



**T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI  
İSTATİSTİK BİLİM DALI**

# **YALIN ALTI SİGMA VE SÜREKLİ SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Emrah AKDAMAR**

**BURSA - 2014**



**T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI  
İSTATİSTİK BİLİM DALI**

# **YALIN ALTI SİGMA VE SÜREKLİ SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Emrah AKDAMAR**

**Danışman:  
Prof. Dr. Nuran BAYRAM**

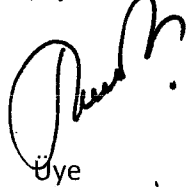
**BURSA - 2014**

T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ekonometri Anabilim Dalı, İstatistik Bilim Dalı'nda 701017002 numaralı Emrah AKDAMAR'ın hazırladığı "Yalın Altı Sigma ve Sürekli Süreç İyileştirme Üzerine Bir Uygulama" konulu Yüksek Lisans ile ilgili tez savunma sınavı, 05/06/2014 günü 11:00 – 12:00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin başarılı olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu  
Başkanı)

Prof. Dr. Nuran Bayram



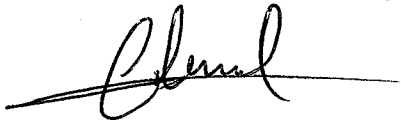
Üye

Prof. Dr. Necmi Gürsaka



Üye

Yard. Doc. Dr. Gülay Coşkun Kasap



Üye

Üye

...../...../ 20.....

## ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Emrah Akdamar  
Üniversite : Uludağ Üniversitesi  
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Anabilim Dalı : Ekonometri  
Bilim Dalı : İstatistik  
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi  
Sayfa Sayısı : XII + 128  
Mezuniyet Tarihi : .... / .... / 20.....  
Tez Danışman(lar)ı : Prof. Dr. Nuran Bayram

### **YALIN ALTI SİGMA VE SÜREKLİ SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

Bu çalışmada, son yıllarda özellikle yoğun rekabet halindeki işletmelerce uygulanan birer yönetim anlayışı olan, Altı Sigma yaklaşımı ve Yalın düşünce yaklaşımı ele alınmış, her iki yaklaşımın eksik yönlerinin giderilerek birarada kullanılması üzerine kurulu, ideal bir yönetim sistemi sunan Yalın Altı Sigma yöntemi incelenmiştir. Geniş bir rekabet ağına sahip olan otomotiv yansanayi sektörü üzerinde durulmuş ve uygulama çalışması otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir A firmasında yapılmıştır. Yalın altı sigma teknikleri ve sürekli süreç iyileştirme anlayışıyla, şirket karlılığı ve müşteri beklentileri doğrultusunda; verimlilik, ıskarta ve rötuş oranları üzerinde önemli iyileştirmeler kaydedilmiş, israflar azaltılmış, süreçler daha hızlı çalışır hale getirilmiş ve bir sonraki iyileştirmeler için projeler üretilmeye başlanmıştır. İstatistiksel analizler için Minitab 14 paket program kullanılmıştır.

**Anahtar sözcükler :** Altı sigma, Yalın düşünce, Sürekli süreç iyileştirme

## ABSTRACT

Name and Surname : Emrah Akdamar  
University : Uludag University  
Institution : Social Science Institution  
Field : Econometrics  
Branch : Statistic  
Degree Awarded : Master  
Page Number : XII + 128  
Degree Date : .... / .... / 20.....  
Supervisor (s) : Prof. Dr. Nuran Bayram

### **AN APPLICATION ABOUT LEAN SIX SIGMA AND CONTINUOUS IMPROVEMENT PROSESS**

In this study, The Six Sigma approach and Lean Thinking has been discussed as they are management approaches implemented by businesses in intense competition. Both approaches have gaps therefore, these approaches are used together which, form the ideal management system known as The Lean Six Sigma. This study has taken place at A company which, is in the automotive subsidiary industry that has a network of competition. The techniques of The Lean Six Sigma with its continuous improvement process understanding, business profit, customer expectations has recorded important improvements on the ratio of waste and refined products. Wastage has been reduced, the process has accelerated and projects have been developed for further developments. The Minitab 14 package program has been used to analyses the statistics.

**Keywords :** Six sigma, Lean thinking, Continuous improvement process

## ÖNSÖZ

Üretimde, yönetimde, hayatın çeşitli kademelerinde en iyiyi aramaya, bulmaya ve uygulamaya imkan tanıyan İstatistik bilimi; bu çalışmamda temel yol göstericim konumundadır. İstatistiksel yöntem ve araçlar, belirsizlikler ve değişkenliklerle dolu karmaşık denizleri bilimin rüzgarıyla dinginleştirir. Böylece bu çalkantılı denizlerde, insanların güvenle yol almalarına olanak tanır.

Bu çalışmamda, yalın altı sigma ve sürekli süreç iyileştirme yaklaşımıyla; düşük verimlilikle çalışan hantal süreçlerin daha verimli ve dinamik hale nasıl getirilebileceği teorik ve pratik bir biçimde ortaya konmuştur.

Bu tezin hazırlanmasında bilgisi, tecrübesi ve güler yüzüyle bana destek olan değerli Hocam Prof. Dr. Nuran BAYRAM'a, kıymetli görüşleri ve eleştirileriyle üzerimde çok büyük emeği bulunan saygı değer hocam Prof. Dr. Necmi GÜRSAKAL'a, uygulama aşamasında bilgilerinden önemli ölçüde faydalandığım sevgili ağabeyim Berkay ONAT'a, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli dostlarım Ufuk RADANLI'ya ve Seher DURMUŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Attığım her adımın arkasında büyük bir güven ve sevgiyle duran; Annem, Babam, Ağabeyim ve Ablam'a, koşulsuz destek veren tüm dostlarıma, sevgi ve saygılarımla...

Bursa 2014

Emrah AKDAMAR

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR.....	ix
TABLolar.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
GİRİŞ.....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM ALTI SİGMA

1.1. BİR YÖNETİM FELSEFESİ OLARAK ALTI SİGMA .....	5
1.2. ALTI SİGMA'NIN İSTATİSTİKSEL ANLAMI .....	7
1.3. ALTI SİGMA'NIN İLKELERİ.....	9
1.3.1. Müşteri Odaklılık .....	9
1.3.2. Süreç Odaklılık .....	9
1.3.3. Verilere Dayalı Yönetim .....	9
1.4. ALTI SİGMA SİSTEMİ.....	10
1.4.1. Tanımlama .....	11
1.4.2. Ölçme .....	12
1.4.3. Analiz .....	12
1.4.4. İyileştirme.....	13
1.4.5. Kontrol.....	13
1.5. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU .....	14
1.5.1. Üst Kalite Konseyi .....	14
1.5.2. Yönetim Temsilcisi.....	15
1.5.3. Kalite Şampiyonu .....	16
1.5.4. Uzman Kara Kuşak.....	16
1.5.5. Kara Kuşaklar .....	17
1.5.6. Yeşil Kuşaklar .....	17

### İKİNCİ BÖLÜM YALIN ÜRETİM

2.1. “YALIN” KAVRAMI .....	18
2.2. YALIN ÜRETİM'İN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	18
2.3. SERİ ÜRETİM İLE YALIN ÜRETİMİN KARŞILAŞTIRILMASI .....	22
2.4. YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN TEMEL KAVRAMLARI .....	22
2.4.1. İsrafsız Üretim .....	22
2.4.2. Tam Zamanında Üretim.....	24
2.4.2.1. Sıfır hata .....	25
2.4.2.2. Sıfır stok .....	25
2.4.2.3. Sıfır hazırlık zamanı .....	27

2.4.2.4. Sıfır parça taşıma .....	27
2.5. YALIN ÜRETİMDE KULLANILAN TEKNİKLER.....	28
2.5.1. SMED .....	28
2.5.2. JIDOKA.....	29
2.5.3. Toplam Üretken Bakım .....	30
2.5.4. Tek Parça Akışı .....	31
2.6. YALIN ÜRETİMİN TEMEL PERFORMANS KRİTERLERİ.....	31
2.6.1. Esneklik Ve Hız Kriteri .....	32
2.6.2. Maliyetler Üzerinden Rekabet Kriteri .....	33
2.6.3. Değer Yönetimi Kriteri.....	33
2.6.3.1. Değer Yaratılması.....	33
2.6.3.2. Değer akışı.....	34
2.6.3.3. Sürekli akış .....	35
2.6.3.4. Çekme sistemi .....	35
2.6.3.5. Mükemmellik .....	36
2.6.4. Yalın Yönetim Kriteri.....	36
2.6.5. Tedarikçilerle İlişki Kriteri.....	37

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM YALIN ALTI SİGMA

3.1. YALIN DÜŞÜNCE VE ALTI SİGMANIN BÜTÜNLEŞİK BİR BİÇİMDE ELE ALINMASI.....	38
3.1.1. Yalın Düşünce Ve Altı Sigma Kavramının Karşılaştırılması.....	39
3.1.2. Yalın Altı Sigma TÖAİK Araçları .....	41
3.1.2.1. Tanımlama Araçları.....	42
3.1.2.1.1. Proje tanımlama formu .....	43
3.1.2.1.2. TGSCM diyagramı .....	44
3.1.2.1.3. Kick-off toplantısı.....	45
3.1.2.2. Ölçme Araçları .....	45
3.1.2.2.1. Değer akış haritası .....	46
3.1.2.2.2. Pareto analizi .....	48
3.1.2.2.3. Hata türü ve etkileri analizi.....	50
3.1.2.2.4. Kontrol grafikleri.....	54
3.1.2.2.5. Süreç yeterlilik indeksleri.....	55
3.1.2.3. Analiz Araçları .....	56
3.1.2.3.1. Beyin fırtınası .....	56
3.1.2.3.2. Balık kılçığı diyagramı .....	57
3.1.2.3.3. Serpilme diyagramı.....	58
3.1.2.3.4. Deney tasarımı .....	59
3.1.2.3.5. Beş neden analizi .....	61
3.1.2.4. İyileştirme Araçları.....	61
3.1.2.4.1. Kaizen çalışmaları .....	62
3.1.2.4.2. Beş adımlı Kaizen planı.....	64
3.1.2.4.3. Poka yoke.....	65
3.1.2.5. Kontrol Araçları.....	66



## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM UYGULAMA ÇALIŞMASI**

4.1. TÜRKİYE'DE OTOMOTİV YAN SANAYİ.....	67
4.2. UYGULAMA YAPILAN FİRMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	73
4.3. UYGULAMA.....	74
4.3.1. Isıl İşlem Süreci ve İyileştirme Çalışması.....	75
4.3.1.1. Tanımlama.....	76
4.3.1.2. Ölçme.....	78
4.3.1.3. Analiz.....	80
4.3.1.4. İyileştirme.....	84
4.3.1.5. Kontrol.....	90
4.3.2. Kalınlık Taşlama Süreci ve İyileştirme Çalışması.....	91
4.3.2.1. Tanımlama.....	92
4.3.2.2. Ölçme.....	93
4.3.2.3. Analiz.....	94
4.3.2.4. İyileştirme.....	95
4.3.2.5. Kontrol.....	96
4.3.3. Puntasız Taşlama Süreci ve İyileştirilme Çalışması.....	99
4.3.3.1. Tanımlama.....	99
4.3.3.2. Ölçme.....	100
4.3.3.3. Analiz.....	101
4.3.3.4. İyileştirme.....	102
4.3.3.5. Kontrol.....	105
4.3.4. Kanban Uygulaması.....	107
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	118
KAYNAKÇA.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	128

## KISALTMALAR

Kısaltma	Bibliyografik Bilgi
AB	Avrupa Birliği
a.g.e.	Adı Geçen Eser
a.g.m.	Adı Geçen Makale
a.g.tz.	Adı Geçen Tez
a.g.s.	Adı Geçen Sunum
a.g.r.	Adı Geçen Rapor
AKL	Alt Kontrol Limiti
GE	General Electrics
GM	General Motors
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HTEA	Hata Türü Etkileri Analizi
OÇ	Orta Çizgi
PUKÖ	Planla Uygula Kontrol et Önlem al
RÖS	Risk Öncelik Sayısı
s.	Sayfa
SIPOC	Supplier Input Process Output Customer
ss.	Sayfadan sayfaya
TAYSAD	Taşıt Araçları Yan sanayicileri Derneği
TGŞÇM	Tedarikçi Girdi Süreçler Çıktı Müşteri
TÖAİK	Tanımlama Ölçme Analiz İyileştirme Kontrol
TYLSP	Tedarikçi Yalın Lider Sertifika Programı
TZÜ	Tam Zamanında Üretim
ÜKL	Üst Kontrol Limiti
Vol	Volume

## TABLULAR

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1.1.</b> Sigma düzeyleri ve hata oranları .....	<b>4</b>
<b>Tablo 1.2.</b> Altı sigma'nın temel adımlarında sorulması gereken sorular .....	<b>11</b>
<b>Tablo 3.1.</b> Yalın altı sigma temel basamaklarında ele alınması gereken konular .....	<b>41</b>
<b>Tablo 3.2.</b> TÖAİK döngüsünde kullanılan araç ve teknikler.....	<b>42</b>
<b>Tablo 3.3.</b> S değeri hesaplanmasında kullanılacak tablo .....	<b>52</b>
<b>Tablo 3.4.</b> P değeri hesaplanmasında kullanılacak tablo .....	<b>52</b>
<b>Tablo 3.5.</b> D değeri hesaplanmasında kullanılacak tablo .....	<b>53</b>
<b>Tablo 3.6.</b> Süreç yeterlilik indeksleri ve formülleri.....	<b>55</b>
<b>Tablo 3.7.</b> Süreç yeterlilik indekslerinin yorumlanması.....	<b>56</b>
<b>Tablo 3.8.</b> Kaizen ve İnovasyon karşılaştırılması.....	<b>63</b>
<b>Tablo 4.1.</b> Bursa'da faaliyet gösteren belli başlı otomotiv ana ve yan sanayi kuruluşları .....	<b>72</b>
<b>Tablo 4.2.</b> Kalınlık taşlama süreci verileri .....	<b>94</b>
<b>Tablo 4.3.</b> İyileştirme sonrası kalınlık taşlama süreci verileri.....	<b>97</b>
<b>Tablo 4.4.</b> Beş neden analizi sonuçları .....	<b>102</b>
<b>Tablo 4.5.</b> Üç süreç için gerçekleşen fazla mesai ve makine boş kalma süreleri .....	<b>107</b>
<b>Tablo 4.6.</b> Eski ve yeni stok sürelerinin karşılaştırılması.....	<b>113</b>

## ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Sigma uzaklıkları için normal dağılım eğrisi altındaki alanlar( $3\sigma$ ).....	8
Şekil 2.1. Dünya motorlu araç üretiminde Japonya'nın payı.....	20
Şekil 3.1. Altı sigma ve yalın yöntemlerin güçlü yönleri .....	40
Şekil 3.2. Proje tanımlama formu .....	44
Şekil 3.3. TGSCM diyagramı .....	45
Şekil 3.4. Değer akış haritası örneği .....	48
Şekil 3.5. Pareto grafiği örneği .....	50
Şekil 3.6. HTEA risk değerlendirme formu .....	53
Şekil 3.7. Balık kılıcı diyagramı .....	58
Şekil 3.8. Serpilme Diyagramları ile farklı ilişki türleri .....	59
Şekil 4.1. Otomotiv sektörü'nün diğer sektörlerle ilişkisi .....	68
Şekil 4.2. Türkiye'de otomotiv sektörünün yıllar içerisindeki dönüşümü.....	69
Şekil 4.3. Bilezik parçasının A firmasına girişi, geçirdiği süreçler ve firmadan çıkışı .....	75
Şekil 4.4. Isıl işlem sürecinin iyileştirmesi için hazırlanan proje tanımlama formu.....	77
Şekil 4.5. Isıl işlem fırınlarındaki kayıpların saat, yüzde ve maliyet olarak gösterilmesi .....	78
Şekil 4.6. Isıl işlem süreci kayıp zaman analizi- pareto grafiği .....	79
Şekil 4.7. Isıl işlem fırınlarının süreç akış haritası.....	80
Şekil 4.8. Isıl işlem fırınlarında kayıp zaman problemine ilişkin balık kılıcı diyagramı.....	81
Şekil 4.9. Kurum yakma süresi verilerinin güvenilirliği.....	83
Şekil 4.10. Mevcut sürece ait boş kalma ve yükselme verilerinin güvenilirliği .....	85
Şekil 4.11. İyileştirme çalışmasından sonra elde edilen verilerin güvenilirliği .....	86
Şekil 4.12. Yeni kurum yakma süresi verilerinin güvenilirliği.....	89
Şekil 4.13. Bilezik parçasının kalınlık taşlama operasyonundan önceki ve sonraki durumu ..	92
Şekil 4.14. Kalınlık taşlama süreci için oluşturulan proje tanımlama formu.....	93
Şekil 4.15. İki operatörle çalışan kalınlık taşlama süreci.....	95
Şekil 4.16. Sarsak ve itici&kanallı aparat .....	96
Şekil 4.17. Kalınlık taşlama sürecinin yeni çalışma şekli.....	96
Şekil 4.18. Mevcut ve iyileştirilmiş kalınlık taşlama sürecine ait özet istatistikler .....	97
Şekil 4.19. Puntasız taşlama işlemi şematik gösterimi .....	99
Şekil 4.20. Mevcut ıskarta-rötuş oranları ve iyileştirme hedefleri.....	100
Şekil 4.21. 2009 2010 ve 2011 yılları için ıskarta ve rötuş maliyetleri .....	101
Şekil 4.22. Aksiyon planı.....	103
Şekil 4.23. Standart iş formu örneği .....	104
Şekil 4.24. 5S çalışmasından önce ve sonra malafaların görünümü .....	104

<b>Şekil 4.25.</b> 5S çalışmasından önce ve sonra taş ve bıçakların görünümü .....	<b>105</b>
<b>Şekil 4.26.</b> 5S çalışmasından sonra takım ve masterların görünümü.....	<b>105</b>
<b>Şekil 4.27.</b> İyileştirme projesi boyunca ıskarta ve rötuş oranları .....	<b>106</b>
<b>Şekil 4.28.</b> Hedeflenen ve gerçekleşen ıskarta-rötuş oranları .....	<b>106</b>
<b>Şekil 4.29.</b> Üç süreç için mevcut ve hedeflenen fazla mesai saatleri.....	<b>109</b>
<b>Şekil 4.30.</b> Üç süreç için mevcut ve hedeflenen boş kalma saatleri .....	<b>109</b>
<b>Şekil 4.31.</b> Mevcut süreç için değer akış haritası.....	<b>110</b>
<b>Şekil 4.32.</b> A firması için oluşturulan çekme kanbanı kartı .....	<b>112</b>
<b>Şekil 4.33.</b> İtme ve çekme sistemleri, (a) itme, (b) çekme.....	<b>114</b>
<b>Şekil 4.34.</b> İyileştirme öncesi, hedeflenen ve gerçekleşen fazla mesai saatleri .....	<b>116</b>
<b>Şekil 4.35.</b> İyileştirme öncesi, hedeflenen ve gerçekleşen makine boş kalma saatleri .....	<b>116</b>

## GİRİŞ

Üretim; bir takım girdilerin, bazı süreçlerden geçip, müşterilerin talep ettiği çıktılara dönüştürülmesi işlemidir. Bu işlem, hem üretim süreci esnasında hem öncesinde hem de sonrasında; başka sistemler, işletmeler ve süreçlerle bağlantılı olarak çalışır. Bir üretim sürecinden geçen malzeme başka bir üretim sürecine katılır ve bu zincir, son kullanıcı olan müşteriye kadar uzanır. Farklı endüstri alanlarındaki üretim süreçlerini gerçekleştiren işletmeler, toptan ülke sanayisini meydana getirir. Dolayısıyla ülke ekonomisi, sanayi kuruluşlarının performanslarından etkilenmektedir.

İşletmelerin büyümeleri, karlılıklarını arttırmalarına; karlılıklarını arttırmaları ise müşteri memnuniyeti yaratmalarına bağlıdır. Günümüzde, işletme sayılarının artması, müşterilerin satın alma alternatiflerini çoğaltmış, bu durum da piyasada rekabet oluşmasını sağlamıştır. Piyasada kalite ve fiyat avantajı sağlayabilen şirketler, müşteri memnuniyeti rekabetinde öne geçmeyi başaramamıştır.

Yüksek stok seviyeleriyle ve düşük kalite düzeyleriyle çalışılan hantal süreçler günümüzde geçerliliğini yitirmiştir. Bunun yerine; kalite anlayışını, işletmenin tepe noktasından en alt seviyesine kadar entegre edebilen, yığın üretim yerine kendisinden talep edilen kadar miktarı tam zamanında üretebilen, böylece büyük risk barındıran stok seviyelerinden kaçınan, dinamik, esnek ve yüksek verimlilikle çalışan, rekabet ortamında işletmelerin yaşayabilmesini sağlayan süreçler geliştirilmeye başlanmıştır.

Şirketler, müşterilerin isteklerinden ödün vermelerini bekleyemezler. Bunun yerine kendi üretim süreçlerini onların beklentilerine uygun olarak tasarlamak, yenilemek veya geliştirmek zorundadırlar. Günümüzde müşteriler tercihlerini yaparken; kaliteye, fiyata ve hıza odaklanmış durumdadırlar. Dolayısıyla tam anlamıyla bir müşteri tatmini yaratmak isteyen bir işletme, bu üç kriteri de yerine getirmelidir.

Bu çalışmada, otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmanın üç kritik üretim sürecini, yalın altı sigma ve sürekli süreç iyileştirme anlayışıyla nasıl iyileştirdiğinin ortaya konması ve yalın altı sigma yönteminin işleyişinin detaylı bir biçimde aktarılması hedeflenmiştir.

Altı sigma yöntemi, kalite düzeyini arttırmadaki başarısını geçtiğimiz 30 yıl içerisinde kanıtlamıştır. Çalışmanın birinci bölümünde Altı sigma'nın doğuşu, felsefesi,

istatistiksel anlamı ve işleyişi hakkında bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise; süreçte var olan israf kaynaklarını ortadan kaldırarak, süreç hızı, stok seviyeleri ve üretim maliyetlerini büyük ölçüde azaltan yalın düşünce sistemi üzerinde durulmuştur. Altı sigma ve yalın düşüncenin bütünleşik bir biçimde ele alınmasıyla ortaya çıkan ve süreç iyileştirme çalışmalarında önemli bir araç haline gelen yalın altı sigma yönteminin işleyişi ayrıntılarıyla verilmiştir. Çalışmanın üçüncü ve son bölümünde ise; otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir A firmasında, üç farklı süreç ile ilgili, yalın altı sigma süreç iyileştirme basamakları kullanılarak gerçekleştirilen uygulama çalışması ve üç sürecin tamamını kapsayan kanban uygulaması anlatılmıştır. Çalışmada, Minitab 14 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Sonuç bölümünde ; yapılan iyileştirmeler, bu iyileştirmeler sonucunda elde edilen kazanımlar ve sektörün geleceği ele alınmıştır.

# Birinci Bölüm

## ALTI SİGMA

### 1. ALTI SİGMA

Altı sigma metodolojisi 1986 yılında Motorola tarafından elektronik endüstrisinde, Japon işletmeler karşısında kalite düzeylerini yükseltmek suretiyle, rekabet gücünü artırmak amacıyla geliştirilmiştir. Sigma ( $\sigma$ ), Yunan alfabesindeki sembolden gelmekte olup, istatistikte standart sapmayı ifade etmektedir. Sigma, süreç kararsızlığını ve varyasyonu nicelleştirmede bir ölçüttür.<sup>1</sup> Motorola altı sigmayı, bir dizi araç olmanın ötesinde, iletişim, eğitim, ekip çalışması, liderlik, ölçüm ve müşteriye odaklanma üzerine kurulu, işi yeni bir biçime sokma yöntemi olarak uygulamıştır.

Altı sigmanın diğer iyileştirme tekniklerinden en büyük farkı; altı sigmanın tek bir yöntem ya da strateji üzerine kurulu, gelip geçici bir heyecan olmamasıdır. Yöneticilik becerisini ve performansını iyileştirmeyi hedefleyen esnek bir sistem olmasıdır. Altı sigma, iş dünyasını 21. yüzyılda başarıya ulaştıracak yeni bir formül ortaya koymak için, geçen yüzyılın en önemli yönetim fikirleri ve en iyi uygulamalarından bazılarını temel alır. Kısa süre içinde bazı üst ve orta düzeydeki şirketlerin elde ettiği büyük boyutlu kazançlar, altı sigmanın ne kadar güçlü olduğunun kanıtıdır. En az bunun kadar önemli olan başka bir nokta da; altı sigmanın kalıcı başarıyı garantileyecek yeni yapı ve uygulamaları geliştirmede oynadığı roldür.<sup>2</sup>

Altı sigma, istatistiksel olarak milyonda 3,4 hata olasılığının altına inilmesini hedeflemiştir. Altı sigmanın müşteri memnuniyetini esas alan ve buna paralel olarak süreç yaklaşımı temelinde, sistematik biçimde, işletme genelinde uygulanan kantitatif metotların sonucunda :

---

<sup>1</sup> MCCARTY Thomas, BREMER Michael, DANIELS Lorraine, GUPTA Praveen, **The Six Sigma Black Belt Handbook**, Mc Graw Hill Inc., USA, 2004.

<sup>2</sup> PANDE Pete, NEUMAN Robert P., CAVANGH Roland R., **The Six SigmaWay: How GE, Motorola And Other Top Companies Are Honing Their Performance**, NY: McGrawHill, 2000.



- Hata oranları azalmakta,
- Çevrim süreleri kısalmakta,
- Stok seviyeleri düşmekte,
- Verimlilik yükselmekte,
- Maliyetler azalmakta,
- Yüksek müşteri tatminine ulaşılmakta,
- Artan Pazar payı ile karlılık artışı sağlanmaktadır.<sup>3</sup>

**Tablo 1.1.** Sigma düzeyleri ve hata oranları <sup>4</sup>

Proses Yeteneği	Milyonda Hata	Verim (%)	ANLAM
1,5 $\sigma$	500000	50	Üretimin %50'si çöpe atılmaktadır.
2 $\sigma$	308537	69,1463	Üretimin yaklaşık %31'i çöpe atılmaktadır.
3 $\sigma$	66807	93,3193	Milyon adet uçuşun 66807'si hatalıdır.
4 $\sigma$	6210	99,3790	Milyon adet ameliyatın 6210'u yanlış yapılmaktadır.
5 $\sigma$	233	99,9767	Milyon adet haberin 233 adedi yanlış verilmektedir.
6 $\sigma$	3,4	99,9997	Milyon saat içerisinde 3,4 saat elektrik kesintisi olmaktadır'

<sup>3</sup> ADA Erhan ve ARACIOĞLU Burcu, "Türk İşletmelerinde Verimlilik Artışı İçin Altı Sigma Yönetim Sistemi Modeli", Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği – XXIV. Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana.20047

<sup>4</sup> GÜRSAKAL Necmi, **Altı Sigma Müsteri Odaklı Yönetim**, Nobel Basımevi, s.265, Bursa, 2005

Tabloda 1.1.'de görüldüğü gibi altı sigma seviyesine ulaşmış bir süreçte bir milyon kusur fırsatında yalnızca 3,4 kusurla karşılaşılması beklenir. Bu seviyede değişkenlik oldukça düşüktür.

Sigma düzeyinin düşük olması, bir üretim veya hizmet sürecinde daha çok sayıda hata olması anlamına gelmektedir. Yani sigma düzeyi ile hata sayısı arasında tersine bir ilişki bulunmaktadır.<sup>5</sup>

### 1.1. BİR YÖNETİM FELSEFESİ OLARAK ALTI SİGMA

Altı sigma bir işletme ve yönetim stratejisidir. İşletmelerin rekabet üstünlüğü kazanmalarında, içerdiği stratejiler ve çağdaş yönetim anlayışı ile rehberlik yapar.

Süreçlerin sigma düzeyleri yükseldikçe, ürün kalitesi yükselir ve maliyetler azalır. Sonuçta müşteri daha çok tatmin olmaya başlar. Altı sigma aynı zamanda imalatta, tasarımda ve hizmette kaliteyi iyileştirmeye yarayan ve belirli varsayımlarla milyonda 3,4 hatayı hedefleyen yönetim felsefesidir. Altı sigmanın istatistiksel yönü ağır olmakla birlikte, aynı zamanda içinde liderlikten iletişime kadar çok sayıda konuyu içine alan bir yönetim desteği sağlayan bir yöntemdir.

Bu yöntemin temel amacı, bir işin daha iyi, daha hızlı ve daha düşük maliyetle yapılabilmesi için süreçlerin nasıl geliştirilmesi gerektiğine ilişkin yeni bilgilerin işletmeye kazandırılmasıdır. Altı sigma, üretim, insan kaynakları, sipariş alımı ya da teknolojik gelişimler gibi işletmenin her alanında kullanılabilir.<sup>6</sup>

Altı sigma projelerinin gerçekleştiği iş süreçleri sadece üretim ve üretime bağlı süreçler değil, malzeme tedarik, lojistik, satış, pazarlama gibi üretim dışı süreçleri de kapsar.<sup>7</sup>

1980'li yıllar süresince, Motorola'da altı sigma, hata merkezli bir girişim olarak gerçekleşmiştir. Motorola'daki altı sigma girişimi, hataların azaltılması ile ürün kalitesinde önemli bir iyileştirme gerçekleştirilmesini sağlayan bir metodoloji olarak uygulanmıştır.

---

<sup>5</sup> GÜRSAKAL Necmi, OĞUZLAR Ayşe, **Altı Sigma**, 1. Baskı, Bursa: Vipaş Basım ve Dağıtım, 2003.

<sup>6</sup> DOĞAN Selen, DEMİRAL Özge, "Yalın Yöntemler ve Altı Sigmayı İçeren Bütünleşik Bir Yaklaşım : Yalın Altı Sigma", **İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt:22, Sayı:1, s.344, Ocak 2008.

<sup>7</sup> RUDISILL Frank, "The management Accountant's Role in Six Sigma". **Strategic Finance**, Vol: 86, No:5, s.35, November 2004.

Motorola, yaygın olarak bilinen, Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol (TÖAİK) altı sigma iyileştirme döngüsünü takip ederek, kritik süreçlerini belgeleyerek, süreçleri kritik müşteri isteklerine göre sıralayarak ve sürekli olarak sürecini iyileştirmeye yönelik ölçüm ve analiz sistemini kurarak, ürün kalitesine odaklanmıştır. Motorola'daki altı sigma girişiminde ilk öncelik noktasının üretim olduğu bu dönem, ilk kuşak altı sigma olarak tanımlanmıştır.

Daha sonra 1990'lı yıllarda, altı sigmanın odak noktası, ürün kalitesinden iş kalitesine doğru kaymıştır. Bu düşünce şeklinde altı sigma, iş merkezli bir yönetim şekli halini almıştır. İşte bu ikinci dönem altı sigma çalışmalarını başlatan ve altı sigmayı geliştiren General Electrics Corporation (GE) Şirketi olmuştur. GE organizasyonu içerisinde, altı sigma metodolojisinin ticari süreçlere ve ürün servislerine de uygulamak konusunda özel bir önem verilmiş olup, bu şekilde altı sigma girişimi üretim dışı servis operasyonlarına genişletilmiş ve milyarlarca dolar kazanç elde edilmiştir. GE'deki altı sigma uygulamaları sayesinde, altı sigma metodolojisinin geleneksel üretim alanlarının dışında servis alanlarında da uygulanabileceği ve önemli iyileştirmeler gerçekleştirilebileceği, kısacası altı sigma metodolojisinin, önemli fırsatların olduğu tüm alanlarda genelleştirilebileceği görülmüştür.<sup>8</sup>

Tüm şirketler, altı sigma çalışmalarından GE veya Motorola şirketlerinin elde ettiği kazançları elde edememişlerdir. Şirketler altı sigma ile geleneksel yöntemler yerine bilimsel yöntemleri kullanır ve çok net kazançlar elde edebilir. Ancak, altı sigma uygulamalarında yapılabilecek bazı hatalar, metodolojinin şirketlere zarar vermesine neden olabilir.<sup>9</sup> Altı sigma girişiminin başarılı olabilmesi için gerçekleştirilmesi gereken kritik başarı faktörleri şu şekilde sıralanmıştır:

- Üst yönetimin desteği ve katılımı,
- Organizasyonun tamamını kapsayacak şekilde kültürel değişim,
- Kuşak sistemi olarak yapılandırılmış organizasyonel yapı,
- Altı sigmanın iş stratejileri ile ilişkilendirilmesi,
- Altı sigmanın müşteri ile ilişkilendirilmesi,

---

<sup>8</sup> GRANT Vince, "Six Sigma And Shared Services", Six Sigma Exchange Newsletter, s.3.

<sup>9</sup> DOĞAN Bilgin, "Altı Sigma Metodolojisini Geliştiren Şirketlerin Altı Sigma Organizasyonlarının İncelenmesi ve xyz Şirketi İle Karşılaştırılması", T.C.İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006

- İşin gerekliliklerine olduğu kadar çalışanların ihtiyaçlarına da uygun olarak yapılandırılmış yoğun eğitimler,
- Proje yönetim becerisi,
- Altı sigmanın yan sanayiler ile ilişkilendirilmesi.<sup>10</sup>

## 1.2.ALTİ SİGMA'NIN İSTATİSTİKSEL ANLAMI

Altı sigma, kaliteyi iyileştirme gerekliliğinden doğmuştur. Kalite problemlerinin ana nedeni değişkenlik olduğundan dolayı, kaliteyi iyileştirmek için değişkenlik ölçülmeli, azaltılmalı ve önlenmelidir. İstatistikte değişkenlik, verilerin ne ölçüde birbirlerinden farklı veya ne ölçüde birbirlerine benzer olduklarını anlatan bir kavramdır. Verilerin değerleri birbirlerine yakın olduğunda değişkenlik az, buna karşılık bu değerler birbirlerinden uzak olursa değişkenlik fazladır.<sup>11</sup>

Altı sigma, anakütle değerlerinin aralığını matematiksel olarak normal dağılımla göstermek ve süreçte, müşteri istek ve beklentilerinden ne kadar sapma olduğunu bulmak için kullanılır. Eğer süreç ortalaması ve kontrol limitleri arasında altı sigmalı bir boşluk oluşabiliyorsa süreç “Altı sigma” seviyesindedir denir.<sup>12</sup>

Bir dağılımın ortalamasından  $\pm z\sigma$  aralığı (genişliği), sigma uzaklıkları olarak adlandırılır ve bu uzaklıklar ile normal eğri altında kalan alanlar hesaplanır.  $\mu \pm z\sigma$  standart aralığı, normal eğrinin altında kalan toplam alanın yüzdesi şeklinde ifade edilir. Bu durum Şekil 1.1.'de görülmektedir.<sup>13</sup>

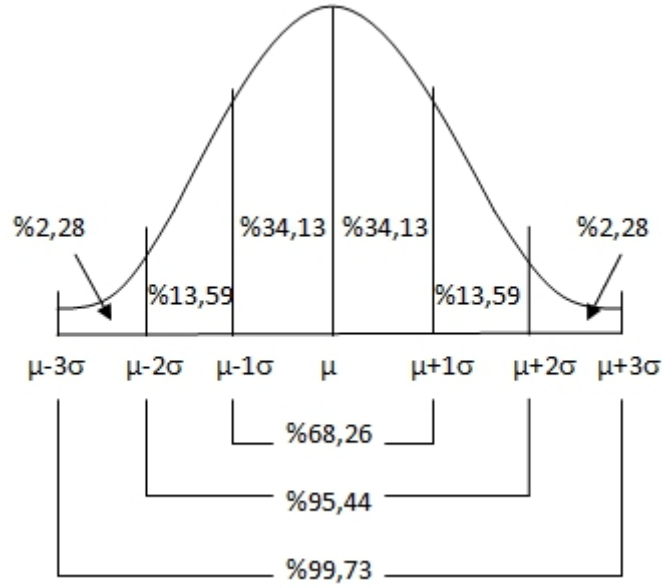
---

<sup>10</sup> ANTONY Jiju, “Key Ingredients For The Effective Implementation of Six Sigma Program”, **Measuring Business Excellence**, vol:6, No:4, s.21, 2002.

<sup>11</sup> SNEE Ronald D., “Six Sigma Improves Both Statistical Training and Processes”, **Quality Progress**, 2000.

<sup>12</sup> CAN Nevin, “Altı Sigma Yaklaşımı Kullanılarak Diferansiyel Kovan Üretimi Sürecinin İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 2006.

<sup>13</sup> İŞİĞİÇOK Erkan, “Altı Sigma Kara Kuşaklar için Hipotez Testleri Yol Haritası”, Sigma Center Yönetim Sistemleri, s.64, Aralık 2005.



**Şekil 1.1.** Sigma uzaklıkları için normal dağılım eğrisi altındaki alanlar( $3\sigma$ )<sup>14</sup>

Bir sürecin  $3\sigma$  yeterliliğine sahip olması yakın zamana kadar tatminkâr sayılmaktaydı. Bunun anlamı, normal dağılımın merkezinin (ortalamanın)  $3\sigma$  sağına üst kontrol limitinin ve  $3\sigma$  soluna alt kontrol limitinin yerleştirilmesi durumunda, bu iki limit arasında ve eğrinin altında kalan alanın, toplam alanın % 99,73'ü olması ve bu alanın spesifikasyonlara uyan mal ve hizmet oranını göstermesidir. Kontrol limitleri dışında ve eğri altında kalan alan ise toplam alanın %2,7 'sidir.<sup>15</sup>  $6\sigma$  seviyesi, merkezlenmiş bir normal eğrinin ortalamasında sola ve sağa  $\mu \pm 6\sigma$  şeklinde olmak üzere  $12\sigma$  genişliğini ifade eder.<sup>16</sup> Bu seviyede spesifikasyonlara uyan mal ve hizmet oranı %99,9997 olmaktadır.

<sup>14</sup> IŞIĞIÇOK Erkan, a.g.tz., s.64, 2005.

<sup>15</sup> PATIR Sait, "Kalite Anlayışında Altı Sigma Yaklaşımı", İnönü Üniversitesi İşletme Bölümü, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, C.7, S.24, s.68, 2008.

<sup>16</sup> IŞIĞIÇOK Erkan, a.g.tz., s.110, 2005.

## 1.3. ALTI SİGMA'NIN İLKELERİ

### 1.3.1. Müşteri Odaklılık

Günümüz rekabet ortamında bir firmanın ürünlerinin iyi ya da hatasız olması başarı garantisini vermemektedir. Altı sigma'nın özünde yer alan müşteri odağı, müşterilerin nelere değer verdiğinin öğrenilmesi ve bunu onlara karlı olarak nasıl sağlanacağını planlanmasını öngörür.<sup>17</sup> Altı sigma iyileştirme projelerinin başarısı, müşteri memnuniyeti üzerindeki etkileriyle ölçülür.

### 1.3.2. Süreç Odaklılık

Süreç, mal veya hizmet üretiminin gerçekleştiği yerdir. Ürün veya hizmetin tasarlanması, üretilmesi, müşteri beklentileri doğrultusunda belli bir kalite düzeyine ulaştırılması, bütün bu faaliyetlerin yönetilmesi, belli bir süreç içerisinde gerçekleşir. Dolayısıyla altı sigma, sürecin tamamına odaklanarak, kalite düzeyini yükseltip, süreci müşteri beklentilerine uygun hale getirmeyi bir ilke edinmiştir.

### 1.3.3. Verilere Dayalı Yönetim

Altı sigma'nın en önemli özelliği süreçleri verilerin ışığında yönetmesidir. Bu nedenle altı sigma yoğun olarak istatistikten yararlanır. Profesyonel iş yaşamında alınacak hissi kararların dönüşü büyük zararlar olacaktır.

Altı sigma uygulamalarının ilk basamağı iş performansını tahmin etmek için gerekli anahtar ölçütlerin belirlenmesidir. Bu ölçütler daha sonra kritik değişkenleri anlamak ve sonuçları optimize etmek için kullanılır. Daha açık bir ifade ile altı sigma verilere dayalı kararları ve çözümleri desteklemek için yöneticilerin aşağıdaki iki temel soruyu cevaplamalarına yardımcı olur:

---

<sup>17</sup> ÇABUK Yıldız, KARAYILMAZLAR Selman, "Altı sigma yaklaşımı", **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt:12, Sayı: 17, 93-99, 2010

- Hangi veri/bilgilere gerçekten ihtiyaç var.
- Bu veri/bilgileri en fazla yarar sağlayacak şekilde nasıl kullanabilirim.<sup>18</sup>

#### 1.4.ALTI SİGMA SİSTEMİ

Altı sigma sisteminin amacı müşteri tatminini ve şirket performansını arttırmaktır. Bunun için sistem ve süreçlerde müşteri tatmini ve şirket performansını olumlu yönde etkileyecek değişiklikler yapılmalıdır. Ancak bu değişikliklerin uygun bir planlama olmaksızın gerçekleştirilmesi mümkün değildir.

Bilimsel metodun işletme faaliyetlerine uygulanmasında kullanılan çok sayıda iyileştirme döngüsü bulunmaktadır.

Fakat bu döngülerin hemen hemen hepsinin W.Edwards Deming'in Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al (PUKÖ) döngüsüne dayandığı söylenebilir. Daha önce de belirtildiği gibi altı sigma yönteminde TÖAİK döngüsü kullanılmaktadır.<sup>19</sup>

Bu bölümde 5 aşamadan oluşan Altı sigma TÖAİK döngüsünden bahsedilecektir. Bu döngü,

- Tanımlama
- Ölçme
- Analiz
- İyileştirme
- Kontrol

Temel adımlarından oluşmaktadır. Altı sigma metodolojisi bizi bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri anlamaya zorlar. Amacımız süreçleri matematiksel olarak anlamaktır. Bu ilişkileri anlayabilmek için altı sigmanın temel adımlarında belirli sorular sorulmalıdır. Bunlar tablo 1.2.'deki gibidir.

---

<sup>18</sup> ARIKAN Hande, “Yalın Altı Sigma Metodolojisi ve Bir Uygulama”, T.C. Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,2009

<sup>19</sup> KARAKÖSE Mehmet Ali, “Altı Sigma ve Türkiye Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2004.

**Tablo 1.2.** Altı sigma'nın temel adımlarında sorulması gereken sorular<sup>20</sup>

Tanımlama	1. Süreçten müşteri beklentileri nelerdir?
Ölçme	2. Hataların frekansı (sıklığı) nedir?
Analiz	3. Neden, ne zaman ve nerelerde hatalar olmaktadır?
İyileştirme	4. Süreci nasıl iyileştirebiliriz?
Kontrol	5. Süreci iyileştirdikten sonra bu şekilde kalmasını ve daha da iyileştirmeyi nasıl sağlayabiliriz?

#### 1.4.1.Tanımlama

Tanımlamanın amacı, belirlenen problemin ekip tarafından daha iyi anlaşılması ve kavranmasıdır. Buna ilave olarak tanımlama aşaması, ekibin organize olması, görev ve sorumlulukların belirlenmesi, hedeflerin ortaya koyulması ve genel bir gelişme planının yapılmasına yardımcı olur. Ekip kendisine, “Ne üzerinde çalışıyoruz? Niçin bu problem üzerinde çalışıyoruz? Müşteriler kim ve ihtiyaçları neler? İş şu anda nasıl işliyor ve iyileşme sonucunda elde edilecek kar ne olacak?” gibi soruları sormalıdır.<sup>21</sup>

Bu aşamada dikkat edilecek hususlar şunlardır :

- Seçilen problemin şirket imkan ve yeteneklerine uygun olması
- Kalite düzeyini yükseltme ve maliyetleri düşürme fırsatlarının belirgin olması,
- Problemin anlaşılır ve nicel olarak ortaya konulabilmesi.

<sup>20</sup> HARRY Mikel J., SCHROEDER Richard and LINSERMANN Don R., **Six Sigma: The Break through Management Strategy Revolutionizing TheWorld's Top Corporations**, s.154, 2000.

<sup>21</sup> ÜSKÜP Kadir, “6 Sigma proje klavuzu”, Ford Otosan Dökümanları, 2004.



### 1.4.2. Ölçme

Ölçme aşaması, altı sigma basamakları arasında en çok göz ardı edilen aşamadır. Diğer basamaklara nazaran daha az zaman ve maliyet ayrılan bir aşama olarak göze çarpar. Oysa ki; burada anlaşılır, objektif ve doğru veriler elde etmek altı sigma projesinin başarısını doğrudan etkiler. Bu aşamada elde edilen veriler olmaksızın iyi kararlar alınması söz konusu değildir.

Burada amaç mevcut durum hakkında bilgi toplayarak iyileştirme çabalarına odaklanmaktır. Ölçme adımında şunlara ulaşmak amaçlanır: Problemin yerini ve sıklığını gösteren veriler, sürecin müşteri ihtiyaçlarını nasıl sağladığına dair olan temel veriler (mevcut süreç sigmasını hesaplamak için), mevcut sürecin nasıl işlediğinin anlaşılması, en çok odaklanılmış problemler.

Ölçme adımında kusurlarla ve onların olası etkileriyle ilgili temel veriler toplanmalı, kusurlu verileri zamana göre çizelgelendirmeli ve özel nedenleri ile ilgili analizleri yapılmalı, frekans grafikleri oluşturulmalı, tabakalandırma ve pareto analizi yapılmalı, proses sigması hesaplanmalı, detaylı süreç haritası oluşturulmalıdır.<sup>22</sup>

### 1.4.3. Analiz

Analiz aşamasında odaklanılan konu, kök sebebin bulunmasıdır. Veri analizi temel alınarak, müşteri memnuniyetine ve karlılığa etkisine göre fırsatlar önceliklendirilir.<sup>23</sup>

Bu aşamada toplanan veriler; süreçlerin süreç haritalarını, hataların temel nedenlerini, geliştirme fırsatlarını, cari performansla hedef performansı arasındaki farkı, iyileştirme fırsatlarının önceliklerini ve değişenlik kaynaklarını belirlemek için analiz edilir. Ortalama, standart sapma, medyan veya oran gibi özetleyici istatistiksel değerler kullanılarak anakütle parametreleri için güven aralıkları hesaplanır ve anlamlılık testleri yapılır.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> ÖZDEMİR Sezinç Hafıza, “Otomotiv Parçaları Üreten Bir Kuruluşta Kamyon Dingili Üretim Sürecinin Altı Sigma Yaklaşımı Kullanılarak İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2007.

<sup>23</sup> GUPTA Praveen, **Six Sigma Business Score Card: Ensuring Performance For Profit**, Mcgraw- hill, NY, s.24, 2004.

<sup>24</sup> AKDENİZ Fikri, **Olasılık ve İstatistik**, Baki Kitapevi, Adana, s.96, 1998.

#### 1.4.4. İyileştirme

Bu aşama, problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı aşamadır. Ancak zihindeki çözümler hemen uygulamaya konulmadan önce, bundan önceki üç basamaktan elde edilen kazanımların gözden geçirilmesi yararlı olacaktır.<sup>25</sup>

Burada, analiz aşaması sonucu belirlenen problemler için yeni ve yaratıcı iyileştirme fikirleri ortaya konulmaktadır. Bu adımda basit sonuçlar değil, büyük kazançlar sağlanmaktadır. Ayrıca gelişim sağlanmadığı takdirde ne yapılması gerektiğine yine bu aşamada karar verilmektedir.<sup>26</sup>

Diğer yandan gerekli kişiler, gerekli yerlerde ve gerekli zamanlarda, uygun maliyetlerle kullanılarak; hizmet içi eğitim ve ödüllendirme/cezalandırma sistemleri ve yapıları değiştirilerek kurumsal iyileşme sağlanır.<sup>27</sup>

#### 1.4.5. Kontrol

Bu aşamadaki başarı, diğer dört aşamada ne kadar iyi sonuçlar elde edildiğine bağlıdır. Kabul edilebilir bir zaman aralığında gelişim sağlayan değişkenler, süreçteki yerlerine sabitlenmektedir. Başarılı performansın uzun dönemde korunabilmesi için, hareket planları ve eğitim programları oluşturulmaktadır.<sup>28</sup>

Bir kere ilerleme fark edildiğinde amaç, süreci kontrol etmek ve Altı sigma girişimini sürdürmektir. Kontrol çizelgeleri, ön kontrol çizelgeleri gibi araçlar, sürecin devamlılığını sağlamak için kullanılır. Altı sigma girişimini sürekli canlı tutmak amaçtır.<sup>29</sup>

---

<sup>25</sup> YAVUZ Elif, “Altı sigma yöntemi ve uzaktan eğitimde bir uygulama”, T.C. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 2005.

<sup>26</sup> DOĞAN Selen, DEMİRAL Özge, a.g.m., 2008.

<sup>27</sup> KASA Halit, “Kalder 6 sigma deneyim paylaşımı sempozyumu notları”, Boğaziçi üniversitesi, İstanbul, s.44, 2003.

<sup>28</sup> DOĞAN Selen, DEMİRAL Özge, a.g.m., 2008.

<sup>29</sup> GUPTA Praveen, a.g.e., 2004

## 1.5.ALTİ SİGMA ORGANİZASYONU

Altı sigma projelerinin başarısı, oynanacak rollerin çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Altı sigma organizasyonlarında görev alan herkes, aldıkları eğitimlere göre ünvanlar alır. Eğitimler, altı sigma projelerinin başarıya ulaşması için kritik öneme sahiptir. Altı sigma eğitimi, süreç çıktısını arttırmak, kalitesizlik maliyetlerini azaltmak ve istatistiksel araçların kullanımı yoluyla, kapasite artışını sağlamak amacıyla tasarlanmış bir programdır.<sup>30</sup>

Eğitim sonunda verilen ünvanların bazıları, Uzakdoğu sporlarında verilen ünvanlarla aynı adları taşımaktadır. Bunun sebebi, altı sigma organizasyonunda görev alan kişilerin, kalitesizliğe karşı mücadele eden birer savaşçı olarak görülmesidir.

Bir altı sigma organizasyonu; üst kalite konseyi, yönetim temsilcisi, kalite şampiyonu, uzman kara kuşak, kara kuşak ve yeşil kuşak rollerinden oluşur.

### 1.5.1. Üst Kalite Konseyi

Şirketin en üst düzey yöneticilerinin bu programın getireceği değişimi çok iyi anlıyor, destekliyor ve istiyor olması gerekmektedir. Aksi takdirde bu kadar güçlü bir değişim programının başarılı olma şansı yok denecek kadar azdır. Bu destek ve bilincin sağlanması için öncelikle genel müdür, daha sonra yönetim kurulu üyeleri ve genel müdür yardımcılarının; çeşitli toplantı, eğitim ve çalışmalar ile hem programın operasyonel tarafını anlamaları; hem de stratejik olarak nerelerde kullanılabileceğini iyi özümsemeleri gerekmektedir.<sup>31</sup>

Bu konseyin başlıca görevleri;

- Altı sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,

---

<sup>30</sup> YAVUZ Elif, a.g.tz.,2005

<sup>31</sup> BRASSARD Michael and RITTER Dianne, **The Memory Jogger**, Goal/QPC, Methuen, MA, USA, s.118, 1994.

- Altı sigma uygulamalarının kapsamını, değişen ihtiyaçlara ve işletmenin altı sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
- Altı sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri çözümlenmek,
- Altı sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,
- Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm Őirkette yaygınlaşmasını sağlamak, Şeklinde özetlenebilir.<sup>32</sup>

### **1.5.2. Yönetim Temsilcisi**

Altı sigma projelerinin üst yönetimden bir lider tarafından yönetilmesi; bu projelerin başarı olasılığının yükselmesi ve altı sigmaya verilen önemin anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Yönetim temsilcisi, üst yönetim adına karar verme yetkisine sahip olacağından, proje esnasında çıkan sorunlar için konseyin toplanması beklenmeyecek, böylelikle çalışmalar daha etkin yürütülecektir.

Yönetim temsilcisinin başlıca görevleri;

- Altı sigma eğitim planlarını hazırlamak ve eğitimin plana uygun olarak icrasını sağlamak,
- Gerektiğinde altı sigma konusunda; eğitim kuruluşları, danışmanlık Őirketleri ve diğer ilgili kuruluşlardan yardım almak,
- Altı sigma konusunda yardım isteyen kuruluşların taleplerini cevaplamak,
- Proje seçimi ve takımların oluşturulmasında kalite Şampiyonu/Őampiyonlarına yardımcı olmak,
- Belirlenen projeleri ve bu projeler için oluşturulan takımları onaylamak,
- Takımların ihtiyaçlarını değerlendirmek, uygun gördüklerinden yetkisi dahilinde olanları tedarik etmek, yetkisini aşanları üst kalite konseyine teklif etmek,
- Kalite Őampiyonlarına her konuda destek olmak,

---

<sup>32</sup> BAŞ Türker, "Altı Sigma", Kalite ofisi yayınları, 2003

- Tüm iyileştirme projelerini takip etmek ve elde edilen sonuçları bir rapor halinde üst kalite konseyine sunmak. Şeklinde özetlenebilir.<sup>33</sup>

### **1.5.3. Kalite Şampiyonu**

Şampiyonlar, süreç sahipleridir, aktif bir ekip elemanı değildirler. Projeleri seçer ve tanımlarlar, ekibin gelişimini izlerler, üst yönetim ekip elemanlarının başarılı olmaları için destek sağlarlar. Kısacası, bir şampiyon, üst kalite konseyine karşı projenin başarısından sorumlu olan kişidir.<sup>34</sup>

### **1.5.4. Uzman Kara Kuşak**

Uzman kara kuşaklar, altı sigma konusunda en üst düzey teknik bilgiye sahip olan kişilerdir. Altı sigma çalışmalarının başlangıcında, genellikle dışarıdan (danışmanlık şirketlerinden) teknik danışman olarak istihdam edilirler. Projelerde bir öğretmen gibi çalışırlar. Kara kuşak grupları oluşturup onlara eğitimler verirler. Uzman kara kuşaklar ilerleyen zamanlarda ise; şirket içerisindeki kara kuşaklar arasından seçilirler.

Uzman kara kuşakların başlıca görevleri;

- İyileştirme takımlarına her konuda destek sağlamak ve Kara kuşaklara altı sigma konusunda eğitim vermek,
- Şampiyonlara altı sigma projelerinin tamamlanma süresini belirlemede yardımcı olmak,
- Altı sigma projelerinden elde edilen sonuçlar ve altı sigma programının gelişimi hakkında rapor vermek,
- İdari kadroya altı sigma yayılım uzmanı ve kara kuşaklara rehber olarak hizmet etmek,
- Şirketteki çalışanları bilgilendirerek, altı sigmanın şirket düzeyinde benimsenmesine katkı sağlamaktır.<sup>35</sup>

---

<sup>33</sup> BAŞ Türker, **a.g.e.**, s.22, 2003.

<sup>34</sup> GÜRSAKAL Necmi, **a.g.e.**, s.131, 2005.

<sup>35</sup> ÖZTÜRK Ahmet, **Kalite Yönetimi Ve Planlaması**, Ekin Yayın Evi, s.465, 2009.

### 1.5.5. Kara Kuşaklar

Takımlara öncülük eden ve anahtar süreçler üzerinde odaklanan, sonuçları şampiyonlara raporlayan, tam zamanlı kalite yürütücülerdir. Takım lideri olan kara kuşaklar; müşteri tatminini veya verimlilik artışını etkileyen anahtar süreçleri ölçme, çözümleme, geliştirme ve kontrol sorumluluğu taşırlar.

Bir şirketin nominal üç sigmadan altı sigmaya ilerlemesi, çok büyük örgütsel ve kültürel değişimi gösterir. Dolayısıyla kara kuşakların sadece analitik, istatistiksel ve problem çözme tekniklerinde uzman olmaları yetmez. Onlar aynı zamanda, değişim temsilciliği görevini yürütmelidirler.<sup>36</sup>

### 1.5.6. Yeşil Kuşaklar

Altı sigma projelerinde takım üyelerine verilen addır. Bir yeşil kuşak, temel ölçüm ve analiz yöntemlerini çok iyi bilmeli, diğer araçlar konusunda da temel düzeyde bilgiye sahip olmalıdır. Yeşil kuşaklar, altı sigma projelerinde yarı zamanlı olarak çalışırlar.

Altı sigma projelerinin başarılı uygulanması için eğitim çok önemli bir faktördür. Dolayısı ile altı sigmayı uygulayan şirketlerin, sadece şampiyonları, kara kuşakları ve yeşil kuşakları eğitmesi yeterli değildir. Altı sigma eğitimi, şirketin idari kademelerinde de başlamalıdır. Böylece onlar, altı sigma çabalarını yönlendirmek için hazırlanmış olur. Kıdemli yönetimin amacı, altı sigma program başarısı ve iş başarısı arasındaki bağı anlamak olmalıdır. Yöneticiler, programı iş stratejisine dönüştürmeli, böylece her altı sigma projesinin tamamlanmalı ve özel iş hedeflerinin elde edilmesi sağlanmalıdır.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> ÖZTÜRK Ahmet, **a.g.e.**, s.463, 2009.

<sup>37</sup> ÖZTÜRK Ahmet, **a.g.e.**, s.465, 2009.

## İkinci Bölüm

### YALIN ALTI SİGMA

#### 2.1. “YALIN” KAVRAMI

“Yalın olmak” ihtiyaç duyulmayan her şeyden arındırılmış olmak demektir. “Yalın olma” kavramında, elde bulunan kaynakların en etkili biçimde kullanımı ve ihtiyaç duyulmayan hiçbir şeyin elde bulundurulmaması düşüncesi yatmaktadır.<sup>1</sup> Günümüzde yalınlığı ifade etmek adına, “yalın düşünce”, “yalın yönetim”, “yalın organizasyon”, “yalın üretim” gibi kavramlar kullanılmaktadır. Stoklardan arındırılmış israfsız üretim, yalın üretim’i; hiyerarşiden arındırılmış, yetkilendirmenin olduğu yönetim, yalın yönetim’i; gereksiz aşamalardan arındırılmış, çapraz fonksiyonlu organizasyon, yalın organizasyon’u ifade eder. Bu tez çalışmasında, bir üretim sistemi ele alınacağı için, “yalın üretim” kavramı üzerinde durulacaktır.

#### 2.2. YALIN ÜRETİM’İN TARİHSEL GELİŞİMİ

2. dünya savaşı sonrasında, Japon ekonomisi bir darboğaz’a girdi. Yeterli finans kaynaklarına sahip olmayan, endüstrileşmiş ekonomilerin maliyetleriyle rekabet edebilme kabiliyetinden uzak olan Japon ekonomisi, sınırlı kaynaklarla bir şeyler başarmak zorunda oldukları bir dönem yaşıyorlardı.

Bu esnada Amerika’da Ford’un öncülük ettiği kitle üretim sistemleri başarılı bir şekilde uygulanıyordu. Ford, otomobili duran işçinin önüne getiren hareketli montaj hattını geliştirdi. Bir Japon firması olan Toyota Motor Corporation, hareketli montaj hattıyla seri üretim yapan Ford’un çok gerisindeydi.

Toyoda ailesinden Eiji Toyoda ve bugünkü Toyota üretim sisteminin yaratıcısı olarak bilinen Taichi Ohno, Amerikan üretim yöntemlerini, Ford Motor’da incelediler. Bu inceleme sonunda Ford’un uygulamakta olduğu kitle üretim sisteminin Japonya için uygun

---

<sup>1</sup> ERTÜRK Mümin, **İşletmelerde yönetim ve organizasyon**, 1.baskı, İstanbul: beta yayın evi, 1995

olmadığı görüşüne vardılar. Çünkü kitle üretimi çeşitli israflara sebep oluyordu. İşçiler, yalnızca tek bir iş için organize ediliyor, kas gücü olarak algılanıp beyin güçlerinden üretimin iyileştirilmesi adına faydalanılmıyordu. Bu durum, yönetimde katı bir hiyerarşi oluşması anlamına geliyordu. Yan sanayilerle ilişkiler kısa vadeye dayanıyor, işlerin durgunlaştığı dönemlerde aniden kesilebiliyordu.

Bütün bunlar neticesinde; israf, esnek olmayan üretim sistemi ve katı hiyerarşik yapı, Taichi Ohno ve Eiji Toyoda tarafından, Ford'daki kitle üretim sisteminin eksiklikleri olarak belirlenmiştir.

Bu koşullarda üretim, o dönemde (1950'li yıllarda) Amerika için bir sorun teşkil etmiyordu. Ancak Japonya için durum böyle değildi. Japonya, elinde olan az sayıdaki üretim faktörünü çok verimli kullanmak durumundaydı. İşte bu zorunluluk, yalın üretim sistemi'nin ortaya çıkışındaki en önemli etken olmuştur. Yalın üretim sistemi, Toyota üretim sistemi olarak da bilinir.

“Yalın üretim” terimi, James P. Womack, Daniel T. Jones ve Daniel Roos'un 1990 yılında yayımlanan “Dünyayı Değiştiren Makine” isimli kitabıyla, dünya çapında ancak kabul görmüştür. Kitapta, Taichi Ohno'nun Toyota Motor Corporation'da yaptığı bazı çalışmalardan şu şekilde bahsedilmektedir :

Taichi Ohno, öncelikle işleri ustabaşı yerine, grup lideri olan takımlar halinde gruplandırdı. Takımlara, işlerini en iyi şekilde yapabilecekleri biçimde birlikte çalışmalarını söylenmekteydi. Takım lideri, takımı koordine etmekte ve ayrıca ekipte eksiklik olduğunda onun yerine geçmekteydi. Ohno daha sonra takımlara temizlik, ufak çapta bakım ve kalite denetimi işlerini verdi. Takımlar uyumlu çalışmaya başladıktan sonra, onlara süreci geliştirme imkanı tanıdı ve kalite çemberleri, Kaizen anlayışının temelini attı.

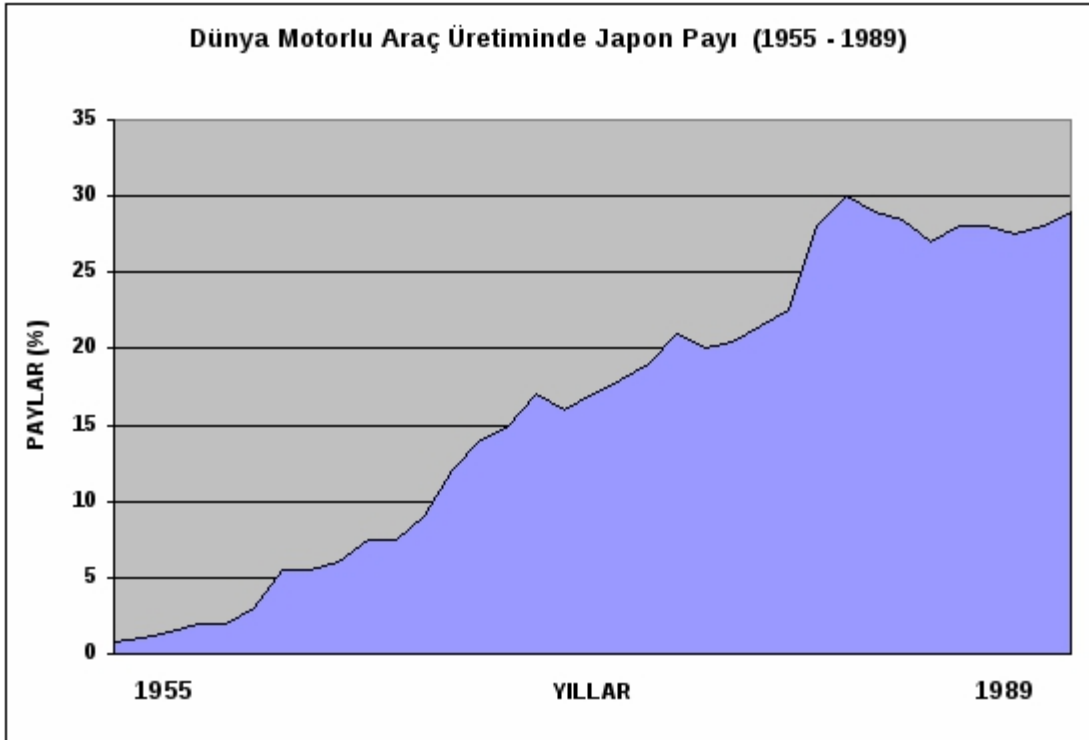
Taichi Ohno, yeniden işlemenin önüne geçmek için, her iş istasyonuna kablo yerleştirdi ve işçilere, eğer tamir edemedikleri bir sorun çıkarsa derhal hattı durdurmaları talimatını verdi. Ohno, problemlere rastgele bakış anlayışını engellemek üzere “Beş Neden” anlayışını getirdi. Böylece çalışanların, sorunun tekrar etmemesi için yol bulmalarını sağladı. Sonuç olarak, yeniden işleme oranları, çevrim süreleri, hata oranları başta olmak üzere ciddi iyileştirmeler ortaya konuldu.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> WOMACK P.James, JONES D. ve ROSS D., **Dünyayı Değiştiren Makine**, Osman kobak (çeviri) İstanbul: otomotiv sanayi derneği yayınları, 1992.



Toyota üretim sistemi'nin başarısını bazı rakamlarla ifade edecek olursak :<sup>3</sup> 1986'da Araç başına montaj süresine bakıldığında bir Amerikan firması olan General Motors'da (GM) bir araç için 40,7 saat harcanırken, Toyota'da sadece 18 saat harcanmaktaydı. Her 100 otomobildeki hata sayısı GM'de 130 iken, Toyota'da 45 olarak gerçekleşmişti. GM'de araç başına montaj alanı neredeyse Toyota'nın iki katı kadardı ve ortalama parça stoğu tutma süresi Toyoto'da 2 saat iken GM'de 2 hafta gibi uzun bir süreyi kapsıyordu.



Şekil 2.1. Dünya motorlu araç üretiminde Japonya'nın payı.<sup>4</sup>

Şekilde de görüldüğü gibi, Toyota üretim sistemini uygulamaya konduğu 1950'li yıllardan itibaren, dünya motorlu araç üretimindeki Japon payı tırmanışa geçerek, %2'lerden %30 düzeylerine kadar yükselmiştir. Bu başarının altında, yalın üretim teknikleri yatmaktadır.

<sup>3</sup> WOMACK J.P., JONES D.T., ROOS D., **The machine that changed the world**, Rawson Associates, New York, s.81, 1990.

<sup>4</sup> WOMACK J.P., v.d., **a.g.e.**, s.71, 1990.

### 2.3. SERİ ÜRETİM İLE YALIN ÜRETİMİN KARŞILAŞTIRILMASI

Günümüzde üretici ve tüketici arasındaki ilişkiler karmaşıklaşmış, tüketicinin tatmini ön plana çıkmıştır. Tüketicilerin gereksinimlerinin karşılanması için firmalar arasındaki rekabet 1980’li yıllara oranla çok daha yoğunlaşmıştır. Böyle bir ortamda üretim sistemlerinin ve yönetim düşünce tarzlarının sürekli yenilenmesi ve gelişmesi doğal bir gereksinim haline gelmiştir.<sup>5</sup>

Bu gereksinimin sonucunda, yüksek stok seviyeleriyle çalışan seri üretim sistemi, yoğun rekabet ortamında yerini yavaş yavaş yalın üretime bırakmaktadır.

Yalın üretim, Toyota firmasının israfa karşı mücadelesinden gelmekte, günümüzde mücadele verilen rekabete dayalı piyasalarda başarılı olabilmek için güçlü bir stratejik silah olarak görülmektedir. Firmalar bu üretim sistemiyle, yüksek kaliteli ürünleri düşük maliyetlerle üreterek, sürekli değişen tüketici ihtiyaçlarını hızlı bir şekilde karşılayabilmek için esnekliği kullanmaktadırlar. Yalın üretim modeli, “hızlı cevap verme” prensibini benimseyerek, özel siparişlerin yerine getirildiği müşteri odaklı bir modeldir. Böyle bir sistemde ürünler ve üretim tasarımı sürekli olarak değişmekte, imalat ise esnek ve küçük üretim birimleri içerisinde gerçekleştirilmektedir. Pahalı ve değiştirilmesi oldukça zor olan seri üretim hatlarının böyle bir esnekliğe cevap verebilmesi mümkün değildir.<sup>6</sup>

Seri üretimde her departmanın üretim miktarları ve üretim zamanları şirket yönetimi tarafından belirlenmektedir. Bilgilendirme ve iletişim, hiyerarşik ve bürokratik zincir içinde tavandan tabana doğru genişlemektedir. Seri üretim fabrikalarında işçiler birbirleriyle konuşma ihtiyacı hissetmez ve profesyoneller nadiren atölyeye inerler. Yalın üretimde ise iletişim tamamen tabandan tavana doğru gelişmektedir. İşçiler arasındaki yüz yüze iletişimin daha kolay olabilmesi için mümkün olan en az alan kullanılır. Çalışanların üretim problemlerini çözmek ve sürece ilişkin iyileştirmeler geliştirebilmek için sürekli birbirleriyle konuşması temel bir gerekliliktir.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> ARSLAN Serdar, “Yalın Üretim ve MAN Türkiye A.Ş.’de Bir Yalın Üretim Uygulaması”, T.C. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2008.

<sup>6</sup> OKUR Ayperi, **Yalın Üretim: 2000’li Yıllara Doğru Türkiye için Yapılanma Modeli**, Söz Yayınları, İstanbul, s.54, 1997.

<sup>7</sup> BERBER İsmail, “Yalın Üretim Teknikleri, Kaizen ve Sektörel Uygulamaları”, T.C. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2013

Ana sanayi işçileri yalın üretim sistemiyle, yaptıkları işleri, sorumlulukları, iş güvenliği ve ücret sistemleri açısından seri üretimde görülmeyecek kadar tatmin edici bir ortamda çalışmakta, değişken maliyet olarak algılanmaktan kurtulup, sabit maliyet konumuna gelmekte, en önemlisi yeteneklerinin tümünü, özellikle beyin yeteneklerini, karar alıcı mekanizmalarda yer alarak kullanabilmektedirler. Yan sanayiciler de seri üretimdeki gibi ana sanayi uydusu olma konumlarından çıkıp, ana sanayinin ortağı haline gelmekte, teknik gelişmelerin, iş güvenliği ve karlılıkların garantilediği bir çalışma ortamı içinde yaratıcı birer üretim birimine dönüşmektedirler. Ana sanayi çalışma sisteminin yan sanayicilere de yayılması sonucu, yan sanayideki çalışma koşulları da radikal olarak değişip yan sanayi işçilerinin tüm hak ve sorumluluklarına sahip olmalarıyla sonuçlanmaktadır. Sistemin hedefi olan müşteriler, bütçelerine uygun ve hatta giderek ucuzlayan, üstelik kalitesi de giderek artan ürünleri en kısa sürede edinebilme ayrıcalığına sahip olmaktadır.<sup>8</sup> Üretilen ürüne değer katmayan bütün işlemlerden arındırılmış bir sistem sunan yalın üretim, bünyesinde pek çok israf kaynağı barındıran seri üretim sistemine göre çok daha az maliyetli, çok daha fazla kalite ve müşteri odaklı, çok daha fazla sürdürülebilir bir üretim sistemidir.

## 2.4. YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN TEMEL KAVRAMLARI

Yalın üretim temelde, zaman ve hareket israfını ortadan kaldırmayı ve Tam Zamanında Üretim (TZÜ) yapmayı hedefler. Bunlar, yalın üretimin odaklandığı en temel problemlerdir.

### 2.4.1. İsrafsız Üretim

Japoncada israf, “muda” kelimesiyle ifade edilir. Özellikle hiçbir değer oluşturmayan, kaynakları tüketen faaliyetleri gösterir. Yeniden işlemeyi gerektiren hatalı ürünler, talep edilmeden üretilen ve sonuçta stoklarda biriken üretim, gerçekten gerekli

---

<sup>8</sup> KILIÇOĞULLARI Pınar, ÖZKAN Kadriye, “İşletme Yönetim Açısından Yalın Üretimin Verimli Çalışmaya Katkılarının İncelenmesi Ve Bir Uygulama”, 3. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul, 2003

olmayan süreç aşamaları, çalışanların ve ürünlerin zorunlu olmadığı halde bir yerden başka bir yere nakledilmesi, önceki aşamalarda zamanında tamamlanmayan işler nedeniyle sonraki aşamalarda boş bekleyen çalışanlar ve müşterinin beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetler israftır.<sup>9</sup>

Temelde yedi israf kaynağından söz edilir:<sup>10</sup>

- 1- Fazla üretim: Operasyonların durması gerektiğinde devam etmesinden kaynaklanır. Sonuçta fazla üretim, erken üretim ve yüksek envanter oluşmasına sebep olur.
- 2- Bekleme: Bazen kuyruktan dolayı meydana gelir bazen de yapılması gereken üretimin, yapılmaması gereken üretimi beklemesinden kaynaklanır. Yapılmaması gereken üretimin yapılması hem ürüne bir değer eklemeyi hem de fazla üretimle sonuçlanır.
- 3- Taşıma: Proses içi envanterin bir operasyondan diğerine taşınması gibi gereksiz malzeme hareketleridir.
- 4- Fazla İşlem: Tamir, tekrar işleme, fazla üretimden veya hatalı üretimden dolayı meydana gelen depolama hareketleridir.
- 5- Envanter: Mevcut müşteri isteklerini yerine getirmek için gerekli olmayan her türlü envanterdir. Envanter; hammadde, süreç içi envanter ve bitmiş ürün envanterinden oluşur.
- 6- Hareket: Verimsiz bir yerleşime dayalı olarak, çalışanlar tarafından yapılan fazla hareketlerdir. Bu hareketler zaman alır ve hiçbir katkı değeri yoktur.
- 7- Hatalar: İstenilen şartları veya müşteri isteklerini karşılamayan ve bu yüzden müşteri tatminsizliğine yol açan bitmiş ürün veya hizmetin yapılması.

İsrafların azaltılmasıyla, stok seviyeleri ve maliyetler düşer. Teslim süresi kısalmaya, ürün kalitesi artar. Dolayısıyla müşteri memnuniyeti sağlanmış olur.

---

<sup>9</sup> WOMACK James P., JONES Daniel T., **Lean Thinking Banish Waste And Create Wealth in Your Corporation Simon and Schuster**, s.11, 1996

<sup>10</sup> HICKS Ben J., "Lean Information Management Understanding And Eliminating Waste", **International journal of information management**, vol: 27, ss. 233-249, 2007.

## 2.4.2. Tam Zamanında Üretim

TZÜ, montaj aşamasında, her parçanın bant üzerine “tam gerektiği anda” ve yalnızca “gereken miktarda” gelmesi demektir.<sup>11</sup>

TZÜ, bir üretim hattında her bir parçanın, bu üretimi izleyen safha (imalat departmanı) tarafından ihtiyaç duyulan kadar, derhal üretildiği sistemdir. Bu sistemle, hemen hemen stoksuz bir üretim sağlanmaktadır. İdeal olarak, tam zamanında üretim sistemi stoksuz çalışmaktadır. İhtiyaç duyulduğu kadar malzeme, minimum stok üretim sistemi ve sıfır stokla üretim sistemi, tam zamanında üretim yaklaşımını ifade eden kavramlardır.<sup>12</sup>

TZÜ sisteminin ortaya çıkışı 1940’lı yıllara dayanmaktadır. Bu yıllarda, çeşitli modelleri az sayıda üretmedeki en büyük problem, verimlilikteki düşüklük idi. Bu sebeple, çalışanlara eğitimler verildi, makine parkları yenilendi, otomasyona geçildi ve fabrika içi yerleştirme yeniden düzenlendi. Böylece verimlilikte ve üretimde artış kaydedildi. Ürün çeşitliliği arttı. Bu artışın zaman içerisinde yükselerek devam etmesi bekleniyordu ancak bu artış aynı zamanda stok miktarlarının ve stok alanlarının artması demektir. Stokların artması da; verimlilikteki gelişmeyi engelleyecekti. Bu nedenle eski geleneksel sistemin terk edilip yerine tamamen yeni bir sistem oluşturulmasına karar verildi. Bu amaçla, eskiye ait üretim yöntemleri ve stok tutma anlayışı terk edildi. TZÜ fikri, 1940’lı yıllarda Toyota’nın başkanlığını yapmış olan Taichi Ohno tarafından ortaya atıldı ve uygulamaya kondu.<sup>13</sup>

T. Ohno, öncelikle Amerikan “süpermarket” fikrinden etkilenmiş ve süpermarketlerin işletilmesindeki temel ilkeler, TZÜ sisteminin kavramsal alt yapısını oluşturmuştur. Bilindiği gibi, bir süpermarkette ara aşamalar yoktur ve müşteriler doğrudan çok sayıda farklı ürünle karşı karşıya gelmektedir. Bu arada bozuk ya da kalitesiz ürünler ile aranan bir malın bulunmaması ya da değiştirme ve iade gibi sorunlar doğrudan

---

<sup>11</sup> OHNO Taiichi, Toyota Ruhu. Scala Yayıncılık, İstanbul, 1998.

<sup>12</sup> MEYERS Fred, STEWART Jim, “**Time and Motion Study for lean manufacturing**” Prentice Hall, Upper Saddle River, 1998.

<sup>13</sup> IM Ja Hyun, PhD, “Lessons From Japanese Production Management”, Production and Inventory Management Journal, First Quarter, 1989.

müşterilere yansımaktadır. Genellikle boşalan raflar bir mal için sipariş verme noktasını belirlerken, büyük hacimli ürünler için stok alanları ayrılmıştır. Süpermarket ortamındaki bazı ilke ve uygulamaları başlangıç noktası olarak alan T.Ohno, Toyota Üretim sistemi ve TZÜ felsefesini geliştirmiştir.<sup>14</sup>

TZÜ sisteminin temel hedefleri şu şekilde sıralanabilir :

- Sıfır hata
- Sıfır stok
- Sıfır hazırlık zamanı
- Sıfır parça taşıma

#### **2.4.2.1. Sıfır hata**

Geleneksel imalat yönetiminde sıfır hata hedefi oldukça düşünülmüştür. Geleneksel sistemlerde üretilen maddelerin kalite kontrolü, kontrol tabelaları ve kabul edilebilir kalite seviyeleri üzerinde olmuştur. Bunun altında yatan düşünce, hatalı ürünün kaçınılmaz olduğu varsayımdır. Bu, tüm hatayı kaldırmayı amaçlayan ve bunun için imalatın tüm kademelerinde mükemmeli arayan TZÜ yaklaşımına ters düşer.

Hatalı üretim o ana kadar harcanan zaman, malzeme ve iş gücünün kaybıdır ve TZÜ yaklaşımına göre kesinlikle önlenmelidir. Bu nedenle kalitede sıfır hata prensibi, hatanın kaldırılması için uygulanması gereken bir sistemdir.<sup>15</sup>

#### **2.4.2.2. Sıfır stok**

Günümüz kıt kaynakları yönetiminin de gerektirdiği gibi, pazar payını dikkate alarak stoğa yönelmeden üretim yapılmalıdır. Bu sayede parti büyüklükleri küçülecek ve bir ay aşırı üretim yapıp (talep+stok) ertesi ay boş kalmak da önenebilecektir. Toplam üretim etkinliği için de stok seviyesi bir göstergedir.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> ACAR Nesime, **Tam zamanında üretim**, milli produktivite yayınları, yayın no:542, Ankara, 1995.

<sup>15</sup> ÖZÇELİKEL Hamdi, **Bir personel yöneticisinin gözüyle Japon yönetim sistemleri**, Mess eğitim vakfi, yayın no: 177,1994.

<sup>16</sup> HALL Robert W., **Zero Inventories**, Dow Jones-Irwin, , USA, 1983.

Geleneksel imalat düşüncesinde stok, ileriye dönük çalışma ve bitmiş malların depolanması olarak algılanmıştır. Stoklar, hammadde temininde karşılaşılabilecek aksaklıklara karşı bir sigorta olarak görülür. Hammadde kaynaklarına güvenilemeyeceği varsayılır çünkü onların zamanında dağıtım yapmadıklarına inanılır. Tam zamanında üretim sisteminde ise fazla stok, fazla paranın bağlanması, fazla yer, fazla eleman, fazla idari masraflar ve piyasa şartlarının değişimi halinde stoktaki ürünün elde kalması riski olarak algılanır. Fazla stok, önce güven verir ama daha sonra piyasa rekabeti içinde yavaşça öldürür.

TZÜ’de stok anlayışı en iyi şekilde şu örnekten anlaşılabilir. James P. Walker, Toyota fabrikasındaki yaptığı araştırmalar kapsamında rehberi ürün mühendisliği müdürü Shiga-san ile fabrikayı dolaşırken, üreticiden gelen malzemenin teslim alındığı bölüme geldiklerinde, kapının önüne bir kamyonun yanaşmış olduğunu ve malzemelerin indirilerek doğrudan doğruya üretim hatlarına teslim edildiğini görür. Çalışma sistemi çok güzel olmasına rağmen ona göre riskli olduğu için Shiga-san ile arasında geçen bir konuşmayı şu şekilde nakletmektedir:

- Malzemenin tam zamanında geleceğinden nasıl emin olabiliyorsunuz?
- Kapıyı açtığımızda kamyon oradadır.
- Peki ya kamyon trafik nedeniyle gecikirse?
- Kapıyı açtığımızda kamyon oradadır.
- Yani trafik yoğunluğu ve arıza gibi sorunlar olmaz mı?
- Hayır, kapıyı açtığımızda kamyon oradadır.

Walker yine de kamyonun gecikebileceğini söylerken, Shiga-san onu kapıya götürerek dışarıda ikinci bir kamyonun yedek olarak beklediğini gösterir ve “Üretici bize malzemeyi tam zamanında sağlamak zorundadır. Nasıl yapacağı bizi ilgilendirmez. Biz kapıyı açtığımızda kamyonu orada görürüz.” Şeklinde açıklama yapar. Bu konuşma, tam zamanında üretim felsefesinde stok anlayışının mükemmelliğini sergilemektedir.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> ÖZÇELİKEL Hamdi, a.g.e.,1994.

### **2.4.2.3. Sıfır hazırlık zamanı**

Üretim sistemi içerisinde bekleme süresinin kısaltılması ancak makinaların üretime hazırlama sürelerinin kısaltılması ve safhalar arasındaki ürün akışının düzenlenmesi ile mümkün olur. Böylece safhalarda yarı mamul ve ilk madde ve malzemenin üretime girmesini beklemek gerekmez. TZÜ sistemi az miktarda üretimi öngörmesi nedeniyle yüksek teknolojili ve hazırlık süresini kısaltan makinaların kullanılmasını gerektirir. Günümüzde çoğu makinalar, bilgisayar desteği ile kısa sürede üretime hazırlanabilmekte ve böylece hazırlık süresi kısaltılabilmektedir.<sup>18</sup>

### **2.4.2.4. Sıfır parça taşıma**

İmalat ve montaj işlemleri sıklıkla büyük miktarda değersizlik ekleyen aktiviteleri içerir. Montaj işlemleri örnek alınır, çoğu montaj işleri takip eden işlemlerin bir kombinasyonu olarak görülebilir:

- Parça taşıma
- Parçaları eşleme
- Parçaların muayenesi
- Özel işlemler

Parça taşıma, değersizlik ekleyen işlemdir. Eğer imalat sistemleri taşımayı minimize edecek şekilde dizayn edilebilir ise montaj sürelerinde önemli azalmalar sağlanabilir.

Ürüne dayalı imalat yerleşimi, geleneksel prosese dayalı yerleşime tercih edilir. Bunun bir nedeni, ürüne dayalı yerleşimde fabrika boyunca daha basit malzeme taşıma olması ve sonuç olarak malzeme taşıma çalışmasını oldukça azaltmasıdır.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> YÜKÇÜ Süleyman, **Yönetim Açısından Maliyet Muhasebesi**, 3. Baskı, İzmir, 778-779, 1998.

<sup>19</sup> BROWNE Jimmie., HARHEN John, SHIVNAN James, **Production Management Systems, A CIM Perspective**, Addison-Wesley Publishing Co., 1988.



## 2.5. YALIN ÜRETİMDE KULLANILAN TEKNİKLER

### 2.5.1. SMED

Single Minute Exchange of Die (SMED) hızlı kalıp değiştirme tekniği veya tekli dakikalarda kalıp değişimi olarak bilinir. Tekli dakikalar ifadesiyle, on dakikanın altındaki tek haneli dakikalar kastedilir. Adını İngilizce isminin baş harflerinden almıştır. SMED tekniğini ortaya koyan ve ona adını veren Shigeo Shingo, Toyota'da saatler süren bir kalıp bağlama işlemini bu teknikle tek haneli dakikalara düşürmeyi başarmıştır. Burada bahsi geçen "kalıp" aynı makine üzerinde yeni bir ürün üretileceğinde değiştirilebilen ekipmanın parçası olarak tanımlanmaktadır.<sup>20</sup>

Konvansiyonel kitle üretim sisteminde stoklu çalışmaya birinci sırada gösterilen gerekçe bir kalıptan diğer kalıba hatasız ürün elde edecek şekilde geçme süresinin çok zaman almasıdır. Kurulum süresi uzadıkça, makinenin aynı parçayı çok sayıda üretmesi/işlemesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Makineden alınan verimi yükseltmek ve işçilik maliyetlerini düşük tutabilmek için makinenin herhangi bir kalıbı en az, kurulum süresi kadar kullanması gerekir.<sup>21</sup> Bu durum, yüksek stok seviyeleri oluşmasına neden olmakta ve yalın üretime geçişe engel teşkil etmektedir. SMED tekniği kalıp değişimi sırasında ortaya çıkan zaman israfını ortadan kaldırmayı amaçlar. SMED tekniğinin çalışma ilkeleri şu şekilde özetlenebilir:<sup>22</sup> İlk adım ve birinci ilke, bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlemlerle makine çalışırken yapılan işleri saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla zamandan %30-50 arasında tasarruf sağlanabilmektedir.

- Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını

---

<sup>20</sup> AGUSTIN Roberto, SANTIAGO Fely, "Single-Minute Exchange of Die", IEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference, 1996.

<sup>21</sup> FİLİZ Hande, "Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir Uygulama" T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2008

<sup>22</sup> HÜLAGÜ Kemal Taha, "Çelik Boru İmalatında Yalın Üretim ve SMED Uygulaması" T.C. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011

kolaylaştıran sistemler ya da taşıyıcılar (arabalar) kullanılmalıdır. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.

- Mengene ve bağlayıcıları vida ve civata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürede sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabileceklerdir. Örneğin, bağlamada vida yerine “armut” şeklindeki deliklere oturma yöntemini tercih etmek daha doğrudur.
- Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlanırsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılacak yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta yerine oturabileceği “kaset” sistemleri ya da makineye eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.
- Kalıpları, makinelerden uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi sık kullanılan kalıpları makinelerin hemen yanlarında tutmaktır.

SMED tekniği, stok seviyelerinin düşmesine, üretkenlik ve verimlilikte artışa, hızlı teslimat ve üretim esnekliği ile müşteri memnuniyetine, bunun doğal sonucu olarak da şirket karlılığına önemli katkılarda bulunan bir yalın üretim tekniğidir.

### **2.5.2. JIDOKA**

Jidoka Japonca’da, otonom kontrol (özerk kontrol) anlamına gelmektedir. Toyota firmasının kullandığı şekli ile insan aklının makineye aktarılması veya akıllı otomasyon anlamındadır.<sup>23</sup>

Hatayı oluşmadan önce engellemek, bir hata meydana geldiği zaman onun sebebini anında araştırıp çözüme kavuşturmak için üretimin sistem tarafından veya yetkilendirilmiş işçi tarafından o anda durdurulmasıdır.

Jidoka, üretim arızalarını önlemek için tasarlanabilmektedir. Bu, potansiyel makine arızalarının hemen belirlenerek, büyük bir sorun oluşturmalarına engel olunması anlamını taşımaktadır. Jidoka, iş gücünden tasarruf edebilmek için oluşturulmuş bir sistemdir.

---

<sup>23</sup> KAYMAKCI Özgecan, “Bir PTT Şubesinde Yalın Üretim- 5S Uygulaması”, T.C. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2012

Makine bir arıza ya da ürünle ilgili hata sezdiğinde kendi kendini durduracağından, her makinenin başında gün boyu bir işçinin beklemesi gerekmemektedir. Bunun yanı sıra, bitmiş ürünlerin %100 kontrol edilmesi gerekliliğini de ortadan kaldırır.<sup>24</sup>

Jidoka sisteminin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için aşağıdaki noktalara önem verilmelidir:<sup>25</sup>

- Bir anormallik görülmesi durumunda, ilgili çalışana ikaz sinyali verme ya da hattı durdurma yetkisi verilmelidir.
- Herhangi bir anormallik oluştuğunda, makinelerin algılama, durma, sinyal verme gibi faaliyetleri yapması sağlanmalıdır.
- Bağımsız olarak yapılan, basit ve tekrarlanan işlemleri insanlarsa, makinelerin yapmasına özen gösterilmelidir.
- Sürekli iyileştirme yani Kaizen uygulamasına özen gösterilmelidir.
- Poka-Yoke sistemi ile Jidoka sistemi desteklenmelidir.

### **2.5.3. Toplam Üretken Bakım**

Toplam üretken bakım, diğer yalın üretim araçları gibi ilk olarak Japonya'da uygulanmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır. Bu yalın üretim tekniğinin ismine, “toplam” kelimesi asıl anlamını vermektedir. Toplam kelimesi, farklı anlamlara gelmektedir. İlk olarak, makine verimliliği ile ilgili çalışmaların ekipmanın toplam ömrü boyunca sürdürülmesi anlamına gelmektedir ki; bu süre ekipmanın satın alınmasından hurdaya çıkarılmasına kadar geçen süreyi içermektedir. İkinci anlamı, ekipmanın çalışmadan beklemesine neden olan; ekipmanın bozulması, durması, kalıp değişim süreleri, ekipmanın veriminin ya da hızının düşmesi gibi “bütün” etkenlerin kontrol altına alınmasıdır. Bir diğer anlamı ise, ekipmanlar ile ilgili verimlilik çalışmalarına, firmanın genel müdüründen işçilerine kadar “tüm” kadronun katılmasıdır. Yalın uygulamalarında en önemli tanım

---

<sup>24</sup> SHINGO Shigeo. **A Study Of The Toyota Production System**, Productivity Press, Portland, s.104, 1989.

<sup>25</sup> FİLİZ Hande, a.g.tz., 2008.

üçüncüsüdür. Bu tanım, firmada üst yönetimden başlayan bir toplam üretken bakım politikası oluşturulmasına fayda sağlamaktadır.<sup>26</sup>

Toplam üretken bakım ile kastedilen yalnızca üretim hattında çalışan makinelerin rutin bakımı değildir. Burada daha çok, üretim sürecinin tamamını kapsayan, önleyici ve geliştirici bir bakımdan bahsedilmektedir.

#### 2.5.4. Tek Parça Akışı

Üretim süreci içerisinde, işlenmekte olan parçaların işlendikten sonra tezgahlarda veya atölyelerde beklemesi, bir işleme aşamasından diğerine hemen geçmemesi demektir. Bu durum, ara stokların oluşmasına neden olmakta ve zaman israfına yol açmaktadır.

Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulduğu çözümlerden biri de herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların işleme akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine “süreç bazlı yerleşim” ya da “süreç bazlı hat” ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da “tek parça akışı” denilmektedir. Tek parça akışı, süreçler/makineler arası aktarma lot'unun bir adete indirilmesiyle, stoğun sıfırlanması olarak tanımlanabilir.<sup>27</sup>

Tek parça akışı tekniği ile atölyeler ve tezgahlar arası gereksiz taşıma işlemleri de ortadan kaldırılmış olacaktır.

#### 2.6. YALIN ÜRETİMİN TEMEL PERFORMANS KRİTERLERİ

İşletmelerin performans anlayışları günümüze gelene dek sürekli gelişen ve değişen bir süreç göstermiştir. Bu gelişim ve değişim, düşük maliyette, daha çok üretim ve yüksek kârı hedefleyen geleneksel yönetim anlayışından, günümüzün rekabetçi koşullarının gereği

---

<sup>26</sup> YINGLING, Jon C., Richard B. Detty ve Joseph Sottile, Jr. “Lean Manufacturing Principles and Their Applicability to the Mining Industry”, **Mineral Resources Engineering Journal**, Vol. 9, No. 2, Imperial College Press, ss. 188-299, 2000.

<sup>27</sup> ARSLAN Serdar, a.g.tz., 2008

olarak müşteri tatminini, kaliteyi, yeniliği vb. çok farklı ölçütlere ağırlık vererek, gelecekte de var olmayı hedefleyen yönetim anlayışına geçiş olarak açıklanabilir.<sup>28</sup>

Performans, anlam bakımından “başarım” olarak ifade edilebilir. Bir görevin başarıyla yerine getirildiği hallerde ortaya çıkacak durumun saptanması ise performans standardı olarak adlandırılır.<sup>29</sup> Performans standardı üzerinde etkili olan yöntem ve araçlar, performans kriterleri tarafından tanımlanır. Yalın üretim sürecinin başarısı, performans kriterlerinin doğru belirlenmesine ve bu kriterlere dayalı bir performans standardını doğru bir biçimde ortaya koymaya bağlıdır. Etkili bir yalın üretim süreci için bu kriterleri; esneklik ve hız kriteri, maliyetler üzerinden rekabet kriteri, değer yönetimi kriteri, yalın yönetim kriteri ve tedarikçilerle ilişki kriteri olarak belirleyebiliriz.

### **2.6.1. Esneklik Ve Hız Kriteri**

İşletmelerin üretim sürecinin yapılandırma aşamasında olduğu kadar, sürecin farklı ürünler üretebilme, müşterilerden gelen siparişleri zamanında ve eksiksiz bir şekilde karşılayabilme ve bunları gerçekleştirebilecek makineleri, gerekli ekipmanları ve iş gücünü zamanında sağlayabilme yeteneğine (esneklik) sahip olması gerekmektedir.<sup>30</sup> Esneklik, değişen piyasa koşullarına kolayca adapte olabilme ve rekabet edebilme olanağı sağlar. Bu sistem çerçevesinde küçük veya orta büyüklükte partiler halinde üretim yapılır ve hızlı değişimlere ayak uydurulur.

Hız kavramı ise küresel rekabet ortamında işletmelerin kaçınılmaz bir şekilde sağlamak durumunda oldukları bir performans kriteridir. Kalite standardını çoğu işletmenin sağlayabildiği bir ortamda, hızlı olanlar rekabet avantajı yakalayacaklardır.

---

<sup>28</sup> AKAL Zühal, **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi, Çok Yönlü Performans Göstergeleri**. Ankara: Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No:473, 2000.

<sup>29</sup> PALMER Margaret, **Performans değerlendirmeleri**, Çeviri: Doğan Şahiner, Rota Yayıncılık, 1. Baskı, İstanbul, 1993.

<sup>30</sup> GRAHAM Margaret B. and ROSENTHAL Stephen R., **Flexible Manufacturing Systems Require Flexible People**. Vol.6, No:3, IOS Press, 1986.

## 2.6.2. Maliyetler Üzerinden Rekabet Kriteri

Günümüzde işletmeler; kalite, fiyat, reklam gibi değişkenler yoluyla birbirleriyle rekabet etmektedir.<sup>31</sup> İşletmeler, piyasaya sundukları ürünlerin, alternatifleri karşısında tercih edilebilir olmasını sağlamak durumundadırlar. Bu rekabet ortamında şüphesiz ki en belirleyici faktör fiyatlardır. Günümüz piyasa koşullarında işletmeler, fiyatlandırma yaparken, eskisi kadar özgür olamamaktadırlar. Müşterilerin geniş alternatifleri vardır ve rahatlıkla daha uygun fiyatlı bir alternatif bulabilirler. Dolayısıyla işletmeler karlılıklarını, fiyatları arttırarak değil, maliyetleri düşürerek yükseltme yoluna gitmelidirler.

## 2.6.3. Değer Yönetimi Kriteri

Değer yönetimi kriteri; değer yaratılması, değer akışının tanımlanması, sürekli akışın sağlanması, çekme sisteminin kurulması ve mükemmellik arayışları olarak sıralanabilir.<sup>32</sup>

### 2.6.3.1. Değer Yaratılması

Değer; ürün ya da hizmet olarak müşteriye doğru zamanda, uygun fiyattan ulaştırılan ve müşteri tarafından tanımlanan yeteneklerdir. Değer yaratma tasarımıyla başlar, üretimle sürer ve satış sonrası müşteri ilişkileriyle tamamlanır. Değer, işletme imajı bakımından da etkileri süreklilik arz eden önemli bir kavramdır.<sup>33</sup>

---

<sup>31</sup> TÜRKAN Özay umut, “Üretimde yalın dönüşümün temel performans kriterleri”, Balıkesir Üniversitesi Müh.-Mim. Fak., Endüstri Müh. Böl., **BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi** Cilt 12(2) 28-41, 2010.

<sup>32</sup> TÜRKAN Özay umut, a.g.m, 2010.

<sup>33</sup> TÜRKAN Özay umut, a.g.m, 2010.

Üretimde üç tip aktivite vardır ;<sup>34</sup>

- Müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayan, “değer yaratan” aktiviteler. (boyama, montaj, dokuma gibi)
- Müşteri açısından anlamı olmamasına karşın işin yapılabilmesi için gerekli olan, “değer yaratmayan fakat üretimden çıkarılmaları halinde üretimi durduracak zorunlu” işler. (kalıp bağlama, ayar, nakliye gibi)
- Bekleme, sayma, sıralama, hata, tamir gibi “değer yaratmayan ve kaçınılabılır” işler.

Söz konusu bu üç aktivite içerisinde; “değer yaratmayan ve kaçınılabılır” işler, zamanı ve kaynakları tüketen israf kaynaklarıdır. Ürüne değer katmamalarının yanında, şirket maliyetlerini arttırmaları. Radikal düzenlemelerle ortadan kaldırılmaları gerekmektedir

### **2.6.3.2. Değer Akışı**

Her ürün için; kavramdan kuruluma (ürün geliştirme) ve hammaddeden müşteriye olmak üzere iki ana akış söz konusudur.

Değer akışı; ürüne dönüşme yolculuğundaki hammaddenin, ilk üretim biriminden itibaren müşteriye ulaştırılmasına kadar işlendiği tüm süreçleri içerir. Bir ürünün değer akışı, birden fazla değer akışının bileşiminden oluşabilir. Bu noktada ürünün yaratılması için gerekli her işlem tanımlanarak değer akış haritası çıkarılır. Şekil 2.5.’de bir değer akış haritası örneği gösterilmiştir.

Değer akışı haritası yapmak; en basit haliyle mevcut durumdaki bilgi ve malzeme akışlarını gözlemlemek, bunları görsel olarak özetlemek ve çok daha iyi performansı hedefleyen bir gelecek durum tasavvur etme sürecidir.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> KULAÇ Ülkü, “Yalın Fabrika Simülasyon Oyunu”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, (25-27 Kasım 2005)

<sup>35</sup> JONES Daniel., WOMACK James., **Bütünü görmek: Genişletilmiş değer akışı haritalama**, The Lean Enterprise Institute, Version:1,0, Çeviri: Yalın Enstitü Derneği, 1, Massachusetts-USA, 2002.

### **2.6.3.3. Sürekli Akış**

Değer tanımlanıp değer akışındaki israflar ayıklandıktan sonra geride kalan değer yaratan aşamaların art arda sürekli akış halinde gerçekleştirilmesini sağlamak, yalın düşüncenin bir diğer ilkesi ve önemli boyutta tasarruf potansiyeli taşıyan aşamasıdır.

Ürün, değer yaratan bir adımdan diğerine, bir üret bir ilet ilkesiyle hiç kesinti olmaksızın aktarılabilirdiğinde, akış süresi ve üretkenlikte ciddi tasarruf sağlanabilir.

Ancak akışın sağlanması yeterli değildir. İstenmeyen ürünleri hızla akıtmak sonuçta sadece israf olacaktır. Müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine müşteri istediğinde ürünü çekmesini sağlamak pek çok israf kaynağını ortadan kaldıracaktır. Sürekli akış uygulandığında ürün geliştirme, sipariş alma, fiziksel üretim, işleri çok kısa sürede tamamlanabilir hale gelecektir. Bu müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği zamanda tasarlayabilme, planlayabilme ve üretebilme imkanını verdiğinden satış tahmini yapmak, karmaşık planlama yazılımları kullanmak, stokta kalan ürünleri itmek için kampanyalar düzenlemek zorunluluklarını ortadan kaldırarak, sadece istenen şeylerin daha iyi üretilmesine odaklanabilmeyi de sağlayacaktır.<sup>36</sup>

### **2.6.3.4. Çekme Sistemi**

Kitle üretim sistemlerinde üretim akışı en baştan başlayıp sona, montaj hattına doğru ilerler. Yani bir önceki istasyon bir sonrakinin işleyeceği parçayı “iter”. Talepte oluşacak bir dalgalanma durumunda ise her proses için çizelge değişikliği yapılacaktır. Üretim çizelgelerinin sıkça değiştirilmesi zor olduğundan, proseslerde oluşabilecek sorunları ve talep değişmelerini absorbe edebilmek için tüm prosesler arasında güvenlik stokları oluşturmak gerekecektir. Bunun sonucu olarak gereksiz ekipman, aylak işçiler ve düşük kalitede ürünlerin oluşmasına yol açan dengesiz bir stok yapısı ortaya çıkar.

Çekme ise; sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden, önceki aşamalarda hiçbir ürünün üretilmemesidir. Buradaki amaç, üretim aşamalarının gereksiz üretim parçalarını çekmesi, önceki aşama için yeni üretime başlama sinyalidir. Bu aşamadaki işçi de yeni üretimin miktar ve çeşitliliğine göre ihtiyacı olan parçadan kendinden bir önceki

---

<sup>36</sup> KULAÇ Ülkü, a.g.e., 2005



aşamadan çeker. Aynı ilişkiler, tedarikçilere kadar uzanarak gerekmeyen parçaların üretilmesi engellenmiş olur.<sup>37</sup>

Çekme sisteminin işletilmesini sağlayan bilgi akışına “Kanban” denir. Kanban, çekilen ürünün tipini ve miktarını gösteren bir karttır. Bu kart bir sonraki süreçten bir öncekine üretim emri olarak gönderilir. Bu şekilde tüm imalat süreçlerinin birbirleriyle bağlantısı kurulmuş olmaktadır.

Tedarikçiler de bu sistemin bir parçasıdır ve onlar da üretimlerini çekilen miktara ve çekildiği zamana göre ayarlamalıdır.<sup>38</sup>

#### **2.6.3.5. Mükemmellik**

Mükemmellik, ulaşılması mümkün olmayan ütopyik bir hedef olarak görülebilir. Bu kavramı “sürekli iyileştirmeler” olarak değerlendirmek, bu bakımdan daha doğrudur. Mükemmellik yalnızca hatasız ürün üretmek olarak algılanmamalıdır. Üretim sürecinde oluşabilecek her türlü hatayı bir daha oluşmasına imkan vermeyecek şekilde ortadan kaldırma anlayışıdır.

#### **2.6.4. Yalın Yönetim Kriteri**

Üretimde yalın dönüşümün tamamlayıcısı olan yalın yönetim; müşterilerin istediği kalite ve standartlara daha çabuk yanıt verebilmek için basitleştirilmiş, değer yaratmayan faaliyetlerden arındırılmış, işi yapan kişi ile karar veren kişinin birbirlerine yaklaştırıldığı hatta aynı kişi haline getirildiği, yönetim kademeleri önemli ölçüde azaltılarak yataya yaklaştırılmış basık bir yapıyı ifade etmektedir.<sup>39</sup> Yalın yönetim sistemi, birçok işi bir arada yapabilen çalışanlara ihtiyaç duyduğundan, nitelikli bir eğitim programı uygulanmalıdır.

---

<sup>37</sup> BAĞCI Ulaş, “Kanban sistem tasarımı ve otomotiv sektöründe bir uygulama”, İTÜ, İşletme müh. Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006.

<sup>38</sup> GÜNER Ertan, KARACA Mahmut Engin, “Tam zamanında üretim sisteminde tedarikçi ilişkileri ve en iyi parti büyüklüğü üzerine bir uygulama”, **Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 19, 4, ss.443–454, 2004.

<sup>39</sup> SEYMEN AYTEMİZ Oya, “Toplam kalite yönetimi ve yeniden yapılanma (reengineering): Karşılaştırmalı bir analiz”, **Human Resources**, 4, 54, Eylül-Ekim 1999.

### **2.6.5. Tedarikçilerle İlişki Kriteri**

Tedarikçilerle kurulan ilişkilerin niteliği, işletme başarısını doğrudan etkiler. Yalın üretim prensiplerine göre organize edilmemiş tedarikçiler, nihai ürünle karşı karşıya gelen müşterilerin tatminsizliğine ve dolayısıyla işletmenin başarısızlığına neden olurlar. Yalın üretim prensipleri çerçevesinde; tedarikçilerle sıkı ilişkiler kurmak, kazançları paylaşmak, onların haklarını korumak gerekmektedir.

## Üçüncü Bölüm

### YALIN ALTI SİGMA

#### 3.1. YALIN DÜŞÜNCE VE ALTI SİGMANIN BÜTÜNLEŞİK BİR BİÇİMDE ELE ALINMASI

Yalın altı sigma iki ayrı kavram olan “Yalın” ve “Altı sigma” nın bir araya gelmesi sonucunda oluşmuş bir yönetim felsefesidir. Yalın altı sigma, hem kalite iyileştirme, hem de ekonomik kazanç elde etmede standardizasyonu sağlarken, aynı anda israf ve maliyeti azaltmada da sistematik bir etkiye sahiptir.<sup>1</sup>

Yaklaşık 20 yıl gibi uzun bir süredir altı sigma yöntemleri ve yalın düşünce teknikleri konuşulmakta ve uygulanmaktadır. Kalite, maliyet ve zaman üzerinde oldukça önemli iyileştirmeler gerçekleştirmeyi sağlayan bu yöntemlerin odak noktası süreç performansdır. Altı sigma daha çok, süreçteki değişkenliği, istatistiksel araçlar vasıtasıyla azaltma üzerine odaklanmışken, yalın düşünce süreçteki israflarla mücadele ederek ciddi zaman ve maliyet tasarrufu sağlamayı amaçlamıştır.

Yalın yöntemlerin, altı sigma kalite geliştirme süreçlerine en büyük katkısının “hız” olduğu söylenebilir. Yalın altı sigma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilecek bir süreç iyileştirme projesinde, öncelikle hızın artırılması için yalın üretim ilkeleri, daha karmaşık sorunlar ortaya çıktığında ise altı sigma yöntemleri kullanılır. Yalın altı sigma, bu iki yöntemin bütünleştirilmesiyle ortaya çıkan, iki yöntemden herhangi birini kullanmanın dezavantajlarını ve sınırlamalarını ortadan kaldırmayı amaçlayan bir metodoloji olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yalın altı sigma;<sup>2</sup>

- Sistematik bir yaklaşım sunmaktadır ancak sabit bir plan değildir.
- İşletmeye, sürece ya da probleme göre uyarlanması gereken çok

---

<sup>1</sup> POLK James D., “Lean Six Sigma, Innovation, and The Change Acceleration Process Can Work Together”, **American College of Physician Executives**. 37(1), ss. 38-42, 2011.

<sup>2</sup> DOĞAN Selen, DEMİRAL Özge, a.g.m., 2008.

kapsamlı bir araçlar setidir.

- Dil birliği sağlamakta, süreçleri birbirleriyle karşılaştırılabilir hale getirmektedir.
- Veriye dayalıdır, uygun yerlerde istatistikten yoğun destek almaktadır.
- Müşteri odaklıdır, süreç performansını müşteri gözüyle ölçmektedir.
- Süreçleri yalınlaştırmayı ve değişkenliği azaltmayı hedeflemektedir.
- İyileşmeyi istatistiksel olarak ispatlamaktadır.
- Finansal getiri odaklıdır, nakit ve potansiyel getirileri hesaplamaktadır.
- Bürokrasiyi engellemekte, yaratıcılığı desteklemektedir.
- Devreye alma sonrasında iyileştirmeyi kontrol altında tutacak istatistiksel ve prosedürel sistemleri kurmaktadır.
- Müşteri odaklı, veriye dayalı çalışma alışkanlığı oluşturmayı hedeflemektedir.

Yalın altı sigma metodolojisi üretim süreçlerinin yanında; tasarım, satış, pazarlama, servis gibi tüm iş alanlarında kolaylıkla uygulanabilir. Ancak özellikle üretim dışı süreçlerde Altı sigmanın, yalın araçlarıyla birleştirilmesi; uygulamanın, araçların ve eğitim içeriğinin, hizmet sektörü ve destek süreçler için doğru farklılaştırılması kritiktir. Aksi takdirde sorunlarla karşılaşılması kaçınılmazdır.<sup>3</sup>

### **3.1.1. Yalın Düşünce ve Altı Sigma Kavramının Karşılaştırılması**

Altı sigma araçlarıyla yalın yöntemlerin bütünleşik bir biçimde kullanılmasını kapsayan bir yaklaşım, yalın düşünce ilkelerinin altı sigma teknik eğitimi esnasında çalışanlara anlatılmasıyla veya yalın teknikler uygulayan çalışanlara çeşitli altı sigma teknikleri öğretilmesiyle gerçekleştirilemez. Bu yaklaşım ancak, iki yönetim yaklaşımı arasındaki farklılıkların ortaya konulmasıyla ve bu farklılıklardan etkin bir biçimde yararlanılmasıyla gerçekleştirilebilir.

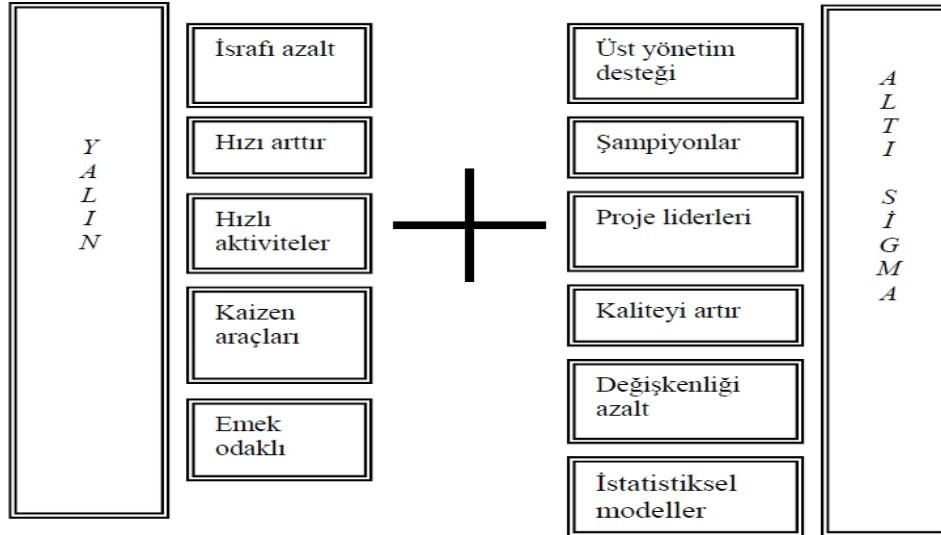
- Yalın projeler, genellikle kısa sürelidir. Altı sigma projelerinin tamamlanması ise birkaç ay sürebilir. Hızın artırılabilmesi için süreç geliştirme sürecinin başlangıcında yalın üretim projelerine ağırlık verilebilir.

---

<sup>3</sup> GEORGE M., ROWLANDS D., KASTLE B., **Yalın Altı Sigma Nedir?**, 1.baskı, Barış Gökçer Akbay, SPAC Altı Sigma Danışmanlık, Ankara, 9-86, 2005.

- Yalın üretim teknikleri, problemlere karmaşık olmayan, basit çözümler sunar. Karmaşık problemlerin çözümü için yayılma sürecinde altı sigma tekniklerine ihtiyaç duyulacaktır.
- Bütünleştirilmiş yaklaşımda, mevcut durum ile gelecek arasında durum değerlendirmesi yapabilmek için yalın yöntemde var olan değer akış haritası ve altı sigmada var olan proje listeleri kullanılabilir.
- Yalın üretim ilke ve yöntemleri kısa süreli çalışmalarla öğretilirirken, altı sigma eğitimleri, uzun altı sigma projeleri boyunca devam eder.

Yalın altı sigma, yalın düşünce ve altı sigma tekniklerinin güçlü yönlerini birleştiren bir metodolojidir.



**Şekil 3.1.**Altı sigma ve yalın yöntemlerin güçlü yönleri<sup>4</sup>

<sup>4</sup> DOĞAN Selen, DEMİRAL Özge, a.g.m., 2008

### 3.1.2. Yalın Altı Sigma TÖAİK Araçları

Yalın altı sigma, işletmelere sistematik bir yaklaşım sunar. Bu sistem TÖAİK döngüsüyle çalışır. Bu adımlar takip edilerek süreçlerdeki kalite ve hız standartlarının yükseltilmesi amaçlanır.

Bu bölümde yalın altı sigma TÖAİK döngüsü, bu döngü içerisinde kullanılan istatistiksel yöntem ve araçlar, ayrıntılı bir biçimde ele alınacaktır.

Tablo 3.1. de TÖAİK döngüsü içinde hangi temel konuların ele alınması gerektiği gösterilmektedir.

**Tablo 3.1.** Yalın altı sigma temel basamaklarında ele alınması gereken konular.

Tanımlama	Projenin odak noktası nedir? Projedeki roller ve sorumluluklar nasıl dağıtılacaktır? Projenin başlangıç ve bitiş tarihi nedir? Projenin hedefi, bütçesi, seçilme nedeni nedir?
Ölçme	Seçilen projedeki kritik göstergeler nelerdir? Süreçte yeteri kadar veri mevcut mudur? Bu veriler nasıl ölçümlenecektir? Söz konusu veriler gerçekçi midir? Gelişmeler ve proje başarısı nasıl ölçümlenecektir?
Analiz	Mevcut durumdaki eksiklikler nelerdir? Mevcut durumu iyileştirmede ne gibi problemlerle karşılaşılabilir? Mevcut durumu iyileştirmek için kaynak ihtiyacı var mıdır?
İyileştirme	Mevcut eksikliklerin giderilmesi için hangi aksiyonlar alınmalıdır? Alınan aksiyonlar fark edilmeyen başka hangi zararlara yol açabilir? Sürekli iyileştirmeyi sağlamak için potansiyel fırsatlar nelerdir?
Kontrol	Mevcut süreç analiz ve iyileştirme aşamalarının ardından nasıl bir gelişim göstermiştir? Bu gelişimi izlemek için hangi araçlar kullanılmalıdır? Sağlanan iyileştirmenin kalıcılığı ve devamlılığı için neler yapılmalıdır?

TÖAİK döngüsünün her bir aşamasında kullanılan teknikler ise Tablo 3.2. deki gibidir.

**Tablo 3.2.** TÖAİK döngüsünde kullanılan araç ve teknikler

Tanımlama	Proje tanımlama formu TGSCM diyagramı Başlangıç (kick-off) toplantısı
Ölçme	Değer akış haritası Pareto analizi Hata türü ve etkileri analizi (HTEA) Kontrol grafikleri Süreç yeterlilik indeksleri
Analiz	Beyin fırtınası Balık kılçığı diyagramı Serpilme diyagramı Deney tasarımı Beş neden analizi
İyileştirme	Kaizen çalışmaları Beş adımlı Kaizen planı Poka yoke
Kontrol	Kontrol grafikleri Kurum içi eğitimler

### **3.1.2.1. Tanımlama Araçları**

Tanımlama, yalın altı sigma TÖAİK döngüsünün ilk ve bu sebeple de en kritik adımıdır. Bu kısımda; doğru projelerin belirlenmesi, rol ve sorumluluk dağılımlarının titizlikle yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu aşamanın başarıyla tamamlanması için yararlanılan araçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Proje tanımlama formu
- TGSCM (Tedarikçi-girdi-süreç-çıktı-müşteri) diyagramı
- Başlangıç (kick-off) toplantısı

### ***3.1.2.1.1. Proje tanımlama formu***

Proje tanımlama formu, bir projenin dökümanite edilmesi ve kontrolü için gerekli olan en iyi araçtır. İdeal kurallar çerçevesinde yazılı hale getirilmiş proje tanımlama formu, proje sürecinde hem planlayanlara hem de uygulayanlara önemli derecede yardımcı olacaktır. Bu form sayesinde proje hedefleri, kısıtları, riskleri v.b. tanımlanacaktır. Proje tanımlama formunun yayınlanmasıyla, projenin başlangıcı resmiyet kazanmakta ve ilgili kaynakların yetki ve sorumlulukları tüm organizasyona duyurulmaktadır. Projenin uygulama bölümünde yaşanabilecek çatışmaları en aza indirebilmek, proje takımındaki stres düzeyini en düşük seviyede tutabilmek ve projeyi doğru hedeflere yönlendirebilmek için projenin başlangıcında tüm proje taraflarının mutabık kalabileceği bir form hazırlamak, projenin başarısını olumlu yönde etkileyecektir. Proje tanımlama formu hazırlamak proje yöneticisinin sorumluluğundadır.<sup>5</sup>

Şekil 3.3’de proje tanımlama formu örneği görülmektedir.

---

<sup>5</sup> <http://bilgi-isi.blogspot.com/2006/12/proje-tanmlama-dokmanptd.html>



PROJE TANIMLAMA FORMU	
Proje İsmi- Numarası	
Proje Sponsoru	Adı Soyadı: İmza:
Proje Kara Kuşağı	
Proje Yeşil Kuşağı	
Takım Lideri	
Ana Ödüller	
Proje Beyan Tarihi	
Revizyon	Numarası: Tarihi: Sponsor Onay İmzası:
Proje Başlangıç Tarihi	
Hedef Bitiş Tarihi	
Proje Beyan İfadesi	
Proje Hedef İfadesi	
Problem İfadesi	
Proje Tanımı	
Bu Proje ile Yaratılacak Ürün veya Hizmet Değişkenleri	
Bu Projede Kullanılacak Kaynaklar	

**Şekil 3.3.** Proje Tanımlama Formu<sup>6</sup>

### **3.1.2.1.2. TGŞÇM diyagramı**

Tanımlama aşamasında, proje tanımlama formunun oluşturulmasının ardından TGŞÇM diyagramı çizilmelidir. TGŞÇM diyagramı sayesinde projeye kapsamlı bir şekilde bakmak, projeyi bir bütün olarak ele almak mümkün olmaktadır.

<sup>6</sup> AKIN Osman, “Altı sigma sistemi ile bütünleşik faaliyet tabanlı maliyet sisteminin mermer sektöründe uygulanması” T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.28, 2010.

Şekil 3.4.'de bir TGSCM diyagramı gösterilmiştir.

TGSCM DİYAGRAMI				
TEDARİKÇİ	GİRDİ	SÜREÇ	ÇIKTI	MÜŞTERİ
Sürece girdi tedarik eden işletmeler, kişiler veya sistemler.	Süreçte işlenecek olan malzeme veya veri.	Müşteri ihtiyaçları doğrultusunda girdilerin çıktılara dönüştürülme adımları.	Süreç sonunda elde edilen mal veya hizmet.	Süreç sonu elde edilen çıktıyı alan ve kullanan kişiler.

Şekil 3.4. TGSCM diyagramı<sup>7</sup>

Bu diyagram üzerinde, sürece girdi sağlayan tedarikçilerden, son müşteriye kadar; süreç adımları üzerinde etkili olan tüm faktörler rahatlıkla izlenebilir. TGSCM diyagramı tanımlama aşamasında oldukça önemli bir yere sahiptir.

### 3.1.2.1.3. Başlangıç (Kick-off) toplantısı

Bir yalın altı sigma projesine başlarken yapılacak başlangıç (kick-off) toplantısı oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Projede yer alacak çalışanların katılımları, süreç hakkında detaylı bir şekilde bilgilendirilmeleri önemlidir. Bu detaylar arasında, bu projenin neden yapıldığı, proje sponsorunun bu çalışmaya bakışı, projenin hedefleri, yapılması ve yapılmaması gereken işler sıralanabilir. Projenin akışı şematik olarak gösterilmeli ve çalışanların projeye ilgili çekincelerini dile getirmeleri sağlanmalıdır.

### 3.1.2.2. Ölçme Araçları

Ölçme aşamasında projenin başlangıç yeteneği, istikrarı ve ölçülebilirliği birlikte değerlendirilmektedir. Açık ve net bir tanımlama yapıldıktan sonra ölçülebilirlik belirlenmekte, temel süreç adımları ve her bir süreç için ayrı ayrı olmak şartıyla temel

<sup>7</sup> <http://www.goleansixsigma.com/sipoc/>

girdiler saptanmaktadır. Temel girdiler onaylandıktan sonra, önem sırasına göre listelenmekte ve bunların kalite üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alınmaktadır. Süreçlerde ya da girdilerde bir hata ortaya çıkması durumunda ne yapılması gerektiğine karar verilmekte, yani önleyici bir yaklaşım benimsenmektedir.<sup>8</sup>

Bu aşamada kullanılan araçlar şu şekilde sıralanabilir :

- Değer akış haritası
- Pareto analizi
- Hata türü ve etkileri analizi (HTEA)
- Kontrol grafikleri
- Süreç yeterlilik indeksleri

#### **3.1.2.2.1. Değer akış haritası**

Değer akış haritalamadaki amaç, tüm operasyonları şeffaf hale getirmek ve görsel olarak sunmaktır. Müşterinin ödemek istediği, ürüne anlam katan değer ön planda tutulmasını içeren değer akış haritalama, aynı zamanda müşterinin ödemek istemediği israfın nedenlerini de görsel hale getirmektedir. Değer akışı haritaları ile işlem adımları üzerinde katma değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması ve değer kesintisiz akışının sağlanması için nelerin yapılması gerektiği daha iyi ortaya çıkmaktadır.<sup>9</sup>

Değer akış haritası;<sup>10</sup>

- Malzeme ve Bilgi akışının resmedildiği görsel bir araçtır.
- Ürün gerçekleştirebilmek için gerekli tüm aktiviteleri kapsar.
- Tüm sistemin optimizasyonu için kullanılır.
- Üretim alanının kurşun kalem ve kağıt kullanılarak çizilmiş resmidir
- İsrafların resmedilerek, ortadan kaldırılmaları için plan oluşturulmasını sağlar,
- Malzeme ve bilgi akışı bağlantısını kurar,

---

<sup>8</sup> DOĞAN Selen, DEMİRAL Özge, a.g.m., 2008

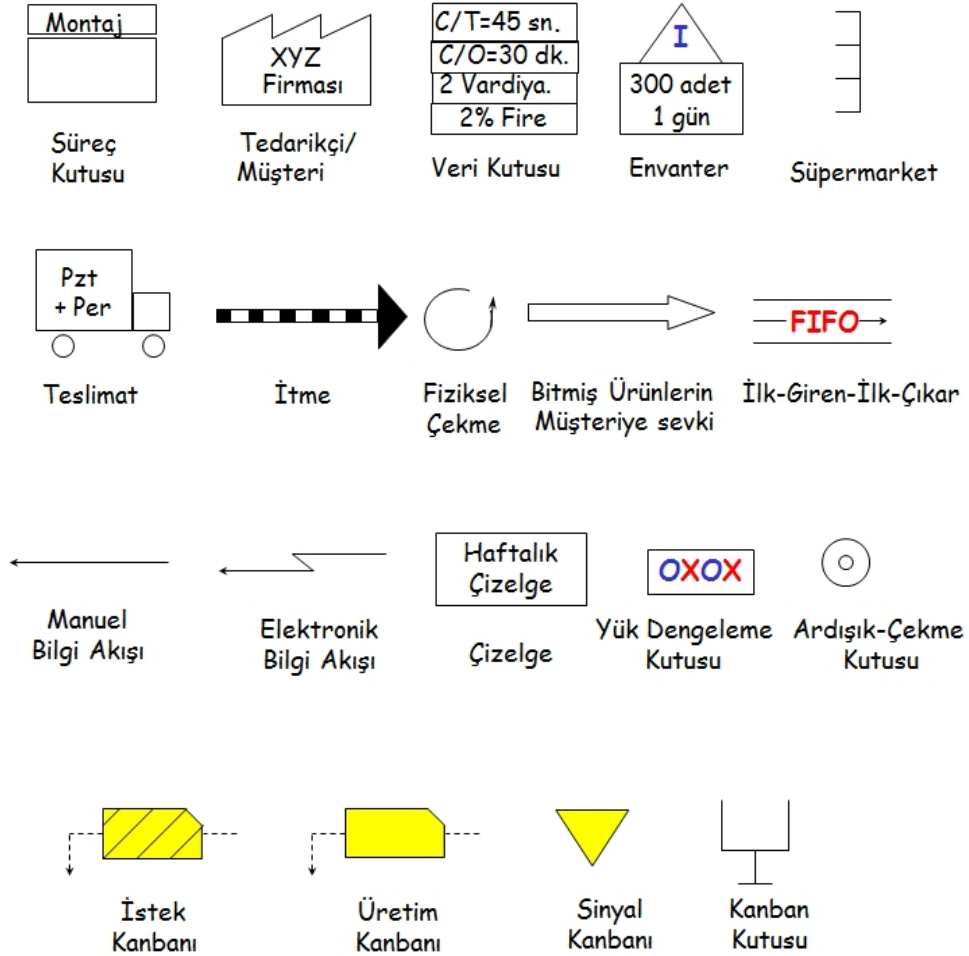
<sup>9</sup> ÖZVERİ Onur, ÇAKIR Engin, “Yalın altı sigma ve bir uygulama”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi**, 2012

<sup>10</sup> [www.hbssolutions.net/File/Değer%20Akış%20Haritalandırma.ppt](http://www.hbssolutions.net/File/Değer%20Akış%20Haritalandırma.ppt)

- Fonksiyonel birimlerin bütünü görerek ve anlayarak çalışmalarını sağlar,
- Yalın uygulamalar için yol haritasını oluşturur

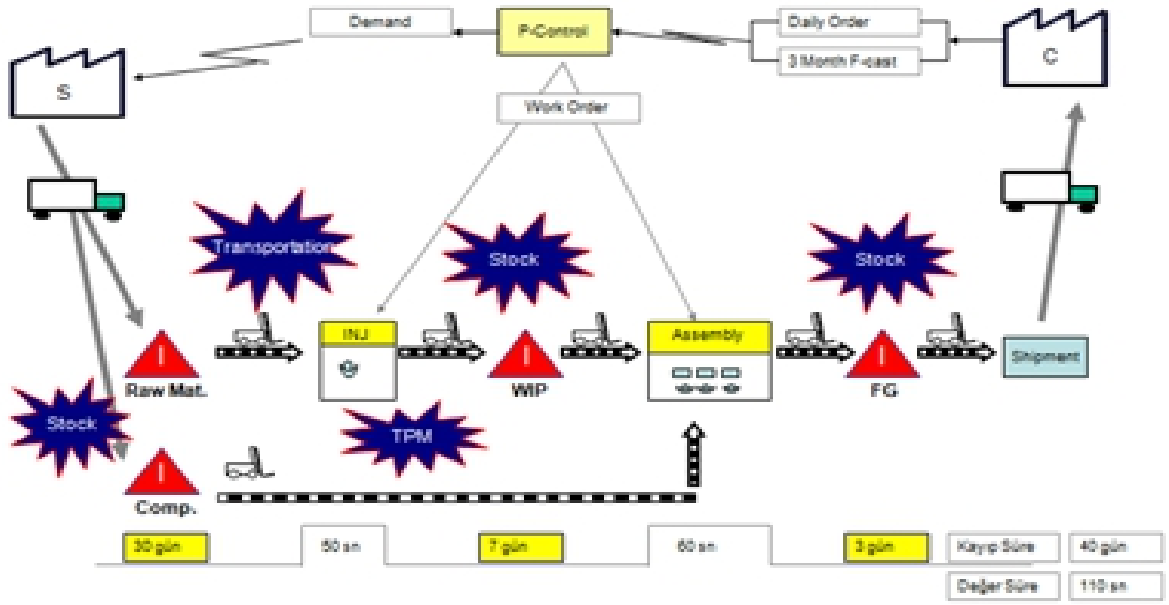
Değer akış haritası çizilirken, malzeme akışı ve bilgi akışı birlikte verilmelidir.

Değer akış haritasında kullanılan malzeme ve bilgi akışı sembollerinden bazıları şu şekildedir :<sup>11</sup>



Bu semboller kullanılarak elde edilen bir değer akış haritası örneği aşağıdaki gibidir.

<sup>11</sup> [www.hbssolutions.net/File/Değer%20Akış%20Haritalandırma.ppt](http://www.hbssolutions.net/File/Değer%20Akış%20Haritalandırma.ppt), a.g.s.



Şekil 3.5. Değer akış haritası örneği<sup>12</sup>

### 3.1.2.2.2. Pareto analizi

Bu analiz, problemin esas (majör) nedenlerini önemsizlerden (minör) ayırmaya yardımcı olan, sıralı dikey çubuklar biçiminde gösterilen bir yöntemdir. Pareto ilkesine göre miktar açısından kalite sorunlarının %80i, yüzde 20 oranında makine, hammadde veya operatörlerden kaynaklanmaktadır.<sup>13</sup>

Değer akış haritasıyla problemin nedenleri belirlenir ve bu nedenler belirlendikten sonra pareto grafiği çizilir.

Pareto çizelgesi, kontrol aşamasında, sürecin iyileştirme yapılmadan önceki durumuyla, iyileştirme yapılmış halini kıyaslamak için de kullanılabilir.

Pareto çizelgesi oluşturmada izlenecek adımlar şu şekilde sıralanabilir :<sup>14</sup>

<sup>12</sup> <http://www.lutfiapiliogullari.com/987/>

<sup>13</sup> ÖZTÜRK Ahmet, **Kalite Yönetimi Ve Planlaması**, Ekin Yayın Evi, s.465, 2009.

<sup>14</sup> ÖZTÜRK Ahmet, **a.g.e.**, s.218, 2009.

Adım 1: Verilerin sınıflandırılması: Veriler; personele, makinelere, hata sayılarına, stok ürünlerine, hurda ve fire maliyetlerine v.b. sınıflandırılabilirler.

Adım 2: Zaman döneminin belirlenmesi: Çalışmanın yürütülmesi için uygun bir zaman dönemi belirlenir.

Adım 3: Sınıflandırarak verinin toplanması: Sınıflandırılan verilerin oluş sayıları, en büyükten en küçüğe doğru sıralanır.

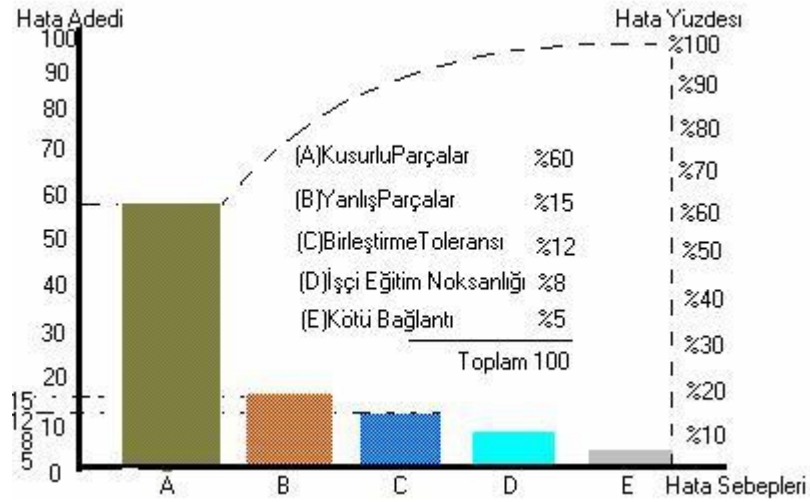
Adım 4: Grafiğin çizilmesi: Dikey çizgi, ele alınan problemin olma sıklığını ve yatay çizgi ortaya çıkan tüm problemleri ve olayları gösterir.

Adım 5: Her bir olayın sıklık sıralamasına göre listelenmesi: Yatay eksene problemler, sıklık sıralarına göre en çoktan en aza doğru dizilirler.

Adım 6: Grafikte çubukların çizilmesi: Yatay eksende türlerine göre listelenen her bir olay veya problem, onların dikey eksendeki toplam hata sayılarına ve birikimli yüzdelerine karşılık gelecek şekilde işaretlenir ve çizgileri çizilir.

Adım7: Bazı bilgilerin eklenmesi: Çizelgenin ismi, kapsanan zaman dönemi, veri kaynağı, çizelgeyi hazırlayan kişi, hazırlanma tarihi ve çizelgeyi betimlemede yardımcı olacak ek bilgiler verilir.

Şekil 3.6.'da taslak olarak bir pareto grafiğinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.6. Pareto grafiği örneği<sup>15</sup>

Bu grafik sayesinde, hangi problem yüzde olarak ağır basıyorsa, o problemler üzerine yoğunlaşılır. Söz konusu grafiği oluşturan bir firma, kötü bağlantı problemi veya işçi eğitim noksanlığı üzerine yoğunlaşmak yerine kusurlu ve yanlış parça oluşma sıklıklarını düşürme gayretine girecek, böylece hem zaman hem de maddi tasarruf sağlayacaktır.

### 3.1.2.2.3. Hata türü ve etkileri analizi

Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA), riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniğidir. Hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri gibi algılanması ilkesine dayanmaktadır. HTEA çalışmasında belirlenen bütün hatalar için olasılık, ağırlık ve saptanabilirlik tahmini yapılmaktadır.<sup>16</sup>

HTEA tekniğinin amaçlarını şöyle sıralamak mümkündür :<sup>17</sup>

- Ürün veya süreçte oluşabilecek hata türlerini, etkilerini ve kritiklik derecelerini kararlaştırmak.

<sup>15</sup> ÖZCAN Selami, “İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayiinde Bir Uygulama”, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 2, Sayı 2

<sup>16</sup> AKIN Besim, ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1998

<sup>17</sup> GÜL Belma, “Kalite Yönetiminde Hata Türü ve Etkileri Analizi”, (yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2001

- Ürün veya süreçte oluşabilecek potansiyel hataları önceden belirleyerek bu hataların oluşmasını engellemek.
- Nihai ürünün müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşıladığından emin olmak için, planlanan imalat ve montaj süreçleriyle bağlantılı olarak bir ürünün tasarım karakteristiklerini analiz etmek.
- Potansiyel hata türleri belirlendiğinde, onları ortadan kaldırmak için düzeltici önlemleri almak veya sürekli bir şekilde onların oluşma potansiyellerini azaltmak ve böylece ürünün geliştirilmesini sağlamak.
- Montaj veya imalat süreci için sistemin dayandığı neden ve ilkeleri dökümanete etmek.

Hata türü ve etkileri analizi yapılırken Risk Öncelik Sayısı (RÖS) esas alınır. Önlemler, RÖS'ün en büyük değerinden başlanarak alınır. RÖS şu şekilde hesaplanır :

P: Her bir zararın oluşma olasılığı

S: Zararın şiddeti

D: Zararı meydana getirecek olayın fark edilebilirliği.

RÖS; P,S ve D değerlerinin çarpımıyla hesaplanır. Bu değerler, tablo 3.3. tablo 3.4. ve tablo 3.5.'de verilmiştir.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> [http://www.uzaktanegitimplatformu.com/UEP/uep\\_ylisans/teruy/teruy\\_downloads/HTEA.pdf](http://www.uzaktanegitimplatformu.com/UEP/uep_ylisans/teruy/teruy_downloads/HTEA.pdf)



**Tablo 3.3.** S değeri hesaplanmasında kullanılacak tablo

<b>Sistem HTEA Şiddet Etki Sınıflaması</b>		
<b>Etki</b>	<b>Şiddetin Etkisi</b>	<b>Derece</b>
Uyarısız Gelen Tehlike	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3. derece yanık, akut ölüm v.b. etkiye sahip hata türü.	8
Yüksek	Ekipmanın tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölümcül hastalık v.b. etkiye sahip hata.	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser v.b. yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş görmezlik, 2. derece yanık, beyin sarsıntısı v.b. etkiye sahip hata	5
Çok Düşük	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler v.b. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasında yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

**Tablo 3.4.** P değeri hesaplanmasında kullanılacak tablo

<b>Hata Olasılığı</b>	<b>Hatanın İhtimali</b>	<b>Derece</b>
Çok yüksek	1/2'den fazla	10
	1/3	9
Yüksek	1/8	8
	1/20	7
Orta	1/80	6
	1/400	5
	1/2000	4
Düşük	1/15000	3
	1/150000	2
Pek az	1/1500000'den düşük	1

**Tablo 3.5.** D değeri hesaplanmasında kullanılacak tablo

Fark edilebilirlik	Fark edilebilirlik Olasılığı	Derece
Fark edilemez	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi mümkün değil	10
Çok Az	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi çok yüksek	2
Hemen hemen Kesin	Potansiyel hatanın nedeni ve takip eden hatanın fark edilmesi hemen hemen kesin	1

Bu tablolar yardımıyla hesaplanan RÖS değerleri ile HTEA tablosu oluşturulur.

Tarih :		Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA) RISK DEĞERLENDİRME FORMU						FMEA Tipi:		Hareket Sonucu					
Proses/Sistem								FMEA No:		Yeni RÖS					
Alt Sistem :								Düzenleyen:		Yeni (S)					
Bileşen:								FMEA Tarihi:		Yeni (P)					
Dizayn Rehberi								Revizyon Tarihi:		Yeni (D)					
FMEA Takımı:								Sayfa:		Yeni RÖS					
Sistem /Parça	Potansiyel Hata Türleri	Hatanın Sonuçları	S	Hataların Nedenleri	P	Kontrol Önlemleri	D	RÖS	Tavsiye Edilen İyileştirmeler/ Eylemler	Sorumlu & Tamamlama Tarihi	Hareket Tarihi	Yeni (S)	Yeni (P)	Yeni (D)	Yeni RÖS

**Şekil 3.7.** HTEA risk değerlendirme formu<sup>19</sup>

<sup>19</sup> [http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2005-06/RiskDegerlendirme\\_MT.pdf](http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2005-06/RiskDegerlendirme_MT.pdf)

HTEA tekniği, sürekli gelişmeyi desteklemesi bakımından büyük önem taşır. HTEA sonuçlarının doğru ve sistematik bir biçimde dökümanite edilmesi, elde edilen sonuçlardan gelecekteki projelerde ve ürün geliştirme süreçlerinde faydalanılmasını sağlar.

#### **3.1.2.2.4. Kontrol grafikleri**

Kontrol grafikleri, sürecin sesi olup, sürecin istikrarlı bir şekilde çalışıp çalışmadığını tanımlar. Bir süreçte sorun varsa, daha büyük sorunlar ortaya çıkmadan önlem alınmasını sağlar. Kontrol grafiklerinin oluşturulabilmesi için süreçten düzenli bir şekilde veri toplanmalıdır.<sup>20</sup>

Bir kontrol grafiği esas olarak üç çizgiden oluşur. Bunlar; Alt Kontrol Limiti (AKL), Üst Kontrol Limiti (ÜKL) ve Orta Çizgidir (OÇ). Kalite özelliğinin ortalama değeri aynı zamanda hedeflenen değeri olarak da ifade edilen orta çizgi ile temsil edilir. Eğer ilgilenilen kalite özelliği ölçülebilir özellikte ise, bu durumda merkezi eğilim ölçülerinden aritmetik ortalama, dağılıma ölçülerinden ise değışim aralığı ve standart sapma kullanılır. Merkezi eğilim ve dağılıma için kontrol grafikleri “Değişkenler İçin Kontrol Grafikleri” olarak adlandırılır. Kalite özelliğinin sürekli ve sayısal olarak ölçülememesi, yani kusur sayısı gibi belli bir olayın gözlem sayısına dayanması durumunda kullanılan kontrol grafiklerine ise “Özellikler İçin Kontrol Grafikleri” adı verilir. Her iki tip grafiğin oluşturulmasında da izlenecek yol aynı olup, aşağıda sıralanmaktadır.<sup>21</sup>

- İncelenecek olan kalite özelliği tespit edilir.
- Belirli bir örnek alma yöntemine göre yeterli sayıda birimden oluşan örnekler alınarak ölçüm değeri kaydedilir.
- Kontrol grafiği tipi belirlenir.
- Kontrol limitleri saptanır.
- Saptanan limitlerin yeterliliği tespit edildikten sonra limitler grafiklendirilir.
- Kontrol limitleri dışında yer alan noktalar belirlenir ve bu noktaların sebepleri araştırılır.

---

<sup>20</sup> ÖZTÜRK Ahmet, a.g.e., s.319, 2009.

<sup>21</sup> ERTUĞRUL İrfan, **Toplam Kalite Kontrol ve Teknikleri**, Hünkar Ofset, İstanbul, 209-258, 2004

### 3.1.2.2.5. Süreç yeterlilik indeksleri

Süreç yeterlilik indeksleri, üzerinde çalışılan bir sürecin gereklilikleri karşılayıp karşılayamadığını ölçmek için kullanılır. Uygulamada  $C_p$  (process capability ratio) ve  $C_{pk}$  (process capability index) sıkça kullanılmaktadır.

$C_p$  değeri, verilerin ortalamasının dağılımın tam ortasında olduğunu ve veri setinde çarpıklık olmadığını kabul eder. Gerçek süreçlerde ise veriler kusursuz dağılmazlar. Bu nedenle süreç yeterliliğinin ölçülmesinde başka bir parametreye daha ihtiyaç duyulur.

Süreçteki kaymaları da göz önünde bulunduran bu değer  $C_{pk}$  değeridir.  $C_p$  ve  $C_{pk}$  değerinin eşit olduğu durumlarda süreç ortalaması ÜKL ve AKL'nin tam ortasındadır denir. Bir anlamda  $C_p$  değeri, sürecin potansiyel yeterliliği hakkında fikir verirken  $C_{pk}$  değeri sürecin o anki yeterliliğine odaklanır.

Tablo 3.6.'da  $C_p$  ve  $C_{pk}$  değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller verilmiştir. Tablo 3.7.'de ise elde edilen  $C_{pk}$  indeksinin yorumlanması verilmiştir.<sup>22</sup>

**Tablo 3.6.** Süreç yeterlilik indeksleri ve formülleri

Yeterlilik İndeksleri	Formüller	Açıklamalar
Yeterlilik ( $C_p$ )	$(\text{ÜKL}-\text{AKL})/6 s_{ST}$	İndeksin hesaplanabilmesi için ÜKL VE AKL belirlenmiş olmalıdır.
Üst Yeterlilik (CPU)	$(\text{ÜKL}-X_{\text{ort}})/3 s_{ST}$	İndeksin hesaplanabilmesi için ÜKL VE AKL belirlenmiş olmalıdır.
Alt Yeterlilik (CPL)	$(X_{\text{ort}}-\text{AKL})/3 s_{ST}$	
Yeterlilik ( $C_{pk}$ )	$(\text{CPU}, \text{CPL})_{\text{min}}$	$C_{pk}$ süreç merkezini dikkate alır $C_p$ almaz.

<sup>22</sup> ASLAN Diler, DEMİR Süleyman, "Laboratuvar Tıbbında Altı-Sigma Kalite Yönetimi" **Türk Biyokimya Dergisi [TurkishJournal of Biochemistry - Turk J Biochem]**, 30 (4); 272-278, 2005.

**Tablo 3.7.** Süreç yeterlilik indekslerinin yorumlanması

Süreç Yeterlilik İndeksi ve Sigma Düzeyi	Değişkenlik Derecesi	Yorum
$C_{pk} < 0,5$ ve sigma düzeyi 0-2 arasında	Değişkenlik çok fazla	Süreç çıktıları müşteri beklentilerini karşılayamaz.
$0,5 < C_{pk} < 1,2$ ve sigma düzeyi 3-5 arasında	Orta düzey değişkenlik	Süreç çıktılarının çoğu müşteri beklentilerine uygundur.
$C_{pk} > 1,5$ ve sigma düzeyi 6 ve daha iyi	Çok az değişkenlik	Süreç çıktılarının neredeyse tamamı müşteri beklentilerini karşılayabilir.

### 3.1.2.3. Analiz Araçları

Analiz aşamasında, müşteri memnuniyetsizliğine yol açan problemler tespit edilir. Bu problemler, toplanan veriler ışığında analiz edilir. Bu aşamada yararlanılan başlıca analiz araçları şu şekilde sıralanabilir :

- Beyin fırtınası
- Balık kılıcı diyagramı
- Serpilme Diyagramı
- Deney tasarımı
- Beş neden analizi

#### 3.1.2.3.1. Beyin fırtınası

Beyin fırtınası, yaratıcı düşünmeyi yüreklendiren ve kısa sürede takım anlayışı ile serbestçe pek çok fikrin üretilmesini sağlayan bir tekniktir. Bazen bir sürecin neden başarısız olduğunu veya problemin nereden kaynaklandığını belirlemek güçtür. Rasyonel veya geleneksel düşünme her zaman problemin esas köklerine inmez ve çoğu kez sorunu gidermeden aynı problemi defalarca çözmeye çalışırız. Yaratıcı düşünme ve problem çözme yaklaşımları, takım elemanlarını motive ettiği gibi onları geleneksel düşünmeden sakındırarak problemlere yenilikçi ve seçenekli yanıtlar sağlar.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> ÖZTÜRK Ahmet, a.g.e., s.370, 2009.

Beyin fırtınası, problemin olası sebeplerini ve çözümlerini belirlemede kullanılan yaratıcı bir analiz aracıdır. Bu yöntem için bazı standart kurallar şu şekilde sıralanabilir :<sup>24</sup>

- Katılımcı bir kerede yalnızca bir fikir dile getirebilir
- Fikirlerin değerlendirilme ve kritiğine izin verilmez
- Katılımcılar var olan fikre ekleme yapabilir veya ona bağlı olarak yeni bir fikir üretebilirler
- Katılımcılar yeni fikirler ekleme durumunda olduklarında sıra kendilerine gelinceye veya diğer katılımcının konuşması bitinceye kadar beklemelidir
- Beyin fırtınası sırasında değil, seansın bitiminde tartışılır
- Kişiler birbirleri üzerinde yargı ve eleştiride bulunamaz
- Beyin fırtınası gündemi tahtaya açık olarak yazılır. (Bu noktada katılımcıların konuyu anlayıp anlamadıkları basit bir sorgulama ile garanti altına alınır.)
- Herkese düşünmesi için bir iki dakika süre verilir.
- Beyin fırtınası kuralları açıklanır.
- Herkesin görebileceği şekilde tüm fikirler tahtaya yazılır.
- Katılımcılar kısa ve özlü fikirler üretmeye teşvik edilir
- Tahtaya yazılan fikirlerden konu ile bağdaşmayanlar veya birbirine benzer görüşler katılımcıların onayı ile çıkartılır.

#### **3.1.2.3.2. Balık kılıcı diyagramı**

Özel bir problemin çözülebilmesi için öncelikle problemin nedenleri belirlenmelidir. Bu problemin nedenleri basit veya karmaşık olabilir. Çoğu kalite problemleri karmaşık nedenlerin sonucudur. Süreçteki problem bir kez tanımlandığında düzeltici faaliyetler alınmadan önce potansiyel nedenler belirlenmelidir. Balık kılıcı diyagramı, tüm potansiyel nedenleri tanımlamak için kullanılabilen araçlardan birisidir. Balık kılıcı diyagramı süreçteki problem ve çeşitli nedenler arasındaki ilişkiyi betimlemek için de kullanılır.<sup>25</sup>

---

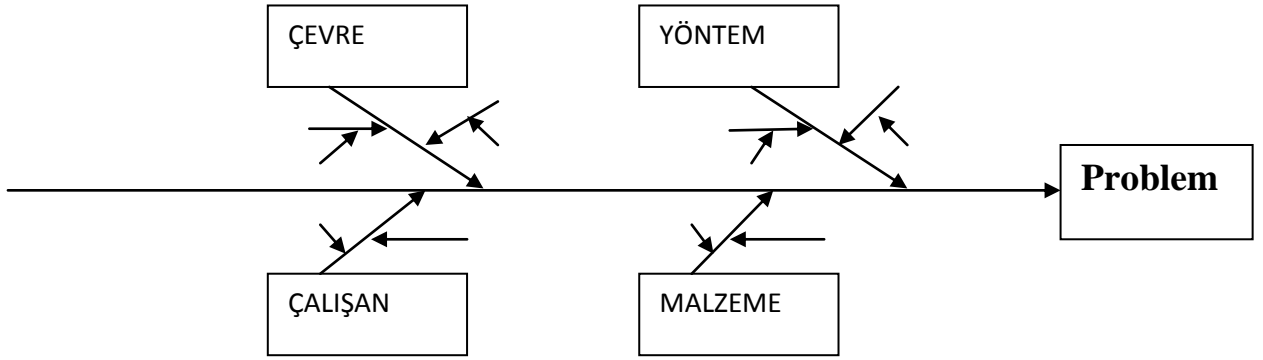
<sup>24</sup> [www.sabek.com.tr/SUNU/Beyin%20firtinasi.ppt](http://www.sabek.com.tr/SUNU/Beyin%20firtinasi.ppt)

<sup>25</sup> ÖZTÜRK Ahmet, **a.g.e.**, s.376, 2009.

Ortaya çıkan diyagram bir balığın omurgasını andırdığı için bu adla anılır. Bir diğer adı da neden ve etki analizidir.

Balık kılçığı diyagramını, problemin kendisi ve bu probleme sebep olan temel ve ona bağlı alt nedenler oluşturur.

Bir üretim sisteminde yaşanabilecek muhtemel bir probleme temelde çalışanların, malzemelerin, uygulanan yöntemlerin ve çevre koşullarının sebep olduğu düşünülürse, bu üretim sistemi için gösterilebilecek bir balık kılçığı diyagramı aşağıdaki gibi olur.



Şekil 3.8. Balık kılçığı diyagramı

Problem, uzun yatay çizgide ve problemin temel nedenleri bu yatay çizgiye oklarla bağlı kutularda resmedilir. Bu oklara, daha küçük oklarla her bir temel nedenin alt nedenleri bağlanır.

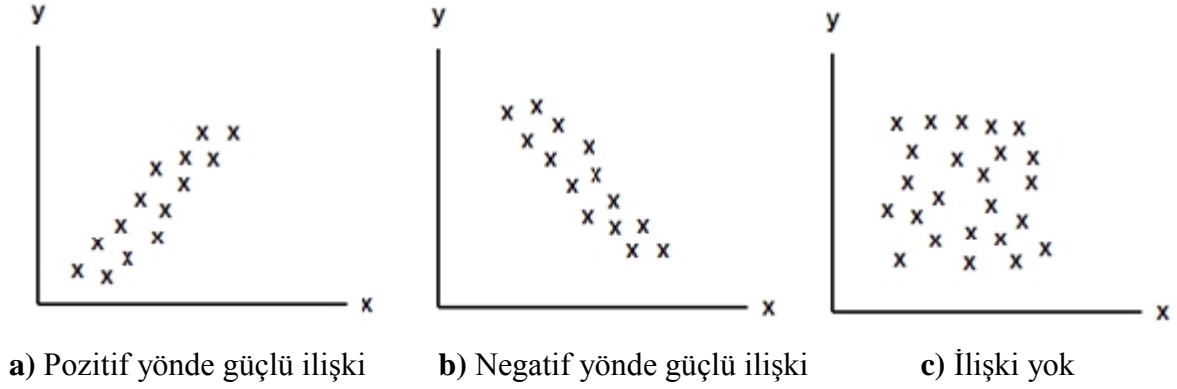
Balık kılçığı diyagramının asıl amacı, bu alt nedenlerin arasındaki ilişkiyi anlamak ve onların probleme olan etkisini saptamaktır.

### 3.1.2.3.3. Serpilme diyagramı

Balık kılçığı diyagramı, problemin değişkenlik nedenlerini tanımladığı gibi nedenleri genel kategorilere böler ve var olan ilişkileri gösterir. Ancak bu ilişkilerin boyutunu veya derecesini tanımlamaz. Problem çözümlerinde sıkça iki faktör arasındaki ilişkiyi belirlemek ve çeşitli nedenler ve etkiler arasında var olan ilişkilerin boyutunu veya derecesini belirlemek gereklidir. İşte problemin en önemli nedenlerini ortaya çıkarmada,

iki faktör veya parametre (neden ve etki) arasındaki ilişkinin derecesini veya boyutunu belirlemede kullanılan teknik, serpilme diyagramıdır.<sup>26</sup>

Şekil 3.9.'da, serpilme diyagramları vasıtasıyla farklı ilişki türleri gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Serpilme diyagramları ile farklı ilişki türleri<sup>27</sup>

a grafiği, x ile y değişkenleri arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğunu, x değişkeninin değeri artarken y'nin de değerinin arttığını ifade eder. b grafiğinde değişkenler arasındaki ilişki ters yönlüdür. x değişkeninin değeri artarken, y değişkeni buna bağlı olarak azalır. c grafiğinde ise x ile y değişkenleri arasında herhangi bir ilişki gözlenmemektedir.

#### 3.1.2.3.4. Deney tasarımı

Deney tasarımı, bir süreçte, girdi faktörleri üzerinde bir takım değişikliklerin sistematik bir şekilde yapılmasıyla, çıktı değişkeni üzerindeki değişkenliğin gözlenmesi ve yorumlanması olarak tanımlanan bir tekniktir. Bu teknik sayesinde süreç, istenmeyen üretim faktörlerinden arındırılabilir.

Girdilerin hangi değerleriyle maksimum çıktıyı yakalayacağımız, süreci optimum düzeyde çalışır hale getireceğimiz, deney tasarımı tekniğiyle cevap bulabilmektedir.

<sup>26</sup> ÖZTÜRK Ahmet, a.g.e., s.379, 2009.

<sup>27</sup> kemaldoyumus.files.wordpress.com/2009/12/korelasyon.ppt



Geleneksel deney tasarım yöntemleri yüksek malzeme maliyeti, uzun zaman ve kaynak gerektiren yöntemlerdir. Deney tasarımında klasik yöntemlerin yetersizliği istatistiksel deney tasarım yöntemleri ile giderilmiştir. İstatistiksel deney tasarımının amacı; minimum zaman, kaynak ve harcama ile maksimum anlamlı verileri toplamaktır.<sup>28</sup>

İstatistiksel deney tasarımında farklı yöntemler kullanılmaktadır :

*Tam faktöriyel:* Parametrelerin her seviyesi için kombinasyon hesaplanır ve o sayıda deney yapılır. 4 parametrelili bir deneyde her parametrenin 3 seviyesi varsa  $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$  deney yapılmalıdır. Tam faktöriyel deneylerin analizinde ANOVA (Varyans Analizi) ve regresyon analizi kullanılmaktadır.<sup>29</sup>

*Kesirli faktöriyel:* Tam faktöriyel deney tasarımında parametrelerin bütün seviyelerinin kombinasyonları tek tek denendiğinden deney maliyetini arttırmakta ve çok zaman almaktadır. Maliyetten ve zamandan kazanmak için deney sayısının orantılı olarak azaltarak kesirli faktöriyel deney tasarımı elde edilir. Örneğin 7 parametrelili ve 2'şer seviyeli bir deney tam faktöriyel tasarım kullanılarak yapıldığında  $2^7 = 128$  deney yapılması gerekir. Araştırmacının isteğine bağlı olarak,  $\frac{1}{2}$  kesirli 64 deney veya  $\frac{1}{4}$  kesirli 32 deney veya daha az sayıda deney yapılabilir.<sup>30</sup>

*Taguchi metodu:* Taguchi yöntemi farklı parametrelerin, farklı seviyeleri arasından en iyi kombinasyonu saptamak için oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Her bir parametrenin, her bir seviyesini içeren tüm kombinasyonlar için oldukça fazla deneysel çalışma yapılması gereken durumlarda Taguchi yönteminde ortogonal diziler kullanılarak çok daha az sayıda deneysel çalışmayla sonuca ulaşmak mümkündür.<sup>31</sup> Ortogonal diziler, faktör seviyelerini, teker teker değiştirmek yerine, eş zamanlı değiştirmeyi önermektedir. Bu sayede, deney

---

<sup>28</sup> GÖKÇE Barış, TAŞGETİREN Süleyman, "Kalite İçin Deney Tasarımı", **Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi**, Cilt: 6, No: 1, (71-83), Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Afyon, 2009.

<sup>29</sup> GÖKÇE Barış, TAŞGETİREN Süleyman, a.g.m., 2009.

<sup>30</sup> GÖKÇE Barış, TAŞGETİREN Süleyman, a.g.m., 2009.

<sup>31</sup> Güral, Gürkan, "Gazaltı Kaynağında proses parametrelerinin optimizasyonu", Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Eylül, İzmir, 2003.

tasarımında Taguchi yaklaşımı, kimya, elektronik ve makine sektöründe olduğu gibi üretim sektöründe de kabul görmüştür.<sup>32</sup>

#### **3.1.2.3.5. Beş neden analizi**

Beş neden analizi, problemlerin nedenlerini geriye doğru inceleyerek ele alan, problemin asıl ve temel sebebinin ne olduğunu anlamak için kullanılan bir yöntemdir. Sadece beş kez “neden” sorusunu sorarak problemi oluşturan asıl nedenin ne olduğunu anlayacak kadar problemin derinliklerine inmemize olanak tanır.

Bu analiz, 1970’lerde Toyota İmalat Sisteminde kullanılmaya başlamasından sonra popüler olmuştur. Uygulama yöntemi çok basittir. Herhangi bir problem ele alınarak “Bu probleme ne sebep olmuştur” gibi soruların sorularak cevap aranması, problemin asıl nedenine ulaşmak için yeterli olmaktadır. İlk sorulan soruya verilecek cevap genellikle bir sonraki soruyu da beraberinde getirmektedir. İsmi beş neden analizi olmasına rağmen problemin ana nedenine ulaşmak için beşten daha fazla “neden” sorusu sorulabilmektedir.<sup>33</sup>

#### **3.1.2.4. İyileştirme Araçları**

İyileştirilecek sürecin belirlenmesinde, kritik süreçlerin tespiti oldukça önemlidir. Kritik süreçleri belirlerken müşteri tatmin faktörleri göz önüne alınarak kritik başarı faktörleri tespit edilmelidir. Kritik başarı faktörleri, işletmenin pazarda rakiplerine karşı üstünlük sağlayacaktır. İşletme, kritik süreçlerine öncelik vererek temel iş süreçlerini tanımlamalı ve en fazla etkiyi sağlayan süreçlere odaklanmalıdır.

Süreç iyileştirme çalışmalarında yapılan değişiklikler sıçramalı ya da kademeli olabilir. İster sıçramalı iyileştirme (reengineering) isterse kademeli (sürekli) iyileştirme olsun çalışmanın başında işletme performans seviyesinde düşüklükler gözlenebilir. Bunun nedeni çok çeşitli olup; yapılan uygulamanın yeni olması, uygulamada oluşabilecek bazı

---

<sup>32</sup> EŞME Uğur, ÖZBEK Arif, KAHRAMAN Funda, SAĞBAŞ Aysun, KELEŞ İbrahim, “Tel erozyonda yüzey kalitesine etki eden parametrelerin taguchi metoduyla optimizasyonu”, 1. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, Çankaya Üniversitesi, ANKARA, 24-25 Nisan 2008.

<sup>33</sup> <http://endustrimuhendisligi.blogspot.com.tr/2012/12/5-neden-analizi.html>

eksiklikler ve çalışanların tam desteğinin az olması olabilir. Burada önemli olan süreç iyileştirmenin tek seferlik bir çalışma olmadığına bilincini benimsemek ve sürekli iyileştirmeyi hedeflemektir.<sup>34</sup>

Walter Shewart tarafından geliştirilen PUKÖ döngüsü, iyileştirme uygulamalarına temel teşkil eder. Bu döngüde süreç iyileştirme planlanmalı, planlama doğrultusunda aksiyon alınmalı, alınan aksiyonun sonuçları denetlenmeli, benzer problemlerin yaşanmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

İyileştirme araçları şu şekilde sıralanabilir:

- Kaizen çalışmaları
- Beş adımlı Kaizen planı
- Poka yoke

#### ***3.1.2.4.1. Kaizen çalışmaları***

Yalın altı sigma iyileştirme aşaması, asla sona ermeyen, sürekli bir iyileşmeden ilham alır. Bu ilhamın kaynağı Kaizen yaklaşımıdır. Japonca bir sözcük olan Kaizen, Japoncada değişim ve iyi anlamlarına gelen kelimelerden oluşur. Bu yaklaşıma göre, sürecin iyileştirilmesi gereklidir fakat asla yeterli değildir. İnsanlar, üretim sistemleri, uygulamalar, yönetim, sürekli iyileştirilmelidir.

İyileştirme, inovasyon (yenilik) ile de sağlanabilir. Ancak inovasyon, büyük bütçelerle köklü değişimler yaparak, ani ve radikal değişimler ortaya koyar. Kaizen yaklaşımında ise adımlar küçük, rahat ve sabırlıdır. Kaizen ve inovasyon kavramları Tablo 3.8.'de karşılaştırılmıştır.

---

<sup>34</sup> PİRİNÇÇİLER Esin Cumhuriyet Yalçın, ŞEN Ali, “Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma”, **Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Sayı 29, Güz 2012.

**Tablo 3.8.** Kaizen ve İnovasyon karşılaştırılması<sup>35</sup>

	<b>KAİZEN</b>	<b>İNOVASYON</b>
<b>ETKİ</b>	Uzun vadeli fakat heyecan verici değil.	Kısa vadeli, heyecan verici
<b>İLERLEME</b>	Küçük adımlarla	Büyük adımlarla
<b>TEMPO</b>	Sürekli ve düzenli gelişerek	Aralıklı ve düzensiz gelişerek
<b>DEĞİŞİM</b>	Kademeli ve sürekli	Birdenbire ve geçici
<b>KATILIM</b>	Herkes	Sınırlı sayıda “şampiyon”
<b>YAKLAŞIM</b>	Çoğulcu ve sistemsel	Bireysel
<b>TARZ</b>	Koruma ve iyileştirme	Hurdalama ve yeniden kurma
<b>KIVILCIM</b>	Konvansiyonel bilgi, çağdaş	Teknolojik atılımlar, yeni keşifler, yeni teoriler
<b>UYGULAMA İÇİN GEREKSİNİM</b>	Küçük yatırım, korumaya dönük yoğun çaba	Büyük yatırım ve koruma yönünde az çaba
<b>ÇABA YÖNELİMİ</b>	İnsan	Teknoloji
<b>DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ</b>	Daha iyi sonuca yönelik yöntem ve çabalar	Kar amacına yönelik sonuçlar
<b>AVANTAJ</b>	Yavaş gelişen ekonomilerde iyi işler	Hızlı gelişen ekonomilere daha uygun

Kaizen, muda ile savaşıır. Muda israf demektir. İsrafa yol açan etmenleri ortadan kaldırarak, zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Bu da doğrudan doğruya müşteri memnuniyetinin kazanılması demektir. Kaizen, bu felsefesiyle, yalın üretim ve yalın yönetim sistemleriyle son derece uyumludur. Kaizenin ortadan kaldırmayı amaçladığı belli başlı muda türleri şu şekildedir :<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Imai Masaaki, **Kaizen**, 4.baskı, Kalder yayınları, 1994

<sup>36</sup> WOMACK James P., JONES Daniel T., **yalın düşünce** , sistem yayıncılık ve mat. San. Tic. A.Ş. İstanbul, s.11, 2003.

- Yeniden işlenmeyi gerektiren hatalı ürünler
- Talep edilmeden üretilen ve sonuçta envanterde biriken üretim
- Üretim hattına gelecek malzemenin bekletilmesi ve iş çevrim süresi veya iş hazırlama süresinin uzaması
- Gerçekten gerekli olmayan süreç aşamaları
- Çalışanların ve ürünlerin gerekli olmadığı halde bir yerden başka yere gönderilmesi
- Önceki aşamalarda zamanında bitirilmeyen işlemler nedeniyle sonraki aşamalarda boş bekleyen çalışanlar
- Müşteri beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetler

Kaizen, iş yerlerinde ürünlere ve üretim süreçlerine yönelik olarak kullanılabilirdiği gibi, gündelik hayatın içinde de (evde, okulda, v.b.) kullanılabilir. Bir anlamda Kaizen, tüm hayat süreçlerini iyileştirmeye karşı kazanılması gereken bir bakış açısı ve sürekli iyileştirme yöntemidir. Bu yöntem, içinde müşteri odaklılık, takım çalışması, kalite çemberleri, üst yönetimin desteği, tam zamanında üretim, beş adımlı kaizen planı gibi stratejiler barındırır. Beş adımlı kaizen planı, aynı zamanda yalın altı sigma TÖAİK döngüsünde, iyileştirme aşamasının önemli tekniklerindedir.

#### **3.1.2.4.2. Beş adımlı Kaizen planı**

5S olarak da bilinen beş adımlı Kaizen planı, organizasyonlarda kaliteli bir çalışma ortamı oluşturmak ve sürekliliğini sağlamak için geliştirilen bir tekniktir. Çalışma koşullarını performans, konfor, güvenlik ve temizlik açılarından en iyileme amacı güder. Ayrıca temiz ve organize bir çalışma ortamı sağlayarak israfın ve değişkenliğin azalmasını sağlar. Japonca Seiri (ayıklama), Seiton (düzen), Seiso (temizlik), Seiketsu (standartlaştırma), Shitsuke (disiplin) kelimelerinin baş harflerinin birleşmesinden dolayı 5S tekniği olarak anılır.

*Ayıklama:* Çalışma alanında anlık ihtiyacı duyulmayan malzeme, ekipman ve aletlerin sınıflandırılarak ilgili bölgeden uzaklaştırılmasıdır. Bu ilk aşamanın iyi yapılması diğer aşamalar için çok önemlidir; çalışanların şikayetlerini azaltacak ve çalışanlar arasında iletişim hızla artacaktır, ayrıca verimlilik ve ürün kalitesi artacaktır. Özellikle işletmenin alanı sınırlı ise bu düzenin kurulması ile sık sık etrafın düzenlenmesi gerekmeyecektir.

*Düzen:* Düzen, sürekli ihtiyaç duyulan malzemelerin kolaylıkla bulunmasını sağlamak için gerçekleştirilen, dizme, düzenleme ve tertipleme işidir. Bu aşamada her türlü makine, alet ve aparatın yeri iş akışına uygun bir şekilde konumlandırılır.

Düzen yoksa, güvensiz iş koşullarının yanı sıra, iş ve hareket kaybı, aşırı stok ve enerji kaybı yaşanır. Düzenlemede; ne, ne kadar ve nerede sorularıyla; raf ve malzeme tanımlaması, minimum ve maksimum kapasite tanımlaması, bölge ve alt bölge tanımlaması yapılmalıdır.

*Temizlik:* Bir iş sürecinde, çevreden, üretimden veya makinelerden kaynaklanan kirliliğin ortadan kaldırılması ve mevcut durumun korunması işidir.

Temizlikten yoksun bir süreçte, çalışanların motivasyonu düşer, bakım maliyetleri zamanla yükselir, iş güvenliğinde zafiyetler ortaya çıkar ve ürün kalitesinde düşüşler yaşanır.

*Standartlaştırma:* Düzen ve temizliğin korunması ve bu konuda sürekliliğin sağlanması için oluşturulması gerekli standartlar, kontroller ve iyileştirmelerdir. Standartlaştırma, önceki adımlarda atlanan veya eksik bırakılan işlerin kontrolü, gelinen noktanın tespit edilmesi ve benzer projeleri yaygınlaştırması açısından önem arz eder.

*Disiplin:* Bu adımda esas olan, mevcut adımların sürekliliğini sağlamanın yanında, çalışanların motivasyonunu arttırmak, onları eğitmek ve ödüllendirmek, yeni uygulamaya konacak ve başarılı olmuş iyileştirmeleri duyurmak, işletme içinde sorumluluk bilincini ve özgüveni geliştirici adımlar atmaktır. Diğer 4 adımı birbirine bağlayan bir basamaktır.

#### **3.1.2.4.3. Poka yoke**

Poka yoke, üretim esnasında meydana gelen; insan, makine veya tasarım kaynaklı hataların basit ve ucuz yöntemlerle kalıcı çözüme ulaştırılmasıdır. Kelime anlamı olarak poka, kaza ile herkesin yapabileceği hata (görülmeven tesadüfi hata) yoke ise korumak demektir. Türkçede Poka yoke, hata önleme olarak da ifade edilmektedir. Japonya'da geliştirilen bu sistem Japon mühendis Shigeo Shingo tarafından 1986 yılında piyasaya çıkarılan "Sıfır Kontrol Sistemi" isimli eseri ile literatüre kazandırılmıştır.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> <http://www.yalindunya.net/poka-yoke-hata-onleme.html>

Bu tekniğin kullanılması ile istenmeden yapılan muayeneci hatalarını tamamen ortadan kaldırmak ve önlemek hedeflenir. Böylece sıfır hata hedefine ulaşılır. Poka yoke sıfır hataya ulaşmada önemli araçlardan biridir. Çünkü hataların oluşmasını önleyen ya da ortaya çıkaran bir mekanizmadır. Burada Otomasyondan (Otoaktivasyon– jidoka) bahsetmek gerekir. Bunun anlamı, makineye insan zekası ve duyarlılığını kazandırmaktır. Yani, üretim esnasında herhangi bir anormallik halinde, tasarlanan sistemin devreye girerek makineyi durdurması ya da sesli veya ışıklı uyarı vermesidir. Tasarlanan bu araçlara Poka yoke sistemi adı verilir. Böylece kontrolörün ve tasarlanan operasyonun istemeden yapacağı ve hatalara sebep olacağı durumlar, bu mekanizmalarla %100 önleyip, ortadan kaldırılabilir.<sup>38</sup>

### **3.1.2.5. Kontrol Araçları**

Bu aşamada, yapılan iyileştirmelerin değerlendirilmesi, söz konusu iyileştirmelerin kalıcılığının ve sürekliliğinin sağlanması, mevcut iyileştirmeye bağlı yeni projeler geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Kontrol araçları şu şekilde sıralanabilir :

- Kontrol grafikleri
- Kurum içi eğitimler

İyileştirme sonrası süreçten veriler toplanır ve kontrol grafikleri yardımıyla sürecin yeni durumu değerlendirilir. Kontrol grafikleri ölçme aşamasında sürecin mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla kullanılır ve ölçme araçları başlığı altında anlatılmıştır.

Mevcut iyileştirmelerin sürekliliği için çalışanlar kurum içi eğitim programlarıyla desteklenir. Ödüllendirme yaklaşımlarıyla çalışanların motivasyonlarının artırılması sağlanır. Değişen koşullarda mevcut sistemin nasıl kontrol altında tutulacağına dair hareket planları hazırlanır.

---

<sup>38</sup> GÜNGÖR Ferhat, “Kalite Yönetim Sisteminde,Poka-Yoke tekniği” Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, Üretim Planlama ve Kontrol Ana Bilim Dalı,2011.

## **Dördüncü Bölüm**

### **UYGULAMA ÇALIŞMASI**

#### **4. UYGULAMA ÇALIŞMASI**

Yalın altı sigma ve sürekli süreç iyileştirme yöntem, teknik ve anlayışının pratik olarak işleyişini göstermek üzere, Bursa’da otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir A firmasında uygulama çalışması yapılmıştır. Bu bölümde, yalın altı sigma ve sürekli süreç iyileştirme kavramlarının sektör açısından önemini vurgulamak için, otomotiv yan sanayi sektörünün Türkiye’deki ve Türkiye’ye bir lokomotif olan Bursa’daki durumuna göz atılacak, sonrasında A firması hakkında bilgiler verip, uygulama çalışması anlatılacaktır.

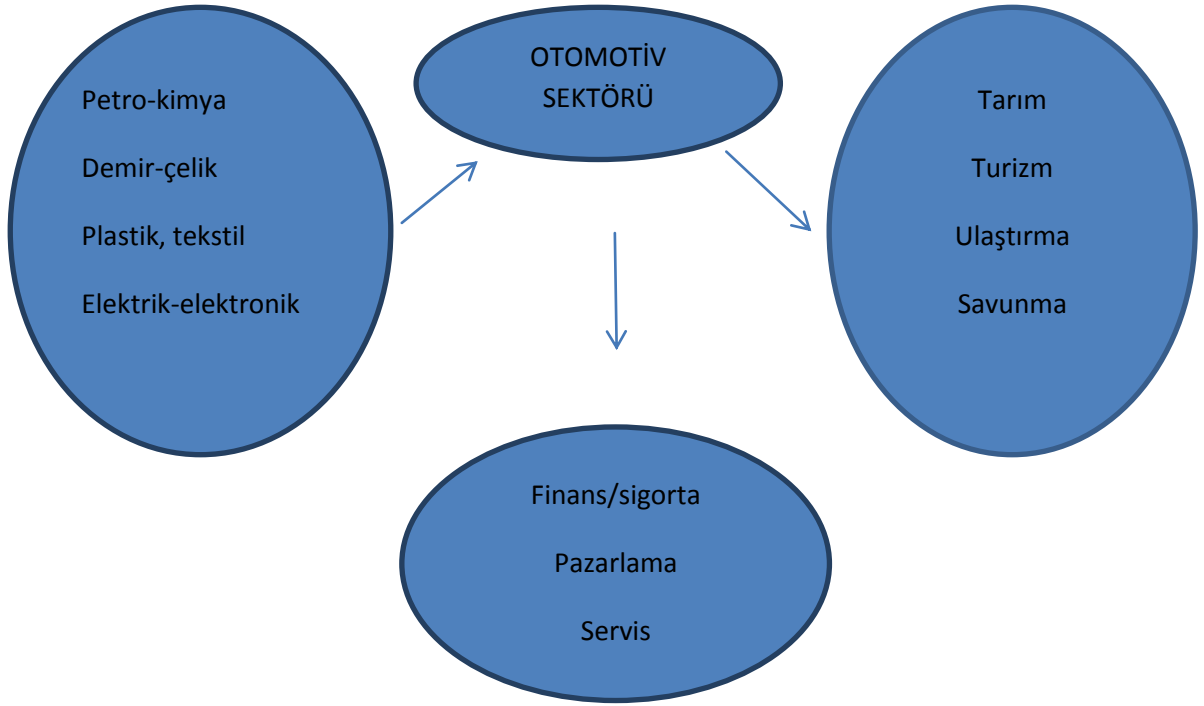
##### **4.1. TÜRKİYE’DE OTOMOTİV YAN SANAYİ**

Günümüzde otomotiv sektörü, gelişmiş ve hatta gelişmekte olan ülkeler için “anahtar” sektör rolündedir. Güçlü bir otomotiv sektörü, sanayileşmiş ülkelerin ortak özelliklerinden biri olarak gözümüze çarpmaktadır. Otomotiv sektörünün bu denli bir öneme sahip olmasının başlıca nedeni, bu sektörün diğer sektörlerle olan yakın ilişkileridir. Otomotiv sektörü, başka bir çok sektörün ürettiklerinden yararlanır; bunların başında demir-çelik, cam, plastik, tekstil, elektronik ve elektrik sektörleri gelir. Bunun yanında, otomotiv sektörü, yaptığı üretim ile bazı sektörlerin de verimli bir şekilde işlemesini sağlamaktadır. İnşaat, turizm ve tarım sektörleri, bunlara örnek olarak verilebilir. Ayrıca, otomotiv sektörünün, savunma sektörüne ve dolaylı olarak da ülkenin milli güvenliğine katkıda bulunduğu da bilinmektedir.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> KARBUZ Fahri, SİLAHCI And, ÇALIŞKAN Emrah, “Otomotiv Sektör Raporu” İstanbul Ticaret Odası, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar şubesi, s.4, 2007.





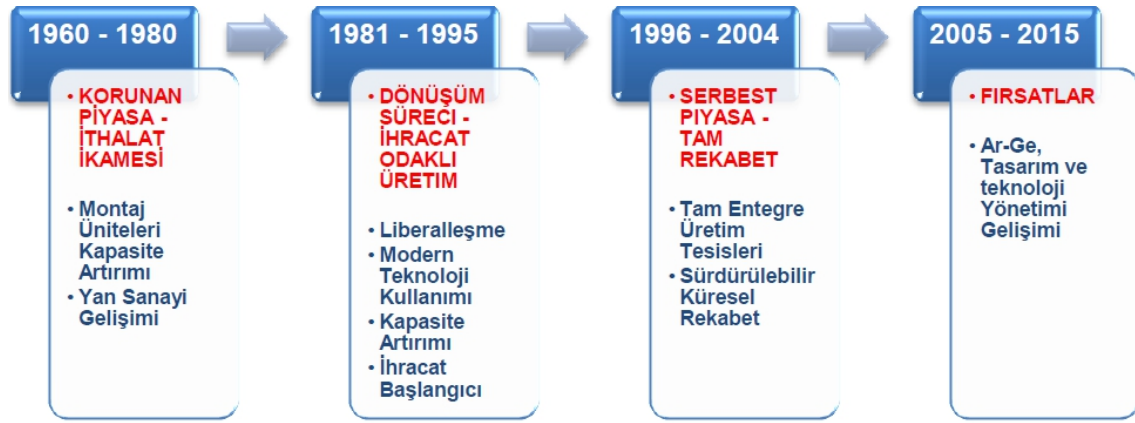
**Şekil 4.1.**Otomotiv sektörü'nün diğer sektörlerle ilişkisi<sup>2</sup>

Bir motorlu taşıt, farklı yapı, malzeme ve teknoloji ile üretilen ve özgün yöntemlerle ve birbiri ile uyumlu olarak bir araya getirilen 5.000 dolayında parçadan oluşmaktadır. Bu parçaların üretiminde demir ve çelik, hafif metaller, plastik ve lastik, boya ve benzeri kimyasal maddeler ile cam kullanılmaktadır. Parçaların büyük bölümü yan sanayide üretilmekte ve ana sanayi bunları montaj yolu ile birleştirmek suretiyle taşıt aracını üretmektedir. Bu nedenle motorlu taşıt araçları imalat sanayi, demir-çelik sanayi başta olmak üzere hafif metaller, plastik, lastik ve cam sanayi gibi ham madde üreten sanayi ile doğrudan ilişki içindedir. Pazardaki yoğun rekabet nedeni ile her geçen gün değişen ürün teknolojilerinin gerektirdiği yeni malzeme ve teknikler taşıt araçları sanayi ile ham madde sanayi arasında çok yakın işbirliğinin kurulmasını gerektirmektedir.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> DPT, Dokuzuncu Kalkınma Planı Otomotiv Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2007.

<sup>3</sup> Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, "Otomotiv ana ve yan sanayii sektörü", İhracat Genel Müdürlüğü, Otomotiv, Makine, Elektrik ve Elektronik Ürünler Daire Başkanlığı, s.8, 2012.

1960'lı yıllarda tüm parçalar ana sanayi üretici firmaları içinde üretilirken, kapasitelerin artması ve yan sanayideki yatırımların gelişmesiyle birlikte sektörde önemi ve ağırlığı bulunan yan sanayi oluşmuştur. Türkiye oto yan sanayi 1964 yılında çıkarılan "Montaj Sanayi Talimatı" ile tam anlamıyla korumaya alınmıştır. Ana sanayide yerli yüzde oranının artırılması mecburiyeti ile yan sanayimizin giderek güçlenmesi ve gelişmesi sağlanmıştır. Ana üreticilerin teknik ve ekonomik desteği ile kurulan ve gelişen yan sanayi bugün kendi alanında önemli bir potansiyel göstermektedir. Yan sanayide AB firmalarının ağırlığı daha da fazladır. Yan sanayide lisans ve ortak yatırım kurmak suretiyle faaliyet gösteren yaklaşık 200 yabancı firma bulunmaktadır. Türkiye'de otomotiv yan sanayi, otomotiv sanayindeki gelişmelerin sonucunda hızla gelişmiştir.<sup>4</sup>



Şekil 4.2. Türkiye'de otomotiv sektörünün yıllar içerisindeki dönüşümü<sup>5</sup>

Otomotiv yan sanayi'nde 1000'in üzerinde firma faaliyet göstermesine rağmen, kabul edilebilir üretim standartlarına sahip, taşıt araçları imalat sanayi'ne direkt olarak orijinal parça imal eden, uluslararası pazarlarda rekabet ederek ihracat yapan firma sayısı 300 -350 civarındadır. Diğer firmalar ise küçük ölçekli üretim tesislerini oluşturmakta ve büyük çoğunluğu da genellikle yenileme pazarına yönelik üretim yapmaktadır. Otomotiv yan sanayi'nde faaliyet gösteren firmalar genellikle İstanbul, Bursa ve İzmir'de yoğunlaşmış olup, bölgesel bazda değerlendirildiğinde, firmalarının % 75'inin Marmara,

<sup>4</sup> Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, a.g.r., s.5, 2012.

<sup>5</sup> T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, a.g.r., s.10, 2013.

% 13'ünün Ege ve % 7'sinin İç Anadolu ve % 5'inin de diğer bölgelerde bulunduğu görülmektedir.<sup>6</sup>

Otomotiv yan sanayi, mamul üretim kapasitesi, mamul çeşitliliği ve ulaştığı standartlar itibariyle, ülkemizde imal edilen taşıt araçları için gerekli olan yedek parçaların en az %85'ini karşılayabilecek düzeye erişmiştir. Bu parçalar:<sup>7</sup>

- Komple motor ve motor parçaları
- Aktarma organları
- Fren sistemleri ve parçaları
- Hidrolik ve havalı aksamlar
- Süspansiyon parçaları
- Emniyet aksamları
- Kauçuk ve lastik parçalar
- Şasi aksam ve parçaları
- Dövme ve döküm parçalar
- Elektrik ekipmanları ve aydınlatma sistemleri
- Aküler
- Oto camları
- Koltuklar

Türkiye, bulunduğu coğrafyada ileri düzeyde bir otomotiv sanayini kurmuş olan tek ülkedir. Bu nedenle otomotiv yan sanayi hem Türkiye hem de Türkiye'de yatırım yapacak firmalar açısından stratejik önem taşımaktadır. Otomotiv yan sanayi'nin diğer bir önemi de bağımsız bir savunma sanayi için güvenilir ve vazgeçilmez bir altyapı oluşturmasıdır.

Otomotiv yan sanayinde, ekonomide yaşanan olumsuz koşullara rağmen, teknoloji yatırımları devam etmektedir. Sektör bu yapısı ile Türkiye'deki teknolojik gelişmenin de temelini oluşturmaktadır. Yan sanayi firmaları, artan tasarım, projelendirme ve geliştirme yükümlülükleri nedeniyle ve aldıkları lisanslarla ana sanayicilere paralel olarak teknolojiye, insan kaynaklarına, bilgiye ve kalite eğitimine daha fazla yatırım yapmaktadır.

Otomotiv yan sanayinin gelir ve büyüklük elastikiyeti yüksek olup, gayri safi milli hasıla ve nüfustaki % 1'lik artış, bu sektörün üretim ve katma değerinde % 1'den daha

---

<sup>6</sup> [www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/mm/Ek6a.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/mm/Ek6a.pdf)

<sup>7</sup> Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, a.g.r., s.5., 2012.

büyük artışa neden olmaktadır. Bu özelliğinden dolayı, otomotiv yan sanayi, nüfus ve gelir düzeyi büyüyen Türkiye için son derece önemlidir. Çünkü, Türkiye'nin en önemli sorunlarından biri, hızla artış gösteren nüfusuna istihdam sağlamaktır. Bu nedenle Türkiye yatırım yapmak ve üretmek zorundadır.<sup>8</sup>

Ana sanayideki gelişmelere paralel olarak, Bursa otomotiv yan sanayisi de gerek üretim miktarı, gerekse kalite olarak, hem iç piyasa hem de uluslararası pazarlarda rekabet gücüne ulaşmış bulunmaktadır.<sup>9</sup>

Bursa gelişmiş alt yapısı, iyi eğitilmiş, genç ve kalifiye işgücü, rekabetçi ve güçlü tedarik zinciri ile büyük otomotiv üreticilerinin üretim üslerinden birisi olmuştur. Bursa otomotiv sektörü, uluslararası standartlarda üretim ve ürünlerinin kalitesi ile dünya pazarlarına ihracat yapan bir sektör konumuna gelmiştir.

Bursa, otomotiv endüstrisinde Türkiye'nin en büyüğü durumundadır. Bursa'da imalat sanayi içerisinde, gerek üretim çeşitleri ve gerekse de üretim miktarları açısından en geniş faaliyet alanına sahip sektör otomotivdir. Bugün Bursa'da iki adedi binek tipi otomobil, bir adedi de minibüs, az sayıda kamyonet üretiminin gerçekleştirildiği üç adet otomobil fabrikası mevcuttur.<sup>10</sup>

Bursa'da otomotiv alanında faaliyet gösteren belli başlı ana sanayi ve yan sanayi kuruluşları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

---

<sup>8</sup> [www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/mm/Ek6a.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/mm/Ek6a.pdf) a.g.r.

<sup>9</sup> <http://www.bursainvest.gov.tr/pdf/otomotiv.pdf>

<sup>10</sup> <http://www.bursainvest.gov.tr/pdf/otomotiv.pdf>

**Tablo 4.1.** Bursa’da faaliyet gösteren belli başlı otomotiv ana ve yan sanayi kuruluşları

ANA SANAYİ	YAN SANAYİ
FIAT, RENAULT, KARSAN, GÜLERYÜZ	BOSCH, COŞKUNÖZ, BEYÇELİK, ERMETAL, ROLLMECH, GRAMMER, TEKNİK MALZEME, MGI-COUTIER, MAYSAN MANDO, SILA TEKNİK, PRESMETAL, AKTECH, DELPHI, YAZAKİ, PRYSMIAN, MARTUR

Sektördeki yoğun rekabet koşullarına uyum sağlamak için; otomotiv yan sanayi firmalarının Ar-Ge faaliyetlerine ve kalite iyileştirme yöntemlerine giderek daha fazla önem verdikleri söylenebilir.

Otomotiv sanayindeki kapasite fazlasının mali yükünü karşılayabilmek, sektördeki rekabetçi ortam, pazardaki büyümenin sınırlı kalması, müşterilerin daha seçici hale gelmeleri ve talep ettikleri ilave donanımların maliyetlerinin karşılanabilmesi için çözüm üretmek üzere sektördeki Ar-Ge harcamaları artmaktadır. Son on yıllık süreç içerisinde, otomotiv konusunda, özellikle rekabet öncesi Ar-Ge projelerinin hayata geçirilmesi için önemli çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizin AB sürecinde yaptığı anlaşmalar çerçevesinde Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla (GSYİH)’dan Ar-Ge’ye ayırdığı payın 2023 yılına kadar yüzde 3’e çıkarılması ve bu payın en az 2/3’sinin özel sektör tarafından karşılanması öngörülmektedir.<sup>11</sup>

Oto yan sanayi kalite belgelendirmeleri için de yoğun çabalar sarf etmektedir. Taşıt Araçları ve Yan Sanayicileri Derneği (TAYSAD) üyelerinin yarıya yakını ISO 9000 Serisi kalite belgelerine sahiptirler. Türk oto yan sanayicileri Avrupa Kalite Ödülleri’nde (European Quality Award) Türk firmalarının öncüleri olmuşlardır. Oto lastiği imalatçısı BRİSA, 1996’da Avrupa Kalite Ödülü’nü alan ilk Türk firması olmuştur. Daha sonra BEKSA, 1997’de KOBİ dalında Avrupa Kalite Ödülü’nü almıştır. 1987’de kurulmuş olan BEKSA, lastiklerde kullanılan çelik kuşaklar ve yüksek basınç hortumları için hortum

<sup>11</sup> T.C. Bilim sanayii ve Teknoloji Bakanlığı, “Otomotiv Sektörü Raporu”, Sanayi Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, s.18, 2013.

telleri üretmektedir. 2003 yılında, dünyanın ikinci en büyük otomotiv sistemleri üreticisi Bosch grubuna ait Bosch San. ve Tic. A.Ş. Bursa fabrikası, dünyanın kurumsal mükemmellik alanında en saygın ödülleri arasında yer alan Avrupa Kalite Büyük Ödülü'nü kazanmıştır. Bosch San. ve Tic. AŞ enjektör, enjektör gövdesi, raylı sistemler için enjektör üretmektedir. Bosch Bursa fabrikası 2008 yılında aynı ödülü ikinci kez alan tek Türk firması olmuştur.<sup>12</sup>

#### 4.2. UYGULAMA YAPILAN FİRMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Firma, üretimine 1981 yılında Bursa'daki atölyesinde vites kutusu pulları ve ayar parçaları ile başlamıştır. Otomotiv sektöründe geçen bu 33 yıllık zaman içerisinde firma, Avrupa otomotiv üreticileri ve yan sanayicilerinin taleplerini karşılamak üzere sürekli büyümüş ve bugün zengin üretim olanaklarına sahip, çok yönlü bir firma haline gelmiştir. A firması, geniş üretim olanaklarıyla, yurt içi ve yurt dışı, araç endüstrisinin motor, vites kutusu ve şanzumanlar için ihtiyaç duyduğu her türlü hassas taşlamalı sertleştirilmiş ayar şimleri başta olmak üzere, otomotiv parçaları üretmektedir.

A firmasının entegre yapısında şu birimler bulunmaktadır:

- Pres atölyesi
- İşleme atölyesi
- Isıl işlem atölyesi
- Taşlama atölyesi
- Yüzey bitirme ve kaplama atölyesi
- Kalıp atölyesi
- Kaynak ve montaj atölyesi
- Makine araştırma ve geliştirme atölyesi
- Kimyasal, fiziksel ve metalürjik test laboratuvarı.

---

<sup>12</sup> Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, "Otomotiv ana ve yan sanayi sektörü", İhracat Genel Müdürlüğü, Otomotiv, Makine, Elektrik ve Elektronik Ürünler Daire Başkanlığı, s.6, 2012.

A firması, 44 beyaz yaka ve 156 mavi yaka çalışanıyla, 10bin m<sup>2</sup> kapalı, toplamda 12bin m<sup>2</sup> kadar alanda ve Bursa organize sanayi bölgesinde faaliyet göstermektedir.

A firmasında kalite politikası, müşteri odaklılık ve sürekli iyileştirme üzerine kuruludur. Firma, bu çerçevede üretimine devam etmektedir.

A firması, faaliyet gösterdiği sektör bakımından, rekabet avantajı kazanabilme ve tedarikçi sıfatıyla müşterilerinin arzu ettiği kalite standartlarını yakalayabilmek adına, kurulduğu günden bu yana şirket içi kalite anlayışını yerleştirme gayretindedir.

Ford'un tedarikçilerine edinmelerini şart koştuğu Q1 belgesini kazanmak adına, şirket içi yeşil kuşak projeleri, ilk olarak 2004 yılında bir danışmanlık şirketinin desteğiyle, şirket içinde uygulamaya konulmuştur.

A firmasının yalın düşünceyle tanışması ise; Tedarikçi Yalın Lider Sertifika Programı (TYLSP) kapsamında uygulamaya koyduğu projelerle olmuştur.

A firmasında, tüm yönetim kurulu üyelerinin geçmişte kalite konusunda teknik ve idari görevlerde bulunması, şirketin kaliteye bakışını olumlu yönde etkilemiştir. Geliştirilen her altı sigma ve yalın projesine üst yönetim büyük bir katkı sunmakta, projelerin gidişatını yakinen takip etmekte ve şirket imkanlarını kalite geliştirmek için gerekli olan yatırımlara yönlendirmede oldukça istekli davranmaktadırlar.

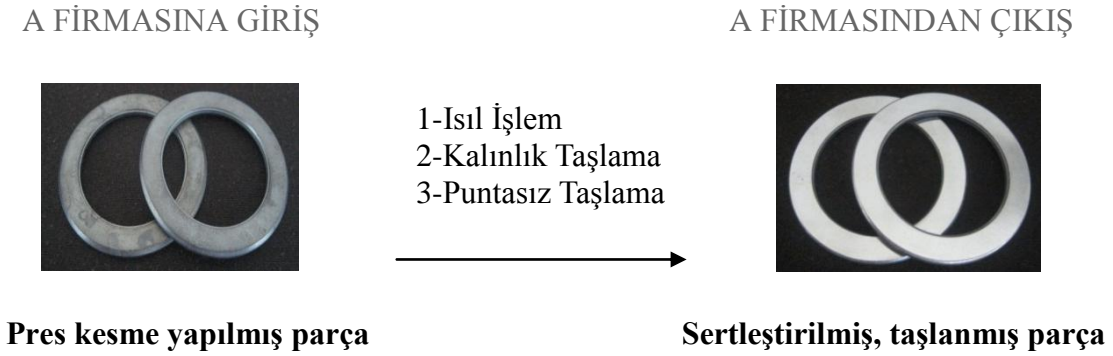
Bu bakış açısıyla, şirket içi bilgi sistemlerine oldukça önem verilmiş ve son 2 yıldır, verilerin daha doğru ve detaylı tutulması için, bilgi sistemleri konusunda danışmanlık hizmeti alınmaya başlanmıştır. Integra adı verilen bir bilgisayar programı vasıtasıyla veriler çok daha kısa sürede ve detaylı bir şekilde sistemden çekilebilmektedir. Uygulama çalışmasında da yararlanılan bu veri toplama sisteminin başarısı, tamamen üst yönetimin kalite konusundaki anlayışının bir sonucudur.

### 4.3. UYGULAMA

Uygulama çalışmasında, pres kesme yapılmış bilezik parçasının; sertleştirilmiş, hassas, taşlanmış bir bilezik parçası haline dönüştürülmesi sırasında geçirdiği süreçlerin iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi, pres kesme yapılmış parça tedarikçi firmalar tarafından A firmasına gönderilir. Parça A firmasına girdikten sonra, kalite spesifikasyonlarını ve müşteri beklentilerini karşılayacak şekilde belli özellikler kazanır.

Bu parça Rulman kapağı olarak kullanılacaktır. Müşteriler, bu bilezik parçasının, belli sertlik ve hassasiyetlerde olmasını ve kusursuz bir biçimde taşlanmış olmasını ister. A firması, pres kesme sürecinden geçmiş olan bilezik parçasını, bu amaç doğrultusunda bazı imalat süreçlerinden geçirir. Bu süreçler, ısıl işlem, kalınlık taşlama ve puntasız taşlama süreçleridir.



**Şekil 4.3.** Bilezik parçasının A firmasına girişi, geçirdiği süreçler ve firmadan çıkışı

Uygulama çalışması, A firmasına giren bir bilezik parçasının nihai ürün haline dönüşüncüye kadar geçirdiği bütün süreçlerin iyileştirilmesini içeren kapsamlı bir projedir. Birbirlerinden bağımsız olan bu süreçler, uygulama çalışmasında da ayrı ayrı ele alınmış, farklı yalın altı sigma ve sürekli süreç iyileştirme araçları kullanılarak çeşitli iyileştirmeler kaydedilmiştir. Bu iyileştirme çalışmalarının ardından sürecin bütününe kapsayan bir kanban uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Bu bölümde, ısıl işlem, kalınlık taşlama ve puntasız taşlama süreçleri için gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları ve kanban uygulaması ayrıntılı bir biçimde anlatılacaktır.

#### **4.3.1. Isıl İşlem Süreci ve İyileştirme Çalışması**

Isıl işlem en basit anlamda, malzemeye aşınma direnci(sertlik) ve mukavemet kazandırmak için, metal ve alaşımlarının ostenizasyon sıcaklığına ısıtılarak belirli bir süre bekledikten sonra hızla soğutulması olarak tanımlanır. Basit anlamda, ostenizasyon sıcaklığı, her malzemenin sertleşebileceği belirli bir sıcaklık değerini ifade eder.



A firması ısıtım işlem süreci, farklı müşteri taleplerini karşılayabilecek manevra kabiliyetine ve kapasitesine sahiptir. Çok hassas ısıtım işlem süreçleri hariç olmak üzere, yaygın olarak talep edilen tüm ısıtım işlem süreçlerine cevap verilmektedir.

Isıtım işlem süreci şu aşamalardan oluşur. :

- Aparat hazırlama
- Fırına şarj etme
- Ostemizasyon sıcaklığına yükselme
- Bekleme
- Soğutma

Malzemelerin bulunduğu aparat, ısıtım işlem fırınının cehennem bölgesine yerleştirilir. Fırının, malzemenin ostemizasyon sıcaklığına yükselmesi beklenir. Malzeme, belli bir süre yüksek sıcaklığa maruz bırakılır ve ardından soğutma işlemi için yağa alınır. Soğutulan malzemeler, hassasiyetlerinin yok edilmesi için meneviş fırınına alınır. Bir sonraki malzemeler, fırın bir miktar soğuduktan sonra yeniden fırına şarj edilir. Isıtım işlem döngüsü bu şekilde ilerlemektedir.

Isıtım işlem, müşteri beklentilerini karşılamada çok kritik bir süreçtir. Dolayısıyla ısıtım işlem fırınlarının etkin ve verimli kullanılması hem müşteri memnuniyeti açısından hem şirket karlılığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu süreç, arz ettiği önem sebebiyle incelenmiş, eksikleri tespit edilmiş ve iyileştirilmesi için yalın altı sigma teknikleri uygulanmıştır. Gerçekleştirilen iyileştirme projesi yalın altı sigma TÖAİK döngüsü çerçevesinde anlatılacaktır.

#### ***4.3.1.1. Tanımlama***

Isıtım işlem sürecinin iyileştirilmesi için öncelikle süreçte var olan problem tanımlanmış, bu çalışmada görev alacak kişilerin yetki ve sorumlulukları altı sigma yöntemine uygun olarak belirlenmiş, hedeflenen iyileştirme oranları ortaya konmuş, veri toplama için ayrılacak zaman, sürecin mevcut durumu, projenin planlanan bitiş tarihi v.b. ayrıntılı bir biçimde ilan edilmiştir. Bütün bunları gerçekleştirmek için hazırlanan proje tanımlama formu şekil 4.4.'de gösterilmiştir.

Bilezik parçasının teslimatında yaşanan gecikmeler, bu yönde alınan müşteri şikayetleri, bu parçanın A firması içerisinde geçirdiği süreçlerin hızını ve verimliliğini sorgulamaya itmiştir. Bu noktada, üst yönetimin, “Isıl işlem fırınlarını daha etkin kullanabilir miyiz?” sorusu, bir bakıma bu süreçteki problemin belirleyicisi olmuştur.

PROJE TANIMLAMA FORMU	
PROJE ADI	Isıl işlem fırınlarının etkin kullanım sürelerinin arttırılması (kayıp zamanların azaltılması)
PROJE LİDERİ	
PROJE SAHİBİ	
EKİP ÜYELERİ	
PROJE VERİ DÖNEMİ	01.09.2012-01.12.2012
PROJE TARİH ARALIĞI	05.01.2013-01.03.2013
PROBLEMİN TANIMI	Isıl işlem fırınlarındaki kayıp zamanlar fazladır.
PROBLEM KAYNAKLARI	2 Şarj arasında fırın boş kalma sürelerinin fazlalığı, kurum yakma işleminin uzun sürmesi, yükselme zamanlarının uzunluğu, elektrik kesintileri, arıza duruşlar, operatör dikkatsizliği ve zaman kaybını önemsememesi.
HEDEFLenen İYİLEŞTİRME	%20
İYİLEŞTİRME ALANLARI	Süreç akışı, fırınlar, operatör, kurum yakma süreci

**Şekil 4.4.** Isıl işlem sürecinin iyileştirmesi için hazırlanan proje tanımlama formu

Proje tanımlama formuyla, iyileştirme süreci şirket içerisinde resmi olarak başlamıştır.

Çalışanlara, proje tanımlama formunun akabinde gerçekleştirilen kick-off (başlangıç) toplantısında, bu süreçteki sorumlulukları, bir sonraki basamaklarda neler

yapılacağı ayrıntılı bir biçimde anlatılmış, ekip üyelerinin kafasındaki soru işaretleri proje lideri ve proje sahibi (sponsoru) tarafından ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Böylece çalışanlara, günlük rutin işlerinin yanında bir iyileştirme projesinde katma değer üretebilecekleri farkındalığı kazandırılmıştır.

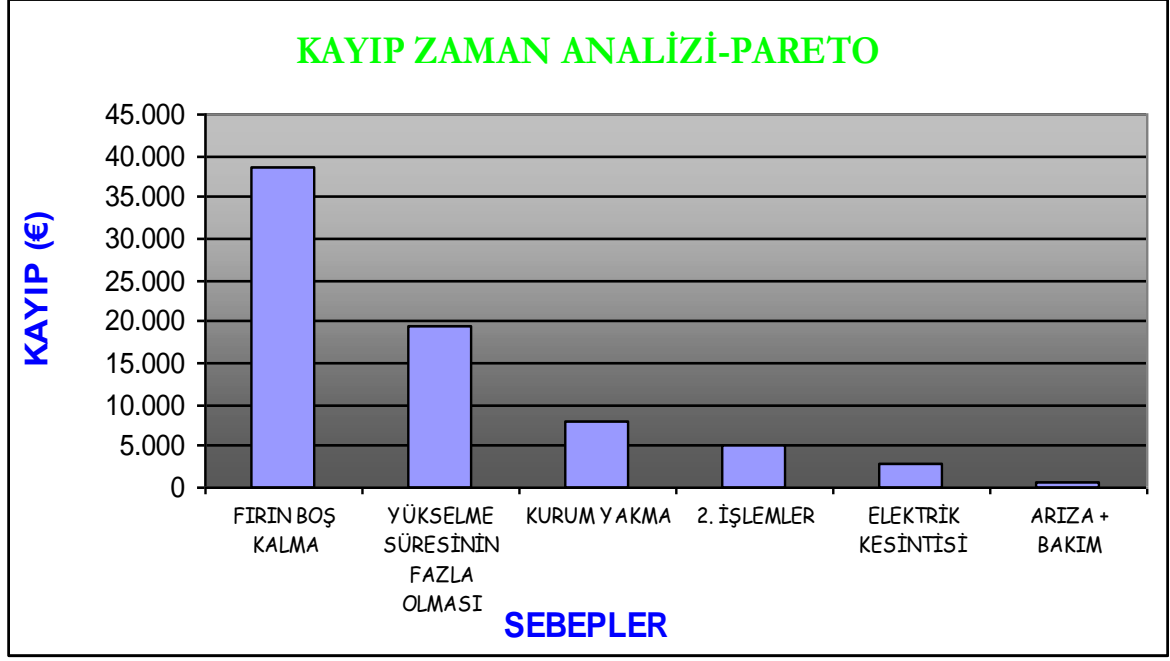
#### **4.3.1.2. Ölçme**

Bu aşamada, proje tanımlama formunda belirtilen tarih aralığında veriler toplanmıştır. Isıl işlem fırınlarındaki veriler, fabrika içinde 2010 yılı başında oluşturulan Integra adlı bilgi sistemi programından çekilmiştir.

Veri toplama dönemi sonunda asıl amaç, ısı işlem fırınlarındaki kayıp zamanların en çok hangi sebepten kaynaklandığını tespit etmektir. Bunun için pareto analizine başvurulmuştur. Elde edilen veriler sonucunda ortaya çıkan özet veriler ve pareto grafiği şu şekildedir:

<b>Duruş (Kayıp) Nedeni</b>	<b>Kayıp Zaman (Saat)</b>	<b>%</b>	<b>Maliyet (€)</b>
<b>Fırın boş kalma süresi</b>	1076	11,5	38736
<b>Yükselme süresi</b>	539	5,7	19400
<b>Kurum yakma</b>	223	2,3	8028
<b>2. İşlemler</b>	144	1,5	5184
<b>Elektrik Kesintisi</b>	77,67	0,8	2796
<b>Arıza+Bakım</b>	16,5	0,2	594
<b>Toplam</b>	2076	22	74738

**Şekil 4.5.** Isıl işlem fırınlarındaki kayıpların saat, yüzde ve maliyet olarak gösterilmesi



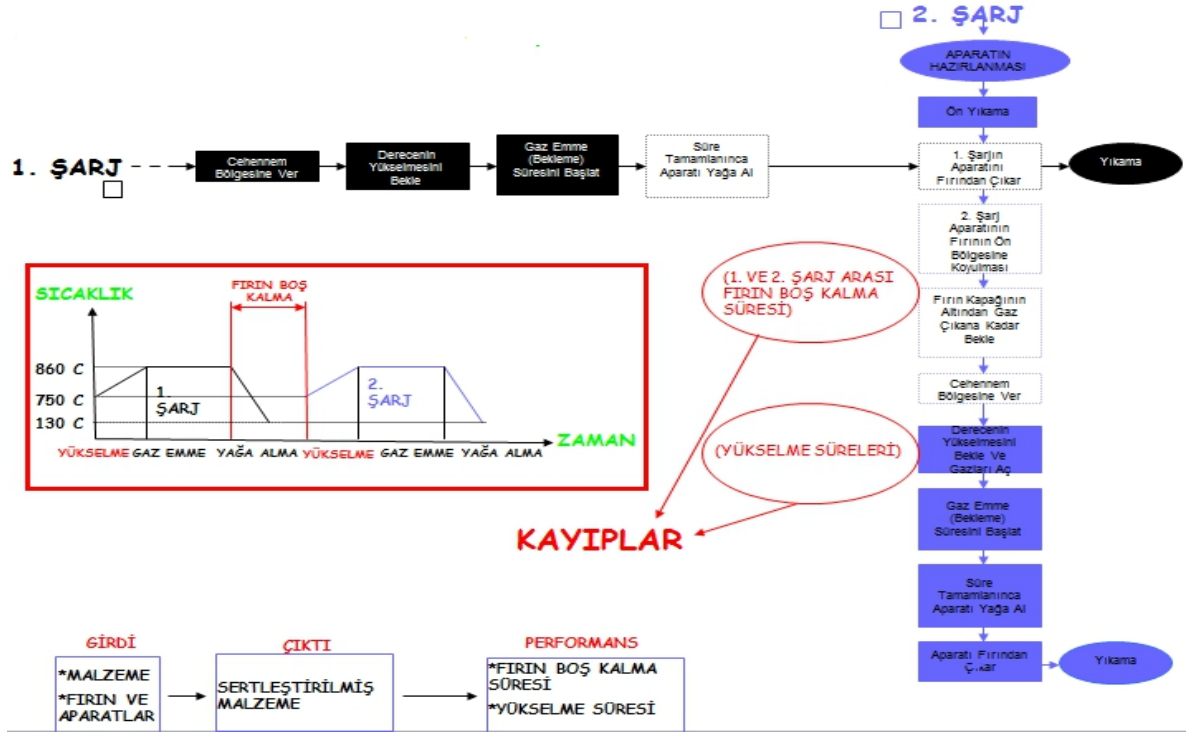
**Şekil 4.6.** Isıl işlem süreci kayıp zaman analizi- pareto grafiği

Özet verilerden ve pareto grafiğinden çıkarılan sonuçlar şu şekildedir :

- Isıl işlem fırınının çalıştığı sürenin %22'si kayıp zaman olarak gözükmektedir.
- Fırının boş kalma süresi, fırının istenilen sıcaklığa yükselme süresi ve kurum yakma süresi %22'lik kayıp zamanın(problemin) yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır.
- Üst yönetim, ısıl işlem fırınlarının 1 saatlik boş kalma maliyetini 36€ olarak belirlemiştir. Dolayısıyla 2076 saatlik bir kayıp zaman oluşmasının şirkete maliyeti 74.738€ olarak hesaplanmıştır.
- Bu maliyetin yaklaşık %90ını fırın boş kalma, yükselme ve kurum yakma süreleri oluşturmaktadır.
- 2. İşlemler, elektrik kesintileri, arıza ve bakım gibi işlemlerin toplam kayıp zaman üzerinde çok etkili olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla analiz ve iyileştirme adımlarında; fırın boş kalma süresi, fırının istenilen sıcaklığa yükselme süresi ve kurum yakma süreleri üzerinde durulacaktır.

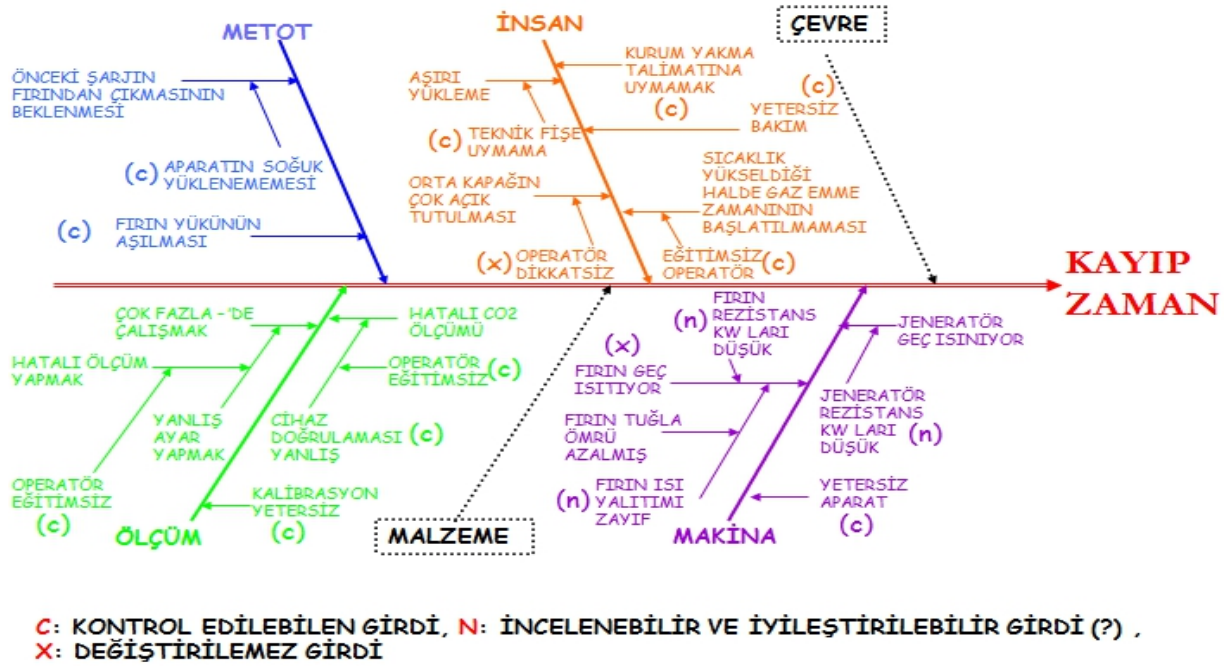
### 4.3.1.3. Analiz

Detaylı ve sağlıklı bir analiz gerçekleştirmek için sürecin akışı şematik olarak çizilmiştir.



Şekil 4.7. Isıl işlem fırınlarının süreç akış haritası

Süreç akış haritasında gösterilen sıcaklık-zaman grafiğinde fırın boş kalma ve yükselme sürelerinin süreçteki yeri ve oluşturduğu kayıp zaman gösterilmiştir. Kayıp zamanı oluşturan bu sebeplerin kök nedenlerini incelemek için balık kılıçığı diyagramından faydalanılmıştır.



Şekil 4.8. Isıl işlem fırınlarında kayıp zaman problemine ilişkin balık kılıçığı diyagramı

Balık kılıçığı diyagramı, bu problemin çözümünde son derece belirleyici olmuştur. Kayıp zamana neden olacak temel değişkenler metot, insan, çevre, ölçüm, malzeme ve makine olarak belirlenmiştir. Bu hata kaynaklarının köküne inildiğinde, bu süreç için; kullanılan malzeme ve çevre koşullarının kayıp zaman üzerinde herhangi bir etkisi bulunduğu söylenemez. Ölçüm ve insan (operatör) değişkenleri ise özünde, eğitimsiz ve talimatlara uymayan operatör hatasından etkilenmektedir. Şirket içi gerçekleştirilecek eğitim çalışmalarıyla, ölçüm ve insan odaklı problemlerin büyük bir bölümü ortadan kaldırılabilir. Makine kaynaklı hataların bakım ve yatırımla çözülebileceği görülmektedir.

Söz konusu süreçte, kontrol edebileceğimiz ve iyileştirebileceğimiz en önemli değişken metottur. Balık kılıçığı diyagramından görülebileceği üzere, 2. Şarj sırasında aparat fırına soğuk yüklenememektedir. Bunun nedeni, 1. Şarj sonrası fırının ısısının aşırı yüksek olmasıdır. 2. Şarj sırasında aparatın doğrudan bu yüksek sıcaklığa maruz bırakılması bilezik parçasına zarar vermektedir. Dolayısıyla aparatın bir şekilde ısıtılıp, sıcak yüklemeye yapılması, hem 2 şarj arasında fırının boş kalma süresini hem de istenilen sıcaklığa yükselme süresini kısıltacaktır.

Bu ısıtma işlemi için, meneviş fırını kullanılacaktır. Meneviş fırını, ısıl işlem sürecinden geçmiş olan malzemenin gerilimini almak için kullanılır. Bu işlemde ise fırına girecek olan aparatın belli bir sıcaklığa getirilmesi için de kullanılacaktır.

Bu aşamada pareto grafiğinin üçüncü sırasında yer alan kurum yakma işlemi de incelenmiştir. Kurum yakma işlemi temel olarak şu şekilde ilerlemektedir :

- Alaşımız metallere sertlik kazandırmak için karbon emdirmek gerekir. Bu işlem için ısıl işlem fırınına bağlı bulunan bir jeneratör kullanılır.
- Jeneratörün görevi, 1050 C’de hava ve propan gazını parçalanma reaksiyonuna sokarak, malzemenin sertleşebilmesi için ihtiyacı olan karbon potansiyelini içeren gazı ısıl işlem fırınına göndermektir.
- Isıl işlem fırınına vermek için düzenli ve sürekli olarak gaz üreten jeneratör, içinde bulunduğu katalizör gözeneklerinin kurum ile dolması suretiyle aktivasyon gücünü yitirerek istenen nitelikte ve oranda gaz üretememeye başlar. Gözenekleri ve jeneratör iç çeperini bu durumdan kurtarmak amacıyla jeneratör 750 C’ye soğutularak, oksijen yardımıyla bu birikmiş kurumların ortamdan uzaklaşması sağlanır. Bu işleme kurum yakma adı verilir.

Dolayısıyla, jeneratör içerisinde kurum ne kadar az olursa, kurum yakma süresi de o kadar kısa olacaktır. Jeneratörde oluşturulan ve ısıl işlem fırınına verilen gazın oranı çığ nokta ile ölçülmektedir. Çığ nokta, gazın yoğunlaşmaya başladığı sıcaklık değeridir. Kurum yakma işlemi incelendiğinde çığ nokta değerlerinin düzensiz olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerler karşısında, kurum yakma süresi verileri de farklılık göstermektedir. Bu iki değişken arasındaki ilişkiyi anlayabilmek için *korelasyon ve regresyon* analizinden yararlanılmıştır.

*Korelasyon analizi* sonucu şu şekildedir :

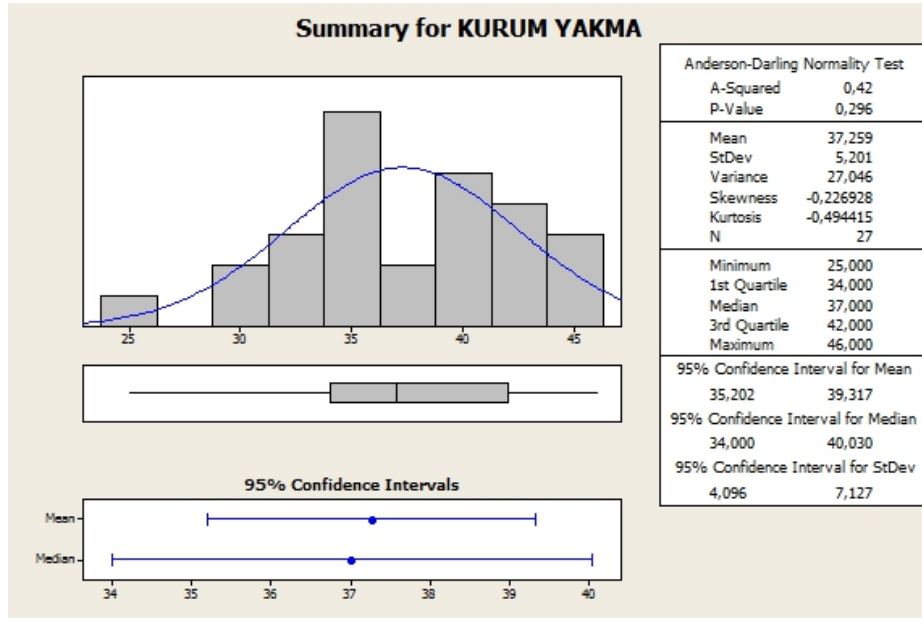
### **Correlations: KURUM YAKMA; ÇİĞ**

Pearson correlation of KURUM YAKMA and ÇİĞ = -0,967

P-Value = 0,000

p-value < 0,05 olduğundan kurum yakma süresi ile çığ nokta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilir. Pearson korelasyon katsayısının -1’e oldukça yakın olması (r= -0,967) , kurum yakma süresi ile çığ nokta arasında ters yönlü ve güçlü bir ilişki olduğunu gösterir. Başka bir deyişle, bu değişkenlerden birinin değeri artarken

diğeri azalacaktır. Korelasyon katsayısı değişkenler arasındaki nedensel ilişkiyi vermez ancak ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü gösterir. Bu iki değişken arasındaki nedensel ilişkiyi anlamak için *regresyon analizinden* faydalanılmıştır. Bu analizi kullanabilmek için bir takım varsayımların gerçekleşmesi gerekir. Bağımlı değişken değerlerinin normal dağıldığı varsayımı ve dağılımların varyanslarının eşit olduğu varsayımı test edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.



**Şekil 4.9.** Kurum yakma süresi verilerinin güvenilirliği

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi çığ nokta değerlerinin düzensiz seyrettiği durumda, ortalama kurum yakma süresi 37dk. olarak gerçekleşmiştir. p değeri (0,296) 0,05'den büyük olduğundan, regresyon analizi için ilk varsayım olan, bağımlı değişken değerlerinin normal dağıldığı varsayımı doğrulanmıştır. Dağılımların varyanslarının eşitliği varsayımını doğrulamak için *Levene's testine* başvurulmuştur.

#### **Test for Equal Variances: KURUM YAKMA versus ÇİĞ**

Levene's Test (any continuous distribution)  
Test statistic = 1,65; p-value = 0,206

Bu test sonucunda p değeri (0,206) 0,05'den büyük olduğundan varyansların eşit olduğu söylenebilir. Böylece Regresyon analizi için gerekli varsayımlar doğrulanmış ve analiz gerçekleştirilmiştir. *Regresyon analizi* sonucu şu şekildedir :



## Regression Analysis: KURUM YAKMA versus ÇİĞ

The regression equation is  
KURUM YAKMA = 59,9 - 4,85 ÇİĞ

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	59,870	1,222	48,98	0,000
ÇİĞ	-4,8452	0,2559	-18,93	0,000

S = 1,35422 R-Sq = 93,5% R-Sq(adj) = 93,2%

### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	657,34	657,34	358,43	0,000
Residual Error	25	45,85	1,83		
Total	26	703,19			

R-sq değeri, kurum yakma süresinin %93,5'inin çığ nokta değişkeniyle açıklanabileceğini göstermektedir. Bu sonuç, çığ noktanın kurum yakma süresi üzerinde çok etkili bir değişken olduğu anlamındadır. Korelasyon analizi sonucundan da hatırlanacağı gibi bu ilişki ters yönlüdür. Çığ nokta arttıkça kurum yakma süresi azalacaktır.

Kurum yakma işlemiyle ilgili bu analiz sonucu gerçekleştirilecek iyileştirme çalışmaları kısım 4.3.1.4.'de iyileştirme başlığında altında anlatılacaktır.

### 4.3.1.4. İyileştirme

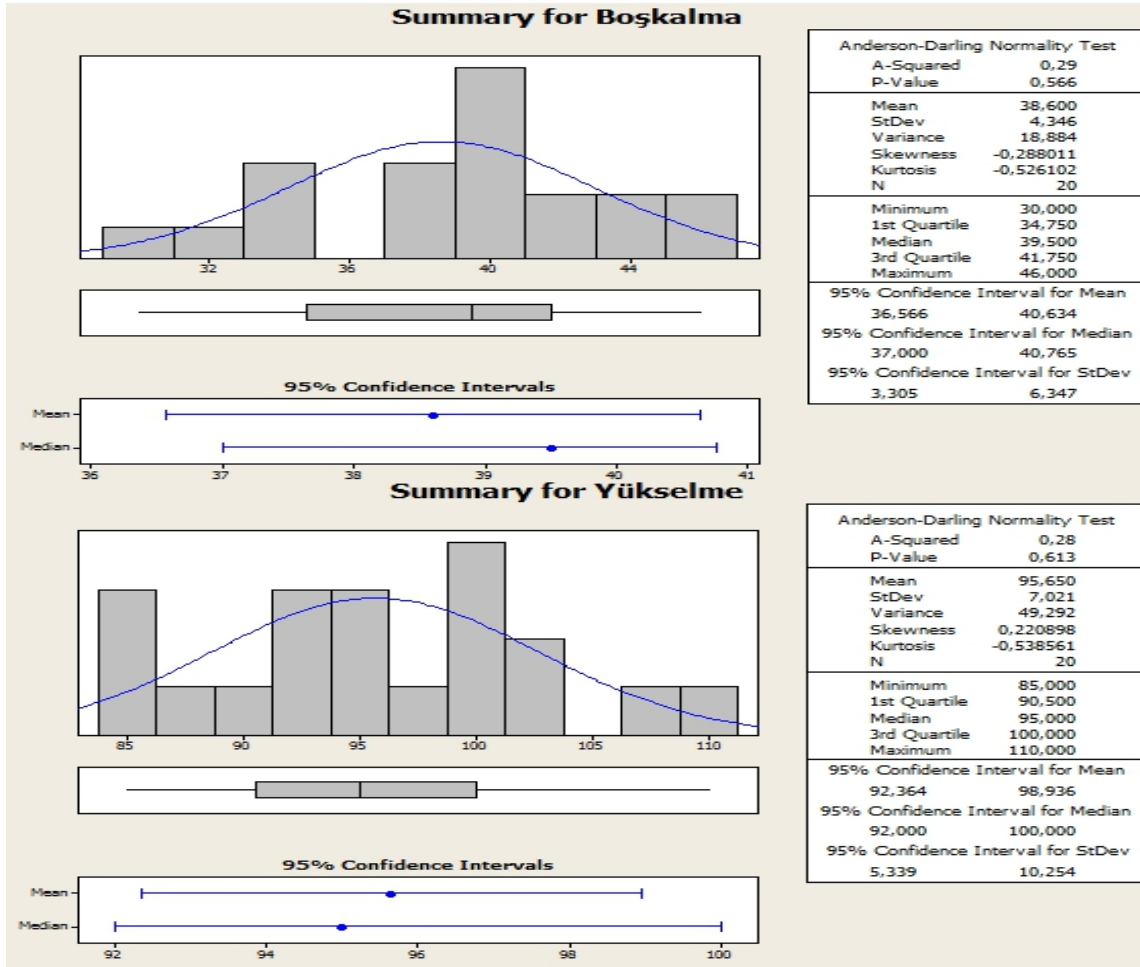
Aparatın fırına sıcak yüklenmesiyle, ısıl işlem fırınlarının boş kalma ve istenilen sıcaklığa yükselme sürelerinin iyileştirilebileceği (azaltılabileceği) düşünülmüştür.

Bu düşünceye paralel olarak, fırına girecek aparat, fırın içindeki işlem görmüş aparat dışarıya çıkmadan 1 saat önce meneviş fırınında 400 C'de ısıtılarak fırına şarj edilmiştir. Aparat ısıtıldığı için hem ön kamarada beklemesine gerek kalmamış hem de yağdaki parçanın dışarıya çıkması beklenmemiştir. Yeni metotla işletilen ısıl işlem sürecinden 20 adet veri toplanmıştır.

Bu iyileştirme hamlesinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını ispat edebilmek için *eşleştirilmiş iki örneklem t-testinden* yararlanılmıştır.

Bu testi gerçekleştirebilmek için öncelikle, mevcut süreçten toplanan verilerin ve aparatın sıcak yüklenmesi sonrasında elde edilen verilerin normal dağılıma sahip olması

gerekmektedir. Minitab 14 paket programı kullanılarak Anderson-Darling normallik testine tabi tutulan verilere ait sonuçlar izleyen şekillerde gösterilmiştir.

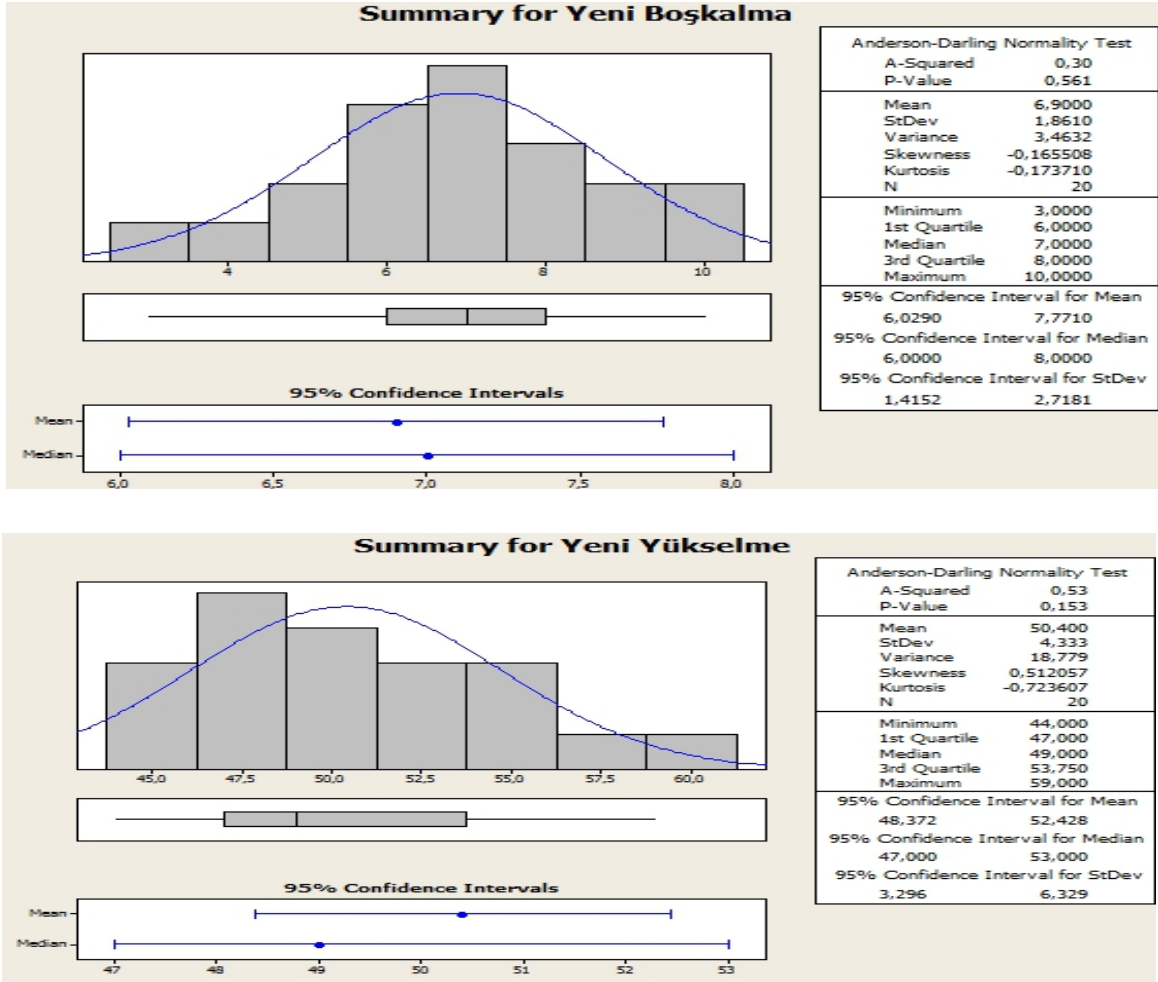


**Şekil 4.10.** Mevcut sürece ait boş kalma ve yükselme verilerinin güvenilirliği.

Grafiklerde ısıtma fırınlarının boş kalma ve istenilen sıcaklığa yükselme verilerine ait özet istatistikler (ortalama, standart sapma, medyan, v.b.) yer almaktadır.

Fırın boş kalma ortalamasının 39 dk olduğu görülmektedir. p-value değeri olan 0,566 değeri 0,05'den büyük olduğundan verilerimizin normal dağıldığı varsayımı sağlanmış olur.

Benzer şekilde, fırının istenilen sıcaklığa yükselme süresi ortalaması 96 dk olarak gözükmemektedir. p-value değeri ise 0,613 olarak hesaplanmıştır. Bu durum yükselme süresi verilerinin de normal dağıldığını bize göstermektedir.



**Şekil 4.11.** İyileştirme çalışmasından sonra elde edilen verilerin güvenilirliği.

Aparatın fırına sıcak yüklenmesi sonucu elde ettiğimiz verilere ait özet istatistikler şekil 4.11’de görülmektedir. *Eşleştirilmiş iki örneklem t testi* uygulayacağımız için bu verilerin de normal dağılıma uygun olması gerekmektedir.

p değeri, yeni boş kalma süreleri için 0,561 ve yeni yükselme süreleri için 0,153 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de 0,05’den büyük olduğuna göre her iki dağılım da normal dağılım varsayımını gerçekleştirmektedir. Yeni boş kalma süresi ortalamasının 7dk’ya ve yükselme süresi ortalamasının 51 dk’ya düştüğü görülmektedir. Bu iyileşmelerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını kanıtlamak için *eşleştirilmiş iki örneklem t-testi* kullanılmıştır. Testlerden çıkacak olumlu sonuç, ısı işlem fırınlarında iyileştirme amacıyla kullanılan yeni yöntemin, boş kalma ve yükselme süreleri üzerinde etkili olduğunu kanıtlayacaktır.

Bu amaçla mevcut probleme ait hipotezler, şu şekilde kurulmuştur :

- Fırın boş kalma süresiyle ilgili hipotez :

$H_0$  : %95 Güvenirlik seviyesinde istatistiksel olarak, aparatın fırına sıcak yüklenmesiyle soğuk yüklenmesi arasında, fırın boş kalma süresi ortalaması bakımından anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : %95 Güvenirlik seviyesinde istatistiksel olarak, aparatın fırına sıcak yüklenmesiyle soğuk yüklenmesi arasında, fırın boş kalma süresi ortalaması bakımından anlamlı bir fark vardır.

- Yükselme süresiyle ilgili hipotez :

$H_0$  : %95 Güvenirlik seviyesinde istatistiksel olarak, aparatın fırına sıcak yüklenmesiyle soğuk yüklenmesi arasında, fırının istenilen sıcaklığa yükselme süresi ortalaması bakımından anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : %95 Güvenirlik seviyesinde istatistiksel olarak, aparatın fırına sıcak yüklenmesiyle soğuk yüklenmesi arasında, fırının istenilen sıcaklığa yükselme süresi ortalaması bakımından anlamlı bir fark vardır.

Minitab 14 paket programı kullanılarak uygulanan *eşleştirilmiş iki örneklem t-testi* sonuçları aşağıdaki gibidir.

### **Paired T-Test and CI: Boşkalma; Yeni Boşkalma**

Paired T for Boşkalma - Yeni Boşkalma

N	Mean	StDev	SE Mean		
Boşkalma	20	38,6000	4,3456	0,9717	
Yeni Boşkalma	20	6,9000	1,8610	0,4161	
Difference	20	31,7000	4,7914	1,0714	

95% CI for meandifference: (29,4575; 33,9425)

T-Test of meandifference = 0 (vs not = 0): T-Value = 29,59 P-Value = 0,000

## Paired T-Test and CI: Yükselme; Yeni Yükselme

Paired T for Yükselme - Yeni Yükselme

N	Mean	StDev	SE Mean	
Yükselme	20	95,6500	7,0208	1,5699
Yeni Yükselme	20	50,4000	4,3335	0,9690
Difference	20	45,2500	8,4659	1,8930

95% CI for meandifference: (41,2878; 49,2122)

T-Test of meandifference = 0 (vs not = 0): T-Value = 23,90 P-Value = 0,000

Test sonuçları şu şekilde yorumlanabilir :

p değerleri hem boş kalma hem de yükselme süreleri için yapılan *eşleştirilmiş iki örneklem t testinde* 0,05'den küçük olduğu için  $H_0$  hipotezleri reddedilir. Başka bir deyişle, “%95 Güvenirlik seviyesinde istatistiksel olarak, aparatın fırına sıcak yüklenmesiyle soğuk yüklenmesi arasında, fırın boş kalma ve yükselme süresi ortalamaları bakımından anlamlı bir fark vardır.” denilir.

Ortalamalar arasındaki bu fark, iyileştirme çalışması adına kullanılan yöntemin başarılı olduğu anlamına gelmektedir.

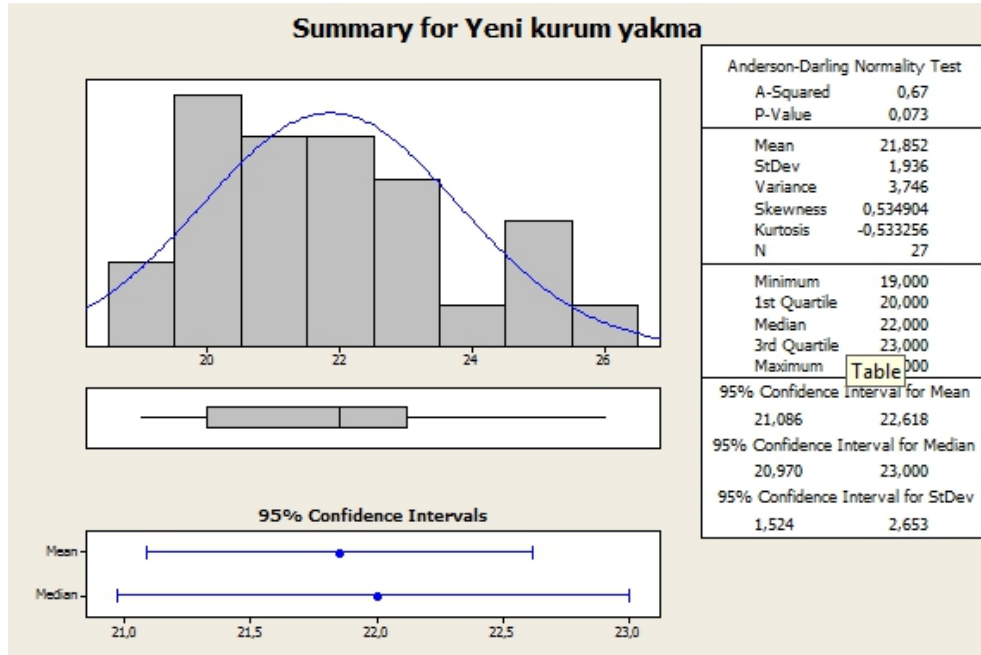
Analiz aşamasında, çığ nokta ile kurum yakma süresinin negatif yönde güçlü bir korelasyona sahip olduğu belirlendikten sonra, kurum yakma süresini azaltmak için çığ nokta değerini yüksek tutmak gerektiği netlik kazanmıştır.

Çığ nokta değeri düzensizdir. Bu değeri sabitlemek için jeneratöre bağlı bir çığ nokta sabitleyicisi kullanılmasına karar verilmiştir. Bu alternatör sayesinde jeneratöre giren hava ve propan gazlarının değerleriyle oynanarak çığ nokta istenilen değere getirilebilmektedir. Çığ nokta sabitleyicisi, bu amaçla kullanılmış ve ortalama 4,6 C<sup>0</sup> olarak gerçekleşen çığ nokta değeri 7 C<sup>0</sup>'ye sabitlenmiştir.

Çığ nokta 7 olarak çalışıldığında elde edilen kurum yakma süresi verileri ile ortalama 4,6 olarak çalışıldığında elde edilen kurum yakma süresi verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için *eşleştirilmiş iki örneklem t testinden* yararlanılmıştır.

Testi gerçekleştirmek için kurum yakma süresi verilerinin normal dağıldığı varsayımını doğrulamak gerekir. Şekil 4.9.'da çığ nokta 4,6 çalışıldığında gerçekleşen kurum yakma süresi verilerinin normal dağıldığı görülmektedir. (p-value= 0,296 > 0,05) Ayrıca bu çığ nokta seviyesinde kurum yakma süresi ortalama 37 saat olarak gerçekleşmiştir.

Çığ nokta 7 çalışıldığında elde edilen kurum yakma verileriyle ilgili sonuçlar şekil 4.12.'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.12.** Yeni kurum yakma süresi verilerinin güvenilirliği

Şekil 4.12.'de çığ nokta 7 çalışıldığında gerçekleşen kurum yakma süresi verilerin normal dağıldığı görülmektedir. (p-value=0,073>0,05) Bu çığ nokta seviyesinde ortalama kurum yakma süresi yaklaşık 22 saat olarak gerçekleşmiştir.

*Eşleştirilmiş iki örneklem t testini* gerçekleştirmek için varsayımlar doğrulanmıştır. Kurum yakma süresi ortalamaları arasında oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını anlamak için kurulan hipotezler ve test sonuçları şu şekildedir :

$H_0$  : %95 Güvenirlik seviyesinde istatistiksel olarak, çığ nokta 4,6 çalışmakla çığ nokta 7 çalışmak arasında, kurum yakma süresi ortalaması bakımından anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : %95 Güvenirlik seviyesinde istatistiksel olarak, çığ nokta 4,6 çalışmakla çığ nokta 7 çalışmak arasında, kurum yakma süresi ortalaması bakımından anlamlı bir fark vardır.

### **Paired T-Test and CI: KURUM YAKMA; Yeni kurum yakma**

Paired T for KURUM YAKMA - Yeni kurum yakma

	N	Mean	StDev	SE Mean
KURUM YAKMA	27	37,2593	5,2005	1,0008
Yeni kurum yakma	27	21,8519	1,9356	0,3725
Difference	27	15,4074	5,2642	1,0131

95% CI for mean difference: (13,3249; 17,4899)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 15,21 P-Value = 0,000

p-value= 0,000 < 0,05 olduğundan  $H_0$  hipotezi reddedilir. Başka bir deyişle %95 güvenle, istatistiksel olarak, çığ nokta 4,6 çalışmak ile çığ nokta 7 çalışmak arasında kurum yakma süresi ortalaması bakımından anlamlı bir fark vardır. Daha önce deyişkenliği yüksek olan kurum yakma süresi ortalaması, çığ nokta 7'ye sabitlenince 37saatten 22saate gerilemiştir.

#### **3.3.1.5. Kontrol**

Bu aşamada süreçte yapılan iyileştirmeler hesaplanmış ve bu iyileştirmelerin sürekliliğinin sağlanması hedeflenmiştir.

Boş kalma süresi ortalaması 38 dk'dan 7 dk'ya düşerek ortalama 31 dk kısalmıştır. Yükselme süresi ortalaması ise; 95 dk'dan 51 dk'ya inmiş ve ortalama 44dk kısalmıştır. Bir şarjda bu iyileştirme sayesinde ortalama 44+31 =75dk (1,25sa) kazanım olmuştur. Üst yönetimin ısı işlem fırınlarının 1 saatlik boş kalma maliyetini 36 € olarak belirlediği düşünüldüğünde, 1 şarjda 1,25x36 € = 45 € tasarruf sağlanmıştır. Günde en az 5 şarj yapılan A firmasında senelik yaklaşık 1500 şarj yapıldığı düşünüldüğünde 1500x45=67500 €

senelik kazanç sağlanmıştır. Bu iyileştirme çalışmasında meneviş fırınının ekstra çalıştırılma maliyeti ise şu şekildedir:

Meneviş fırını 1 saatte 50kw güç harcamaktadır. 1kw bugün yaklaşık 0,23 TL'dir. Arzu edilen ısıtma işlemini yarım saatte gerçekleştiren meneviş fırını bu süre içerisinde 25kw güç harcar. Bunun maliyeti ise;  $25 \times 0,23 \text{tl} = 5,75 \text{tl}$  (1,94 €) olarak bulunur. Senelik 1500 adet şarjda maliyet;  $1500 \times 1,94 = 2910 \text{€}$ 'dur.

Kurum yakma süresinde 15 saatlik bir iyileştirme gerçekleştirilmiştir. 15 günde bir kurum yakıldığından, ayda 30 saatlik zaman tasarrufu anlamına gelmektedir. Bu süre belirlenen saatlik ısı işlem boş kalma maliyeti (36 €) ile çarpılırsa  $30 \times 36 = 1080 \text{€}$  aylık ve 12960 € yıllık tasarruf elde edildiği görülür

Bu durumda, A firmasının ısı işlem sürecinin iyileştirilmesi karşısında yıllık kazancı  $80460 - 2910 = 77550 \text{€}$  olarak bulunur. Fırın boş kalma süresi %81, yükselme süresi %46 ve kurum yakma süresi %41 oranında azaltılmıştır. Böylece ısı işlem fırınlarındaki kayıp zamanlar %22'den %9'a gerilemiş ve %58'lik bir iyileştirme sağlanmıştır.

Bu iyileştirmenin kalıcılığı ve devamlılığı için bazı adımlar atılmıştır. Öncelikle süreçteki tüm teknik fişler revize edilerek yeni süreç akışına uygun hale getirilmiştir. Operatörlere yeni süreç akışı hakkında eğitim verilmiştir. Şarj sırasında gecikme yaşanmaması için yedek aparat takımı siparişi verilmiştir. Bir poka yoke uygulaması olarak, ısıtma sıcaklığına ulaşıldığında operatörün zamanı başlatmada ve bekleme zamanı dolduğunda aparatı yağa almada gecikilmemesi için sesli ve görsel uyarı veren sıcaklık-zaman alarm cihazı temin edilmiştir. Kurum yakma süreciyle ilgili çığ nokta sabitleyicisi kullanımı konusunda operatörlere eğitimler verilmiştir. Proje maddi yönden hedeflenen başarının üzerine geçmiştir.

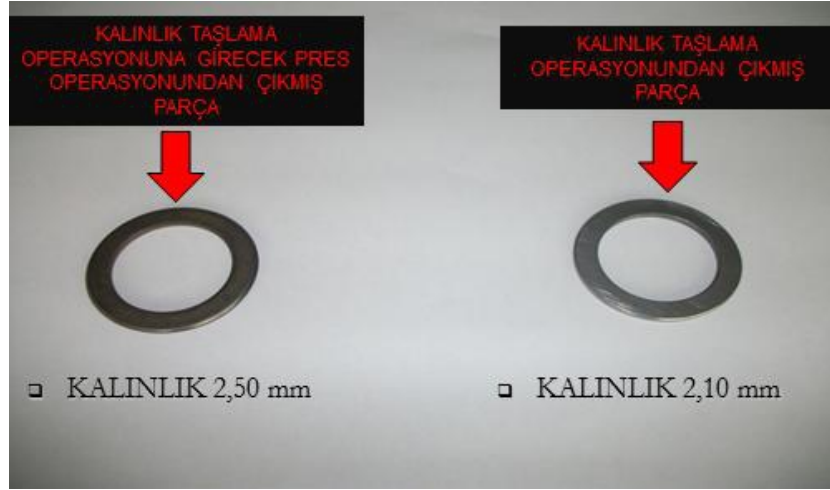
#### **4.3.2. Kalınlık Taşlama Süreci ve İyileştirme Çalışması**

Kalınlık taşlama süreci, bilezik parçasının A firması içindeki yolculuğunun bir durağıdır. Bu süreç de ısı işlem sürecinde olduğu gibi TÖAİK basamakları kullanılarak iyileştirilmiştir.



#### 4.3.2.1. Tanımlama

Kalınlık taşlama, parçaların istenen kalınlık, ölçü ve tolerans aralığına getirilebilmesi için farklı yönde dönen iki abrasif taş diski arasında sevk edilmesi neticesinde parçanın her iki tarafından da aynı miktarda paso alınması işlemidir. Kalınlık taşlama tezgahında, çıkan parçaların ölçülerine göre paso miktarı verilmesi için ölçüm yapan bir kişi, giren parçaların aralıksız makineye sevk için bir kişi çalışmaktadır.



**Şekil 4.13.** Bilezik parçasının kalınlık taşlama operasyonundan önceki ve sonraki durumu

Kalınlık taşlama sürecinin iyileştirilmesiyle ilgili oluşturulan proje tanımlama formu şekil 4.14.'deki gibidir. Operatörlerin fazla mesaiye kalması ve bilezik parçasındaki düşük sevkiyat performansı, bu süreçteki zaman kayıplarının önüne geçilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Bu anlamda süreç ile ilgili şikayet, bu sürecin başında olan üretim planlama departmanından gelmektedir.

PROJE TANIMLAMA FORMU	
PROBLEMİN TANIMI	Kalınlık taşlama işlemindeki zaman kaybının fazla olması
PROJE LİDERİ	
PROJE SPONSORU	
PROJE TAMAMLANMA TARİHİ	01.03.2013
MÜŞTERİ	Üretim planlama, Üretim müdürlüğü
MÜŞTERİ ŞİKAYETİ	Fazla mesai saatlerinde artış, termin tarihlerine uyumsuzluk ve düşük sevkiyat performansı
HATALAR(FIRSATLAR)	Parça yüklemenin operatör tarafından manuel yapılması
HEDEFLenen İYİLEŞTİRME ORANI	%20
İYİLEŞTİRME ALANLARI	Süreç akışı, zaman verimliliği, operatör
EKİP ÜYELERİ	

**Şekil 4.14.** Kalınlık taşlama süreci için oluşturulan proje tanımlama formu

#### 4.3.2.2. Ölçme

Proje tanımlama formundan anlaşılacağı üzere, süreçteki temel değişken operatör verimliliğidir. Dolayısıyla süreci iyileştirebilmek için, öncelikle mevcut verimliliği ölçmek gerekmektedir. Mevcut süreç verimliliği ile ilgili veriler (sistemin kaç saat çalıştığı, ıskarta ve rötuş miktarları, sorunsuz taşlanan parça miktarı) barkod sistemiyle taranmaktadır.

Operatör verimliliği, operatörün bir günde ürettiği sorunsuz parça sayısının, üretmesi gereken parça sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Bir operatörün daha fazla sayıda parça üretmesi hem sürecin çok fazla durmamasına hem de ıskarta ve rötuş miktarının mümkün olduğunca azaltılmasına bağlıdır. 2 vardiya şeklinde çalışan kalınlık taşlama sürecinde bir günde toplamda 5500 adet hatasız parça çıkarılması beklenmektedir. Ortalama süreç verimliliğini hesaplamak için süreçten 15 gün boyunca veri toplanmıştır. Operatör verimliliğinin ortalaması, ortalama süreç verimliliğini verir. Bu süreç için elde edilen veriler Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.** Kalınlık taşlama süreci verileri

<b>GÜN</b>	<b>VARDİYA</b> <b>1</b>	<b>VARDİYA</b> <b>2</b>	<b>GÜNLÜK</b> <b>TOPLAM</b>	<b>BEKLENEN</b>	<b>%VERİM</b>
1	2200	2090	4290	5500	78
2	1560	1850	3410	5500	62
3	2170	2010	4180	5500	76
4	1900	2060	3960	5500	72
5	2120	2555	4675	5500	85
6	2200	2255	4455	5500	81
7	2105	2240	4345	5500	79
8	2060	2010	4070	5500	74
9	1750	1880	3630	5500	66
10	2440	2400	4840	5500	88
11	2200	2310	4510	5500	82
12	2400	2330	4730	5500	86
13	2350	2545	4895	5500	89
14	1755	1820	3575	5500	65
15	2255	2640	4895	5500	89
<b>ORTALAMA</b>	<b>2098</b>	<b>2199</b>	<b>4297</b>	<b>5500</b>	<b>78</b>

Tabloda da görüldüğü gibi ortalama süreç verimliliği, günlük toplam üretilen kusursuz parça sayısı ortalamasının, üretilmesi beklenen parça sayısı ortalamasına oranlanmasıyla ( $4297/5500$ ) %78 olarak hesaplanmıştır.

#### **4.3.2.3. Analiz**

Analiz aşamasında, elde edilen ölçüm sonuçlarının paralelinde, proje lideri ve ekip üyelerinin katıldığı 5 kişilik bir beyin fırtınası toplantısı gerçekleştirilmiştir. Toplantıda öne çıkan sonuçlar şu şekildedir :

- İki vardiya performans ortalaması birbirine yakındır. Çalışanlardan birinin performansından kaynaklanan bir sorun yoktur.
- İki kişiyle çalışılan bu tezgahta, iki kişiden birinin ihtiyaç dolayısıyla makinayı terk etmesi neticesinde diğer operatör de beklemek durumunda kalıyor ve süreç performansı azalıyor. Bu bir zaman israfıdır ve yok edilmelidir.
- Parça veren operatör makine hızına yetişemezse parçalar makineye aralıklı girmekte ve dolayısıyla ölçü düşmesine sebebiyet vermektedir.



**Şekil 4.15.** İki operatörle çalışan kalınlık taşlama süreci

#### **4.3.2.4. İyileştirme**

Beyin fırtınası toplantısından çıkan neticelerin ışığında, ortaya çıkan iyileştirme önerileri ve hamleleri şu şekilde oluşmuştur.

- Parçalar makineye otomatik yüklenirse çalışan operatör sayısı 1'e iner. Böylece birbirlerini bekleme sürelerinin önüne geçilir ve performans artışı sağlanır.
- Parçalar makineye boşluksuz girer ve fireler azalır.
- Parçaların otomatik yüklenmesi için gerekli sistem benzer işlemi yapan süreçler ve şirketler izlenerek tespit edilmiştir. (Benchmarking çalışması)
- Küçük çapta yapılan benchmarking çalışmasıyla, sarsak ve itici&kanallı aparat temin edilmesi gerektiği anlaşılmış ve maliyetleri ortaya konmuştur.
- Sarsak maliyeti 3500 TL, itici&kanallı aparat maliyeti 1500TL'dir.

Kurulan yeni dzenek ve kalınlık taşlama srecinin yeni gcrunumu aşağıdaki gibidir.



**şekil 4.16.** Sarsak ve itici&kanallı aparat



**şekil 4.17.** Kalınlık taşlama srecinin yeni çalışma şekli

#### **4.3.2.5. Kontrol**

Bu aşamada yeni kurulan sistemin verimlilik üzerindeki etkisi araştırılmış; mevcut kalınlık taşlama sreci verimlilik ortalamasıyla, iyileştirilmış sreci verimlilik ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek için *eşleştirilmış iki örnekleme t testine* başvurulmuştur.

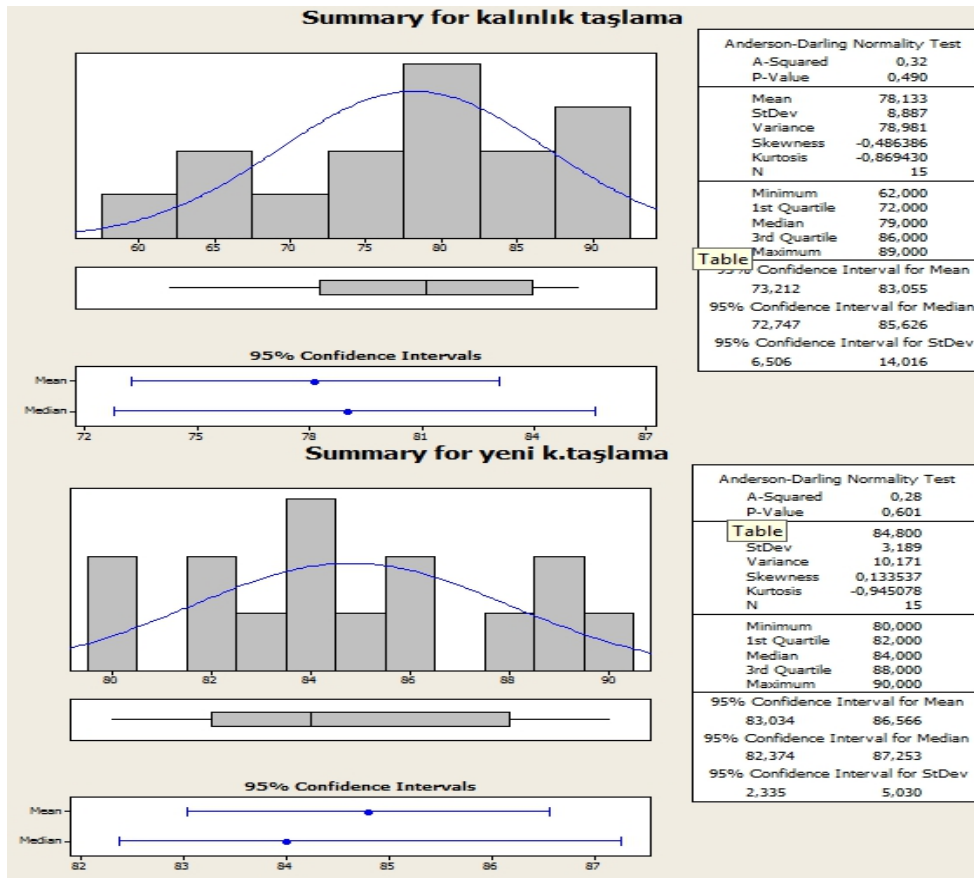
Bu testi gerçekleştirmeden önce, 15 gün süreyle, iyileştirme çalışması yapılan sistemden veri toplanmıştır.

Tablo 4.3.'de iyileştirme çalışması ardından tutulan 15 günlük veriler gösterilmektedir.

**Tablo 4.3.** İyileştirme sonrası kalınlık taşlama süreci verileri

GÜN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VERİM	83	84	82	84	85	86	82	89	90	88	89	84	86	80	80

Söz konusu testi gerçekleştirebilmek için hem mevcut sürecin hem de iyileştirme çalışmasına tabi tutulan süreçteki verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığına bakılmıştır. Söz konusu verileri ile ilgili normallik testi sonuçları ve özet istatistikler şekil 4.18.'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.18.** Mevcut ve iyileştirilmiş kalınlık taşlama sürecine ait özet istatistikler

Elde edilen sonuçlardan da görülebileceği üzere, p değerlerine bakıldığında, mevcut kalınlık taşlama verileri ve iyileştirilen kalınlık taşlama sürecinden toplanan verilerin normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. (p değerleri kalınlık taşlama için  $0,490 > 0,05$  ve yeni kalınlık taşlama verileri için  $0,601 > 0,05$ ) Mevcut süreç için verimlilik

ortalamasının %78 ve iyileştirilme çalışması yapılan süreç için verimlilik ortalamasının %84,8 olduğu görülmektedir.

Bu ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koymak, yapılan iyileştirme çalışmasının süreç üzerinde etkili olup olmadığını bir kanıtı olacaktır. Bu amaçla izleyen hipotezler, *eşleştirilmiş iki örneklem t testi*yle sınanmıştır.

$H_0$  : %95 güvenirlilik düzeyinde istatistiksel olarak, parçaların makineye otomatik yüklenmesiyle manuel yüklenmesi arasında, kalınlık taşlama süreç verimliliği ortalaması açısından anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : %95 güvenirlilik düzeyinde istatistiksel olarak, parçaların makineye otomatik yüklenmesiyle manuel yüklenmesi arasında, kalınlık taşlama süreç verimliliği ortalaması açısından anlamlı bir fark vardır.

### **Paired T-Test and CI: kalınlık taşlama; yeni k.taşlama**

Paired T for kalınlık taşlama - yeni k.taşlama

N	Mean	StDev	SE Mean		
kalınlık taşlama	15	78,1333	8,8871	2,2946	
yeni k.taşlama	15	84,8000	3,1893	0,8235	
Difference	15	-6,66667	9,35542	2,41556	

95% CI for meandifference: (-11,84752; -1,48581)

T-Test of meandifference = 0 (vs not = 0): T-Value = -2,76 P-Value = 0,015

p değeri olan 0,015 değeri 0,05'den küçük olduğundan  $H_0$  hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,%95 güvenirlilik düzeyinde istatistiksel olarak, parçaların makineye otomatik yüklenmesiyle manuel yüklenmesi arasında, kalınlık taşlama süreç verimliliği ortalaması açısından anlamlı bir fark vardır.

Parçaların makineye otomatik yüklenmesi, süreç verimliliğini olumlu yönde arttırmıştır. Uygulanan bu yöntemle süreçte çalışan işçi sayısı 2'den 1'e düşürülmüştür. 1 işçinin şirkete aylık 1650 TL maliyeti vardır. Buradan yıllık 1650x12=19800 TL tasarruf sağlanmıştır. Kurulan sarsak sisteminin şirkete maliyeti 5000 TL olmuş, bu miktar bir kereye mahsus olarak ödenmiştir. Artan verimlilik oranı, süreçte oluşan ıskarta ve rötuş oranlarının azaldığı, sürecin hız kazandığı anlamını taşımaktadır. Bu sayede müşteri

memnuniyeti ve şirket karlılığı üzerinde uzun vadede önemli kazanımlar sağlanacaktır. Otomatik yükleme sisteminin benzer süreçlere uygulanabilirliğine çalışılmaktadır.

#### 4.3.3. Puntasız Taşlama Süreci ve İyileştirilme Çalışması

Puntasız taşlama işlemi, malzemenin iki taş arasına yerleştirilen bir bıçak üzerine alınıp, taşların ters yönlü hareketinden faydalanarak, dış çapının taşlanması işlemidir. Puntasız taşlama sisteminin basit görünümü şekil 4.19.'da verilmiştir.<sup>13</sup>



Şekil 4.19. Puntasız taşlama işlemi şematik gösterimi

Bu işlemde sevk taşı ve taşlama taşı kendi çevresi hızında dönmektedir. Daha küçük olan ve malzemenin bıçak üzerine taşınmasını sağlayan sevk taşı, taşlama işlemi yapan taşa göre nispeten daha yavaş bir hareket izler. Süreç, malzemeyi sisteme veren ve taşlama yapılmış parçayı sistemden alan 2 operatörle işlemektedir. Süreçteki ayarlar operatörler tarafından yapılmaktadır.

##### 3.3.3.1. Tanımlama

Puntasız taşlama süreci, bilezik parçasının A firmasındaki son durağıdır. Parça, bu aşamadan sonra müşteriye teslim edilir. Bu noktada müşteri, parçayı eksiksiz ve kusursuz bir şekilde taahhüt edilen zamanda almak istemektedir.

<sup>13</sup> <http://ergunkeskin.files.wordpress.com/2011/03/tac59flama-ve-tac59flama-tezgahc4b11.pdf>



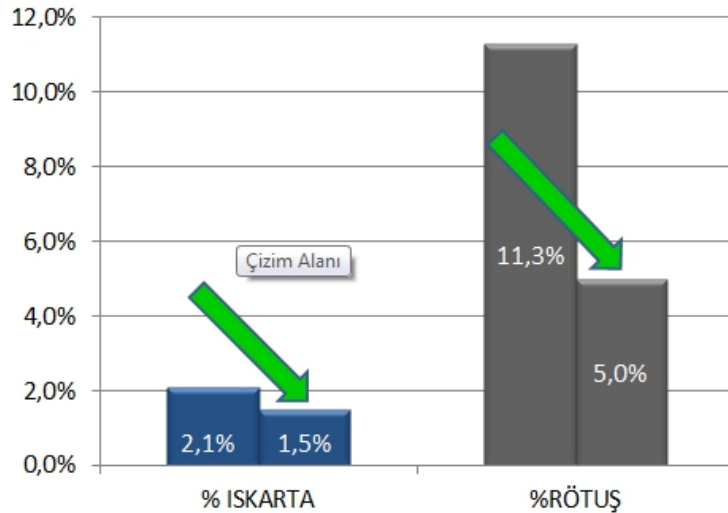
Teslimatta yaşanan gecikmeler, teslim edilen parçalardaki ıskarta ve rötuş oranı müşteri şikayetine neden olmuştur. Dolayısıyla A firması, hem süreci hızlandırmak hem de ıskarta ve rötuş oranlarını düşürmek için, puntasız taşlama sürecini iyileştirmek üzere ele almıştır.

Problem, bilezik parçasının puntasız taşlama sürecindeki kalitesizlik (ıskarta ve rötuş) maliyetlerinin yüksek olmasıdır. İyileştirme projesinde proje lideri belirlenmiştir. Proje 01.04.2012’de başlamış ve 01.08.2012’de sonlaması hedeflenmiştir.

#### 4.3.3.2. Ölçme

Iskarta ve rötuş oranları ile bu oranların yol açtığı kalitesizlik maliyetleri hesaplanmıştır. Şayet A firmasının teslim ettiği paketlerde ıskartaya ayrılacak parça çıkarsa müşteri, bu parçayı tanesi 0,277 TL’den A firmasına fatura etmektedir. Eğer rötuş işlemi gereken parçalar varsa bu parçaların A firmasındaki yeniden çevrim maliyeti parça başına 0,00923 TL’dir. Bu parçanın yıllık ortalama satış adedi 12 milyondur. Böyle bir ortamda ıskarta ve rötuş oranları büyük önem arz etmektedir.

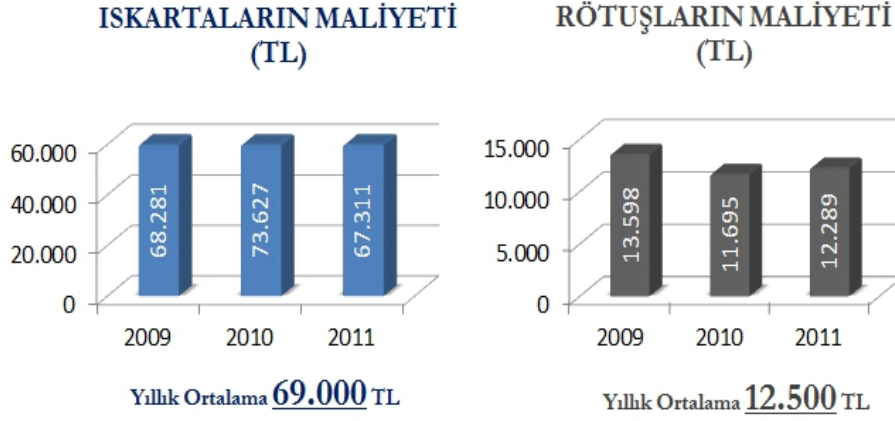
Ortalama ıskarta oranı %2.1 ve rötuş oranı %11.3 olarak belirlenmiştir. Mevcut oranlar ve iyileştirme hedefleri şekil 4.20’de histogram grafiği ile gösterilmiştir.



Şekil 4.20. Mevcut ıskarta-rötuş oranları ve iyileştirme hedefleri

Grafikte de ifade edildiği gibi ıskarta oranının %1.5'a ve rötuş oranının %5'e düşürülmesi hedeflenmiştir.

Mevcut ıskarta ve rötuş oranlarının A firmasına yarattığı maliyetler ise son üç yıl için şu şekilde özetlenmiştir :



Şekil 4.21. 2009, 2010 ve 2011 yılları için ıskarta ve rötuş maliyetleri

#### 4.3.3.3. Analiz

Bu aşamada, bir önceki bölümde analiz araçlarından biri olarak anlatılan beş neden analizinden faydalanılmıştır. ıskarta ve rötuş oluşmasına neden olacak ana faktörler belirlenmiş ve onlara beş kez “neden ?” sorusu sorularak, problemin kök sebeplerine inilmiştir. Beş neden analizinden elde edilen sonuçlar tablo 4.4.’deki gibidir.

**Tablo 4.4.** Beş neden analizi sonuçları

MUHTEMEL SEBEPLER	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	5.NEDEN	KÖK SEBEP
TAŞ HER YERDE EŞİT KESME YAPMIYOR	MAKİNADA BALANS OLABİLİR	BALANS ALMA YETERSİZ	BALANS KONTROLÜ YOK			BALANS KONTROLÜ YOK
		TAŞ VE SÜRÜCÜMÜLİN BOŞLUKLU OLMASI	AŞINMADAN DOLAYI	PERİYODİK BAKIM		PERİYODİK BAKIM YETERSİZ
	ELMAS PERİYODU GEÇMİŞ	STANDART İŞ FORMU YOK				STANDART İŞ FORMU YOK
	TAŞA GİRİŞ VE ÇIKIŞTA PARÇALARDA ISIRMA	YANAK AYARLARININ UYGUN OLMAMASI				YANAK AYARLARININ UYGUN OLMAMASI
	TAŞ SEÇİMİ, DEVİR HIZI YANLIŞ	HATALI TAŞ TAKILMIŞ	STANDART İŞ FORMU YOK			STANDART İŞ FORMU YOK
	BİÇAĞIN AŞINMIŞ OLMASI	PERİYODİK KONTROL YOK				BİÇAK KONTROLÜ, PERİYODU YOK
	SOĞUTMA SUYUNUN UYGUN OLMAMASI	BORU TIKANMIŞ OLABİLİR	FİLTREASYON YETERLİ DEĞİL			FİLTREASYONUN YETERLİ OLMAMASI
		SU SICAK OLABİLİR	SOĞUTUCU ÇALIŞMIYOR			SU SICAKLIĞI TAKİBİ YOK
		SU KİRLİ OLABİLİR	FİLTREASYON YETERLİ DEĞİL			FİLTREASYONUN YETERLİ OLMAMASI
		MALAFADA PARÇALARI FAZLA SIKIŞTIRMAK	ELLE YAPILYOR KONTROL YOK	STANDART İŞ FORMU YOK		STANDART İŞ FORMU YOK
		KAPAKLARI SIKARKEN GEVŞEK BIRAKMAK	ELLE YAPILYOR KONTROL YOK	STANDART İŞ FORMU YOK		STANDART İŞ FORMU YOK
		PARÇALARIN FARKLI ÇAPLARDA GELMESİ	ÖNCEKİ PROSESTE DEĞİŞKENLİK YÜKSEK			PARÇA GİRİŞ ÇAPI KONTROL EDİLMİYOR
		MALAFALARIN HASAR GÖRMESİ	TAŞIRKEN DÜŞÜRME ÇARPMASI			MALAFATA TAŞIYAMA SEFETİ YOK, KONTROL YOK
		PARÇA İÇ ÇAPLARINDA ÇAPAK OLMASI	FRES HATASI			PARÇA GİRİŞ İÇ ÇAP ÇAPAK KONTROLÜ YOK
	PARÇALARIN EŞİT DÖNMEMESİ	MALAFALARIN BİRBİRİNİ ETKİLEVP BASKI YAPMASI	BESLEME BANTININ HIZLI VE MERKEZDEN KAÇIK OLMASI			BESLEME MAKİNASI TALİMATI YOK
	MALAFALARA FAZLA PARÇA KONMASI	MALAFATA BOYLARININ UZUN OLMASI			PERİYODİK MALAFATA KONTROLÜ YOK	
	BİÇAĞIN YERİNDE VE UYGUN YÜKSEKLİKTE OLMAMASI	TEKNİK FİŞ EKSIK, KONTROL YOK			TEKNİK FİŞ EKSIK, KONTROL YOK	
	MALAFATA GEÇİŞ HIZININ DÜŞÜK VEYA YÜKSEK OLMASI	MAKİNA AÇILARI UYGUN DEĞİL			STANDART İŞ FORMU YOK	
		ELMASLAMA PERY. UYULMAMASI			STANDART İŞ FORMU YOK	
	TAŞ YÜZEYİNİN BOZUK OLMASI	ELMASLAMA DOĞRU YAPILMAMASI	AÇILAR	ELMAS AÇILARI UYGUN DEĞİL		
			ELM PASOSU	ELMAS PASOSU UYGUN DEĞİL		
			İLERLEME	ELMAS İLERLEMESİ UYGUN DEĞİL		
			UÇLAR	ELMAS UÇLARI UYGUN DEĞİL		
ÖLÇME HATASI	ÖLÇM ALETLERİ ARASINDA FARK OLMASI				ÖLÇM ALETLERİ ARASINDA FARK OLMASI	
	ÖLÇM ALETLERİNİN KALİBRASYONU YOK				ÖLÇM AL. DOĞRULAMA PERİYODU YOK	
PARÇA ÜZERİNDE OLUŞAN DARBELER	FİNAL TAŞLAMADA PİSTONUN PARÇA ÇAPINA VURMASI	KALINLIK FİNAL TAŞLAMAYA PARÇALAR PİSTONLA SEVK EDİLİYOR			FİNAL TAŞLAMADA PİSTONUN PARÇA ÇAPINA VURMASI	
PASONUN FAZLA VEYA AZ VERİLMESİ	PASO KOLUNDAKİ BOŞLUKTAN OLABİLİR	BAKIM YETERSİZ			PERİYODİK BAKIM YETERSİZ	
	RÖTÜŞLÜ PARÇALARDA PASONUN AZ OLMASI				RÖTÜŞLÜ PARÇALARDA PASONUN AZ OLMASI	
	STANDART İŞ FORMUNUN OLMAMASI				STANDART İŞ FORMU YOK	
AYAR MALLARININ PARTİYE KARIŞMASI	OPERATÖR DEKKATSIZLIĞINDAN OLABİLİR				OPERATÖR EĞİTİMSİZ, BİLİNGSİZ	
	STANDART İŞ FORMUNUN OLMAMASI				STANDART İŞ FORMU YOK	

Beş neden analizinde, ıskarta ve rötuşa yol açan muhtemel ana sebepler; taşın her yerde eşit kesme yapmaması, ölçme hatası, parça üzerinde oluşan darbeler, pasonun fazla veya az verilmesi ve ayar malafalarının partiye karışması olarak belirlenmiştir. Her bir muhtemel sebep için beş kez “neden ?” sorusu sorulmuş ve problemin kaynağına inmemize olanak sağlayan cevaplar alınmıştır.

Özellikle, süreçte standart iş formunun olmaması, düzensiz çalışma ortamı, operatörlerin eğitimsizliğinden kaynaklanan problemler, kalitesizliğin kök sebeplerini oluşturmaktadır. İyileştirme çalışmaları bu analiz neticesinde şekillendirilmiştir.

#### 4.3.3.4. İyileştirme

İyileştirme aşamasında ilk olarak, analiz aşamasından gelen sinyaller doğrultusunda aksiyon planı oluşturulmuştur. Şekil 4.22’de 3 aylık aksiyon planı gösterilmiştir.

AKSİYON MADDESİ	MAY	HAZ	TEM	AGU	EYL	EKM	SORUMLU
KALINLIK TAŞLAMADAN PUNTASIZ KADAR TÜM PROSESE STANDART İŞ FORMU VE FİŞ TEKNİK HAZIRLANACAK.	▲	★	●	TAMAMLANDI			
PERİYODİK BAKIM PLANI HAZIRLANACAK.	▲	★	●	TAMAMLANDI			
SOĞ. SUYU GÜNLÜK KONTROL KONACAK.	▲ ●			TAMAMLANDI			
BAK. PL. GÖZDEN GEÇİRME VE OP. EĞİTİMLERİ	▲	★	★	●	TAMAMLANDI		
ÖNCEKİ OPERASYONLARA GEREKLİ KONTROLLER İLAVE EDİLECEK.	▲	●		TAMAMLANDI			
ISKARTA PARÇALARA GÖRE AYRI BİR DENEY TECRÜBE YAPILACAK.	▲		●	TAMAMLANDI			
MAKİNALAR VE KİŞİLER ARASI MSA YAPILACAK. FARKLILIKLAR BELİRLENECEK.	▲	★	●	TAMAMLANDI			
<b>İşaretler:</b>	▲ Planlanan Başlangıç ○ Planlanan Bitiş ☆ İlerleme						

**Şekil 4.22.** Aksiyon planı

Aksiyon planında ifade edildiği gibi operatörlere eğitimler verilmiş, standart iş formları oluşturulmuş, operatörlerin performansları ayrı ayrı ölçülerek hem rekabet duygusu geliştirilmiş hem de verilerin daha ayrıntılı kaydedilmesi sağlanmıştır.

Oluşturulan standart iş formları bütün süreçlerde uygulamaya konmuştur. Süreç akışı için büyük önem teşkil eden standart iş formunun bir örneği şekil 4.23'de görülmektedir.

Standart iş formu, süreci, süreçteki işlem sırasını, işlem sırasında dikkat edilecek noktaları, neden dikkat edilmesi gerektiğini; sembollerle, resimlerle ve cümlelerle anlatan ve operatörün hata yapma olasılığını en alt seviyeye düşüren, yapılan işi belli bir standarda oturtarak, operatör kaynaklı değişkenliği ortadan kaldırmayı amaçlayan bir araçtır.

Bu araç sayesinde, operatör eğitimsizliğinden ve dikkatsizliğinden kaynaklanan sorunlar, süreç disiplinsizliğinden kaynaklanan sorunlar ortadan kaldırılmıştır.

STANDART İŞ FORMU										TARİH	26.08.2012									
										REVİZYON	01									
1	KURULUK	GÖREVLER	2	SEVİYE	KODLARI	3	KURUM	4	PROJELERİN ADI	5	SEVİYE	6	SEKİLER	7	BAŞLIKLAR	8	9	10	11	
1	YEREL YAZAR	ADRESİ	1	APRİL ÇİRAZI	PROJELERİN ADI	2	SEVİYE	3	FİRLİ İŞLEM	4	FİRLİ ÜÇÜSÜ	5	SEKİLER	6	BAŞLIKLAR	7	8	9	10	11
İŞİN KURUMUNUN ADI: OZTEMPERLEME																				
PROJESİNİN ADI: OZTEMPERLEME																				
NO		GÖZLEM/NOT		DÜZELTİM/NOT (KAYIT)		DÜZELTİM		PROJELERİN ADI												
1	Yüklenimden önceki ürünlerin temizliği.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Firın keskin parçaları fırın sıcaklığına ulaşmadan önce.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Sıcak ortamda bulunan parçaların temizliği.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Fırın yüzünde parçaların temizliği.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Makine bakımı.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	Kurum temizliği.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	Çıkan parçaların serik kontrolü.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PROJESİNİN ADI: OZTEMPERLEME																				
TEKNİK DEĞERLERİN ADI: OZTEMPERLEME TEKNİK FİŞİ																				

Şekil 4.23. Standart iş formu örneği

Süreçte kullanılan taş ve bıçaklar, malafalar, takım ve masterlar için ayrıntılı bir 5S çalışması yapılmıştır. Şekil 4.24, 4.25 ve 4.26'da 5S çalışması öncesi ve sonrası çalışma sahasının durumu gösterilmiştir. Bu sayede atölye düzensizliğinden kaynaklanan hatalar, zaman kayıpları ve israflar bertaraf edilmiştir.



Şekil 4.24. 5S çalışmasından önce ve sonra malafaların görünümü



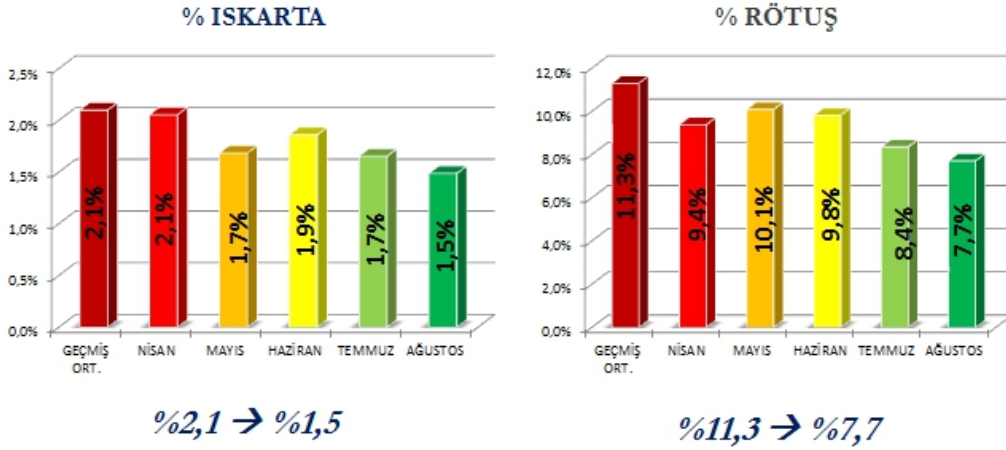
Şekil 4.25. 5S çalışmasından önce ve sonra taş ve bıçakların görünümü



Şekil 4.26. 5S çalışmasından sonra takım ve masterların görünümü

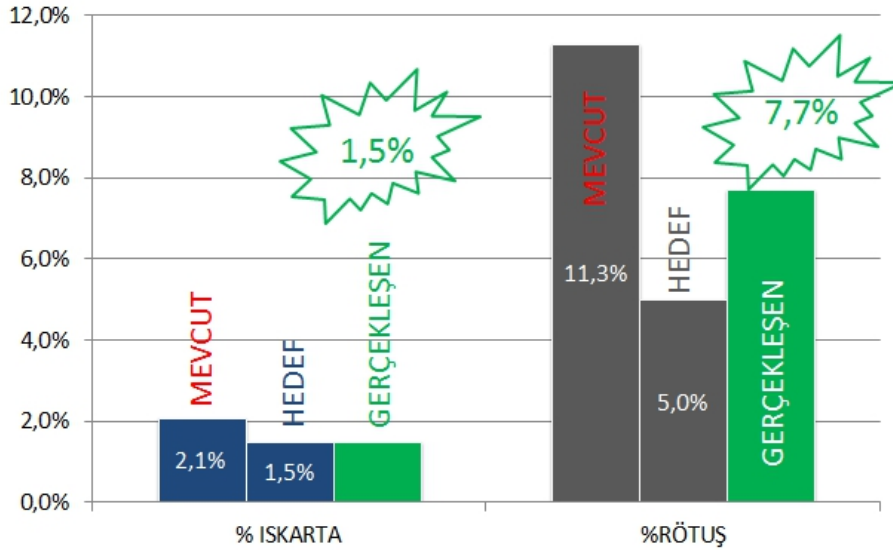
#### 4.3.3.5. Kontrol

Kontrol aşamasında, müşteriye bu süreçte yapılan teslimat sonuçları histogram grafiğinde incelenmiştir.



**Şekil 4.27.**İyileştirme projesi boyunca ıskarta ve rötuş oranları

Görüldüğü gibi, projenin başladığı nisan ayından itibaren, ıskarta ve rötuş oranları azalan bir seyir izlemiş ve proje bitiş tarihi olan ağustos ayında en düşük seviyesine gerilemiştir. Daha açık bir şekilde görmek için; hedeflenen ve gerçekleştirilen iyileştirme oranları şekil 3.28’de verilmiştir.



**Şekil 4.28.** Hedeflenen ve gerçekleştirilen ıskarta-rötuş oranları

Böylelikle ıskarta oranında belirlenen hedef gerçekleştirilirken, rötuş oranında olumlu bir iyileştirme olmasına karşın istenilen düzeyin üstünde kalındı. Bu iyileştirme çalışmasıyla yıllık yaklaşık 24 bin TL tasarruf sağlanmış oldu. İyileştirmenin sürekliliği için atılan adımlar şu şekilde sıralanabilir :

- Tüm kritik süreçlere standart iş formu oluşturuldu.
- Taş ve bıçaklar başta olmak üzere atölyenin tamamında 5S uygulamaları devam ediyor.
- Operatör eğitimleri verildi.
- Operatör hata toplama kartları oluşturuldu.
- Soğutma suyu günlük kontrolü konuldu.

#### 4.3.4. Kanban Uygulaması

Uygulama çalışmasının ilk üç aşamasında, bilezik parçasının tedarikçi firmadan alınıp, müşteriye teslim edilinceye kadar A firmasında geçirdiği süreçler üzerinde iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu süreçler, ısıl işlem, kalınlık taşlama ve puntasız taşlama süreçleridir.

Bilezik parçasının geçirdiği her bir sürece detaylı olarak eğilen A firması, bu iyileştirme çalışmalarının ardından, süreci bütünüyle değerlendirmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda, sürecin bütününe ait bir takım problemler tespit edilmiştir.

Sistemden çekilen veriler ışığında, özellikle fazla mesaiyle çalışma saatlerinin yüksekliği ve makine boş kalma sürelerinin fazlalığı göze çarpmaktadır. Isıl işlem, kalınlık taşlama ve puntasız taşlama süreçleri için gerçekleşen fazla mesai saatleri ve makine boş kalma saatleri tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.5.** Üç süreç için gerçekleşen fazla mesai ve makine boş kalma süreleri

	Fazla Mesai (saat)	Boş Kalma (saat)
Isıl İşlem	410	350
Kalınlık Taşlama	442	422
Puntasız Taşlama	375	290

Tablo 4.5.'de gösterilen fazla mesai verileri, söz konusu süreçlerde çalışan işçilerin tamamının, yıllık fazla mesai saat ortalamasını göstermektedir. Hem makinelerin bu denli boş kalması hem de fazla mesai ile bu kadar süre çalışılması, üretim sürecinde bir



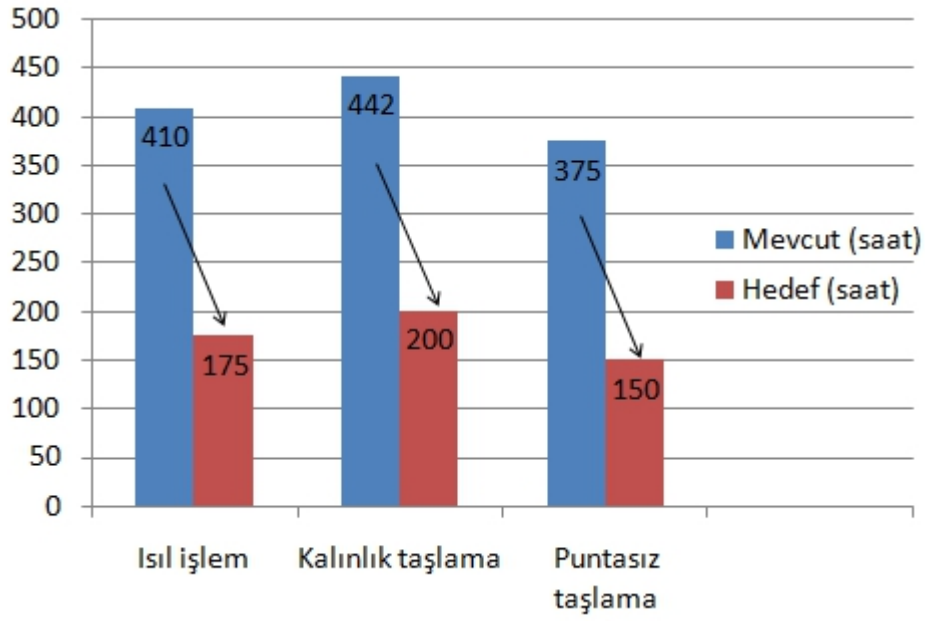
dengesizlik olduğuna işarettir. Bu süreler aynı zamanda ciddi israf kaynaklarıdır. Kimi gün yoğun mesai ile çok sayıda parça üretilirken, kimi gün makineler boş kalmakta, işçiler angarya işlere yönlendirilmektedir. Bu durum, düzensiz tempoda çalışan işçinin motivasyonunu düşürürken, A firmasına da fazla mesai maliyeti olarak yansımaktadır.

Fazla mesai saatlerindeki ve makine boş kalma saatlerindeki bu fazlalık tespit edildikten sonra bunun nedeni araştırılmıştır. Müşteriden gelen son 3 aylık sipariş miktarları incelenmiş ve bu siparişlerin son derece düzensiz olduğu tespit edilmiştir. Müşteri firma, kimi gün 100bin adet bilezik parçası sipariş etmekte ardından üç gün hiç sipariş göndermemekte, sonra yeniden günlük 70 bin adet, 30bin adet, 50 bin adet sipariş gönderip, sonraki 2 günü hiç sipariş göndermeden geçirmektedir. Bu durumda A firması sipariş geldiği günler yoğun bir mesai ile çalışmakta ve sipariş gelmediği günler makinelerini boş bırakmaktadır.

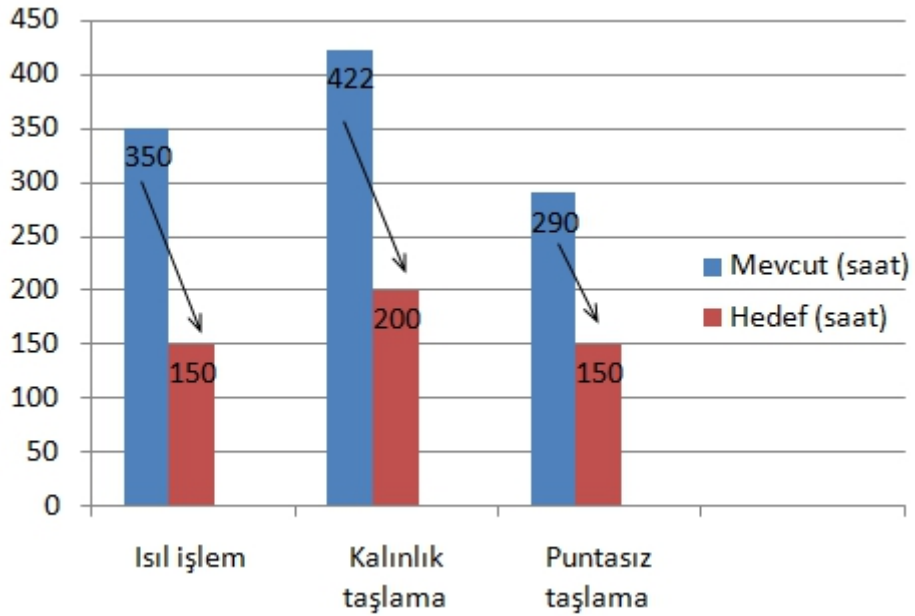
Makinelerin boş kalma sürelerindeki fazlalığın bir başka sebebi de makinelerde meydana gelen arızalardır. Bu arızaların bir takım problemleri beraberinde getirdiği tespit edilmiştir.

Oluşan arızı duruşlardan bir önceki sürecin haberi olmadığı için orada üretim devam etmektedir. Bunun sonucu olarak da iki süreç arasında stoklar birikmeye başlamaktadır. Bu stoklar dengesiz bir biçimde birikir. Çünkü üretim “itme” sistemi esasına göre akmaktadır. Bir süreç kendinden sonraki sürecin talebine göre işlememektedir. Bir önceki süreçten aldığı parçayı işlemekte ve bir sonraki sürece göndermektedir. Başka bir deyişle, bir sonraki sürece “itmektedir”. O esnada, parçayı alan makinede meydana gelen arıza sebebiyle bu itilen parçalar stok olarak birikmektedir. Arıza zamanı kestirilemediğinden bu birikmeler dengesiz bir biçimde gerçekleşmektedir.

A firması, fazla mesai saatlerinin ve makine boş kalma sürelerinin düşürülmesini aynı zamanda süreçler arasında dengesiz bir biçimde biriken stokların dengelenmesini hedeflemektedir. Hedeflenen fazla mesai saatleri her bir süreç için şekil 4.29.’da, hedeflenen makine boş kalma saatleri de şekil 4.30.’da gösterilmiştir.



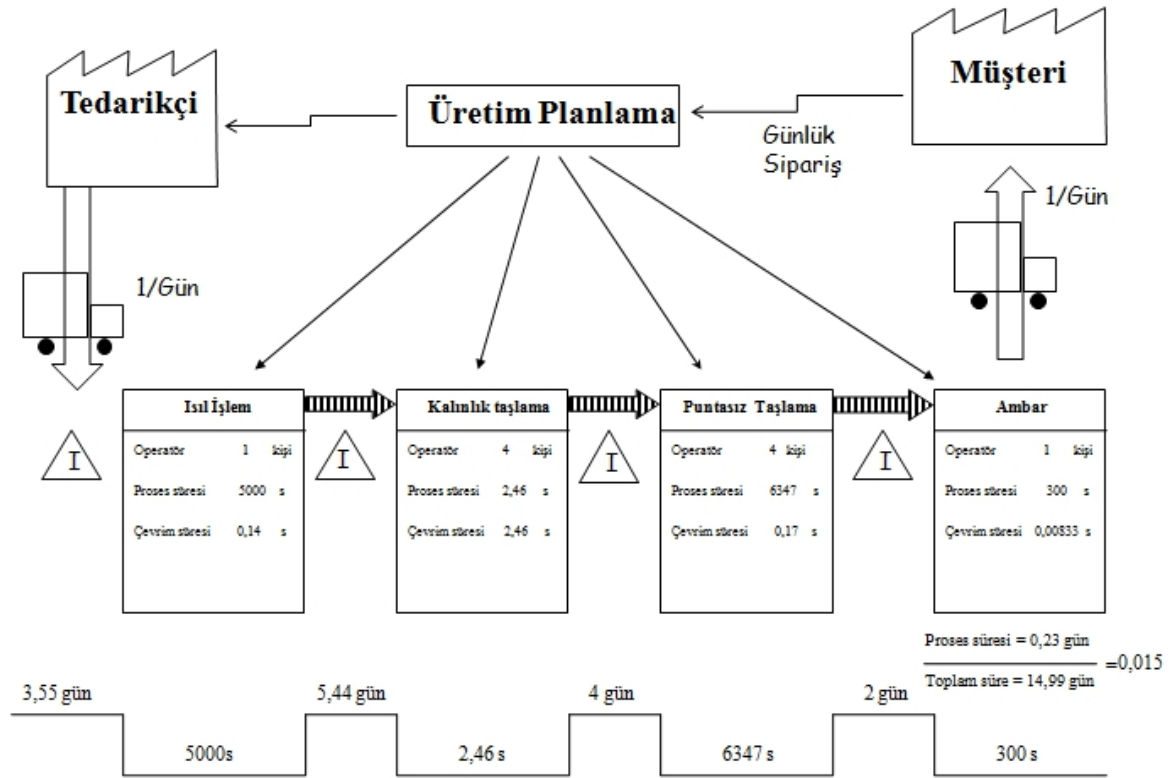
Şekil 4.29. Üç süreç için mevcut ve hedeflenen fazla mesai saatleri



Şekil 4.30. Üç süreç için mevcut ve hedeflenen boş kalma saatleri

Bu hedefler doğrultusunda, mevcut sistemin (itme sisteminin) terk edilip çekme sistemine geçilmesi ön görülmüştür. Çekme sisteminden kısım 2.6.3.4.'de bahsedilmiştir. İdeal bir çekme sistemi, müşteri talep etmeden hiçbir ürünün üretilmemesi esasına dayanır. A firmasının da uzun vadedeki hedefi budur. Ancak kısa vadede çekme sistemiyle

hedeflenen, oldukça düzensiz seyreden yarı mamul stoğunun düzene sokulması, firmaya çekme sistemiyle çalışma alışkanlığı kazandırılması ve fazla mesai ile makine boş kalma sürelerinin belirlenen hedeflere ulaştırılmasıdır. Bu hedefler doğrultusunda öncelikle mevcut durum değer akış haritası çizilmiş, bilezik parçasının stokta geçirdiği süre, üretim sürecinde geçirdiği süre, süreçte çalışan operatör sayısı v.s. tüm ayrıntılarıyla ortaya konmuştur. Şekil 4.31.'de mevcut durum değer akış haritası gösterilmektedir.



Şekil 4.31. Mevcut süreç için değer akış haritası

Bilezik parçasının A firması içerisindeki değer akışı şekil 4.31.'deki gibidir. Isıl işlem, kalınlık taşlama, puntasız taşlama ve ambar'ın önünde yarı mamul stokları görülmektedir. Proses süresi, her bir sürecin ne kadar zaman aldığını göstermektedir. Çevrim süresi, Proses süresinin sürece giren malzeme sayısına oranlanmasıyla bulunur. Toplam süre ile ifade edilen 14,99 gün, bilezik parçasının yarı mamul halde stokta toplam geçirdiği zamandır. Proses süresiyle ifade edilen 0,23 gün ise bilezik parçasının tüm işlemler sırasında geçirdiği zamandır. Proses süresinin toplam süreye oranının 1 olması, malzemenin stokta hiç beklemediği, tek parça akışının sağlandığı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bu değer 1'e yakın olması arzu edilir ancak görüldüğü gibi 1'den oldukça

uzaktır. A firmasının uzun vadeli hedefi, bu süreçte tek parça akışını sağlayarak 0,015 olarak bulunan değeri 1'e yaklaştırmak olarak belirlenmiştir. Ancak şu an için stokları ortadan kaldırmak yerine, stoklardaki dengesizliği ve belirsizliği ortadan kaldırmak kısa vadeli hedefidir.

Mevcut durum değer akış haritasının yanında müşteri sipariş miktarları da incelenmiş ve son 3 aylık sipariş ortalamasının günlük 36 bin adet olduğu tespit edilmiştir. Bunun anlamı şudur: Müşteri firma, şayet A firmasına, günlük 36 bin veya katları şeklinde bilezik parçası sipariş ederse kendi üretim sürecini yürütebilecektir. A firması da buna karşılık günlük 36 bin veya katları şeklinde stok bulundurursa müşteri firmanın taleplerini karşılayabilecektir.

Çekme sisteminde tedarikçilerle ve müşterilerle iyi ilişkiler kurmak ve üretim planlama sürecini gerek tedarikçilere gerekse müşterilere göre ayarlamak kaçınılmazdır. Müşteri firmanın tedarikçisi konumundaki A firması bu anlayış ve bu gereklilik ile mevcut durumu müşteri firmaya iletmiş ve olumlu karşılık almıştır. Müşteri firma günlük talebini 36 bin parça üzerinden yapacaktır. Bilezik parçası, her biri 36 bin adet parça alan kasalarda müşteriye teslim edilecektir.

Kısım 2.6.3.4'de de bahsedildiği gibi çekme sisteminin işletilmesini sağlayan bilgi akışına "Kanban" adı verilir. Kanban, çekilen ürünün tipini ve miktarını gösteren bir karttır. Bilezik parçasının konulduğu her 36 binlik kasaya bir kanban kartı konulmalıdır. Dolayısıyla üretim süreci içerisinde oluşacak stok sayısı kadar (kasa bazında) kanban kartı gerekecektir. Bu amaçla sürecin tamamında kullanılması gereken kanban kartı sayısı veya kaç kasa stok tutulacağı aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir.<sup>14</sup>

$$N \equiv \frac{D \times T \times (1 + S)}{Q}$$

Toplam kanban sayısı N, günlük üretim miktarı D, toplam çevrim süresi T, güvenlik katsayısı S ve bir kasanın alabileceği en fazla parça sayısı Q ile ifade edilmektedir. Süreçten alınan veriler formülde yerine koyulduğunda, günlük üretim miktarı 36 bin adettir. Toplam çevrim süresi proses süresi ve stokta geçen sürenin toplamıdır. (14,99+0,23) ve güvenlik kat sayısı A firması tarafından 0,05 olarak belirlenmiştir.

---

<sup>14</sup> LOUIS Raymond S., **Integrating Kanban with MRPII**, Productivity Pres., New York., 21- 41, 2002.

$$N \equiv \frac{36000 \times (14,99 + 0,23) \times (1 + 0,05)}{36000}$$

İşlemin sonucu 15,98≈ 16 olarak bulunur. Süreçte 16 kasa stok bulundurulacaktır dolayısıyla 16 adet kanban kartı gerekmektedir. Kanban kartları şekil 4.32.’deki gibi tasarlanmıştır.

<b>A FİRMASI - ÇEKME KANBANI</b>	
<b>MÜŞTERİ</b>	
<b>B FİRMASI</b>	
<b>PARÇA ADI</b>	<b>PARÇA NO</b>
<b>TEDARİKÇİ PROSES</b>	<b>MÜŞTERİ PROSES</b>
<b>KASA TİPİ</b>	<b>MİKTAR</b>

**Şekil 4.32.** A firması için oluşturulan çekme kanbanı kartı

Şekil 4.32.’deki gibi 16 adet kanban kartı oluşturulmuştur. Süreç içerisinde kanban kartı kadar kasa, stok olarak tutulacaktır. Stok olarak tutulacak bu 16 adet kasadan kaçının hangi sürecin önünde tutulacağı, makine arızalarının giderilme süreleri göz önünde tutularak hesaplanmıştır. Şöyle ki; Isıl işlem fırınında meydana gelen bir arıza en fazla 2 gün içerisinde giderilebilmektedir. Dolayısıyla ısıl işlem ile kalınlık taşlama süreçleri arasında 3 günlük stok tutulması gerekmektedir. Bu durumda fırında meydana gelen arıza giderilene kadar müşterinin talebi karşılanabilecektir. Benzer şekilde kalınlık taşlama ve puntasız taşlama makinelerindeki arızaların tamir süresi en fazla 4’er gün olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu iki sürecin önüne 5’er günlük stok konulmasına karar verilmiştir. Tedarikçiden gelen pres kesme yapılmış parça, planlamanın talebiyle alındığından planlama ile ısıl işlem arasında, 16 kasalık stoktan kalan 3 kasalık stok kullanılacaktır. Süreçler arasında biriken eski stok süreleriyle yeni belirlenen stok süreleri tablo 4.6.’da karşılaştırılmıştır.

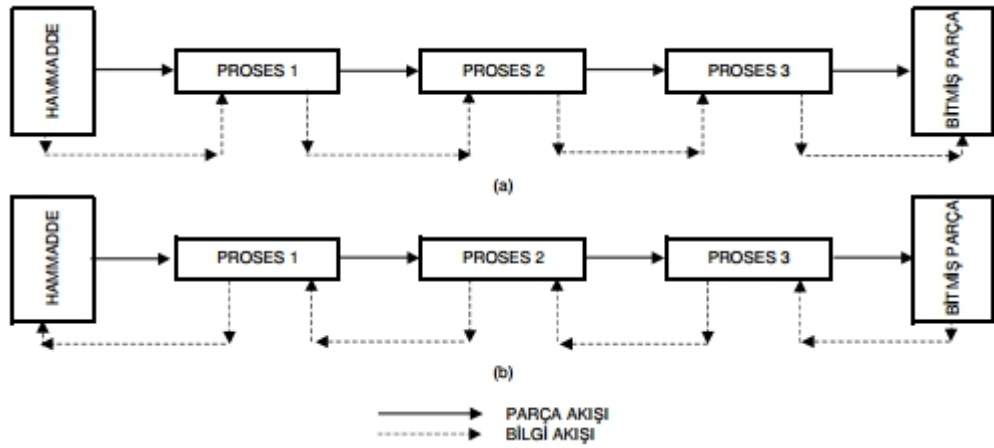
**Tablo 4.6.** Eski ve yeni stok sürelerinin karşılaştırılması

	Eski stok (gün)	Yeni stok (gün)
Planlama	3,55	3
Isıl işlem	5,44	3
Kalınlık taşlama	4	5
Puntasız taşlama	2	5

Yeni belirlenen stok süreleri makinelerin arızı duruşları ve tamir edilme süreleri hesaplanarak oluşturulduğundan ön görülenden fazla stok birikmeyecektir. Stok sayısındaki belirsizlik bu şekilde giderilmiştir.

Her bir sürece ait kanban kart yerleri hazırlanmıştır. Planlamada 3, ısıl işlemde 3, kalınlık taşlamada 5 ve puntasız taşlamada 5 adet kart yeri bulunmaktadır. Bu kartlar ve kart yerleri, yeşil sarı ve kırmızı olmak üzere üç farklı renkte hazırlanmıştır. 5 adet kart cebi bulunan kalınlık taşlamada ceplerden 2'si yeşil 2'si sarı ve 1'i kırmızı renktedir. Bu renkler uyarı niteliği taşımaktadır. Bir anlamda üretim emri sinyali veren kanban kartları ceplere yeşil renkten başlayarak doldurulur ve bir adet cep 36 bin adet parça işlemeyi gerektirir. Bu durumda kalınlık taşlama veya puntasız taşlama için kırmızı rengin dolu olması  $36000 \times 5 = 180000$  adet parça işleme emri anlamındadır ve ikaz niteliği taşımaktadır. Sarı renge gelindiğinde ise dikkatli olunmalıdır.

Bütün bu hazırlık aşamalarının ardından çekme sistemi, kanban kartları vasıtası ile işlemeye başlamıştır. Terk edilen itme sistemi ve yerine oluşturulan çekme sisteminin çalışma prensibi şekil 4.33.'de daha açık görülebilmektedir.



**Şekil 4.33.** İtme ve çekme sistemleri, (a) itme, (b) çekme<sup>15</sup>

Şekil 4.33.'de de görüldüğü gibi, çekme sisteminde bilgi akışı, bitmiş parçadan hammaddeye, parça akışının tersi istikamette gerçekleşmektedir. Bu bilgi akışı, oluşturulan kanban kartları ile sağlanmaktadır. A firmasında oluşturulan çekme sistemine göre yeni akış şu şekilde gerçekleşmektedir:

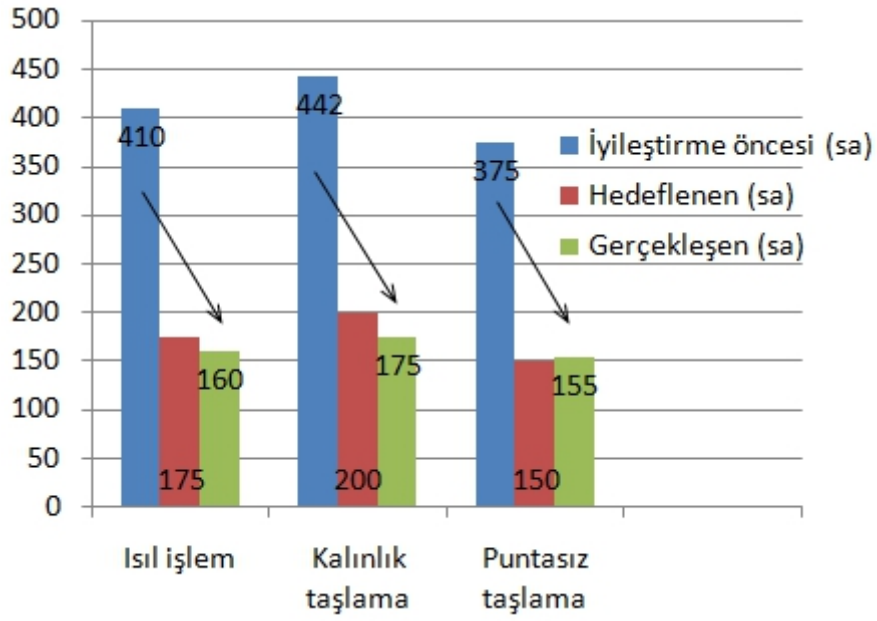
- Müşteri firma, planlama departmanını arayarak bilezik parçası siparişini verir. Anlaşıldığı üzere bu sipariş 36 bin adet ve katları şeklinde olacaktır. (Bu örnek işleyiş anlatılırken sipariş miktarı 36 bin olarak düşünülecektir.)
- Ambar görevlisi, puntasız taşlamanın önünde biriken 36 bin adet parça taşıyan 5 adet kasadan birini forklifte yükler ve parçayı sevkiyat için hazırlar.
- Görevlinin aldığı kasanın üzerinde, parçanın adı, numarası, miktarı, tedarikçisi ve müşterisi bilgilerinin yer aldığı, şekil 4.32.'de gösterilen kanban kartı bulunur.
- Görevli kasayı aldığı anda, bu kanban kartını puntasız taşlamanın önünde hazır bulunan kanban kartı ceplerinden en baştakine (yeşil renkli) yerleştirir.
- Bu kartın üzerinde tedarikçi proses: kalınlık taşlama ve müşteri proses: puntasız taşlama yazılıdır. Dolayısıyla puntasız taşlamada çalışan operatör, azalan bir kasalık stoğunu kalınlık taşlamadan tedarik edeceğini anlar ve kalınlık taşlamanın önünde duran 5 adet kasadan birini alır. Aldığı kasanın üzerindeki kanban kartını da kalınlık taşlama önünde duran cebe yerleştirir.

<sup>15</sup> ORBAK Yurdun, BİLGİN Suzan, “ Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği “, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005

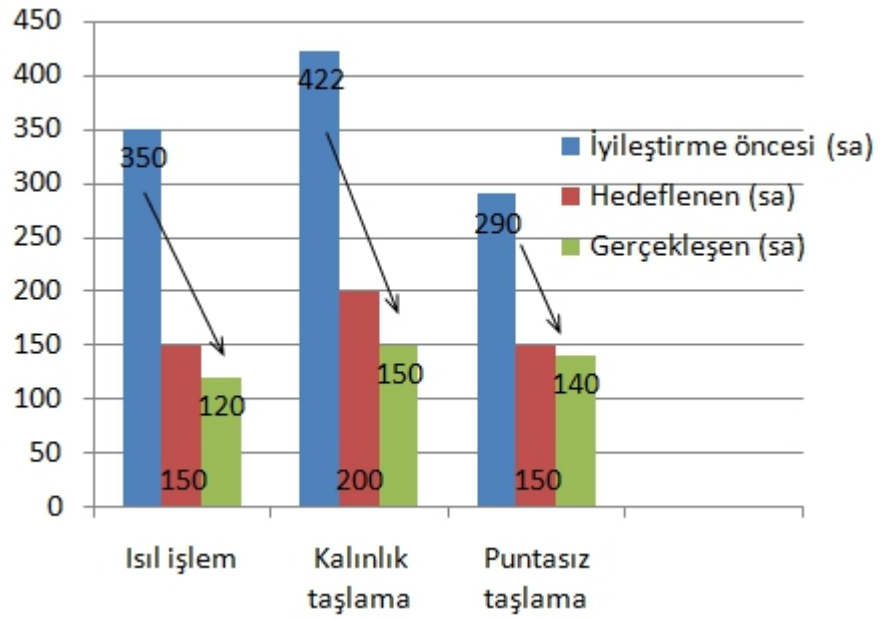
- Puntasız taşlama operatörü, bu kasanın içerisindeki 36 bin adet parçayı puntasız taşlama sürecinden geçirir ve kendi kanban kartı cebinde duran kartı da yeni işlediği parçaların bulunduğu kasaya yerleştirir.
- Önünde 1 adet kasa eksilen kalınlık taşlama operatörü ise ihtiyaç duyduğu parçayı ısıtıl işleminden tedarik eder. Çünkü onun önündeki cepteki kanban kartında tedarikçi proses olarak ısıtıl işlem yazılıdır. Isıtıl işlemin önünde duran 3 kasadan birini alan kalınlık taşlama operatörü, önce ısıtıl işleminden aldığı kanbanı ısıtıl işlem kanban kartı cebine koyar. Daha sonra aldığı parçaları kalınlık taşlama sürecinden geçirir ve işlem sonunda kasanın üzerine kendi cebinde duran kanban kartını yerleştirir.
- Isıtıl işlem’de, kanban kartı cebindeki kartta, müşteri proses: ısıtıl işlem ve tedarikçi proses: planlama yazılıdır. Isıtıl işlem, eksilen stoğunu planlamadan tedarik eder. Aldığı kasanın üzerindeki kanban kartını planlamada bulunan kanban kart cebine koyar. Planlama ise eksilen stoğunu tamamlamak için tedarikçi firmayla irtibata geçip pres kesme yapılmış bilezik parçası talebi gönderir. Kanban sistemi, A firmasında bu şekilde işlemektedir.

Çekme sistemi uygulaması, A firması için çok önemli bir yalın üretim hamlesidir. Bu sayede şimdilik dengeye getirilen ara mamul stoklarının, uzun vadede tamamen ortadan kaldırılabileceği görülmüştür. Üretim içerisinde bir tempo yakalanmış, tüm süreçlerin birbiriyle koordineli çalışması sağlanmıştır. Bu iyileştirme çalışması sonunda, fazla mesai ile çalışma ve makine boş kalma saatleri yeniden ölçülmüş ve belirlenen hedefe ne ölçüde yaklaşıldığı ortaya konulmuştur.





Şekil 4.34. İyileştirme öncesi, hedeflenen ve gerçekleşen fazla mesai saatleri



Şekil 4.35. İyileştirme öncesi, hedeflenen ve gerçekleşen makine boş kalma saatleri

Histogram grafiklerinden de görüldüğü gibi fazla mesai ve makine boş kalma süreleri önemli ölçüde azalmıştır. Burada en önemli etken talep dengesizliğinin ve stoklardaki belirsizliğin ortadan kaldırılması olmuştur. Gerçekleşen iyileştirmeler sonucunda A firmasının fazla mesai ile işçi çalıştırma maliyeti ve makine boş kalma maliyetinde önemli tasarruflar elde edilmiştir.

Bir işçinin bir saatlik fazla mesai ücreti 10 TL'dir.

- Isıl işlem sürecinden  $410-160=250$  sa.
- Kalınlık taşlama sürecinden  $442-175=267$  sa.
- Puntasız taşlama sürecinden  $375-155=220$  sa.
- Toplamda  $250+267+220=737$  sa. aylık tasarruf ve  $737 \times 12=8844$  sa. yıllık tasarruf süresidir.
- $8844 \times 10=88440$  TL yıllık tasarruf elde edilmiştir.

Bir ısı işlem fırınının bir saatlik boş kalma maliyeti 36 €'dur.

- Isıl işlem fırınında  $350-120=230$  sa. aylık ve  $230 \times 12=2760$  sa. yıllık tasarruf süresidir.
- $2760 \times 36=99360$  € yıllık tasarruf elde edilmiştir.

Kalınlık taşlama ve puntasız taşlama tezgahlarının bir saatlik boş kalma maliyeti 24 €'dur.

- Kalınlık taşlamada  $422-150=272$  sa. ve puntasız taşlamada  $290-140=150$  sa. ve toplamda  $272+150=422$  sa. aylık tasarruf edilmiştir.
- $422 \times 12=5064$  sa yıllık tasarruf süresidir.
- $5064 \times 24=121536$  € yıllık tasarruf elde edilmiştir.

Çekme sisteminin uygulanmasıyla elde edilen tasarrufların yanı sıra edinilen en büyük kazanım firma içerisinde yalnız üretime olan inancın artması ve yalnız üretim ile gerçekleştirilebilecek uzun vadeli hedefler belirlenmesi olmuştur.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yalın altı sigma; rüştünü yıllar içerisinde ispatlamış bir kalite geliştirme yöntemi ve yönetim felsefesi sunan Altı sigma ile onun hız konusundaki eksikliklerini gidermede oldukça başarılı bir yaklaşım olan yalın düşünce sisteminin bir araya gelmesinden ortaya çıkmıştır. Böylece, yoğun rekabet ortamında optimizasyonu elzem olan kalite, maliyet ve hız değişkenleri, sistematik bir biçimde kontrol altına alınabilmiştir.

Yalın altı sigma sisteminin, gerçek potansiyelini ortaya koyabilmesi için bir takım gereksinimleri vardır. Özellikle üst yönetimin kaliteye bakışı bu noktada büyük önem arz etmektedir. Yalın altı sigmanın, üst yönetimin desteğiyle yaşayan, ayakta kalan ve güçlenen bir sistem olduğu unutulmamalıdır. İyileştirme çalışmaları; kesintisiz bir motivasyon, doğru yatırım ve sürekli bir iş birliğine ihtiyaç duyar. Bu anlamda işletmeye maddi manevi liderlik edecek en kritik organ üst düzey yöneticilerdir.

A firmasında uygulanan yalın altı sigma çalışmalarının başarıyla neticelenmesinde, üst yönetimin kalitenin önemine olan inancı ve adanmışlığı büyük bir yere sahiptir. Üst yönetim, yalın altı sigma projeleri öncesinde, projeler sırasında ve sonrasında daima proje sorumlularıyla ve mavi yakalı ekip üyeleriyle bir araya gelmiş, durum değerlendirmeleri yapmış, maddi ve manevi destek sunmuşlardır. Bu durum ek bir motivasyon kaynağı yaratmanın yanı sıra, kalite kültürünün şirket içerisinde yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır.

Üst yönetimin öncülüğüyle alınan bir danışmanlık hizmetiyle, işletme bünyesinde barkod sistemi kurulmuş böylece veriler daha sistematik bir şekilde toplanmaya başlamıştır. Bu sayede iyileştirme fırsatları çok daha net görülebilir hale gelmiştir.

Bu çalışmada, pres kesme yapılmış bir biçimde A firmasına gelen bilezik parçasının A firmasından çıkana kadar geçirdiği; ısıl işlem, kalınlık taşlama ve puntasız taşlama süreçleri yalın altı sigma TÖAİK döngüsüyle iyileştirilmiştir.

Isıl işlem fırınlarının etkin kullanım sürelerinin, fırın boş kalma süresi, fırının istenilen sıcaklığa yükselme süresi ve kurum yakma süresinden %90 oranında etkilendiği pareto analiziyle saptanmıştır. Balık kılçığı diyagramı kullanılarak yapılan analiz sonucunda, ısıl işlem metodunda yapılan bir değişiklik, fırına girecek aparatın fırına sıcak yüklenmesine karar verilmiştir. Yapılan bu iyileştirme hamlesinin istatistiksel olarak başarılı olduğu Minitab 14 paket programı kullanılarak, *eşleştirilmiş iki örneklem t-testi* ile kanıtlanmıştır. Yapılan korelasyon ve regresyon analizi sonucunda kurum yakma süresi

değişkeninin %93,5'inin çığ nokta ile açıklanabildiği ve bu iki değişkenin negatif yönde güçlü bir korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Mevcut çığ nokta ortalaması olan  $4,6C^0$  değeri bir çığ nokta sabitleyicisi vasıtasıyla  $7C^0$ 'ye sabitlenmiş ve kurum yakma süresi ortalaması 15 saat azaltılmıştır. Isıl işlem fırınlarının etkin kullanım sürelerinin arttırılmasıyla yıllık 77550 Euro tasarruf sağlanmıştır.

İki operatörle, %78 verimlilik oranıyla, oldukça yavaş çalışan kalınlık taşıma sürecinde yapılan beyin fırtınası çalışması sonucu, parçaların kalınlık taşıma tezgahına otomatik yüklenmesi gerektiği kararlaştırılmıştır. Bu sayede operatör sayısı 1'e düşürülmüş ve verimlilik oranı %84'e çıkarılmıştır. Bu iyileştirmenin istatistiksel olarak anlamlılığı Minitab 14 paket programında, *eşleştirilmiş iki örneklem t testi* ile kanıtlanmıştır. Yıllık yaklaşık 19800 TL tasarruf sağlanmıştır. Otomatik yüklemenin benzer süreçlerde uygulanabilirliğine çalışılmaktadır.

Puntasız taşıma süreci, gelen müşteri şikayetleri sonucu incelenmiş ve beş neden analiziyle problemlerin kök sebeplerine inilmiştir. Eğitimsiz operatör hatalarının, düzensiz atölye ortamının ve eksik iş standartlarının neden olduğu problemler; operatör eğitimleri, 5S çalışmaları ve standart iş formlarının oluşturulmasıyla giderilmiştir. Böylelikle yılda yaklaşık 24000 TL tasarruf sağlanmıştır. 5S çalışmaları işletme genelinde devam etmektedir.

Bu üç süreçte gerçekleştirilen iyileştirme çalışmalarının ardından sürecin bütünü üzerinde durulmuş, fazla mesai ile çalışma saatlerinin ve makine boş kalma saatlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte süreçler arası biriken stokların ve müşteri talebinin dengesizliği, A firmasının itme sistemini terk edip çekme sistemine geçmesiyle sonuçlanmıştır. Bu amaçla 16 adet kanban kartı oluşturulmuş, bunlar süreçlerin aralarına dengeli bir biçimde dağıtılmış ve firmada çekme sistemi uygulaması başlatılmıştır. Bu uygulamanın sonucu olarak, müşteri talebi dengeye sokulmuş, ara mamul stokları düzenlenmiş ve fazla mesai ile çalışma saatlerinde ve makine boş kalma sürelerinde önemli iyileştirmeler kaydedilmiştir. Fazla mesai saatlerinin ve makine boş kalma sürelerinin azaltılması sonucu yaklaşık 250 bin Euro yıllık tasarruf sağlanmıştır.

Görülmektedir ki; müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin giderek değişmesi, onlara mal ve hizmet üreten işletmeleri de değişmeye ve dönüşmeye zorlamaktadır. Böyle bir ortamda; değişime direnen, statükoyu savunan işletmeler rekabet piyasasında zamanla büyük kayıplara uğrayacaktır. Üretim süreçlerini sürekli iyileştiren, kaliteyi bir kültür

olarak benimseyen ve değişen müşteri ihtiyaçlarına karşı esnek tavır alabilen işletmeler ise tutarlı büyüme sergileyecektir.

Son zamanlarda adından söz ettiren çevik üretim sisteminin, önümüzdeki yıllar içerisinde, önemli bir araç haline gelmesi beklenmektedir. Çeviklik, sürekli değişen piyasa koşullarına ve müşteri beklentilerine hızlı ve etkili reaksiyon gösterme, kolayca uyum sağlama kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Firmalar, müşterilerinin gerek bireysel taleplerini gerekse ani değişen taleplerini, çevik üretim sistemi anlayışıyla dizayn edilmiş üretim süreçlerinde karşılayabileceklerdir. Özellikle otomotiv sektörünün hızlı ilerleyişı, üretim süreçlerine çevik yapı kazandıracak firmaların, önümüzdeki yıllarda rekabet ortamında bir adım öne geçeceğini göstermektedir. Çevik üretim sisteminin oluşturulabilmesi için işletmelerin otomasyona yatırım yapmaları, tedarikçi ağlarını geniş tutmaları ve nitelikli iş gücü kullanmaları gerekmektedir.

İmalat süreçleri yıllar içerisinde her nereye yönelirse yönelsin, yalın düşünce ve altı sigma sistemi, süreçleri sürekli iyileştirme gerekliliğiyle birlikte, mal ve hizmet sektörleri üzerindeki anahtar rolünü muhafaza edecektir.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

ACAR Nesime, **Tam zamanında üretim**, Milli produktivite yayınları, yayın no: 542, Ankara,1995.

AKAL Zühal, **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi, Çok Yönlü Performans Göstergeleri**. Ankara: Milli produktivite merkezi yayınları, No:473, 2000.

AKDENİZ Fikri, **Olasılık ve İstatistik**, Baki Kitapevi, Adana, s.96, 1998.

AKIN Besim, **ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi**, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1998

BRASSARD Michael and RITTER Dianne, **The Memory Jogger**, Goal/QPC, Methuen, MA, USA, s.118, 1994.

BROWNE Jimmie, HARHEN John, SHIVNAN James, **Production Management Systems**, A CIM Perspective, Addison-Wesley Publishing Co., 1988

ERTUĞRUL İrfan, **Toplam Kalite Kontrol ve Teknikleri**, Hünkar Ofset, İstanbul, 209-258, 2004

ERTÜRK Mümin, **İşletmelerde yönetim ve organizasyon**, 1.baskı, İstanbul: Beta yayın evi, 1995

GEORGE M., ROWLANDS D., KASTLE B., **Yalın Altı Sigma Nedir?**, 1.baskı, Barış Gökçer Akbay, SPAC Altı Sigma Danışmanlık, Ankara, 9-86, 2005.

GUPTA Praveen, **Six Sigma Business Score Card: Ensuring Performance For Profit**, McGraw- hill, NY, s.24, 2004.

GÜRSAKAL Necmi, **Altı Sigma Müsteri Odaklı Yönetim**, Nobel Basımevi, Bursa, 2005

GÜRSAKAL Necmi, OĞUZLAR Ayşe, **Altı Sigma**, 1. Baskı, Bursa: Vipaş Basım ve Dağıtım, 2003

HALL Robert W., **Zero Inventories** , Dow Jones-Irwin, , USA, 1983.

HARRY Mikel J., SCHROEDER Richard and LINSENMANN Don R., **Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing The World's Top Corporations**, s.154, 2000.

IMAI Masaaki, **Kaizen**, 4.baskı, Kalder yayınları, 1994.

JONES Daniel, WOMACK James, **Bütünü görmek: genişletilmiş değer akışı haritalama**, The Lean Enterprise Institute, Version:1.0, Çeviri: Yalın Enstitü Derneği, 1, Massachusetts-USA, 2002.

LOUIS Raymond S., **Integrating Kanban with MRPII**, Productivity Pres., New York., 21- 41, 2002

MCCARTY Thomas, BREMER Michael, DANIELS Lorraine, GUPTA Praveen, **The Six Sigma Black Belt Handbook**, McGrawHill Inc., USA, 2004

MEYERS Fred, STEWART Jim, **Time and Motion Study for Lean Manufacturing** Prentice Hall, Upper Saddle River,1998.

OKUR Ayperi, **Yalın Üretim: 2000' li Yıllara Doğru Türkiye için Yapılanma Modeli**, Söz Yayınları, İstanbul, s.54, 1997.

ÖZÇELİKEL Hamdi, **Bir personel yöneticisinin gözüyle Japon yönetim sistemleri**, Mess eğitim vakfı, yayın no: 177,1994.

ÖZTÜRK Ahmet, **Kalite Yönetimi Ve Planlaması**, Ekin Yayın Evi, s.465, 2009

PALMER Margaret, **Performans Değerlendirmeleri**, Çeviri: Doğan Şahiner, Rota Yayıncılık, 1. Baskı, İstanbul,1993

PANDE Pete, NEUMAN Robert P., CAVANGH Roland R., **The Six Sigma Way: How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing Their Performance**, NY: McGrawHill, 2000

SHINGO Shigeo. **A Study Of The Toyota Production System**, Productivity Press, Portland, 1989.

WOMACK J.P., JONES D.T., ROOS D., **The Machine That Changed The World**, Rawson Associates, New York, s.81, 1990.

WOMACK P.James, JONES D. ve ROSS D., **Dünyayı Değiştiren Makine**, Osman kobak(çev.) İstanbul : otomotiv sanayi derneği yayınları, 1992.

WOMACK James P., JONES Daniel T., **Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation** Simon and Schuster, s.11, 1996.

WOMACK James P., JONES Daniel T., **yalın düşünce** , sistem yayıncılık ve mat. San. Tic.A.Ş. İstanbul, s.11, 2003.

YÜKÇÜ Süleyman, **Yönetim Açısından Maliyet Muhasebesi**, 3. Baskı, İzmir, 778-779, 1998

### ***Makaleler***

ANTONY Jiju, “Key Ingredients For The Effective Implementation of Six Sigma Program”, **Measuring Business Excellence**, vol:6, No:4, s.21, 2002.

ASLAN Diler, DEMİR Süleyman, “Laboratuvar Tıbbında Altı-Sigma Kalite Yönetimi” **Türk Biyokimya Dergisi [TurkishJournal of Biochemistry - Turk J Biochem]**, 30 (4); 272-278, 2005.

ÇABUK Yıldız, KARAYILMAZLAR Selman, “Altı sigma yaklaşımı”, **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt:12, Sayı: 17, 93-99,2010

DOĞAN Selen, DEMİRAL Özge, “Yalın Yöntemler ve Altı Sigmayı İçeren Bütünleşik Bir Yaklaşım : Yalın Altı Sigma”, **İktisadi ve idari Bilimler Dergisi**, Cilt:22, Sayı:1, s.344, Ocak 2008.

EŞME Uğur, ÖZBEK Arif, KAHRAMAN Funda, SAĞBAŞ Aysun, KELEŞ İbrahim, “Tel erozyonda yüzey kalitesine etki eden parametrelerin taguchi metoduyla optimizasyonu”, 1. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, Çankaya Üniversitesi, ANKARA, 24-25 Nisan 2008.

GÖKÇE Barış, TAŞGETİREN Süleyman, “Kalite İçin Deney Tasarımı”, **Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi**, Cilt: 6, No: 1, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Afyon, 71-83, 2009.

GÜNER Ertan, KARACA Mahmut Engin, “Tam zamanında üretim sisteminde tedarikçi ilişkileri ve en iyi parti büyüklüğü üzerine bir uygulama”, **Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 19, 4, ss. 443–454, 2004.

GRAHAM Margaret B. and ROSENTHAL Stephen R., “Flexible Manufacturing Systems Require Flexible People”, **Human systems management**, Vol.6, No:3, IOS Press, 1986.

GRANT Vince, “Six Sigma and Shared Services”, **Six Sigma Exchange Newsletter**, s.3.

HICKS Ben J., “Lean Information Management Understanding and Eleminating Waste”, **International journal of information management**, vol: 27, ss. 233-249, 2007.

IM Ja Hyun, PhD, “Lessons From Japanese Pruduction Management”, **Production and Inventory Management Journal**, First Quarter, 1989.

ORBAK Yurdun, BİLGİN Suzan, “ Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği “, **V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu**, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005.

ÖZCAN Selami, “İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayiinde Bir Uygulama”, **C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 2, Sayı 2

ÖZVERİ Onur, ÇAKIR Engin. “Yalın altı sigma ve bir uygulama”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi**, 2012.

PATIR, Sait, “Kalite Anlayışında Altı Sigma Yaklaşımı”, İnönü Üniversitesi İşletme Bölümü, **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, C.7, Sayı: 24, s.68, 2008.

PIRİNÇÇİLER Esin Cumhuri Yalçın, ŞEN Ali, “Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma”, **Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Sayı: 29, Güz 2012.

POLK James D., “Lean Six Sigma, Innovation, and The Change Acceleration Process Can Work Together”, **American College of Physician Executives**. 37(1), ss. 38-42, 2011.



RUDISILL Frank, “ The Management Accountant’s Role in Six Sigma”, **Strategic Finance**, Vol: 86, No:5, s.35, November 2004.

SEYEMEN AYTEMİZ Oya, “Toplam kalite yönetimi ve yeniden yapılanma (reengineering): Karılaştırmalı bir analiz”, **Human Resources**, 4, 54, Eylül-Ekim 1999

SNEE Ronald D., “Six Sigma Improves Both Statistical Training and Processes”, **Quality Progress**, 2000.

TÜRKAN Özay umut, “Üretimde yalın dönüşümün temel performans kriterleri”, Balıkesir Üniversitesi Müh.-Mim. Fak., Endüstri Müh. Böl., **BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi**, Cilt 12(2) ss. 28-41, 2010

YINGLING, Jon C., Richard B. Detty ve Joseph Sottile, Jr. “Lean Manufacturing Principles and Their Applicability to the Mining Industry”, **Mineral Resources Engineering Journal**, Vol. 9, No. 2, Imperial College Press, ss.188-299, 2000

### ***Diğer kaynaklar***

ADA Erhan ve ARACIOĞLU Burcu, “Türk İşletmelerinde Verimlilik Artışı İçin Altı Sigma Yönetim Sistemi Modeli”, Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği – XXIV. Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana.2004.

AGUSTIN Roberto, SANTIAGO Fely, “Single-Minute Exchange of Die”, IEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference, 1996.

AKIN Osman, “Altı sigma sistemi ile bütünleşik faaliyet tabanlı maliyet sisteminin mermer sektöründe uygulanması” T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.28, 2010.

ARIKAN Hande, “Yalın Altı Sigma Metodolojisi ve Bir Uygulama”, T.C. Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,2009.

ARSLAN Serdar, “Yalın Üretim ve MAN Türkiye A.Ş.’de Bir Yalın Üretim Uygulaması” T.C. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi,2008

BAĞCI Ulaş, “Kanban sistem tasarımı ve otomotiv sektöründe bir uygulama”, İTÜ İşletme müh. Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006.

BAŞ Türker,” Altı Sigma”, Kalite ofisi yayınları, 2003.

BERBER İsmail, “Yalın Üretim Teknikleri, Kaizen ve Sektörel Uygulamaları”, T.C. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,2013.

CAN Nevin, “Altı Sigma Yaklaşımı Kullanılarak Diferansiyel Kovan Üretimi Sürecinin İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 2006.

DOĞAN Bilgin, “Altı Sigma Metodolojisini Geliştiren Şirketlerin Altı Sigma Organizasyonlarının İncelenmesi ve xyz Şirketi İle Karşılaştırılması”, T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.

DPT, Dokuzuncu Kalkınma Planı Otomotiv Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2007.

ERHAN Mutlu, “Altı sigma ve hizmet sektöründe uygulamaları”, T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim dalı, Yüksek Lisans Projesi, s.14, 2008.

FİLİZ Hande, “Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir Uygulama” T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2008

GÜL Belma, “Kalite Yönetiminde Hata Türü ve Etkileri Analizi”, (yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2001.

GÜNGÖR Ferhat, ”Kalite Yönetim Sisteminde, Poka-Yoke tekniği” Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, Üretim Planlama ve Kontrol Ana Bilim Dalı, 2011.

Güral Gürkan, “Gazaltı Kaynağında proses parametrelerinin optimizasyonu”, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Eylül, İzmir, 2003.

HÜLAGÜ Kemal Taha, “Çelik Boru İmalatında Yalın Üretim ve SMED Uygulaması” T.C. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011

İŞİĞİÇOK, Erkan, “Altı Sigma Kara Kuşaklar için Hipotez Testleri Yol Haritası”, Sigma Center Yönetim Sistemleri, s.64, Aralık 2005.

KARBUZ Fahri, SİLAHCI And, ÇALIŞKAN Emrah, “Otomotiv Sektör Raporu” İstanbul Ticaret Odası, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar şubesi, s.4, 2007.

KASA Halit, “Kalder 6 sigma deneyim paylaşımı sempozyumu notları”, Boğaziçi üniversitesi, İstanbul, s.44, 2003.

KARAKÖSE Mehmet Ali, “Altı Sigma ve Türkiye Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2004.

KAYMAKCI Özgecan, “Bir PTT Şubesinde Yalın Üretim- 5S Uygulaması”, T.C. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2012

KILIÇOĞULLARI Pınar, ÖZKAN, Kadriye, “İşletme Yönetim Açısından Yalın Üretim Verimli Çalışmaya Katkılarının İncelenmesi Ve Bir Uygulama”, 3. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul, 2003

KULAÇ Ülkü, “Yalın Fabrika Simülasyon Oyunu”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, (25-27 Kasım 2005)

OHNO Taiichi, Toyota Ruhu. Scala Yayıncılık. İstanbul, 1998.

ÖZDEMİR Seziç Hafıza, “Otomotiv Parçaları Üreten Bir Kuruluşta Kamyon Dingili Üretim Sürecinin Altı Sigma Yaklaşımı Kullanılarak İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2007.

ÖZKAN Hadi, “Endüstride Altı Sigma Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.

T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, “Otomotiv Sektörü Raporu”, Sanayi Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, s.18, 2013.

Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, “Otomotiv ana ve yan sanayi sektörü”, İhracat Genel Müdürlüğü, Otomotiv, Makine, Elektrik ve Elektronik Ürünler Daire Başkanlığı, s.8, 2012.

ÜSKÜP Kadir, “6 Sigma proje klavuzu”, Ford Otosan Dökümanları, 2004.

YAVUZ Elif, “Altı sigma yöntemi ve uzaktan eğitimde bir uygulama”, T.C. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2005

[www.hbssolutions.net/File/Değer%20Akış%20Haritalandırma.ppt](http://www.hbssolutions.net/File/Değer%20Akış%20Haritalandırma.ppt)

<http://bilgi-isi.blogspot.com/2006/12/proje-tanmlama-dokmanptd.html>

[http://www.uzaktanegitimplatformu.com/UEP/uep\\_ylisans/teruy/teruy\\_downloads/HTEA.pdf](http://www.uzaktanegitimplatformu.com/UEP/uep_ylisans/teruy/teruy_downloads/HTEA.pdf)

[www.sabek.com.tr/SUNU/Beyin%20firtinasi.ppt](http://www.sabek.com.tr/SUNU/Beyin%20firtinasi.ppt)

<http://www.bursa.bel.tr/hizmetler/sayfa/777>

<http://www.bursainvest.gov.tr/pdf/otomotiv.pdf>

[www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/mm/Ek6a.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/mm/Ek6a.pdf)

<http://ergunkeskin.files.wordpress.com/2011/03/tac59flama-ve-tac59flamatezgahc4b11.pdf>

<http://www.lutfiapiliogullari.com/987/>

[http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2005-06/RiskDegerlendirme\\_MT.pdf](http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2005-06/RiskDegerlendirme_MT.pdf)

[kemaldoymus.files.wordpress.com/2009/12/korelasyon.ppt](http://kemaldoymus.files.wordpress.com/2009/12/korelasyon.ppt)

<http://www.yalindunya.net/poka-yoke-hata-onleme.html>

<http://endustrimuhendisligi.blogspot.com.tr/2012/12/5-neden-analizi.html>

[www.baskent.edu.tr/~tderya/END%20401/6%20Sigma.pptx](http://www.baskent.edu.tr/~tderya/END%20401/6%20Sigma.pptx)

<http://www.goleansixsigma.com/sipoc/>

ÖZGEÇMİŞ			
Adı, Soyadı	EMRAH		AKDAMAR
Doğum Yeri ve Yılı	BURSA		1987
Bildiği Yabancı Diller	İNGİLİZCE		
ve Düzeyi	Upper-int. düzeyi		
Eğitim Durumu	Başlama - Bitirme Yılı		Kurum Adı
Lise	2001	2005	BURSA CUMHURİYET LİSESİ (Y.D.A.)
Lisans	2005	2010	ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ İSTATİSTİK BÖLÜMÜ
Yüksek Lisans	2010	-	ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ EKONOMETRİ ANABİLİM DALI / İSTATİSTİK BİLİM DALI
Doktora			
Çalıştığı Kurum (lar)	Başlama - Ayrılma Yılı		Çalışılan Kurumun Adı
1.	04.2013	11.2013	HSBC BANK A.Ş.
2.			
3.			
Üye Olduğu Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlar			
Katıldığı Proje ve Toplantılar	Tersine lojistik üzerine lisans tezi.		
Yayınlar:	"Büyürken" isimli şiir kitabı.		
Diğer:	Ekonometri dergisi aboneliği		
İletişim (e-posta):	emrahakdamar1@gmail.com		
	Tarih	İmza	
	Adı Soyadı	Emrah Akdamar	

## ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

## TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	EMRAH AKDAMAR
Tez Adı	YALIN ALTI SİGMA VE SÜREKLİ SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÜZERİNE BİR UYGULAMA
Enstitü	SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Anabilim Dalı	EKONOMETRİ
Tez Türü	YÜKSEK LİSANS
Tez Danışman(lar)ı	PROF. DR. NURAN BAYRAM
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin Veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih :

İmza :

