ryan, T.P. (1989). *Statistical Methods for Quality Improvement*. (5th ed.). John Wiley & Sons. Inc. U.S.A. s.19
- Seufferlein, R., Kaps, M. (2004). Start in der Define- Phase: Wie Six Sigma-Projekte sicher scheitern- oder gelingen: *Qualität und Zuverlässigkeit (QZ)*. 49 (2004) 5. s.48
- Shankar, R. (2009). *Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide, American Society for Quality. Quality Press*. Milwaukee. U.S.A. s. xvi, xviii, 1, 11, 34-35
- Shapiro, M., Weeks, A. (2009). *Pocket Idiot's Guide, Six Sigma*. (3rd ed.). Penguin Group (U.S.A.) Inc. New York. U.S.A. s.61, 66-68
- Somaklar, G. (2011). *Zeytinyağı Üretim Teknikleri ve Zeytinyağı Üretimi Atıksuların Arıtma Teknikleri*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Bitirme Projesi. Dokuz Eylül Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi. Çevre Mühendisliği. İzmir.
- Tandoğan, Murat (2015). Standart Sapma. *Eğitim.aku.edu.tr.* 14 Kasım 2014, [www.egitim.aku.edu.tr/mtandogan.ppt](http://www.egitim.aku.edu.tr/mtandogan.ppt).
- Tarım Kütüphanesi (2007). Zeytin Yetiştiriciliği. *Tarım Kütüphanesi*. 02 Eylül 2014, [http://www.tarimkutuphanesi.com/ZEYTIN\\_YETISTIRICILIGI\\_00466.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/ZEYTIN_YETISTIRICILIGI_00466.html).

- Taylor, Gerald M. (2009). *Lean Six Sigma Service Excellence: A Guide to Green Belt Certification and Bottom Line Improvement*. The Performance Management Group LLC. Florida. U.S.A. s. 35, 39-40
- Taylor, J.C. (2008). *Project Scheduling and Cost Control: Planning, Monitoring and Controlling the Baseline*. (1st ed.). J. ross Publishing. Inc. Florida U.S.A. s. 10
- Tibet, Ü., (2014). Yemeklik Zeytinyağı Standardı. "Naturel Sızma Zeytinyağı"nın isimlendirilmesine gelince. "Naturel Sızma Zeytinyağı" demek çuvaldan ya da baskıdan sızan zeytinyağı demek değildir. *Gıda Hareketi*. 6 Eylül 2014, <http://www.gidahareketi.org/NewsPrint.aspx?Id=92&ModuleName=yazisi>. s. 1
- TMMOB- Ziraat Mühendisleri Odası (2004-2014). Türkiye Zeytinciliğinin Sorunları ve Çözüm Önerileri. *zmo.org*. 25 Kasım 2014, [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/1e2ad6bf99300cd\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/1e2ad6bf99300cd_ek.pdf).
- Toutenburg, H., Knöfel P. (2009). *Six Sigma Methoden und Statistik für die Praxis*. (2nd ed.). Springer Verlag. Berlin Heidelberg. Almanya. s. 37, 43, 44
- Töpfer, A; Günther, S. (2007). *Six Sigma im Entwicklungsprozess Design for Six Sigma*. (4th ed.). Berlin/Heidelberg. Almanya. s.7
- TQM-Total Quality Management Training&Consulting WEKA Media GmbH&Co. (2013). Six Sigma. *tqm.com*. 22 Nisan 2014, <http://www.tqm.com/beratung/six-sigma>.
- TS 341 (2004). Yemeklik Zeytinyağı. *batidtm.gov*. <http://www.batidtm.gov.tr/Images/Menu2-22> Kasım 2014, [Page//Yemeklik%20zeytinya%C3%84%C5%B8%C3%84%C2%B1\\_00000359.pdf](http://www.batidtm.gov.tr/Page//Yemeklik%20zeytinya%C3%84%C5%B8%C3%84%C2%B1_00000359.pdf). Nisan 2004, s. 1
- Uni-Protokolle (2014). Die Adresse für Studium. Studium und Beruf. *uni-protokolle.5* Nisan 2014, <http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Sigma.html>. 06.04.2014
- Urdhwareshe, H. (2011). *Six Sigma for Business Excellence: Approach, Tools and Applications*. (1st ed.). Dorling Kindersley (India) Pvt. Ltd. licensees of Pearson Education in South Asia. New Delhi. Hindistan. s. 75
- Ünsal, A. (2012). *Ölmez Ağacın Peşinde: Türkiye'de Zeytin ve Zeytinyağı*. Yapı Kredi Yayınları. Ankara. s. 12.



- Wiki How (2014). Berechnung des Mittelwertes, der Standardabweichung und der Standardfehler. *wikihow.com*. 06 Eylül 2014, <http://de.wikihow.com/Berechnung-des-Mittelwertes,-der-Standardabweichung-und-der-Standardfehler>.
- Wikipedia (2014). FMEA. *Wikipedia*. 09 Eylül 2014, <http://de.wikipedia.org/wiki/FMEA>.
- Wikipedia (2014). Olivenöl. *Wikipedia*. 15 Eylül 2014, <http://de.wikipedia.org/wiki/Oliven%C3%B6l>, 07.11.2014
- Wow Turkey (2006). Altı Sigma ve Kalite-Ekonomi. *wowturkey.com*. 24 Haziran 2014, <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=26210#>. 9 Haziran 2006. 03:19
- Yang, K., El-Haik, B.S. (2009). *Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development*. (2nd ed.). McGraw-Hill. New York. U.S.A. s. 21
- Zeytinoğlu, G. (2007). *Türk Tarım Politikası'nın Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası'na Uyumlu Sürecinde Zeytinyağı Sanayisi ve Değerlendirilmesi*. Yayınlanmış Tezsiz Yüksek Lisans Projesi. Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Avrupa Birliği Anabilim Dalı. Avrupa Birliği Programı. İzmir. s. 46

## EKLER

Ek 1: Altı Sigma Proje Beyanı (Business- Wissen. de, tarih belirsiz)

Altı Sigma- Proje Beyanı			
Proje ismi			
Sorun tanımı			
Proje neden şimdi uygulanmalı?			
Hedefler			
Pojenin faydası (iç ve dış müşteri için)			
Faydaları (maliyette, zamanda ve kalitede ölçülebilir iyileştirme)			
Proje tanımlanması	Yapılan işlem	Yapılmayan işlem	Temel koşullar
Zaman çizelgesi Başlangıç: Bitiş: Dönüm noktaları:	Sorumluluk sahipleri		
Tarih		Tarih	
Takım yöneticisinin imzası		Sorumlu kişinin imzası	

EK 2: Hata Türü ve Etkileri Formu'nun Kullanımı (Gelişim, 2014)



Potansiyel Hata Türü ve Etkileri Analizi  
(Proses FMEA)

FMEA No: \_\_\_\_\_

Sayfa: \_\_\_\_\_

Hazırlayan: \_\_\_\_\_

FMEA Tarihi: \_\_\_\_\_

Proses Sorumlusu: \_\_\_\_\_

FMEA Başla Tarihi: \_\_\_\_\_

Parça adı: \_\_\_\_\_

Model, yıl(ıtar) Araç(ları): \_\_\_\_\_

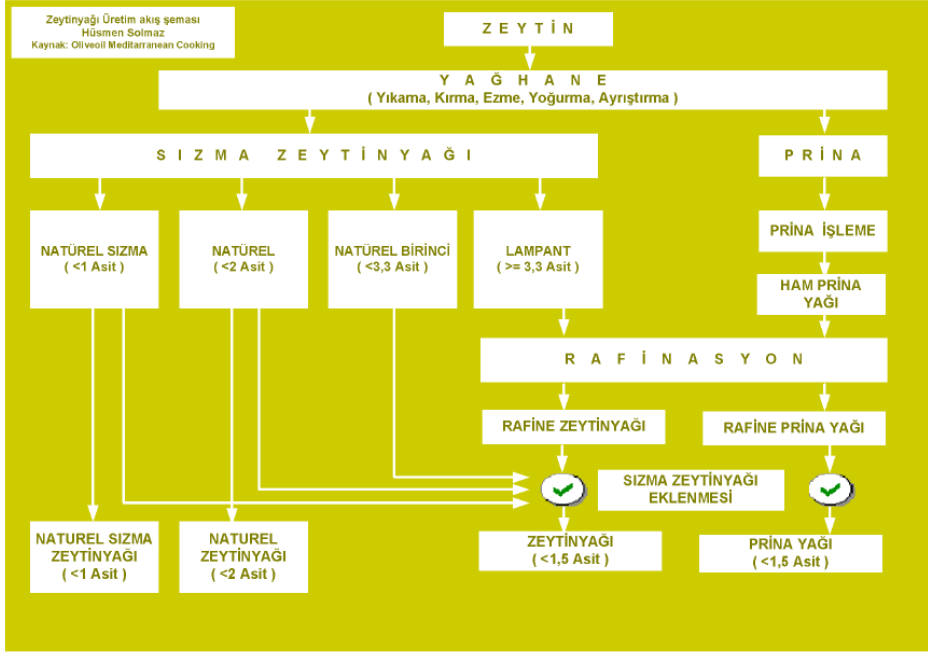
FMEA Ekibi: \_\_\_\_\_

Proses Faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkileri	Şiddet	Sınır	Hatanın Potansiyel Sebepleri/ Mekanizmaları	Olası	Mevcut Kontroller		Sapama	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular, hedef ve Termin	Faaliyet Sonuçları	
							Ölçüme	Saptama				Şiddet	Olası
Şartlar													

Ek 3: Ortalamadan 1,5 Doğal Sapmalı Süreç Sigma için DPMO Tablosu

Süreç Sigma ( $\sigma$ ) Seviyesi	Süreç DPMO	Süreç Sigma ( $\sigma$ ) Seviyesi	Süreç DPMO
0.10	919,243.3	3.10	54,799.3
0.20	903,199.5	3.20	44,565.4
0.30	884,930.3	3.30	35,930.3
0.40	864,333.9	3.40	28,716.5
0.50	841,344.7	3.50	22,750.1
0.60	815,939.9	3.60	17,864.4
0.70	788,144.7	3.70	13,903.4
0.80	758,036.4	3.80	10,724.1
0.90	725,746.9	3.90	8,197.5
1.00	691,462.5	4.00	6,209.7
1.10	655,421.7	4.10	4,661.2
1.20	617,911.4	4.20	3,467.0
1.30	579,259.7	4.30	2,555.2
1.40	539,827.9	4.40	1,865.9
1.50	500,000.0	4.50	1,350.0
1.60	460,172.1	4.60	967.7
1.70	420,740.3	4.70	687.2
1.80	382,088.6	4.80	483.5
1.90	344,578.3	4.90	337.0
2.00	308,537.5	5.00	232.7
2.10	274,253.1	5.10	159.1
2.20	241,963.6	5.20	107.8
2.30	211,855.3	5.30	72.4
2.40	184,060.1	5.40	48.1
2.50	158,655.3	5.50	31.7
2.60	135,666.1	5.60	20.7
2.70	115,069.7	5.70	13.4
2.80	96,800.5	5.80	8.5
2.90	80,756.7	5.90	5.4
3.00	66,807.2	6.00	3.4

Ek 4: Zeytinyağı Üretim Akışı (zy\_uretim\_akisi. pdf- misc de)



## Ek 5: Tüm Süreçler için Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonuçları

### Zeytinyağı Üretiminin Süreçleri HTEA Analizi

#### 1. Süreç: Zeytin'in Üretim Öncesi Kalitesi: Toplama

No.	Proses/ faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
1	Toplama	Dip zeytinin kullanılması	Zeytinin imha edilmesi, sıkuma izin verilmemesi, kalitesiz zeytinyağı elde edilmesi, zeytinyağının koku ve tadını olumsuz etkilemesi	9	İnsanların bilinçsizliği	6	2	108
2	Toplama	Bekleniş zeytinin kullanılması	Zeytinin imha edilmesi, sıkuma izin verilmemesi, kalitesiz zeytinyağı elde edilmesi, mikroorganizmalar tarafından zarara uğraması, sıkıldığında yağın kalitesizliği	10	İnsanların bilinçsizliği	6	1	60
3	Toplama	Kurtlu zeytinin kullanılması	Zeytinin imha edilmesi, sıkuma izin verilmemesi, sıkıldığında yağın kalitesizliği	10	İnsanların bilinçsizliği	2	1	20

4	Toplama	Toplamada yanlış muhafaza edilmesi, zeytinin çuvallar ile tesise götürülmesi ve yine çuvallar içinde fazla bekletilmesi	Zeytinin imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, sıkıldığında yağın kalitesizliği	10	İnsanların bilinçsizliği	6	3	180
5	Toplama	Zeytinlerin kirlenmesi, taş, cam gibi yabancı madde içermesi ve böylece süreçlere karışması	Zeytinin imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, sıkıldığında kalitesiz zeytinyağı elde edilmesi, zeytinyağının koku ve tadını olumsuz etkilemesi	7	İnsanların dikkatsizliği	4	3	84
6	Toplama	Meyve bütünlüğünün bozulmuş olması (kurulmuş meyve)	Zeytinin imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, sıkıldığında yağın kalitesizliği, zeytinyağının koku ve tadını olumsuz etkilemesi	8	İnsanların bilinçsizliği	3	3	72
7	Toplama	Zeytinlerin kimyasal türünler ile (herbisit/pestisit) işlenmiş olması	Zeytinin imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, sıkıldığında yağın kalitesizliği, zeytinyağının koku ve tadını olumsuz etkilemesi	6	İnsanların bilinçsizliği	2	8	96
8	Toplama	Zeytinlerin uygun zamanda hasat edilmemesi	Sıkılan yağın kalitesizliği	10	İnsanların bilinçsizliği	2	2	40
9	Toplama	Hasattan sonra zeytinleri tesise götürürken işçilerin üzerinde oturması, ve tesiste uzun süre bekletilmesi	Zeytinlerin ezilmesi, imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, fermante olması, sıkıldığında zeytinyağın kalitesini olumsuz etkilemesi	8	İnsanların bilinçsizliği	5	2	80

10	Toplama	Taşmada kirlı ambalajların kullanılması	Zeytinin imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, sıkıldığında kalitesiz zeytinyağı elde edilmesi, zeytinyağının koku ve tadını olumsuz etkilemesi	7	İnsanların bilinçsizliği	3	2	42
11	Toplama	Zeytinleri toplarken büyük yağınlar halinde bekletilmesi	Zeytinlerin ezilmesi, imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, fermante olması, sıkıldığında zeytinyağın kalitesini olumsuz etkilemesi	10	İnsanların bilinçsizliği	6	1	60
12	Toplama	Güneşin altında 25 derece üzerinde olan hava şartlarında toplanması ve güneşin altında bekletilmesi	Zeytinlerin ezilmesi, imha edilmesi, sıkıma izin verilmemesi, fermante olması, sıkıldığında zeytinyağın kalitesini olumsuz etkilemesi	10	İnsanların bilinçsizliği	1	1	10

## Zeytinyağı Üretim Süreçleri HTEA Analizi

### 2. Süreç: Zeytinlerin Yıkınması

No.	Proses faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
1	Yıkama	Suyun defalarca kullanılması, kirli su ile zeytinlerin yıkınması	Zeytinyağının kalitesizliği, toprak veya çamur kokusu ve tadı	10	Operatör hatası, veya şirket şartnamesi veya kuralı	6	1	60
2	Yıkama	Kuruyan uç sürgünlerin hasat zamanında zeytinlerin arasına karışması ve aspiratör tarafından temizlenememesi	Zeytinyağın kalitesini olumsuz etkilemektedir, yağa kekremesi bir tat verir	6	Aspiratörün uç sürgünlerini çekememesi meyve ile hemen hemen aynı ağırlıkta olduğu için	10	1	60
3	Yıkama	Zeytinlerin yıkama aşamasından sonra kuru olmayıp, kırılıp, hamur haline getirilmesi	Zeytinyağın kalitesini bozar, çünkü bu şekilde sızma zeytinyağı elde edilemez	7	Makinelerde meyveleri kurutmaya yönelik bir aşama bulunmamaktadır.	10	1	70

## Zeytinyağı Üretim Süreçleri HTEA Analizi

### 3. Süreç: Zeytinlerin Kırılması

No.	Proses faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
1	Kırılma	Daha fazla yağ elde edebilmek için kırıcıların içine talk tozu eklenilir. Hamur daha hızlı parçalanır.	Bundan elde edilen zeytinyağı Naturel Sızma Zeytinyağı olamaz, çünkü zeytin meyvesi saf işlenmemiştir	10	İnsanların bilinçsizliği, şirketin şartnamesi	1	1	10
2	Kırılma	Zamanında değişmezse, kırıcıların eskimesi, yıpranması, aşınması gerçekleşir	Aşınan kırıcı başlıklar zeytinyağına metal kokusu veya tadı verir ve aynı zamanda hamurun daha iri olup yağın elde edilmesi zorlaşır	6	Operatörün dikkatsizliği	2	1	12
3	Kırılma	Kırıcıların kirli olması	Gelen kusursuz ürünleri etkiler ve zeytinyağın kalitesini düşürür	6	Operatörün dikkatsizliği	2	1	12
4	Kırılma	Kırıcıdan çıkan enerjinin ısıya dönüşmesi	Sızma zeytinyağı üretimini engeller ve böylece yağın kalitesini düşürür	1	zeytinler ile kırıcının arasında sürtünme kuvvetinden oluşan ısı	10	1	10



### Zeytinyağı Üretimin Süreçleri HTEA Analizi

#### 4. Süreç: Malaksasyon- Zeytin'in Karıştırılması/ Yoğrulması

No.	Proses faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
1	Malaksasyon	Hamurun az karıştırılması	Yağ hamurun içinde "saklanır" ve prına ile dekantörden çıkar	10	Operatörün dikkatsizliği veya bilinçsizliği	1	1	10
2	Malaksasyon	İsmın yüksek tutulması, 50-70 derece olabiliyor	Zeytinyağının yakılması ve besin aldığımız enzimlerin düşmesi, Extra naturel sızma zeytinyağı elde edilmesi mümkün değildir, prınanın yakılması ve böylece zeytinyağının kokusunu, tadını ve kalitesini olumsuz etkilemesi	10	İnsanların bilinçsizliği ve makinelerin termostatının çalışmaması veya çalıştırılmaması, termostatın olmaması	9	7	630
4	Malaksasyon	Malaksasyon anında kapakların açık olması Zeytin hamurunun oksijen almasına sebep olur. Bu yağın kalitesini düşürür.	Zeytinyağın kalitesi düşer çünkü hava ile temas ettiği için sızma zeytinyağı elde edilemez, aynı zamanda sağlığa zararlıdır çünkü yabancı maddeler bu aşamada kolaylıkla hamurun içine karışabiliyor	10	Makinenin kapağı olamaması, operatörün mevcut kapağı kapatmaması, insanların bilinçsizliği	9	1	90
5	Malaksasyon	Malaksasyon anında kazanda ısıtılan su dan hamurun içerisine verilmesi	Sızma zeytinyağı elde edilememesi	10	İnsanların ve operatörün bilinçsizliği	4	1	40
6	Malaksasyon	Daha fazla yağ elde etmek için hamurun içine enzimler atılır, yağ böylece daha hızlı ayrışır	Bundan elde edilen zeytinyağı Naturel Sızma Zeytinyağı olamaz	10	İnsanların ve operatörün bilinçsizliği	2	1	20
7	Malaksasyon	Hamurun ıslak, hava, ısı ve su ile temas ediyor	Bundan elde edilen zeytinyağı Naturel Sızma Zeytinyağı olamaz	10	İnsanların ve operatörün bilinçsizliği	9	1	90

### Zeytinyağı Üretimin Süreçleri HTEA Analizi

#### 5. Süreç: Dekantör: Ayrıştırma/ Yoğurma

No.	Proses faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
1	Dekantör	Dekantöre yeterince suyun verilmemesi	Hamurdan fazlının iyi ayrılmasını, az zeytinyağı elde edilmesi, zeytinyağı israfı, makineyi bozabilir	9	Operatör hatası, tecrübesiz olması, dikkatsiz olması	2	1	18
2	Dekantör	Dekantörün zamanında yeterince temizlenmemesi	Yerleşen zeytin meyvesinin hamuru zamanla ısıdan dolayı fermente olarak kokmaya ve kuzğma dediğimiz kusuru oluşturmaya başlar. Ondan sonra dekantör den geçen her parti hamur kokar	4	Operatör hatası, tecrübesiz olması, dikkatsiz olması	5	4	80
3	Dekantör	Dekantöre su verilmesi (Birinci ve ikinci noktaya aykırı olsada).	Zeytin hamuru içerisindeki fenol bileşenlerin ve antioksidanların suya karışması ile daha sonra dekantörde yapılacak ayırma işlemi sırasında kaybolup gitmesi, zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler, sızma zeytinyağı elde edilemez	10	Makinelere su verilmeden ayırma sürecini gerçekleştiriyor olmaları	10	3	300

4	Dekantör	Dekantöre verilen suyun malaksörden çıkan hamur ısıyla aynı derecede olmaması	Eğer dekantördeki su daha soğuksa yağ donabilir ve ayrılmaz, prina ile beraber çıkar	10	Operatör hatası, tecrübesiz olması, dikkatsiz olması, termostatın olmaması veya çalışmaması/ çalıştırılmaması	2	4	80
---	----------	---	--	----	---	---	---	----

### Zeytinyağı Üretimin Süreçleri HTEA Analizi

#### 6. Süreç: Separatör

No.	Proses faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
1	Separatör	Separatöre su verilmesi	Zeytinin içerdiği fenol bileşenlerin ve antioksidanların suya karışması ve kaybolup gitmesi, zeytinyağının kalitesini olumsuz etkiler, sızma zeytinyağı elde edilemez	10	Makinelere su verilmeden ayırma sürecini gerçekleştiriyor olmaman	10	1	100
2	Separatör	Separatörün temizlenmemesi	Tortu oluşumuna yol açar, su kanalları kapanır ve su santrifüj kuvveti ile dışarı kaçamadığından zeytinyağın içinde fazla su olur ve bu da yağın kalitesini olumsuz etkiler	10	Operatörün dikkatsizliği	3	1	30

### Zeytinyağı Üretimin Süreçleri HTEA Analizi

#### 7. Süreç: Zeytinyağın Depolanması

No.	Proses faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	ÖNEM	Potansiyel Hata Nedenleri	OLASILIK/SIKLIK	SAPTANABİLİRLİK/ YAKALAMA	RÖS
1	Depolanma	Yabancı kokuların yağa sınması	Zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler, erken fermante olmasını sağlar	7	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	3	4	84
2	Depolanma	Kimyasal veya istenmeyen maddelerin yağa sızması	Zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler, tadı ve kokusunu bozar, sağlığa zararlıdır, sızma zeytinyağı elde edilemez	10	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	2	4	80
3	Depolanma	Organik maddelerin yağa girmesi (cam vs.)	Depolama alanlarının kirliliği, zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler, tadı ve kokusunu bozar, sağlığa zararlıdır, sızma zeytinyağı elde edilemez	10	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	2	2	40
4	Depolanma	Yağın fazla ışığa maruz kalması	Zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler, ısıdan dolayı özellikle tam filtre edilmiş zeytinyağlarında posa-kuzuma-şarabımsı ve sirkemsi koku ve tatlar oluşur	10	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	4	1	40

5	Depolanma	Yüksek depolama sıcaklığı	Zeytinyağı kusur oluşturur özellikle tam filtre edilmemiş zeytinyağlarında posa-kızışma-şarabimsi ve sirkemsi koku ve tatlar oluşur	10	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	6	1	60
6	Depolanma	Yanlış ambalajların seçilmesi	Zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler	10	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	5	1	50
7	Depolanma	Zeytinyağın dibinde biriken tortuların zeytinyağına karışması-separatörden sonra çelik kazanlarda bekletilip, tortusundan ayrılmaması	Zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler	7	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	2	1	14
8	Depolanma	Depolama ambalajların kapağı açık tutulması	Zeytinyağın kalitesini olumsuz etkiler, yağın ağır kokmasına sebep olur	10	Zeytinyağı muhafaza eden insanların bilinçsizliği	5	1	50

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Bihter BİÇER OYMAK  
Doğum Yeri ve Tarihi : 24.12.1984, Hildesheim/ Almanya

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : FHDW Hannover (Fachhochschule für die  
Wirtschaft Hannover)  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi, İİBF, İşletme  
Anabilim Dalı  
Bildiği Yabancı Diller : Almanca, İngilizce ve Türkçe

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

#### Makaleler

SCI : The Impact of Social Media on Turkish University  
Students' Attitudes Toward Online Advertising and  
their Behavioural Response, International Journal of  
Social Sciences and Humanity Studies, Vol 5, No 1,  
2013 ISSN: 1309-8063 (Online)  
-Diğer : Kalite Belgelendirmenin, Ürün Algısı ve Pazarlama  
Başarısındaki Önemi ve İt's Mathai Group  
Örneğinde, Kozmetik Branşında Lean Mangement  
Uygulaması

#### Bildiriler

-Uluslararası : -  
-Ulusal : -

Katıldığı Projeler : Repac GmbH Danışmanlığı FHDW kapsamında,  
İSO Sertifikası Yenileme Projesi Eduard Mathai  
GmbH Almanya ve Lean Management Projesi  
Eduard Mathai GmbH Slovakya

## **İŞ DENEYİMİ**

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : - Eduard Mathai GmbH- Almanya (Ekim 2005-Mart  
2009)  
  
- Navigator GmbH- Almanya (Nisan 2009-  
Temmuz 2010)  
  
- Amerikan Kültür Derneği Nazilli (Ekim 2010-  
Aralık 2013)  
  
- ADÜ MYO Nazilli ve Atça Öğretim Elemanı  
(2011-2014)

## **İLETİŞİM**

E-posta Adresi : bihterbiceroymak@hotmail.com

Telefon :0530- 700 54 58

Tarih :17.04.2015