

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE YALIN 6 SİGMA
UYGULAMASI : EKOL LOJİSTİK ÖRNEĞİ

Cansu YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME PROGRAMI

DANIŞMAN
Prof.Dr. Levent Çinko

İSTANBUL, Aralık 2020

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE YALIN 6 SİGMA
UYGULAMASI : EKOL LOJİSTİK ÖRNEĞİ

Cansu YILDIZ
172001035

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME PROGRAMI

DANIŞMAN
Prof.Dr. Levent Çinko

İSTANBUL, Aralık 2020

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE YALIN 6 SİGMA
UYGULAMASI : EKOL LOJİSTİK ÖRNEĞİ

Cansu YILDIZ
(172001035)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME PROGRAMI

Tezin Enstitüye Teslim Edildiği Tarih :

Tezin Savunulduğu Tarih :

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Levent Çinko / Marmara Üniversitesi _____

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Targan Ünal / Doğu Üniversitesi _____

: Dr. Öğr. Üyesi Hakan Özcan / İstanbul Okan
Üniversitesi _____

İSTANBUL, Aralık 2020

TEŞEKKÜR

Bütün çabalarıyla bana her türlü imkanı sağlayan, hep yanımda olan çok değerli aileme ve eğitim hayatımda bana destek veren, bitirme çalışmamda yardımlarını esirgemeyen çok değerli danışman hocam Prof . Dr . Levent Çinko‘ ya sonsuz teşekkür ederim.

Firmada uygulama yapmam sırasında bana her türlü yardımcı olan başta Fatma Türkmen, Burcu Kılınç, Songül Kanık olmak üzere diğer bütün çalışanlara en içten dileklerle teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. YALIN ÜRETİM	3
2.1. YALIN ÜRETİM TANIMI	3
2.2. YALIN ÜRETİMİN ORTAYA ÇIKIŞI VE GELİŞİMİ	3
2.3. YALIN ÜRETİM İLKELERİ.....	5
2.4. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ.....	8
2.4.1. Tam Zamanında Üretim Sistemi (TZÜ).....	8
2.4.1.1. Tam Zamanında Üretimin Temelleri	9
2.4.1.2. TZÜ Hedefler.....	9
2.4.1.3. Tam Zamanında Üretimin Avantajları.....	9
2.4.2. Kanban	10
2.4.2.1. Kanban Çeşitleri	10
2.4.2.2. Kanban Avantajları.....	12
2.4.3. Kaizen	12
2.4.3.1 Kaizen Süreci	13
2.4.3.2. Yönetimde Kaizen	14
2.4.3.3. Kaizen Yararları.....	14
2.4.4. Jidoka (Otonomasyon)	14
2.4.4.1. Jidokanın İlkeleri	15

2.4.5. Poka-Yoke	15
2.4.6. Heijunka (Üretim-Talep Dengeleme)	15
2.4.7. 5S.....	16
BÖLÜM 3. ALTI SİGMA	19
3.1. ALTI SİGMA (Σ) TANIMI.....	19
3.2. ALTI SİGMA’NIN ORTAYA ÇIKIŞI VE GELİŞİMİ.....	21
3.3. ALTI SİGMA’NIN İLKELERİ	23
3.3.1. Müşteri Odaklılık	24
3.3.2. Süreç Odaklılık	24
3.3.3. Verilere Dayalı Yönetim	24
3.3.4. Proaktif Yönetim	24
3.3.5. Sınırsız İşbirliği.....	25
3.3.6. Kusursuzu İste Başarısızlığa Tolerans Göster	25
3.4. ALTI SİGMA ORGANİZASYON YAPISI.....	25
3.4.1. Liderlik Ekibi (Üst Yönetim).....	27
3.4.2. Proje Sponsoru.....	28
3.4.3. Şampiyon	28
3.4.4. Uzman Kara Kuşak.....	29
3.4.5. Kara Kuşak	30
3.4.6. Yeşil Kuşak.....	31
3.4.7. Süreç Sahibi	32
3.4.8. Finans Temsilcisi	32
3.4.9. Takım Üyeleri	32
3.5. ALTI SİGMA UYGULAMA ADIMLARI	32
3.5.1. Tanımlama	33
3.5.1.1. Proje Bildirisi	34
3.5.1.2. Paydaşların Bağlılık Analizi	35
3.5.1.3. Afinite Diyagramları / Yakınlık Diyagramları	36
3.5.1.4. Müşterinin Sesi (VOC)	36
3.5.1.5. Kano Modeli	37
3.5.1.6. Güçlü Yönler Analizi.....	38
3.5.1.7. Süreç Haritası.....	38
3.5.1.8. TGSÇM (SIPOC).....	39
3.5.1.9. Sebep-Sonuç Matrisi.....	39
3.5.2. Ölçme	40
3.5.2.1. Pareto Analizi	40
3.5.2.2. Veri Toplama Planı	41
3.5.2.3. Ölçüm Yeterliliği Analizi - Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilirlik Testi	42
3.5.2.4. Kontrol Grafiği	42
3.5.2.5. Histogram Grafiği	43
3.5.2.6. Süreç Yeterlilik Analizi	44

3.5.3. Analiz	45
3.5.3.1. Beyin Fırtınası.....	46
3.5.3.2. Hipotez Testi.....	47
3.5.3.3. Regresyon Analizi.....	49
3.5.3.4. Korelasyon Analizi	50
3.5.3.5. Serpilme Diyagramı	50
3.5.3.6 Neden - Sonuç Diyagramı.....	51
3.5.4. İyileştirme.....	52
3.5.4.1. Deney Tasarımı	53
3.5.4.2. Pick Tablosu	55
3.5.4.3. Hata Türleri ve Etkileri Analizi – HTEA (FMEA).....	56
3.5.5. Kontrol.....	58
3.5.5.1. İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK)	59
3.5.5.2. Kontrol Grafikleri ve Önce - Sonra Analizi.....	60
3.5.5.3. Standardizasyon	60
3.5.5.4. Kontrol Planı.....	60
 BÖLÜM 4. YALIN ALTI SİGMA	 62
4.1. YALIN ÜRETİM VE ALTI SİGMA’ NIN KARŞILAŞTIRILMASI.....	62
4.2. YALIN ALTI SİGMA TANIMI	64
4.3. YALIN ALTI SİGMA’NIN ORTAYA ÇIKIŞI VE GELİŞİMİ	67
4.4. YALIN ALTI SİGMA’ NIN İLKELERİ	68
4.5. YALIN ALTI SİGMA ORGANİZASYON YAPISI	69
4.5.1. Liderlik Ekibi (Üst Yönetim).....	70
4.5.2. Proje sponsoru	70
4.5.3. Şampiyon	70
4.5.4. Uzman Kara Kuşak.....	70
4.5.5. Kara Kuşak.....	71
4.5.6. Yeşil Kuşak.....	71
4.5.7. Süreç Sahibi	71
4.5.8. Finans Temsilcisi	71
4.5.9. Takım Üyeleri	71
4.6. YALIN ALTI SİGMA UYGULAMA ADIMLARI	71
4.6.1. Tanımlama	72
4.6.2. Ölçme	72
4.6.3. Analiz	72
4.6.4. İyileştirme.....	73
4.6.5. Kontrol.....	73
4.7. YALIN ALTI SİGMA’NIN FAYDALARI.....	73
 BÖLÜM 5. YALIN ALTI SİGMA LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	 75

BÖLÜM 6. EKOL LOJİSTİK’TE BİR YALIN ALTI SİGMA PROJESİ

UYGULAMA ÖRNEĞİ..... 79

6.1. Ekol Lojistik Tanıtımı..... 79

6.2. Uygulama Çalışması..... 80

6.2.1. Tanımlama 80

6.2.2. Ölçme 83

6.2.3. Analiz 88

6.2.4. İyileştirme..... 94

6.2.5. Kontrol..... 97

BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 100

KAYNAKLAR..... 103

EKLER..... 117

ÖZGEÇMİŞ..... 117

ÖZET

Lojistik Sektöründe Yalın 6 Sigma Uygulaması : Ekol Lojistik Örneği

Küreselleşmenin sonucu olarak işletmeler arasında rekabetin her geçen gün daha da arttığı şartlarda şirketlerin verimlilik, sıfır israf, kalite, müşteri memnuniyeti gibi kavramlara ilgisi daha da artmaktadır. Yalın Altı Sigma, Yalın yaklaşım ve Altı Sigmanın birbirlerinin eksikliklerini tamamlayarak, birbirlerine entegre olduğu halidir. Şirketler sürekli kendilerini iyileştirebilecekleri, israfı azaltıp, kaliteyi artırarak, maliyetleri azaltıp, müşteri memnuniyetini sağlayabilecekleri Yalın Altı Sigma kavramını uygulamaktadırlar. Bu tez çalışması, Yalın Altı Sigma'nın ne olduğunu açıklamak, uygulanan metodolojinin ve kullanılan araçların neler olduğunu tanımlamak, geçmiş uygulama örnekleri inceleyip, yalın altı sigma yaklaşımı ile bir lojistik firmasında sürecin nasıl iyileştirildiğini ortaya koymak için hazırlanmıştır. Uygulama çalışmasında tanımlama, ölçme , analiz, iyileştirme, kontrol adımları izlenmiştir. Çalışma boyunca proje bildirisi, TGSCM diyagramı, süreç haritası, sebep - sonuç matrisi, paydaşların bağlılık analizi, pareto analizi, veri toplama planı, histogram gösterimi, beyin fırtınası, kök neden analizi, korelasyon analizi, regresyon analizi, serpilme diyagramı, kontrol grafikleri gibi teknikler kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yalın Altı Sigma, Yalın Üretim, Altı Sigma

Tarih: Kasım 2020

ABSTRACT

Lean 6 Sigma Application in Logistics Sector : Ekol Logistics Example

As a result of globalization, companies' interest in concepts such as productivity, zero waste, quality, and customer satisfaction increases even more under conditions where competition among enterprises increases day by day. Lean Six Sigma is a state where Lean approach and Six Sigma are integrated by completing each other's deficiencies. Companies implement the Lean Six Sigma concept, in which they can constantly improve themselves, reduce waste, increase quality, reduce costs and ensure customer satisfaction. This thesis study has been prepared to explain what Lean Six Sigma is, define the methodology and tools used, examine past application examples, and reveal how the process has been improved in a logistics company with the lean six sigma approach. In the application work identification, measurement, analysis, improvement and control steps were followed. Throughout the study, techniques such as project statement, TGSCM diagram, process map, cause - effect matrix, stakeholder commitment analysis, pareto analysis, data collection plan, histogram display, brainstorming, root cause analysis, correlation analysis, regression analysis, scatter diagram, control charts have been used.

Keywords: Lean Six Sigma, Lean Manufacturing, Six Sigma

Date: Kasım 2020

KISALTMALAR

TGSÇM : Tedarikçi, girdi, süreç, çıktı, müşteri

SIPOC : Supplier, input, process, output, customer

TÖAİK : Tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme, kontrol



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 Çekme Kanbanı	10
Şekil 2.2 Malzeme Kanbanı.....	11
Şekil 2.3 İşaret Kanbanı.....	11
Şekil 2.4 Kaizen Şemsiyesi	13
Şekil 2.5 Ürün Tipine Göre Heijunka.....	16
Şekil 2.6 5S Adımları	17
Şekil 3.1 Normal Dağılım ve Sigma Gösterimi	19
Şekil 3.2 2σ seviyesi.....	20
Şekil 3.3 6σ seviyesi.....	20
Şekil 3.4 Altı Sigma Organizasyonundaki Roller	26
Şekil 3.5 Altı Sigma Organizasyonu	30
Şekil 3.6 Kano Modeli.....	38
Şekil 3.7 Pareto Diyagramı.....	41
Şekil 3.8 Kontrol Grafiği Örneği	43
Şekil 3.9 Histogram Grafiği.....	44
Şekil 3.10 Bağımsız Değişkenler Arasındaki İlişki Grafiği	51
Şekil 3.11 Neden - Sonuç Diyagramı (Balık Kılçığı Diyagramı).....	52
Şekil 3.12 Süreç Kontrol Grafiği.....	59
Şekil 3.13 Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği.....	60
Şekil 4.1 Altı Sigma ve Yalın Düşünce'nin Güçlü Yönleri	64
Şekil 4.2 Yalın Altı Sigma Uygulama Alanları	65
Şekil 4.3 Yalın Altı Sigma Kavramının Tarihsel Gelişimi.....	67
Şekil 4.4 Yalın Altı Sigma'nın Anahtarları	68
Şekil 6.1 Ekol Lojistik Ciro	80
Şekil 6.2 Flow-through Işıklı Dağıtım Süreç Haritası	82
Şekil 6.3 Flow -Through Dağıtım Süreci Sebep - Sonuç Analizi	82
Şekil 6.4 İşlenen Koli Sayısını Etkileyen Girdilerin Pareto Analizi	84
Şekil 6.5 Malzeme Akış Haritası	86
Şekil 6.6 Personel Üretkenliği Histogram Grafiği.....	87
Şekil 6.7 İstasyon Yoğunluğu Histogram Grafiği	87
Şekil 6.8 Dağılım Algoritması Performansı Histogram Grafiği.....	88
Şekil 6.9 İşlenen Koli Artık Grafiği	91
Şekil 6.10 Loop Sayısı Artık Grafiği.....	92
Şekil 6.11 Verimlilik ile Uğranılan İstasyon Sayısı Serpilme Diyagramı.....	93

Şekil 6.12 İşlenen Koli Sayısı Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği	97
Şekil 6.13 Üretkenlik Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği	98
Şekil 6.14 Bir Kolinin Uğradığı İstasyon Sayısı Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği	98
Şekil 6.15 İ İstasyon Yoğunluğu Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği	99



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Geleneksel ve Yalın Üretim Arasındaki Fark	5
Tablo 3.1 Sigma Seviyeleri ve Hata Oranları.....	21
Tablo 3.2 Altı Sigma Organizasyonunda Roller ve Sorumluluklar	27
Tablo 3.3 Roller ve Kuşak yada Ünvanlar (Pande, 2004)	29
Tablo 3.4 Altı Sigma Organizasyonun Uygulama Aşamalarındaki Rolu	32
Tablo 3.5 Altı Sigma'nın Adımları ve Kritik Süreçleri	33
Tablo 3.6 Proje Bildirisi Cevap Aranacak Sorular	35
Tablo 3.7 Paydaş Haritası.....	36
Tablo 3.8 TGSÇM (SIPOC) Diyagramı	39
Tablo 3.9 Girdi - Çıktı İlişki Puanı.....	39
Tablo 3.10 Veri Toplama Planı	41
Tablo 3.11 Süreç Yeterlilik İndeksleri ve Formülleri.....	44
Tablo 3.12 Pick Tablosu.....	55
Tablo 3.13 Etki Önem Derecesi Tablosu	56
Tablo 3.14 Hata Olasılığı Değerlendirme Tablosu.....	57
Tablo 3.15 Hatanın Saptanabilirliği Tablosu.....	57
Tablo 3.16 Hata Türleri ve Etkileri Analizi Formu	57
Tablo 4.1 Yalın Üretim Altı Sigma Karşılaştırma.....	63
Tablo 5.1 Yalın Altı Sigma Çalışmalarının Özeti	77
Tablo 6.1 Flow -Through Dağıtım Süreci TGSÇM (SIPOC) Analizi.....	81
Tablo 6.2 Paydaşların Bağlılık Analizi	83
Tablo 6.3 Ölçülecek Parametrelerle İlgili Veri Toplama Planı	85

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Yalın üretimin temelleri, 1950 yıllarında Toyata firmasında atılmıştır . Yalın üretim israfların ortadan kaldırılmasını, maliyetin, stokların ve toplam sürenin azaltılmasını sağlarken, verimliliğin, hızın ve müşteri memnuniyetinin artırılmasını sağlar. Yalın üretim, müşterinin para ödemek istemediği katma değersiz faaliyetlerin tespit edilerek, minimize edilmesini sağlar. Sitemde oluşabilecek 7 temel israfın yok edilmesine odaklanır. Toyota Üretim Sistemini, ilk kez 1991 yılında Womack ve Jones “Dünyayı Değiştiren Makine” adıyla yayınladıkları kitapla tüm dünya’ya tanıtmıştır.

Altı Sigma 1980’li yıllarda Motorola firmasında ortaya çıkmıştır. Altı sigmanın dünyaya tanıtılması, 1989’de Motorola’nın aldığı Amerikan Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü ve GE’nin aynı yıllarda Altı Sigma sistemini kullanarak elde ettiği 600 milyon dolar kar sayesinde olmuştur. Altı Sigma, hizmet veya üretim fark etmeden süreçlerdeki değişkenliği azaltmayı, hataları azaltmayı, karlılığı arttırmayı amaçlayan, yüksek kaliteye ve müşteri memnuniyetine odaklanan verilere dayalı istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı iyileştirmelerin yapılmasını sağlayan bir metodolojidir.

Yalın Altı Sigma yaklaşımının temeli 2000’ li yıllarına dayanmaktadır. Altı Sigma’ nın temellerini atan Motorola, Yalın Altı Sigma ‘nın da ilk adımlarını da atmıştır. Yalın Altı Sigma, gelişimine devam etmektedir. Yalın Altı Sigma, Yalın Üretim ve Altı Sigma’ nın birbirlerinin eksik yönlerini tamamlayacak şekilde ,olumlu yönlerinin dengeli bir şekilde birleştirilmesidir. Yalın Altı Sigma kalitenin arttırılmasını, süreç hızının arttırılmasını, teslimat süresinin azaltılmasını, stoğun azaltılmasını, maliyetin düşürülmesini, ekip çalışmasını, katma değersiz işlerin yok edilerek daha verimli süreçlerin oluşturulmasını, müşteri memnuniyetinin arttırmasını sağlar. Kısa ve özet olarak, Yalın Altı Sigma, Yalın Üretim gibi israflarının ortadan kaldırılarak hızın artırılmasına, Altı Sigma’ daki gibi değişkenliğin azaltılarak kalitenin artırılmasına odaklanır. Yalın Altı Sigma’ da üst yönetici desteği projelerin ilerleyebilmesi ve devamlılığının olması açısından çok önemlidir. Yalın Altı Sigma sadece üretim alanında değil, pazarlama, satınalma, servis, kalite gibi şirketin bütün bölümlerinde uygulanabilir.

Literatür araştırması yapılarak, başka çalışmalarda kullanılan teknikler incelenip, uygulama aşamasında ihtiyaç olan tekniklerin kullanılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada, Yalın Altı Sigma bir lojistik şirketinde depolama faaliyetlerinde verimliliği etkiler hipotezinden yola çıkılarak korelasyon ve regresyon analizleri yapılarak hipotez kanıtlanmaya çalışılacaktır. Projenin kontrol aşamasında projenin başarılı olduğu, çalışma öncesi sonrası grafiklerle de gösterilmeye çalışılacaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde çalışmanın amacı ve yapılacaklar belirtilecektir. Çalışmanın ikinci bölümünde Yalın Üretim'in tanımı, ortaya çıkışı ve gelişimi, ilkeleri ve teknikleri hakkında bilgi verilecektir. Çalışmanın üçüncü bölümünde Altı Sigma 'nın tanımı, ortaya çıkışı ve gelişimi, ilkeleri, organizasyon yapısı, uygulama adımları hakkında bilgi verilecektir. Çalışmanın dördüncü bölümünde Yalın Üretim ve Altı Sigmanın karşılaştırılması, Yalın Altı Sigmanın tanımı, ortaya çıkışı ve gelişimi, ilkeleri, organizasyon yapısı, uygulama adımları ve faydaları anlatılacaktır. Çalışmanın beşinci bölümünde Yalın Altı Sigma ile ilgili literatür çalışması yapılacaktır. Çalışmanın altıncı bölümünde Ekol Lojistik tanıtılıp, firmada gerçekleştirilen Yalın Altı Sigma uygulama çalışmasında izlenen adımlar ve kullanılan araçlar anlatılacaktır. Çalışmanın yedinci ve Sonuç bölümünde uygulama adımları ve yapılan iyileştirmeler anlatılacak, proje sonrası kazanımlar gösterilecek, öneri ve değerlendirmelerde bulunulacaktır.

BÖLÜM 2. YALIN ÜRETİM

2.1. YALIN ÜRETİM TANIMI

Yalın üretim, yapısında gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır. (Türkan, 2010)

Yalın üretim, en az kaynak ile , en kısa sürede, en ucuz ve firesiz (hatasız) üretimi, müşteri talebini karşılayacak şekilde, en az israfla (israfsız) ve üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp üretimin yapılmasıdır. (Ertuğrul, Özveri ve Gündoğan, 2013)

Müşteri taleplerinin müşterinin istediği tarihte teslim edilmesini, hatayı , israfı ve gecikmeyi yok ederek veya minimum seviyeye getirerek değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılmasını, sürekli mükemmelliği yakalamak için çaba harcamasını hedefleyen üretim anlayışıdır . (Öztürk, 2009)

Yalın dönüşüm; değer tanımlanması, değeri oluşturan adımların sıralanması, adımların aksamaya uğramamasının sağlanması ve yüksek verimlilikte yapılmasının sağlanmasının yollarını gösterir. (Womack, 1998)

Yalın üretim her süreçte israfı yok etmeyi amaçlar. İsraf; müşteri için yapılmasının bir değeri olmayan ve müşterinin para vermek istemeyeceği faaliyetler olarak tanımlanır. Bu sebeple yalın üretim tüm israfların, beklemlerin, yapılan fazladan işlerin, stokların, üretim hatalarının ve fazladan yapılan üretimlerin vb. ortadan kaldırılmasını amaçlar. (Mutluer, 2018)

2.2. YALIN ÜRETİMİN ORTAYA ÇIKIŞI VE GELİŞİMİ

I.Dünya Savaşından sonra 1927 yılında Ford'un kurucusu Henry Ford ve General Motors'un kurucusu Alfred Sloan otomotiv sanayisinde uzun yıllardır kullanılan emek yoğun üretim tarzından, kitlesel üretime geçiş yaptılar. Emek yoğun üretim tarzı Avrupalı firmaların öncülüğünde yürüyordu. Kitlesel üretime geçişle birlikte Birleşik Devletler kısa zamanda dünya ekonomisine hakim olmuşlardır. (Eser, 2018)

Yalın üretimin temelleri , 1950 yıllarında Toyota aile üyelerinden biri olan Eiji Toyoda ve Toyota' da mühendis olarak çalışan Taiichi Ohno tarafından , Toyata firmasında atılmıştır . Yalın üretimin bu iki fikir babası 1950 ' de Amerika ' ya Ford firmasının kullandığı kitle üretim sistemini incelemek üzere gider .İncelemeler sonucunda, edindileri bilgiler ışıında Toyoto ' da ihtiyacı karşılayacak şekilde yeni bir üretim anlayışı olan yalın üretimi geliştirirler. (Fırat ve Ceyhan, 2015)

*Forda yapılan ziyarette gereksiz yapılan işlerin ve israfın olduğu fark edilmiştir. Bunun nedeni kitle üretim yapılması olarak gösterilmiştir. Kitle üretim: tek bir ürün üretebilmek için makina ve işçilerin organize edilmesidir. Tek bir ürünü üretmek için makina ve işçilerin aylarca hatta yıllarca çalışması gerekmektedir. (WEB_1, 2017)

* İşçiler beyin gücü olarak algılanıp, üretime katkısı sağlanması yerine , sadece el gücü olarak algılanmaktadırlar. (Aslantaş, 2012)

*İşçiler değişken maliyet olarak algılanmaktadır , işler düştüğü zaman kolaylıkla çıkarılabilmektedir. (WEB_1, 2017)

*Üretimde esneklik olmadığı için kalıp değiştirme süreleri ve bir üründen diğer ürünün üretimine geçiş süreci çok uzun sürmektedir ve zaman kaybı oluşmaktadır. (Kavrakoğlu, 2001)

* Kitle üretimde yüksek lotlu üretim yapıldığı için, ürün stoğu da yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Yüksek stok ,stok maliyeti oluşturmakla beraber, üretimde kalitenin düşmesine de neden olmaktadır.Üretimde çalışanlar , üründeki herhangi bir hata durumunda (ıskarta) durumunda , stoktan ürünün karşılayabileceklerini düşünerek, kaliteli ürün üretimine dikkat etmemektedirler. İskarta hem onarım maliyetine neden olmakta hemde müşteri memnuniyetsizliği oluşturarak , müşterinin güvenini kaybetmeye neden olmaktadır. (Mutluer, 2018)

*Kitle üretimde tedarikçilerde israf kaynaklarından biridir. Tedarikçilerde aynı işçiler gibi değişken maliyet olarak algılanmakta, kısa vadeli sözleşmeler yapılmakta , işler azaldığında veya sorun oluştuğunda tedarikçi sözleşmesi aniden fesh edilmektedir . Tedarikçi seçiminde de ana belirleyici unsur fiyat uygunluğu oluşturmaktadır. (Aslantaş, 2012)

Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno yaptığı incelemeler sonucunda şu yorumu yaptılar ;1950 lerde Amerika farklılık talep etmeyen ve çok sayıda otomobilin satılabileceği, rekabetin az olduğu, orta sınıfın bulunduğu, doymamış bir pazara sahiptir .Bundan dolayı kitlesel

üretim bir sorun yaratmamaktadır. Ancak Japonya’ da durumlar farklıdır . Japonya ‘ da farklı çeşitlikte ürünün talep edildiği , rekabetin daha fazla olduğu bir pazar olup, ürünlerin düşük maliyetli olması için , üretimin tüm israflardan arındırılmış olması gerekmektedir. (Okur, 1997)

Ohno çok sayıda çeşiti, az miktarlarda üretip, israfsız düşük talepleri karşılayabilecek esneklikte bir üretimi yani “Yalın Üretim” sistemini geliştirmiştir.

Japon şirketlerin de yalın üretim sistemini kullanmaları sonucunda Japonya, kısa zamanda bugünkü ekonomik üstünlüğüne ulaşmıştır. (Eser, 2018)

İlk kez 1991 yılında Womack ve Jones “Dünyayı Değiştiren Makine” adıyla yayınladıkları kitapla Toyota Üretim Sistemini tüm dünya’ya tanıtmıştır. (Balcı, 2011)

Tablo 2.1 Geleneksel ve Yalın Üretim Arasındaki Fark (WEB_2, 2013)

	Kitle Üretim (Geleneksel Üretim)	Yalın Üretim
Planlama	Tahmine Göre	Müşteri Siparişi
Üretim	Stok	Müşteri Siparişi
Hazırlık Süresi	Uzun	Kısa
Ürün Grubu Hacmi	Büyük – Stok & Kuyruk	Az – Sürekli Akış
Denetim / Yoklama	Gözlemci / Yönetici	% 100 Çalışan / İşçi
İşçi Yetkilendirme	Az	Yüksek
Yerleşim Düzeni	Fonksiyonel	Ürün Akışı
Esneklik	Az	Yüksek

2.3. YALIN ÜRETİM İLKELERİ

Yalın üretim sistemi ilkeleri: Değer, değer akışı, sürekli akış, çekme sistemi, mükemmellik arayışıdır. Bu unsurlar ile ilgili açıklama aşağıdaki gibidir.

Değer: Değer anlayışı müşteri tarafından oluşturulmaktadır. Değer, müşteri taleplerinin istenilen zamanda, istenilen yerde, istenilen fiyatlarla karşılayan bir hizmettir. (Millard, 1999). Müşteri talebi olan değer iyi anlaşılması çok önemlidir. Dikkat edilmediği müddetçe talep dışı üretim olur. Buda gereksiz zaman, emek, para kaybına neden olur. Değerin doğru tanımlanabilmesi için müşteri ile ilişkiler önemlidir. Müşterinin değer anlayışına uyacak şekilde zamanında ve doğru yapılan üretim ile üretim performansı artar, müşteri memnuniyeti artar ve rekabet gücü artar (Eser,2018)

Ürünü üretirken ve hizmeti gerçekleştirken müşterinin parasını ödediği işler katma değerli, parasını ödemediği işler katma değersiz işler olarak adlandırılır.

Katma değersiz işler (israflar) 2'ye ayrılır; (Çobanoğlu, 2011)

- 1) Hemen yapılması durdurulamayacak, zorunlu katma değersiz faaliyetler
- 2) Hemen yapılması durdurulabilecek, zorunlu olmayan katma değersiz faaliyetler

Değer Akışı: Bir ürünü, hizmeti oluşturabilmek için katma değerli ve değersiz işlerin bütünüdür. Değer akışı tek tek iş adımlarına odaklanmaktan ziyade, sürecin bütününe bakarak bütünü iyileştirmeye çalışır. (Rother ve Shook ,1999)

Değer akışı : Ürünün hammadde olarak olarak başlayıp, üretime girip, nihai ürüne dönüşüp , müşteriye ulaştırılmasına kadar geçen bütün süreçleri içerir. Değer akış haritalaması yaparken, üretim sırasındaki bilgi ve malzeme akışları da gözlemlenerek haritada gösterilir. Bir ürünün ortaya çıkabilmesi için gördüğü bütün süreçler haritalanır. İsrarlar harita üzerinde tespit edilerek, yok edilmeye çalışılır. (Jones ve Womack, 2002)

İsrarlar değer akış haritasında daha net fark edilir. Tespit edilen israrlar yok edilmeye çalışılır.

Üretim Sisteminde oluşabilecek 7 büyük israf vardır. (Sullivan, McDonald, Van Aken, 2002)

- 1) Fazla Üretim: Stoğa neden olan talep dışı, ihtiyaç fazlası üretim
- 2) Hatalı Üretim: Hurda (ıskarta) sonucu tekrarlayan üretime neden olan, ürün teslimat süresini dolayısıyla ürün teslim performansını etki eden hatalı üretimler
- 3) Gereksiz Stok: Talep dışı üretim sonucu oluşan stok, süreçler arası oluşan ara stoklardır. Bunlar stok maliyetine neden olurlar
- 4) Gereksiz İşlemler ve Karışıklık: Müşterinin isteği olmayan gereksiz yapılan işlemler, yalın olmayan, karışık süreçlerdir. Gereksiz işlemlerin sebebi: Yalın tasarlanmamış süreçler, sistemler ve prosedürlerdir
- 5) Malzeme Taşıma: Süreçler arasında ürünlerin bir yerden başka yere taşınması gerekli ama katma değersiz bir iştir. Katma değersiz olup zaman ve maliyet kaybına neden olan bu taşımalar azaltılmaya çalışılmalıdır
- 6) Beklemeler: Para ödenen insan, ham madde, malzeme, yarı mamul, makina vb. faktörlerin bekletilmesi israftır. Beklemeler sıfıra indirilmeli, kaynaklar verimli kullanılmalıdır
- 7) Gereksiz Hareketler: Çalışanların, makinaların fabrika içindeki gereksiz

hareketleridir. Gereksiz hareketin sebebi; yalın tasarlanmamış yerleşim planı, yalın tasarlanmamış işlerdir.

Değer akış haritasının yararları ;

- Süreç akışının bilinmesini sağlar
- Süreçteki israfların fark edilmesini sağlar
- Üretim prosesleri hakkında ortak dil kurulmasını sağlar
- Değer akışlar net olarak haritada görüldüğü için , tartışmaları kolaylaştırır
- Bilgi ve malzeme akışını görmemizi sağlar
- Detaylı olarak süreci tanımlayan nitel bir araçtır

Sürekli Akış: Sürekli akış, müşteri tarafından tanımlanan değer oluşturulabilmesi için proseslerin kesintiye uğramadan, devam etmesidir. Akışı kesintiye uğratabilecek engeller ortadan kaldırılmalı, israflar önlenmeli, değer yaratan süreç adımlarının kesintisiz ilerlemesi sağlanak , kontrolü sağlamalıdır (Türkan, 2010)

Süreç akışının sağlanmasında üretim veya hizmet süresiyle, müşteri talebini kıyaslamamızı sağlayan” takt zamanı “ kavramı kullanılır. Takt zamanı hesaplanırken toplam çalışma süresi, toplam müşteri talebine bölünür. İşletmenin müşterinin 1 adet ürününü üretebilmesi için takt zamanı kadar süreye ihtiyacı vardır. Takt zamanından daha kısa sürede üretim yapmak gereksiz stoğa neden olacaktır, takt zamanından daha geç sürede üretim yapmak ise eksik üretim yapılarak müşteri talebinin karşılanamamasına neden olacaktır. Takt zamanı, Just in Time’ ın temelidir. (WEB_3, 2012)

Çekme Sistemi: Yalın üretimde aslında temel amaç müşterinin ihtiyacını istenildiği zamanda, istenildiği miktarda üretmektir.Çekme sisteminde çalışan makineler kendinden önceki makinanın ittiği ürünleri değil, kendinden sonraki makinanın ihtiyacı kadar, kendinden çekeceği ürünleri üretir. Böylece gereksiz yere üretim yapılmaz (Maraşlı, Coşkun ve Kama, 2016)

Çekme sistemi uygulandığında kontolsüz, istenmeyen stoklar oluşmaz, ihtiyaç kadar üretildiği için üretim kaybı olmaz, daha esnek üretim yapılarak , müşterinin farklı talepleri karşılanabilir. Müşteriler de taleplerinin zamanında karşılanacağını bildikleri için , taleplerinde istikrarlıdır. (Kulaç, 2005)

Çekme sisteminde süreçler arasındaki bilgi akışı “kanban” kartlarıyla olur. Bir sonraki prosesten, bir önceki prosese kanban kartı ile üretim iş emri gönderilir. Kanban kartında ürün tipi ve kaç adet ihtiyaç olduğu yazar. Bu sistemde tedarikçilerde görev alır.

Tedarikçilerinde üreteceği miktar ve üreteceği zaman kendisinden çekilen adete ve zamana göre düzenlenir. (Güner ve Karaca, 2004)

Mükemmellik: Yalın üretimde mükemmellik sürekli iyileştirmeyi amaçlayan, hiç bir zaman iyileşmenin, gelişmenin tamamlanamayacağı bir kavramdır. İsrafı tamamen önleyemeyeceğimizden , mükemmellik ulaşılması mümkün bir hedef değildir .Mükemmellikte odaklanılan sıfır hata kavramı ile, hataları oluştuktan sonra çözmek yerine , en başta oluşmaması sağlanarak ,hataların en az seviyeye düşürülmesi hedeflenir. (Zerenler ve İraz, 2006) Hatasız üretim yapmak ne kadar imkansız gözükse de hataları en aza indirmek, hataların oluşmamasını sağlamak için önleyici bir sistemdir. Mükemmellik anlayışında amaç “iş doğru yapmak” yerine “doğru işi bir defada yapmak” dır.

2.4. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ

Yalın Üretimin temel yedi adet tekniği incelenecektir.

- 1) Tzū
- 2) Kanban
- 3) Jidoka
- 4) Heijunka
- 5) Poke yoke
- 6) Kaizen
- 7) 5s

2.4.1. Tam Zamanında Üretim Sistemi (TZÜ)

TZÜ: İhtiyaç olunan ürünün , gerektiği miktarda, istenildiği zamanda, istenildiği yerde olmasıdır. (Çobanoğlu, 2011)

Üretim şirketlerinde en verimli, en iyi üretimi yapabilmek için israfların, kayıpların sürekli iyileştirilerek en aza indirilmeye çalışıldığı sistemdir. Burada israf olarak tanımlanan şey , müşterinin parasını ödemeye istekli olduğu değer dışında kalan her şeydir. (Fullerton ve McWatters, 2001)

TZÜ dar anlamıyla ihtiyaç olunan ürünün , gerektiği miktarda, istenildiği zamanda, istenildiği yerde olmasını sağlayan malzeme hareketi ve iletilmesidir . TZÜ sistemini gerçekleştirebilmek için Kanban kartları çok uygundur (Chan, 1999)

2.4.1.1. Tam Zamanında Üretimin Temelleri

- Üretim yalın olacak şekilde süreçler tasarlanır
- Üretim esnasında ürün akışına göre , ürünler daha az taşınacak şekilde makina yerleştirilmesi yapılır
- Çalışanlarında İçinde bulunacağı programlar yapılır
- Doğru olan verileri daha hızlı nasıl temin edileceğinin yolları araştırılır
- Güncelliğini yitirmiş raporlar, dökümanlar zaman kaybı yaratacağından, döküman çalışması yapılır
- Hata miktarı azaltılmaya çalışılır
- Sürekli iyileştirmeye önem verilir
- En büyük israflardan biri sayılan stok yok edilmeye çalışılır. (Emre, 1995)

2.4.1.2. TZÜ Hedefler

Tam zamanında üretimin hedefleri 5 tanedir (Browne, Harjen ve Shivnan, 1998)

- Sıfır Hata
- Sıfır Stok
- Sıfır Hazırlık Zamanı
- Sıfır Taşıma
- Sıfır Temin Zamanı

2.4.1.3. Tam Zamanında Üretimin Avantajları

En aza indirilmiş stok seviyesi, iyileştirilmiş sürdürülebilir kalite, en az seviyeye indirilmiş hata, azaltılan tekrarlayan işler, artırılmış çalışan motivasyonu, artırılmış verimlilik değerleri, artırılmış daha esnek üretim, daha az stoklama yeri ihtiyacı, en az seviyeye indirilmiş üretim maliyetleri, kısa süren üretim zamanı , geliştirilmiş problem çözme teknikleridir.(William, 2002) Çalışanların poka yoke tekniğini kullanması sorunun temeline inerek , problemi çözmesini sağlar . Böylece hata azalır, hataya ayrılan zaman azalır (Mclachlin, 1997)

2.4.2. Kanban

Tam zamanında üretim : ihtiyaç olunan ürünün , gerektiği miktarda, istenildiği zamanda, istenildiği yerde olmasıdır. TZÜ sisteminde süreçlerin hangi ürünü ne kadar üreteceklerini, ne zaman üreteceklerini bildiren bilgi sistemine ihtiyaç vardır. Bu bilgi akışı Japonca ‘ da kart anlamına gelen kanban ile sağlanır. (Orbak ve Bilgin, 2005) Kanban; üretim ve malzeme akışını yönetmek için kullanılan, üretim süreçlerine hangi ürün, ne zaman, ne miktarda üreteceklerini ve nereye gitmesi gerektiğini belirten bir bilgi sistemidir.

2.4.2.1. Kanban Çeşitleri

Çekme Kanbanı: Bir sonraki istasyondan , bir önceki istasyona ihtiyaç olunan parça ve ihtiyaç olunan miktarı çekmek için gönderilen karttır. Önceki istasyonun ürettiği ürünleri, sonraki istasyona çekmek için çekme kanbanı kullanılır (Çobanoğlu, 2011)

Stok Raf No :5E215 Parça Arka No: A2.15			Önceki Operasyon
Parça No : 356 70 S 07			Dövme
Parça Adı : Tahrik Pimi			B-2
Araba Tipi :S*50 BC			Sonraki Operasyon
Kutu Kapasitesi	Kutu Tipi	Sayı	Talaşlı İmalat M-6
20	B	4/8	

Şekil 2.1 Çekme Kanbanı (WEB_4, 2010)

Tahrik pimi dövme istasyonundan 20 adet talaşlı imalat operasyonuna çekiliyor. Örnekteki kanban 8 kanbanın 4. südür .Üretilecek ürün S*50 BC aracıdır.

Üretim Kanbanı: Bir önceki iş istasyonuna ihtiyaç olunan üründen , ihtiyaç kadar üretilmesi için sipariş üretim kanbanı ile bırakılır (Demirkır, 2008)

Tedarikçi Kanbanı: Dışarıdan tedarikçi den alınacak olan hammaddelerin , tedarikçi firmalara talimatını içeren çekme kartıdır .

Tedarikçi kanbanında ihtiyaç olan ürün bilgisi, adet bilgisi, termin süresi, tedarikçi ismi yazmaktadır.

Acil İhtiyaç Kanbanı: Üretimde planlanmayan şekilde ortaya çıkan hatalı üretim , müşterinin talebini değiştirmesi gibi durumlarda operasyonda kullanılan üretim bitip , ihtiyaç tamamlanınca toplatılan kanbanlardır (Aslantaş, 2012)

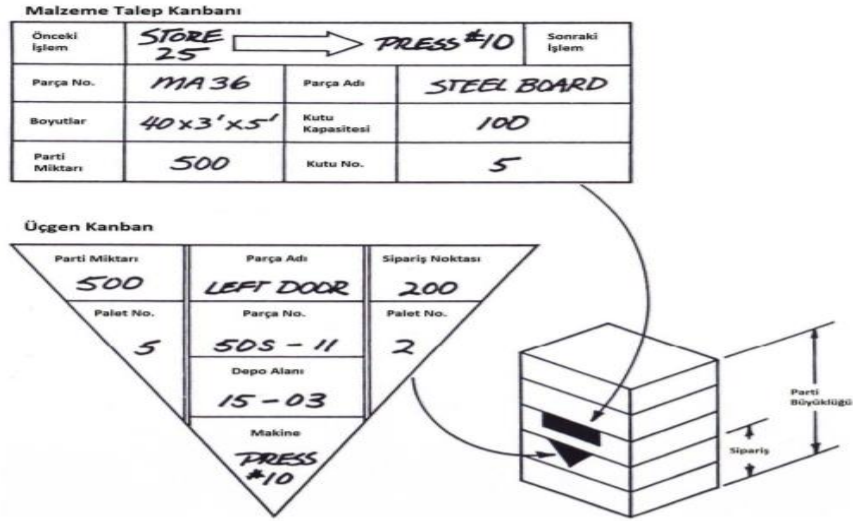
Özel Kanban: Sipariş üretimi için hazırlanan ve her sipariş için dağıtılıp toplanan bir kanban türüdür. (Aslantaş, 2012)

Malzeme Kanbanı: Parti üretiminde ihtiyaç olan ürünü üretmek için malzeme kanbanı kullanılır. Eger yeniden sipariş noktası işaret kanbanından daha yüksekte ise , daha önceden önlem alınarak malzeme üretimi sağlanmalıdır (Eser, 2018)

Önceki Hücre		Sonraki Hücre	
Nihai Ürün		Parça Adı	
Malzeme Boyutu		Kap Kapasitesi	
Parti Miktarı		Kap Sayısı	

Şekil 2.2 Malzeme Kanbanı (Aygün, 1995)

İşaret Kanbanı: Parti üretimlerde üretim kanbanı görevini görür. İşaret kanbanı , parti ürün üzerinde önceden hesaplanmış seviyeye (yeniden sipariş seviyesi) yerleştirilir. Bu noktadan sonraya parti adeti düşerse, sinyal kanbanı sayesinde malzeme talep kanbanıyla üretime talimat gönderilir. (Şahin, 2011)



Şekil 2.3 İşaret Kanbanı (Şahin, 2011)

Üçgen sinyal kanbanında, ürün adeti yeniden sipariş seviyesi olan 200 adete düştüğünde, 10 nolu preste 500 adetlik parti halinde ürün basılması gerekliliğinin sinyalini veriyor. Bu aşamada ikinci sinyal kanban türü olan malzeme talep kanbanı

devreye girer. 500 adetlik ürününün üretilip 10 numaralı prese gönderilmesi için, 25 numaralı prese üretim siparişi gider. (Şahin, 2011)

2.4.2.2. Kanban Avantajları

Kanbanın başlıca avantajları aşağıda belirtildiği gibidir.(Demirkır,2008)

- Prosesler arası bilgi akışını sağlar
- Ayrıca stok yönetimine ihtiyaç yoktur
- Fazla üretim yapılması engellenir
- Görsel kontrol koyarak, hataları engeller
- Ara stokların yönetilmesini sağlar
- İsrafi en az seviyeye indirir
- Değişimlere karşı esnek olmayı sağlar

2.4.3. Kaizen

Kaizen japonca bir kelime olup, “kai” değişim; “zen” iyi anlamına gelmektedir. Daha iyiye değişim, gelişim anlamıyla sürekli gelişim demektir. Kaizen sadece fabrikada kullanılacak bir sistem olmayıp, evde, okulda, hastanede hayatın her alanında uygulanabilir bir sistemdir. (Özçelikel, 1997)

Kaizen büyük değişiklikler veya dev adımlar değildir, kaizen küçük küçük adımlarla sürekli gelişmeyi ifade eder. (Imai, 2003)

Kaizen yöneticisinden işçilerine kadar herkesi kapsayan iyileştirmelerdir. Kaizen felsefesine göre işletmede iyileşmenin olmadığı tek bir gün bile olmamalıdır. Kaizen, Japonlara özgü çok sayıda uygulamayı bir araya getiren şemsiye kavramdır. (Imai, 1994)

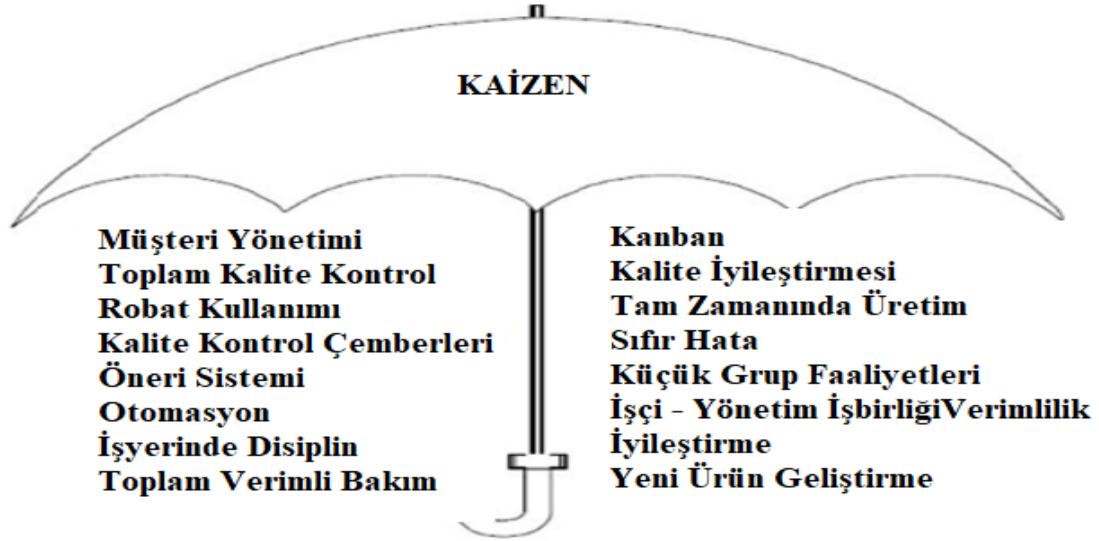
Kaizen’in temel yaklaşımlarını dört madde halinde sıralamak mümkündür. (Özalp, Oktal ve Ulukan, 1997)

1) Çalışanlara odaklanılır. Çalışanlar, yaptıkları işi daha verimli ve etkili nasıl yapabileceklerini bulmaları konusunda teşvik edilir

2) Ekipman gelişmeleri üzerine odaklanır. Buna göre işyeri düzenlemeleri, ekipmanın kalitesinin yükseltilmesi çalışmaları yapılır.

3) Üretim için gerekli olan süreç ve prosedürler üzerine odaklanır. Süreç ve prosedürler gözden geçirilir. Eğitimi ve gelişmeyi kısıtlayan politikalar uygulanmaz.

4) Yenilikler üzerine odaklanır. Bu aşamada, önceki üç aşamada elde edilen sonuçlar maksimum seviyeye ulaştığında devreye girer.



Şekil 2.4 Kaizen Şemsiyesi (WEB_5, 2014)

2.4.3.1 Kaizen Süreci

Kaizende iyileştirmeler küçük, hızlı ve sürekli. Herkesin katılımı çok önemli. Kaizen’de iyileştirmeler yapılırken PUKÖ döngüsü yaklaşımı kullanılır. PUKÖ’nun adımları, Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al. (Çobanoğlu, 2011)

Planlama: Pukö döngüsündeki en önemli adım planlama aşamasıdır. Planlamanın doğru yapılamaması, kontrol et ve önlem al aşamalarının da uzamasına neden olmaktadır. Hedefler ölçülebilir olmalıdır. İlk konulan hedeflerin zor olmaması gerekmektedir. Aksi takdirde hedef tutmayınca motivasyon kaybına neden olacaktır. Planlama aşamasında hedefe ulaşmak için 5N1K yöntemi yani neyin, ne zaman, nerede, nasıl ve kimler tarafından yapılacağına adım adım belirlenmesi gerekmektedir. Doğru bir plan, zor ve karmaşık süreçleri basitleştirerek en kısa sürede hedefe ulaşılmasını sağlamaktadır. Çalışma standartları, prosedürler ve kontrol formlarıyla takibi gerekli olan kurallar hazırlanmalıdır.

Uygulama: Planlama aşamasında belirlenen askiyonların uygulandığı aşamadır. Problemin tekrarını önlemek için plan uygulanıp , takip edilmelidir

Kontrol Et : Bu aşamada planlamada belirlenen hedeflere ne kadar yaklaşıldığını tespit edilmesi amacıyla uygulamalar kontrol edilir. Eğer yapılan kontroller sonucunda

uygulama başarılı ise standartlaştırılır. Eğer hedefe ulaşamadıysa sapmalar belirlenip raporlanır.

Önlem Al: Sapmaların nedenleri araştırılarak, çözülmeye çalışılır. Oluşabilecek olası sorunlar için, önlem alınır. Hedefe ulaşıldığı takdirde kalıcı bir sisteme geçiş sağlanır.

2.4.3.2. Yönetimde Kaizen

Üst Yönetim: Kaizenin uygulanabilmesi için destek vermelidir. Sistem ve alt yapının kurulmasını sağlamalıdır. Kaizen amaçlarını belirlemelilerdir.

Orta kademe yöneticiler: Üst yönetim tarafından belirlenen kaizen amaçlarının gerçekleşmesini sağlamak için bilgi ve becerilerini geliştirici faaliyetlerde bulunmalıdır

Alt kademe yöneticiler: Bunlar, iş görenlerle orta yönetim arasında iletişimi sağlamalıdır.

İş görenler: Küçük grup toplantıları sayesinde Kaizen programlarına aktif biçimde katılarak bilgi ve becerilerini artırmalıdır.

Kaizen şirkette herkesin görev aldığı bir yaklaşımdır

2.4.3.3. Kaizen Yararları

Kaizenin başlıca yararları aşağıda belirtildiği gibidir. (WEB_6, 2009)

- Şirketteki çalışanların aynı hedef için çalışmalarını sağlar
- Etkileşim içinde olan birimlerin ortak sorunlarının daha kısa sürede çözülmesini sağlar
- Çalışanlarında söz sahibi olmasını sağladığı için motivasyon sağlar, bilgi seviyeleri artar
- İyileştirme odaklı olunduğu için verimlilik artar
- Şirkette canlılık oluşur

2.4.4. Jidoka (Otonomasyon)

Makina ve operatörlere ilk hatalı üretim olduğunda daha fazla israfın olmaması adına hattın durdurulma yetkisinin verilmesidir. Makinaların hatalı üretimi anlaması için insan zekasına sahip otomasyon (otonomasyon) kurulması gerekir. Jidoka sisteminde operatörün bilinçli olması çok önemlidir. Çünkü hem doğru kontrolleri yaparak hattı gereksiz yere durdurmamalı, hem de sorunun kök nedenine inerek problemi çözmesi

gerekmektedir. Makinalara sorun tespit edebilme ve gerektiğinde hattı durdurabilecek özellik kazandırılır . Böylece operatörün işi rahatlayacağı için birden fazla makina ile ilgilenebilir (Edwards,Edgell ve Richa, 1993)

2.4.4.1. Jidokanın İlkeleri

- Hatanın fark edilmesi
- Makinanın durdurulması
- Acil sorunun çözülmesi
- Sorunun kök nedenine inerek, probleme kalıcı çözüm bulunması

2.4.5. Poka-Yoke

Japonca’da poka hata; yoke ise ortadan kaldırmak anlamına gelmektedir. Poke - yoke Japonca’da “hata önleme “anlamına gelmektedir. İnsan kaynaklı dikkatsizlik, unutkanlık, eğitimsizlik vb. durumlardan oluşabilecek hataların önlenmesini ve hataların ortadan kaldırılmasını sağlayarak, sıfır hata ile üretim yapılmasını amaçlar. (Robinson, 1997)

Hataları engelleyebilmek amaçlı ürünlerin kontrolünün sağlanması, hattın durdurulması ve operatöre uyarı verebilmesi için üretim hattına sensörler, ışıklar, sayaçlar takılıp, hatayı fark edebilecek cihazlar yerleştirilir. (Okur, 1997)

Poke-Yoke istenilen kalitede üretim yapmaya olanak sağlar. Hatalı üretim yapılmasını en başta engellediği için hatalı ürünlerin tekrar işlenmesinden doğacak zaman ve maliyet kaybını önler, ıskartaya çıkan ürün oranını azaltır, operatörlerin kalite kontrole harcadığı süreyi azaltır, operatörlerin daha fazla makina ile ilgilenmesine olanak sağlar.

2.4.6. Heijunka (Üretim-Talep Dengeleme)

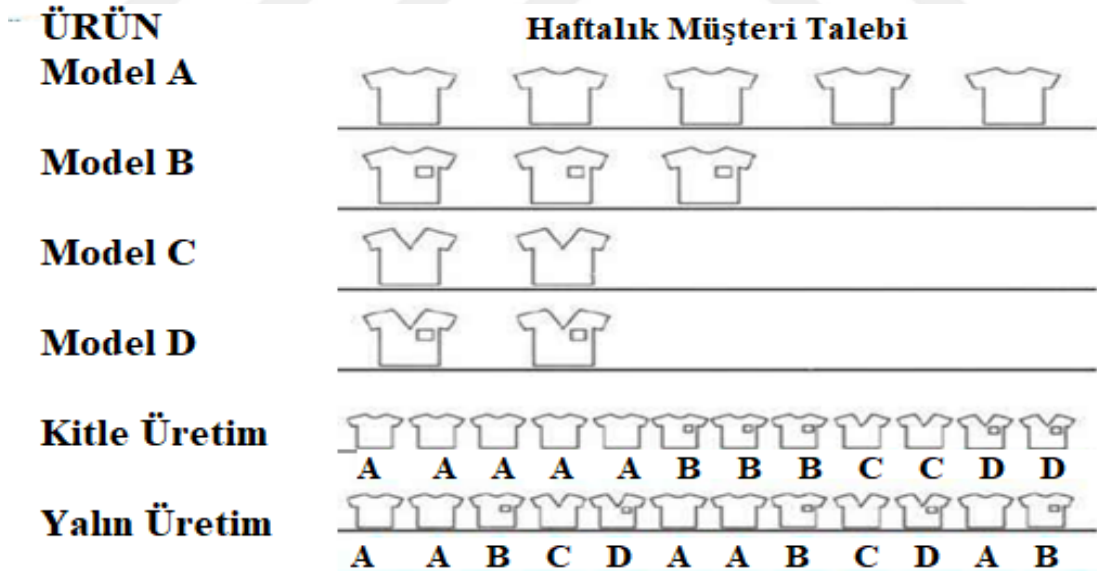
Talep değişikliklerinden üretimin etkilenmemesi için oluşturulmuş dengeli üretim sistemi olarak tanımlanır. Talepler incelenerek, taleplerin nasıl değişkenlik gösterdiği ortaya konmalıdır. Talepleri karşılamak için her gün aynı adette aynı model ürün üretilerek şekilde planlama yapılır. Üretimin, talep değişiklikleri ve stok tehlikesi (ürünün az olması veya fazla üretim) yaşamadan denge ve düzen içinde olabilmesi yani dengeli üretilmesi gerekmektedir. (Eser, 2018)

Çevrim süresi, belli miktardaki işin tamamlanabilmesi için gerekli olan süredir. Üretim, çevrim sürelerine uygun sürede gerçekleşirse, hem zamanında üretim sağlanır, hemde ihtiyaç duyulduğu kadar üretim sağlanmış olur. (Cusumano, 1989)

Heijunka, müşteri taleplerine göre üretim planlamayı en iyi şekilde yapmayı amaçlar. Heijunka değişkenlik gösteren taleplere kitle üretimi yapmak yerine, ürün tipi ve miktarına göre seviyelendirme yaparak üretimi planlayıp üretilmesini sağlar. Her üründen azar azar üretilir, sık sık ürün değişimi olur. Bundan dolayı set up sürelerinin kısa olması çok önemlidir. (WEB_7, 2018)

Heijunka ile talep dengelemenin üretime sağlayacağı faydalar (Ohno, 1988)

- Her üründen azar azar üretmek müşterinin beklemesini azaltır
- Acele etmeden, planlı, dengeli üretim yapıldığı için hata oranı azalır
- Müşteri talebi kadar üretim yapıldığı için stok maliyeti azalır
- Talepler dengeli olduğu için, üretimde hangi aşamada bulunduğu takip edilip, bir sonraki üretim öngörülebilir
- Makine ve işgücü kaynakları dengeli kullanılarak israflar azaltılır
- Çalışanlara aşırı yük binmesi engellenir

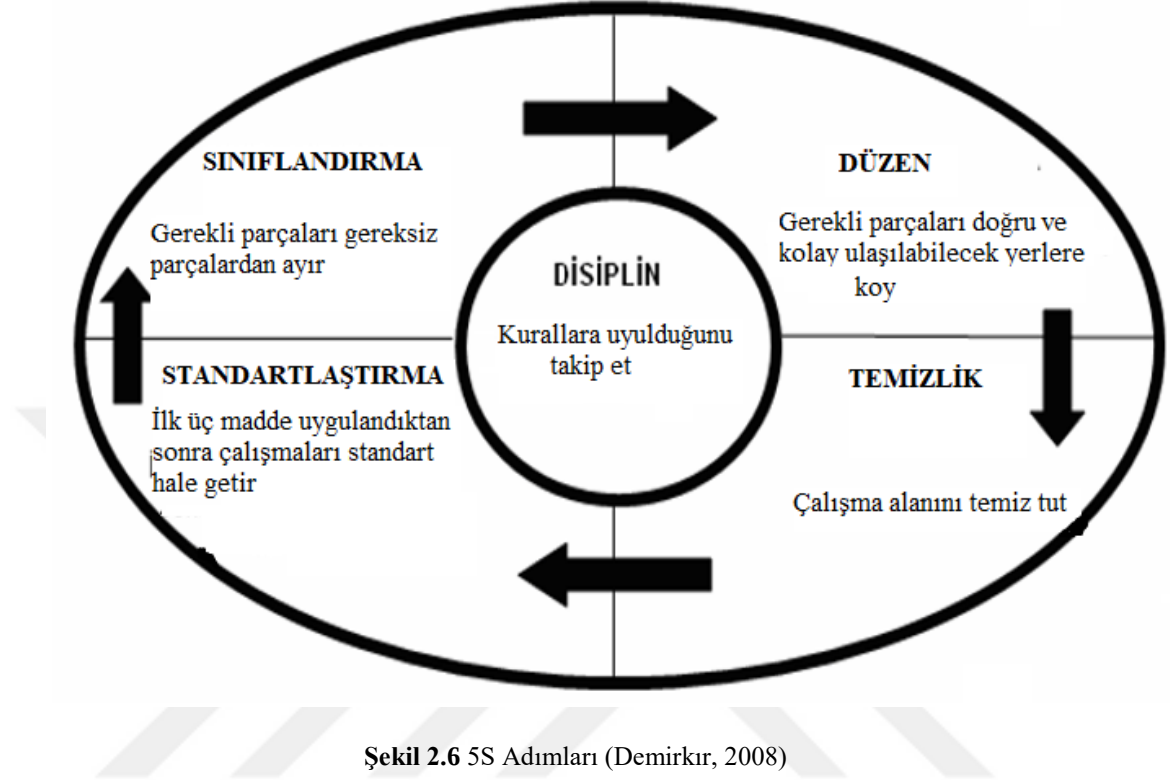


Şekil 2.5 Ürün Tipine Göre Heijunka (WEB_7, 2018)

2.4.7. 5S

5 S i uygulayan iş yerlerinde, gereksiz her şey engellenir ve daha verimli daha sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulur. 5 S Japonca Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

kelimelerin “S” ile başlayan baş harflerinden gelmektedir. 5 S i şöyle aşağıdaki gibi açıklarız.



Şekil 2.9 5S Adımları (Demirkır, 2008)

Seiri (Sınıflandırma): Bu aşama ilk aşamadır ve bu aşamada üretimde gerekli olan malzeme ve gereksiz olan malzemeler ayırt edilir. Kullanım sıklığına göre malzemeler sınıflandırılır. Sınıflandırmadan sonra hiç kullanılmayan ürünler yok edilirken diğerleri kullanım sıklığına göre sınıflandırılır

Seiton (Düzen): Bir önceki sınıflandırma aşamasında gerekli olarak belirlenmiş malzemelerin yerleri düzen aşamasında belirlenir. Kullanım sırası ve sıklığına göre malzemelerin yerleri belirlenir. Böylece ihtiyaç olan malzeme aranmadan, hareket kaybına neden olmadan, gereksiz stoğa neden olmadan kolayca yerinde bulunacaktır. (Patel ve Thakkar, 2014)

Seiso (Temizlik): Çalışma yerlerinin ve makinaların kir, toz, yağ vb. kirlerinin temizlenmesi ve sürekli temiz tutulmasıdır. Temiz ortam motivasyonu artırır, daha verimli çalışmayı sağlar, dikkati artırır, iş güvenliğini artırır ve daha kaliteli ürünler üretilmesini sağlar. (Eser, 2018)

Seiketsu (Standartlaştırma): Sınıflandırma, düzen ve temizlik olan ilk üç aşamanın alışkanlık haline dönüştürülerek standartlaşmasının sağlanmasıdır.

Shitsuke (Eğitim ve Disiplin): Son aşamada ise diğer aşamalarda yapılan bütün aktivitelerin sürdürülebilir olması için eğitimler verilir, yapılan iyileştirmeler duyurulur, ödüllendirme yapılır. Faaliyetlerin hepsine çalışanların fiili olarak katılmaları sağlanır. Çalışanlar, motivasyonu arttığı için daha işini benimseyerek , sorumluluk alarak dikkatli şekilde çalışacaktır böylece üretim daha kaliteli ve verimli olacaktır. (Agrahari, Dangle ve Chandratre,2015)



BÖLÜM 3. ALTI SİGMA

3.1. ALTI SİGMA (Σ) TANIMI

Sigma eski bir Yunan harfidir ve “ σ ” sembolüyle gösterilir. Sigma (σ) standart sapmayı ifade etmektedir. Standart sapma ortalamadan (μ) değişkenliği , farklılığı ifade eder.

Şu şekilde formüle edilir⁸⁵ ;

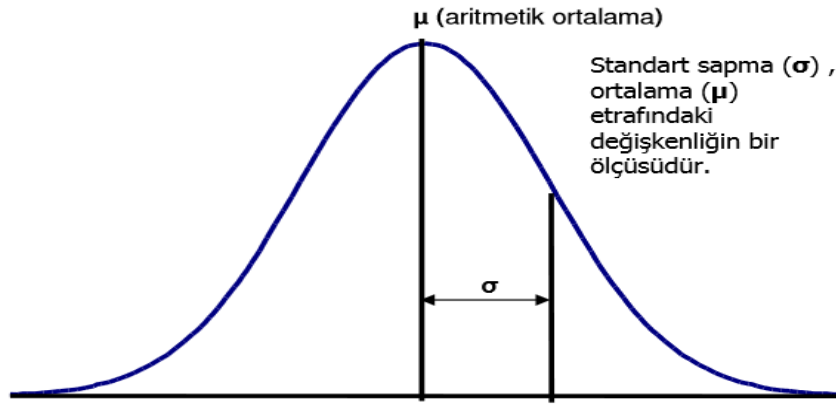
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$$

Formülde ;

X alınan bağımsız örneğin ölçüm değeri,

μ örneği temsil edilen kütlenin aritmetik ortalamasını,

N alınan örnek büyüklüğünü temsil eder.



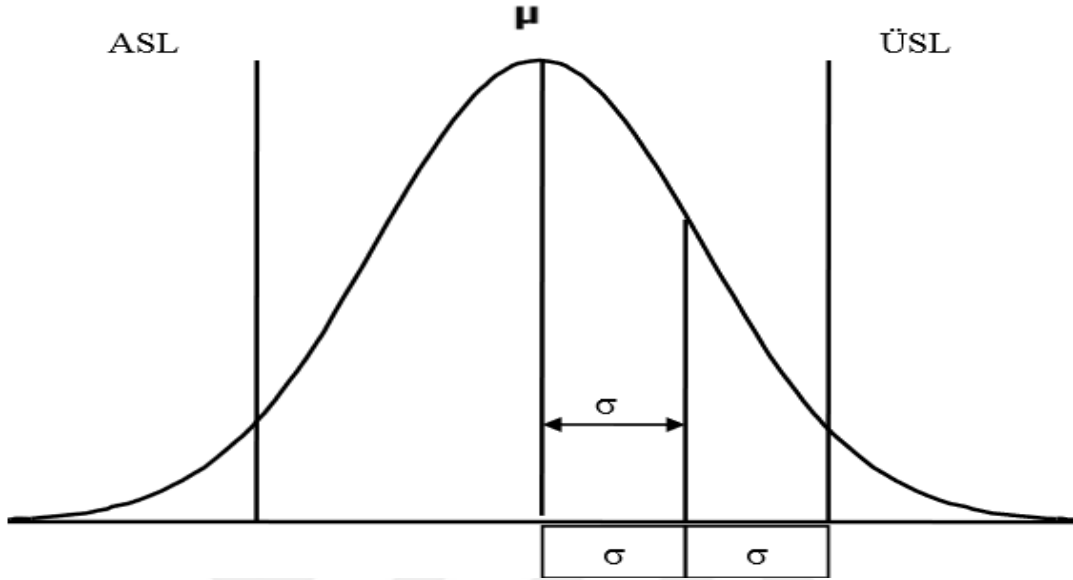
Şekil 3.1 Normal Dağılım ve Sigma Gösterimi (Kayacık, 2010)

Standart sapma değeri, değerler arasında değişkenlik, farklılaşma arttıkça büyür ve değişkenlik, farklılaşma azaldıkça da küçülür. (Çakır, 2011)

Müşterilerilerin proste minumum ve maksimum beklentileri spesifikasyon sınırlarını oluşturmaktadır. Spesifikasyon sınırı içerisinde kaç adet standart sapmanın sığabildiği prosesin sigma seviyesini belirtmektedir.

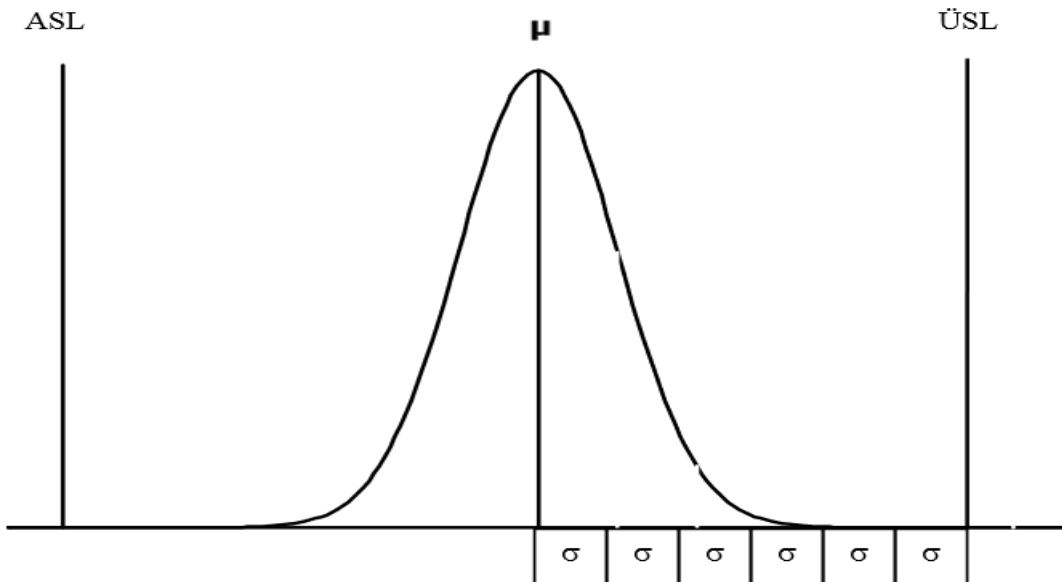
Sigma seviyesi prosteki hataların hangi sıklıkta oluştuğunu gösterir. Yüksek sigma seviyesi olan proste hata olasılığı azdır. Sigma seviyesi artarken hata azaldığı için maliyet ve çevrim zamanı azalmakta, buna bağlı olarak müşteri memnuniyeti de artmaktadır. (Öztürk, 2009)

2 σ seviyesi müşterinin kabul edebileceği alt ve üst sınır limitleri arasına iki adet sigmanın sığmasıdır. 2 Sigma milyonda hata sayısının 308.770 olması anlamına gelmektedir.



Şekil 3.2 2 σ seviyesi (Sucu, 2009)

6 σ seviyesi müşterinin kabul edebileceği alt ve üst sınır limitleri arasına altı adet sigmanın sığmasıdır. 6 Sigma milyonda hata sayısının 3,4 olması anlamına gelmektedir.



Şekil 3.3 6 σ seviyesi (Sucu, 2009)

Tablo 3.1 Sigma Seviyeleri ve Hata Oranları (Akdamar , 2014)

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

1980' li yıllarda Motorola firmasında Altı Sigma'nın kuruculuğunu ve gelişimini üstlenmiş olan Mikel J. Harry ve Richard R.Schroeder Altı Sigma'yı şu şekilde tanımlar. "Altı Sigma; süreçlerdeki israfın ve fazla kaynak kullanımının azaltılmasıyla, müşteri memnuniyetini arttıran bir iş sürecidir". (Harry ve Schroeder, 2000)

Altı Sigma'nın bir diğer tanımına göre "Altı Sigma; müşteriler için önemli olan faaliyetlere odaklanarak, süreçlerdeki hatanın ve kusurların nedenlerini bulmayı ve bunları yok etmeyi amaç edinmiş süreç iyileştirme yaklaşımıdır". (Dirgo, 2006)

Başka tanıma göre "Altı Sigma, hizmet veya üretim fark etmeden süreçlerdeki hataları azaltmayı amaçlayan, disiplin gerektiren, verilerle çalışılan bir yöntemdir. Altı Sigma'nın amacı, şirkete değışkenliğin azaltılması ve süreç iyileştirilmesini sağlamak için veri, ölçüm ile çalışılan bir strateji oluşturmaktır". (WEB_8, 2000)

Başka bir tanıma göre ise "Altı Sigma; süreçleri ve ürünleri, müşteri ihtiyaçlarına göre iyileştirip, verimliliği artırıp sürekliliği sağlamak için, verileri, bilimsel ve istatistiksel yöntemleri kullanarak, hedeflere ulaşmak için projeler ile çalışılan bir yöntemdir." (Işığışok, 2005)

3.2. ALTI SİGMA'NIN ORTAYA ÇIKIŞI VE GELİŞİMİ

Altı sigma birden bire oluşan bir kavram değildir, uzun yıllardır yapılan kalite çalışmalarının sonucunda varılan en son noktadır. Aslında altı sigma yeni bir icat değildir, bilinen ancak işletmelerde pratikte uygulanmayan bilimsel tekniklerin doğru proje

yönetimi ile uygulanarak, iyileştirmeler sağlandığı, hata oranlarının azaltıldığı, yüksek karlılıkların elde edildiği bir metodolojidir. (Kayacık, 2010)

1970 'lerde Amerikan şirketi olan Motorola Quasar şirketini (Tv üretim fabrikası) yüksek verimsizlikten dolayı, Japon şirketi olan Matsushita'ya satmıştır. Matsushita'nın yaptığı değişikliklerle, fabrikada Motorola'nın yönetiminde %150 olan hata oranı , Japon şirketi yönetiminde %3 ' e kadar düşmüştür. (Akın, 2010)

Japonlar hata oranını düşürürken ekstra iş gücü, teknoloji veya tasarım kullanmamışlar ancak maliyeti azaltmayı başarmışlardır. Bu da açıkça problemin Motorola'nın yönetimden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Motorola yöneticileri problemin kaliteye bağlı olduğunu tespit ettikten sonra bunun üzerine , kalite ve yönetim sistemlerinin tekrardan incelenmesine karar vermişlerdir. (Demiralp, 2014)

1980'li yıllarda üst düzey yönetici olan Bob Galvin (icra kurulu başkanı), Bill Smith (istatistikçi) ve Mikel Harry (mühendis) 'i bir araya getirmiştir. Bu birliktelikten ortaya çıkan çalışmalar Altı Sigma'nın ortaya çıkışını sağlamıştır.

Süreçlerdeki değişkenliklerin fazla olması müşteri beklentisinin karşılanamamasına ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olduğu tespit edilmiştir. (Karakoç, 2017)

1985'te Smith'in hazırladığı kalite raporunda, ürünün üretim aşamasında yeniden işlenmesiyle, ürünün ömrü arasında ilişki olduğunu ortaya konmuştur. Yeniden işlenen ürünler müşteriye gittiğinde sorunlar yaşanmakta, ürün ömrü kısa olmakta müşteri memnun kalmamaktadır. Raporda ayrıca standartlara daha az uygunsuzluk gösteren ürünlerde, müşteri memnuniyetinin yüksek olduğu ve kullanım ömrünün uzun olduğu belirtilmiştir. Asıl problem olan hataların azaltılması ile ilgili Smith 4 adımdan oluşan problem çözme yaklaşımı MAIC (Ölçme, analiz etme, geliştirme, kontrol etme) geliştirdi. Daha sonradan MAIC Altı Sigma seviyesine ulaşabilmek için kullanılan bir yöntem olmuştur. (Brady, 2005)

1987'de Galvin, Motorola'nın stratejisini oluşturan "Altı Sigma Kalite Programı" isimli yeni kalite yaklaşımını uygulamaya başlamıştır. (Brady, 2005)

Motorola' da Altı Sigma kalite programı uygulandıktan sonra, 1989'da Motorola, Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü'nü kazandı. Bu ödülle birlikte Altı Sigma bir çok firmanın dikkatini çekmiştir. (Çabuk, 2010)

1991 ‘ de Motorola’ da Bill Smith ve Mikel Harry “Altı Sigma Araştırma Enstütüsü” nü kurmuştur. Metodolojinin farklı süreçlerde uygulanması için araştırmalar yapılmıştır. (Özdemir, 2004)

Altı Sigma ‘ya başka bir katkıda Asea Brown Broveri Marine Corps tarafından yapılmıştır. Altı Sigma’ya Şampiyon, Uzman Kara Kuşak, Karak Kuşak ve Yeşil Kuşak kavramlarını içeren rolleri getirmiştir. (Özdemir, 2004)

1993 yılında Allied Signal firması süreçlerinde Altı Sigmayı uygulamıştır. Böylece Altı Sigma Motorola dışında iş hayatında da uygulanmaya başlanmış oldu. (Karakoç, 2017)

Allied Signal firması Altı Sigma’nın iyileştirme metodolojisi olmaktan, işletme stratejisi haline gelmesine katkı sağlamıştır. (Özdemir, 2004)

Allied Signal firması Altı Sigmayı kullanmaya başlamadan önce 14 milyar dolar cirosu varken , 8 yılın sonunda 800 milyon dolar kar elde etmiştir. (Aygüden, 2006)

1995 yılında General Electric firmasının Altı Sigmaya büyük katkıları olmuştur. Motorola altı sigmada ilk olarak üretime odaklanmıştır , bu ilk kuşak altı sigma olarak adlandırılır. General Electric altı sigmayı üretim dışında ticari servislere, servis süreçlerine de yaygılaştırarak ikinci kuşak altı sigmayı başlatmıştır .Yani ikinci kuşak altı sigma uygulamaları üretim dışında satış, dağıtım, pazarlama, tasarım gibi süreçleri de kapsar hale dönüşmüştür. (Kayacık, 2010)

Allied Signal ve General Electric firması proje hedeflerinin ve kilit değişkelerinin tanımlanmasını içeren “Tanımlama” aşamasını eklemiştir. (Özdemir, 2004)

General Electric firması Altı Sigmayla ilgili eğitimlere yaklaşık 400 milyon dolar harcanmış, yapılan Altı Sigma çalışmaları sonucunda 600 milyon dolar kar sağlamıştır. (Karakoç, 2017)

3.3. ALTI SİGMA’NIN İLKELERİ

Altı Sigma’nın şirket içinde başarılı şekilde sürdürülebilmesi içi şirketin bazı ilkeleri benimsemesi gerekmektedir. Altı Sigma’nın 6 ilkesi bulunmaktadır.

3.3.1. Müşteri Odaklılık

6 Sigma’ da odak müşteridir. Müşterinin değerleri doğru tespit edilmeli ve bu konularda müşteri memnuniyeti arttırılmalıdır. 6 Sigma’da başarı göstergesi müşteri memnuniyet derecesidir. (Çabuk ve Karayılmazlar, 2010)

3.3.2. Süreç Odaklılık

Eski klasik kalite anlayışı sonuç odaklıydı. Yani kalite sorunu olduğunda sadece sorun anlık giderilmeye çalışılıyor, sorunun kök nedenlerine inilmiyordu. 6 Sigma ‘daki kalite kontrol anlayışı ise süreç odaklıdır. Hataların , problemlerin kök nedenleri tespit edilip çözülerek, hataların yeniden oluşması önlenir. Bu sayede Altı Sigma ‘nın hedeflerinden biri olan sıfır hata sağlanarak, tekrardan işleme ve ıskarta maliyetlerinden kurtularak, maliyet azaltılır. (Tırpan, 2010)

3.3.3. Verilere Dayalı Yönetim

Bir çok işletmede alınan kararlar tahmine, tecrübeye, varsayıma dayanmaktadır. Oysa bu dayanakların hiç birinde veri veya analiz bulunmamaktadır. 6 sigma “ verilere dayalı yönetim “ sistemidir. Güvenilir verilerin analizi sonucunda alınan kararlar daha gerçekçi ve faydalı olacaktır.(Tırpan, 2010)

3.3.4. Proaktif Yönetim

Altı Sigma yönetim felsefesinde “ proaktif “ sözcüğü sorunla karşılaşmadan önce tedbir alma, faaliyete geçme anlamına gelmektedir. Oluşabilecek sorunları önceden tespit etmeyi ve önlem almayı amaçlar. Altı sigma dinamik, farkındalığı olan, proaktif yönetim tarzını gerçekleştirebilmek için gerekli araç ve uygulamaları kullanır. Kriz durumunda şirketlerin kriz çözümleriyle uğraşması, kontrolün kaybedildiğini gösterir. Aslında krizlere karşı önceden önlem alınmış olması gereklidir. (Demiralp, 2014)

3.3.5. Sınırsız İşbirliği

Şirketlerin müşterileriyle, tedarikçileriyle, şirket içi çalışanlarının birbiriyle olan işbirliği 6 Sigmanın başarılı şekilde yürütülmesi açısından önemlidir. Altı Sigma insanların kendi pozisyonlarını ve faaliyetler arasındaki ilişkiyi fark etmelerini sağlayarak iş birliğinin oluşmasına katkıda bulunur. (Yavuz, 2006)

Altı Sigma’ da sınırsız iş birliği son kullanıcıların beklentilerinin doğru belirlenmesini ve süreçlerdeki iş akışının anlanması gerektirir. Altı Sigma, müşteri ve süreç ile ilgili bilgileri herkese fayda sağlamak için kullanmayı amaçlar. Bu sayede Altı Sigma ekip çalışmasına yatkınlığı olan ortamı ve yönetim yapısını oluşturabilir. (Pande, Neuman ve Cavanagh, 2000)

3.3.6. Kusursuz İste Başarısızlığa Tolerans Göster

Gerçek hayatta olduğu gibi iş hayatındada başarıyı yakalayabilmek için yeni kararlar alınırken bazı riskleri göze almamız gerekmektedir.

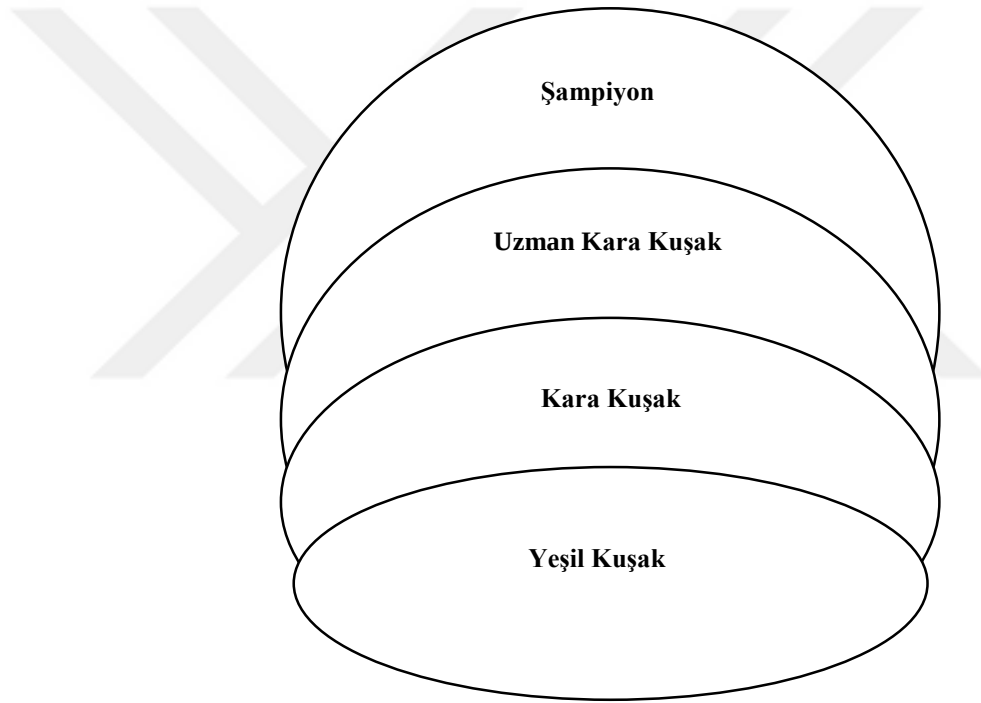
İnsanlar risk içeriyor diye fikirlerini söylemekten, yeni kararlar almaktan ve bunları uygulamaktan korkarlarsa işleyişte hiçbir şey değişmez ve daha verimli üretim yapılamaz, daha iyi hizmet sunulamaz, daha düşük maliyete ve daha yüksek kaliteye ulaşılamaz. Yeniliklerin olmaması şirkette durgunluğa , yozlaşmaya , kısmen ölüme neden olur. Altı Sigma’da kullanılan araç ve yöntemler büyük ölçüde risk yönetimi içermektedir. Altı Sigma metodolojisini uygulayan işletmeler mükemmelliği hedefleyerek kusursuz olmayı ister, bu süreçte karşılaşılabilecekleri başarısızlıkları kabul etmelidirler. (Arıkan, 2009)

3.4. ALTI SİGMA ORGANİZASYON YAPISI

Altı Sigma’ da personellerin aldıkları eğitimin türüne göre farklı unvan, yetki ve sorumluluklar verilmektedir. Yeşil kuşak ve kara kuşak eğitimleri ayrı eğitimlerdir. Altı Sigma uygulamalarının başarıya ulaşabilmesi için gerekli olan roller tanımlanmalı ve rollere sorumlular atanmalıdır. (Tırpan, 2010)

Şampiyon, Uzman Kara Kuşak, Kara Kuşak projelerde tam zamanlı olarak çalışmaktadır.

Bütün rollerin birlikte olması şart değildir. Ünvanlar Altı Sigma'nın uygulandığı projenin kapsamına, türüne ve işletme dinamiklerine bağlı olarak değişmektedir. Altı Sigma'nın uygulandığı fimalarda 4 ana ünvan vardır. Bunlar Şampiyon, Uzman Kara Kuşak, Kara Kuşak ve Yeşil Kuşaktır. Şampiyonun temel görevi, Altı Sigma programının tüm şirkette uygulanması ve yayılımını sağlamaktır. Uzman Kara Kuşaklar, Altı Sigma ekibini yönetirler ve Şampiyona rapor ederler. Kara Kuşaklar büyük çaplı Altı Sigma projelerini yönetirler ve Uzman Kara Kuşak'a rapor ederler, bunun yanında Yeşil Kuşaklara koçluk ederler. Yeşil Kuşaklar, daha küçük kapsamlı Altı Sigma projelerini yürütürler. (Ho, Chang ve Wang, 2008)



Şekil 3.4 Altı Sigma Organizasyonundaki Roller (Çakır, 2011)

Altı Sigma'nın başarıya ulaşabilmesi için üst yönetimin desteği, işletmedeki bireylerin katkısı önemlidir. Projede çalışanların görev ve sorumluluklarının belirlenmiş olması gerekir. Çalışanların görev ve sorumlulukları kuşak rengine göre belirlenmiştir. (Patır, 2008)

Tablo 3.2 Altı Sigma Organizasyonunda Roller ve Sorumluluklar (Harry, Schroeder, 2000)

Şampiyonlar	Uzman Kara Kuşaklar	Kara Kuşaklar	Yeşil Kuşak
Şirketin Altı Sigma vizyonunu oluşturmak	Kara Kuşaklar'ın eğitimine ve sertifikalandırılmasına yardımcı olmak	Proje engellerini belirlemek	Günlük işlerin yanında, Yeşil Kuşak fonksiyonlarını yerine getirmek
Altı Sigma uygulama yolunu tanımlamak	Sampiyonlarla işbirliği kurmak	Proje gerçekleştirilmesinde ekipleri yönlendirmek ve yönetmek	Kara Kuşaklar'ın projelerine katılarak, sorumluluklarını yerine getirmek
Stratejiyi uygulamak için eğitim planı geliştirmek	Örgütün birçok seviyesindeki personeline eğitim vermek	Liderlere gelişmeleri rapor etmek	Projelerin uygulanmasında Altı Sigma metodlarını Öğrenmek
Etkisi yüksek olacak projeleri belirlemek	Proje tanımlamasına yardımcı olmak	Gerektiğinde şampiyonlardan yardım talep etmek	Projelerin tamamlanmasından sonra da Altı Sigma metod ve araçları öğrenimini sürdürmek
İstatistiksel düşünce sisteminin gelişimini sağlamak Kara Kuşaklar'ı Denetlemek	Proje çalışmalarında Kara Kuşaklar'ı Desteklemek. Gerekli olduğunda teknik danışmanlık verebilmek üzere proje incelemelerine katılmak	Uygulamada kullanılacak en etkin araçları belirlemek	

3.4.1. Liderlik Ekibi (Üst Yönetim)

Her şirkette 6 sigma projeleri için liderlik ekibi oluşturulmaz. Liderlik ekibi üst yönetim (Genel müdür, CEO), lider, şampiyon, finans temsilcilerinden oluşmaktadır. 6 Sigma'da projelere üst yönetim destek vermezse, ilgilenmezse projelere yeterli kaynağı ve gerekli personelleri vermeyeceği için proje başarıya ulaşamaz. Bundan dolayı büyük ölçekli işletmelerde liderlik ekibi oluşturulması projenin başarılı olabilmesi açısından faydalı olacaktır. Bu konseyin başlıca görevleri aşağıdaki gibidir. (Pande, 2004)

Kara kuşak adayları liderlik ekibi rehberliği ve takibinde çalışmaktadır. (Kayacık, 2010)

Liderlik ekinin başlıca görevleri;

- Projenin seçim sürecine destek vermek, gerekli kaynaklarını sağlamak, rolleri belirlemek
- Projelerin takibini düzenli olarak yapmak, fikir vermek, gerektiği durumlarda müdahale etmek
- Projelerin karşılaştıkları büyük problemleri çözerek projenin ilerlemesini sağlamak,

sponsor olarak destek vermek

- Yapılan 6 sigma çalışmalarının şirkete olan karının saptanmasına yardımcı olmak
- 6 Sigma projelerinin ve en iyi uygulamaların şirket genelinde uygulanmasını sağlamak

3.4.2. Proje Sponsoru

Proje Sponsoru, proje faaliyetlerini başlatan ve kontrol eden, sürecin ve sistemin sahibi olan kişidir. Altı Sigma proje takımlarını destekler.

Proje Sponsoru'nun başlıca görevleri: (Pyzdek ve Keller, 2003)

- Projenin başarısından sorumludurlar
- Projeleri kontrol ederler
- Proje için uygun olan kaynakları temin ederler

Sponsor, her aşama için sonucu ve kontrol noktalarını denetler. Projeler kendi sahalarında başlatıldıklarında süreç sahipleri genellikle aynı zamanda proje sponsoru görevini de yaparlar. Bu rolde ekibin ilerlemesini izlemek, gerektiği yerde destek sağlamak ve proje ekibinin sunduğu sonuçların devamlılığını sağlamadan sorumludurlar. (Girenes, 2006)

3.4.3. Şampiyon

Şampiyon liderlik ekibine karşı, projenin başarısından sorumlu olan kişidir. (Gürsakar, 2005)

Şampiyon projenin başarıya ulaşabilmesinde, hedeflerini gerçekleştirebilmesinde destekleyici rol oynar ve projenin önündeki işlevsel, finansal, kişisel engelleri ortadan kaldırır. Böylece proje aksamadan hedeflediği yere ulaşabilir. (Brue, 2002)

Şampiyon liderlik ekibine rapor sunan güvenilir bir kişi olmalıdır. Şampiyonların projenin önündeki engelleri daha üst pozisyonlara taşımadan kendilerinin çözebilmesi için şirket içindeki yetkilerinin yeterli olması gerekmektedir. Şampiyonlar liderlik ekibi ve proje lideriyle yakın çalışırlar. (Gitlow ve Levine, 2005)

Şampiyonun başlıca görevleri;

- Projenin yönetilmesi için karakuşak veya yeşil kuşak bir lideri seçmek (Gitlow ve Levine, 2005)

- Projenin yürütülmesine engel olan etkilerin ortadan kaldırılmasını sağlamak (Kapsam değişikliği, yeni personel ekleme vb.)
- Proje ekibi ve liderlik ekibi arasındaki iletişimi sağlamak
- Projenin kaynakları ve bütçeyi yönetmesi konusunda proje ekibine yardımcı olmak
- Yön göstererek, rehberlik ederek odağı projede tutmak
- Altı Sigma araçlarının projede kullanılmasını sağlamak
- Şirket hedefleriyle projenin amaçlarının uyumlu olmasını sağlamak (Kurt, 2008)
- Proje sonuçlarının genele duyurularak, tanınmasını sağlamak (Kayacık, 2010)
- Proje adımlarını izlemek ve raporlamak

Tablo 3.3 Roller ve Kuşak ya da Ünvanlar (Pande, 2004)

Genel Rol	Kuşak ya da Diğer Ünvanlar
Liderlik Konseyi	Üst Kalite Konseyi, Altı Sigma Yönetim Komitesi
Sponsor	Şampiyon, Süreç Sahibi
Uygulama Lideri	Altı Sigma Müdürü, Kalite Lideri, Uzman Kara Kuşak
Rehber	Uzman Kara Kuşak ya da Kara Kuşak
Ekip Lideri	Kara Kuşak ya da Yeşil Kuşak
Ekip Üyesi	Ekip Üyesi ya da Yeşil Kuşak
Süreç Sahibi	Sponsor ya da Şampiyon

3.4.4. Uzman Kara Kuşak

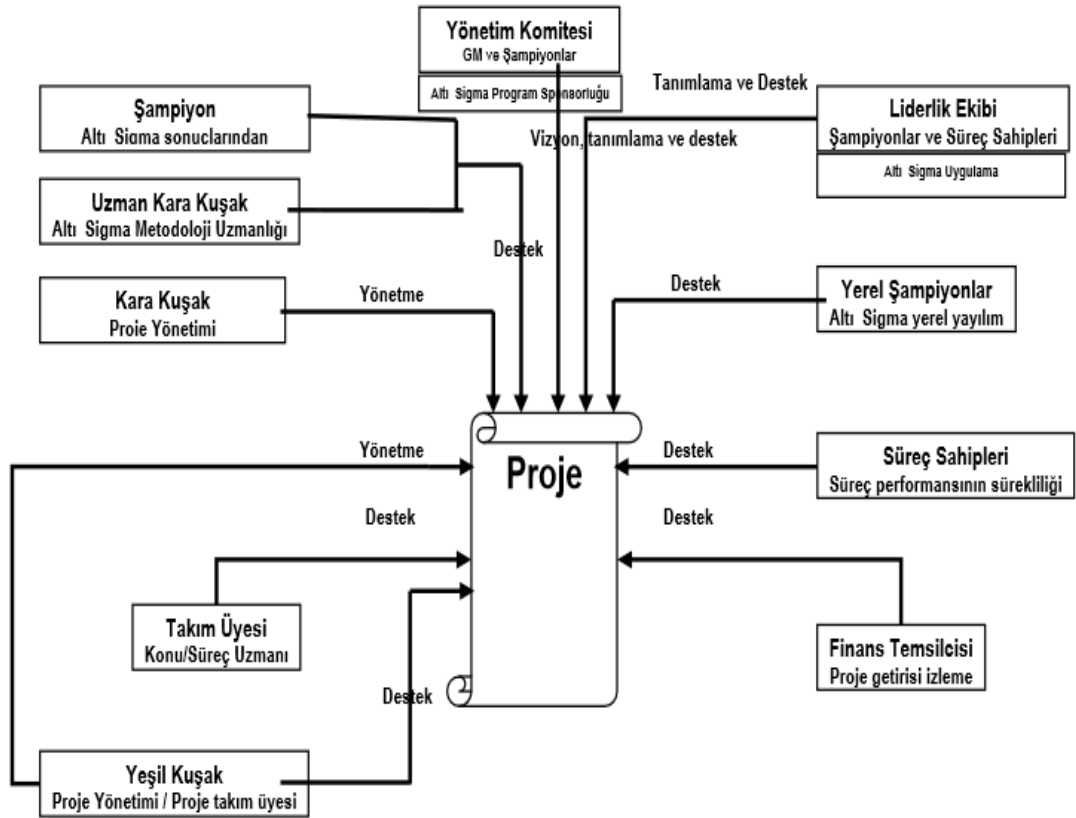
Uzman kara kuşak, kara kuşak eğitimini tamamlamış, farklı altı sigma projelerinde kara kuşak olarak yer almış, projeleri başarı ile tamamlamış, istatistik bilgilerine hakim liderlik yönü gelişmiş, diğer kara kuşak ve ekip üyelerine danışmanlık verecek uzmanlaşmış kişilerdir.(Greg, 2006)

Uzman kara kuşaklar ilk başta 6 sigma çalışmalarında şirkete dışarıdan danışmanlık şirketlerinden alınırlar. Uzman kara kuşaklar, şirket bünyesinde kara kuşakları yetiştirerek ve ilerleyen zamanlarda uzman kara kuşağa dönüştürürler. Uzman kara kuşak olabilmek için kara kuşak sertifika almış olmak, projelerini başarı ile kapatmış olmak ve kara kuşak eğitimlerinde bulunarak eğitimcinin eğitim çalışmalarını almış olmak gerekektedir. Tam zamanlı çalışırlar. (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005)

Uzman kara kuşaklar istatistiği iyi bilirler ve kullanırlar, grup çalışmasına yatkındırlar, iletişim yönleri kuvvetlidir, sunuş teknikleri, motivasyon teknikleri, eğitmenlik, zaman yönetimi gibi kavramlara hakimdirler.

Uzman Kara Kuşakların başlıca görevleri;

- Kara kuşakları altı sigma konusunda eğitmek, diğer ekip üyelerine ihtiyaç dahilinde danışmanlık yapmak (Akdamar, 2014)
- Projenin tamamlanma süresinin belirlenmesinde, projenin ilerlemesini engelleyen durumların kaldırılmasında şampiyona yardımcı olmak
- Altı sigma projelerinin sonuçlarını, ilerleme durumunu raporlamak
- Altı Sigma'nın şirket içinde yayılmasını ve kişilerin altı sigmayı benimsemesini sağlamak
- Ekibin üyelerini ve projenin amacını belirlemek (Arıkan, 2009)
- Şampiyon ve liderlik ekibiyle iletişim kurmak (Günel, 2007)



Şekil 3.5 Altı Sigma Organizasyonu (Sucu, 2009)

3.4.5. Kara Kuşak

Proje ekip üyelerine liderlik eden, projenin seçilmesinden ve hedeflerine ulaşmasından sorumlu, proje ile ilgili raporlamayı şampiyona yaparlar. 6 sigma projelerinin başarılı olabilmesi için şirket kültürünün de değişmesi gerekebilir. Bundan dolayı değişimi iyi yönetebiliyor olmalıdır. Kara kuşak uzmanının iyi istatistik bilmesi, analiz ve problem

çözme tekniklerinde başarılı olması, müşteri beklentilerini doğru şekilde belirleyip, analiz edip probleme çözüm üretebilen kişiler olmalıdırlar. (Öztürk, 2009)

Kara kuşaklar Altı sigma metodolojisini iyi bilen ve projelerde etkili şekilde uygulayan kişilerdir. Uzman karakuşak ve eğitim firmaları tarafından 4 aylık bir eğitim alırlar. Eğitim 1 hafta ders , 1 hafta uygulama şeklindedir . Böylece ilk eğitim haftasının sonunda küçük ölçekli projelere lider olabilirler. (Baş, 2003)

Sertifika alabilmeleri için ilk olarak uzman karakuşak denetiminde tamamlamaları ,daha sonra iki projeyi Uzman Kara Kuşaktan bağımsız tamamlamaları gerekir. Şampiyon tarafından onaylanırsa seltifika alabilirler. (Tırpan,2010)

Kara Kuşakların başlıca görevleri;

- Yeşil Kuşakları eğitmek , mentörlük yapmak (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003)
- Altı Sigma yöntemlerini kullanma ve şirket geneline yayma (Baş, 2003)
- İyileştirme projelerini tespit edip, şampiyona bildirmek
- İyileştirme projelerindeki oluşabilecek konu ve kapsam değişikliklerini şampiyona bildirmek
- Takım üyelerini belirlenmesinde şampiyona yardımcı olmak veya kendi belirlemek
- Görev dağılımını takım üyelerine uygun şekilde yapmak
- Projeye liderlik yapıp yönetmek, proje planını oluşturup, projenin zamanında tamamlanmasını sağlamak
- Kaynak ihtiyaçlarını tespit edip şampiyona bildirmek

3.4.6. Yeşil Kuşak

Yeşil kuşak, kara kuşağın yönettiği büyük ölçekli projelerde ekip üyesi olarak yer alırken, küçük ölçekli projelerde proje lideri olarak görev alırlar. (Öztürk, 2009)

Kara kuşak gibi tam zamanlı çalışmazlar %25 oranında yarı zamanlı çalışırlar . Altı Sigma araçlarından ölçüm araçlarına daha çok hakimdirler, diğer araçlar hakkında temel seviyede bilgileri vardır. (Gitlow ve Levine, 2005)

Yeşil Kuşakların başlıca görevleri;

- Şampiyon, Uzman Kara Kuşak, Kara Kuşak, Süreç Sahibi ile iletişimde bulunmak
- Takım üyelerinin ve proje amacının belirlenmesinde şampiyona yardımcı olmak veya kendi belirlemek
- Takım üyelerinin karşılaşılabilecek engelleri ortadan kaldırmaya çalışmak

- Verileri analiz etmek
- Altı sigma araçlarının kullanılması için takım üyelerini yetiştirmek
- Toplantılar düzenleyip, projeyi yönetmek

3.4.7. Süreç Sahibi

İyileştirme yapılan operasyonun sahibidir. Proje iyileştirme ekibi , süreçlerde aksiyonları aldıktan sonra süreç sahibine devreder. Süreçlerinde yapılacak veya yapılmış değişiklikleri sahiplenir. Süreç sahibi, sponsor olabilir. (Pande, 2004)

3.4.8. Finans Temsilcisi

Finans Temsilcisi proje takımından bağımsızdır. Projenin getirisini ve maliyetinin nasıl hesaplanacağına karar verir

3.4.9. Takım Üyeleri

Takım üyeleri, projenin ilerlemesine destek sağlayan kişilerdir. Projede bulunurken, kendi işlerine de çalışmaya devam ederler. Takım üyelerinden altı sigma felsefesi, araçları, temel olarak ölçüm ve analiz yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmaları beklenir.

Aşağıdaki tabloda Altı Sigma organizasyonlarının, Altı Sigma uygulama aşamalarındaki rolleri gösterilmiştir.

Tablo 3.4 Altı Sigma Organizasyonun Uygulama Aşamalarındaki Rolü (Sucu, 2009)

	Tanımlama	Ölç	Analiz Et	İyileştir	Kontrol et
Üst Yönetim	◆				
Şampiyon	◆				◆
Süreç Sahibi	◆	◆	◆	◆	◆
Kara Kuşak	◆	◆	◆	◆	◆
Yeşil Kuşak	◆	◆	◆	◆	◆
Takım Üyesi	◆	◆	◆	◆	◆

3.5. ALTI SİGMA UYGULAMA ADIMLARI

Altı Sigma uygulamasında öncelikli olarak şirket hedeflerine, müşteri beklentisine uyacak projeler ve projede verimli çalışabilecek ekip üyeleri seçilmelidir. Bu ekipte

bulunanlar karakuşak ve yeşil kuşak eğitiminden geçirilir. Altı Sigma Metodolojisi ile problem çözme 5 adımdan oluşur. Tanımlama (Define), Ölçüm (Measure), Analiz (Analyse), İyileştirme (Improve) ve Kontrol (Control) aşamalarının baş harfleri ile Türkçede TÖAİK, İngilizce’de (DMAIC) olarak adlandırılır ve bu sıra ile döngsel uygulanır. (Işığışık, 2005)

TÖAİK döngüsünün temeli W.Edwards Deming’in Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al (PUKÖ) döngüsüne dayanmaktadır. (Karaköse, 2004)

Tablo 3.5 Altı Sigma’nın Adımları ve Kritik Süreçleri (Tırpan, 2010)

Tanımlama	Süreçten müşteri beklentileri nelerdir?
Ölçme	Hataların frekansı(sıklığı) nedir?
Analiz Et	Neden, ne zaman ve nerelerde hatalar olmaktadır?
İyileştir	Süreci nasıl iyileştirebiliriz?
Kontrol Et	Süreci iyileştirdikten sonra bu şekilde kalmasını ve daha da iyileştirmeyi nasıl sağlayabiliriz?

3.5.1. Tanımlama

Tanımlama TÖAİK döngüsünün ilk aşamasıdır ve kritik bir öneme sahiptir. Problemin ve kapsamın ilk adımda doğru tanımlanması, sonraki adımlarında doğru ve hızlı ilerlemesini sağlar.

Tanımlama aşamasında müşteri sesi dinlenerek problem tanımlaması net olarak yapılır, projenin sınırları belirlenir.

Tanımlama aşamasında aşağıdakiler belirlenir; (Gupta, 2004):

- Kritik Müşteri İstekleri
- Proje Amaç ve Hedefleri
- Takımın Rol ve Sorumlulukları
- Proje Fırsatları ve Kaynakları
- Süreç Performans Kriterleri

Tanımlama fazında kullanılan araçlar;

- Proje Bildirisi(Beyanı)
- Paydaşların Bağlılık Analizi
- Afinite Diyagramları
- Müşterinin Sesi

- Kano Modeli
- Güçlü Yönler Analizi
- Süreç Haritaları
- TGSÇM (SIPOC)
- Sebep -Sonuç Matrisi

3.5.1.1. Proje Bildirisi

Proje bildirisi, proje beyanı veya proje tanımlama formu olarak da adlandırılır. Proje bildirisi, projenin başlangıcında hazırlanan ve projenin düzenli dökümanite edilmesi ve sürekli kontrolünün sağlanması için gerekli bir araçtır. Proje tanımlama formunun şirket içinde yayınlanmasıyla projede yer alan ekip üyelerinin yetki ve sorumlulukları şirkete duyurulur, proje resmi olarak başlatılır. Proje başlangıcında tüm proje takımının mutabık kalarak ortak proje bildirisini oluşturması proje takımındakileri ortak doğru hedefe odaklanmasını, çatışmaların çıkmamasını, belirsizlik olup stresin en az seviyeye düşürülmesini sağlar buda projenin başarılı olmasını olumlu yönde etkiler. Proje tanımlama formunu hazırlamak proje liderinin görevidir. (WEB_9, 2006)

Proje bildirisinde projenin neden yapıldığı, amacının ne olduğu, projenin sunacağı fırsatların neler olduğu, projenin kapsamı, proje planı, takım üyeleri ve sorumlulukları belirtilmelidir

Bu proje bildirisinin unsurları aşağıdaki gibidir; (Günalp, 2007)

İş Durumu : Projeyi neden yapmamız gerektiği, projenin faydaları bu aşamada belirtilir

Fırsat Bildirisi: Projeyi gerçekleştirdiğimizde bize kazandıracakları bu alanda belirtilir

Amaç Belirleme: Projenin hedefi SMART özelliğe sahip olması gerekir ve bu alanda belirtilir

Proje Alanı: Projenin kapsamında olan süreçler ve kapsam dışı olacak süreçler bu aşamada belirtilir

Proje Planı : Projenin TÖAİK adımlarına ne zaman başlayıp, ne zaman tamamlanacağı bu aşamada belirtilir

Ekip Seçimi: Ekip üyelerinin kim olduğu, yetki ve sorumluluklarının neler olduğu bu alanda belirtilir

Amaçlar belirlenirken hedef SMART özelliğe sahip olması gerekir:

Spesific - Belirgin

Measurable - Ölçülebilir

Achievable - Ulaşılabilir

Realistik - Gerçekçi

Time Bounded - Zaman Sınırlı

Aşağıdaki tabloda proje bildirisinde sorulması gerek sorular belirtilmiştir.

Tablo 3.6 Proje Bildirisi Cevap Aranacak Sorular (Güenalp,2007)

İş Durumu - Bu işi neden yapmalıyız? - İş için yararı ne? - Stratejik uyum ne?	Fırsat Bildirisi - Neyin sıkıntısını çekiyoruz? - Hatalı olan ne? - Müşteri için yararı ne?
Amaç Belirleme - Geliştirme amaçlarımız ve hedeflerimiz nelerdir? - “Y” Göstergesi - “X” Göstergesi	Proje alanı - Yetkimiz ne kadar? - Hangi süreçleri ele alıyoruz? - Alanımıza girmeyen ne?
Proje Planı - Bunu nasıl yapacağız? - İş ne zaman tamamlayacağız?	Ekip Seçimi - Ekip üyeleri kimler? - Sorumlulukları ne olacak?

3.5.1.2. Paydaşların Bağlılık Analizi

Paydaşlar projeyi olumlu veya olumsuz etkileyebilecek, projeden olumlu veya olumsuz etkilenebilecek kişilerdir. Bu kişiler tedarikçiler, üreticiler, müşteriler, çalışanlar, sahipler ve diğer iş ortakları olabilir. Paydaşlar aynı değişimi farklı şekillerde algılayabilirler .

Paydaşların projeye bağlılığı onlarla doğru iletişim kurulduğunda ve projeye dahil edildiklerinde gerçekleşir. Bu analiz, paydaşların projeye olan etkisini ve önemini tespit edebilmek için yapılır. (Euforic, 1995)

Paydaş bağlılık analizi projeye çok etkisi olabilecek anahtar paydaşlara yapılır. Bu sayede sonuca ulaşmamızı kolaylaştırıcı destekçiler ve dikkat edilmesi gereken muhalifler belirlenir.

Tablo 3.7 Paydaş Haritası (Günel, 2007)

Değişime Etki Şiddeti	Yüksek			
	Orta			
	Düşük			
		Çok İlgili	Destekçi	Muhafif
		Değişime Tepki		

Paydaşların paydaş haritasında yerleştirilmesi sonrasında çok ilgili ve değişime etkisi yüksek çıkan birine sonuç almak için yönelinmelidir. Muhafif ve değişime etkisi orta/yüksek çıkarsa çalışmalara dahil edilmeye çalışılmalıdır, uzlaşmaya çalışılmalıdır veya bu kişiler kenarda bırakılmalıdır.

3.5.1.3. Afinite Diyagramları / Yakınlık Diyagramları

Afinite diyagramı sorun ile ilgili gelen farklı fikirlerin anlamlı gruplar altında toplanmasını sağlar. Beyin fırtınası yapılarak sorunla ilgili her fikir not edilir. Tüm fikirler görülecek şekilde ekip yerleşir. Fikirler anlamlı gruplanana kadar fikirler ilişkilendirilir. Başlıklar belirlenir. (WEB_10, 2018)

3.5.1.4. Müşterinin Sesi (VOC)

Bir işletmenin amacı para kazanmak için müşteri talepleri beklentileri doğrultusunda hizmet sunmak, üretim yapmaktır. Ne kadar müşteri beklentileri karşılanabiliyorsa, şirket o kadar başarılıdır. Müşteri beklentilerini doğru ve dinamik olarak algılamak başarının önemli bir anahtarıdır. (Köse, 2009)

Müşterinin sesi birden farklı yolla tespit edilebilir. Direkt görüşme veya mülakat, gözlem, inceleme yapmak, gruplara odaklanma, müşteri spesifikasyonları, garanti bilgi ve saha raporu ile müşteri beklentilerine ulaşılabilir. (Yang ve El-Haik, 2009)

3.5.1.5. Kano Modeli

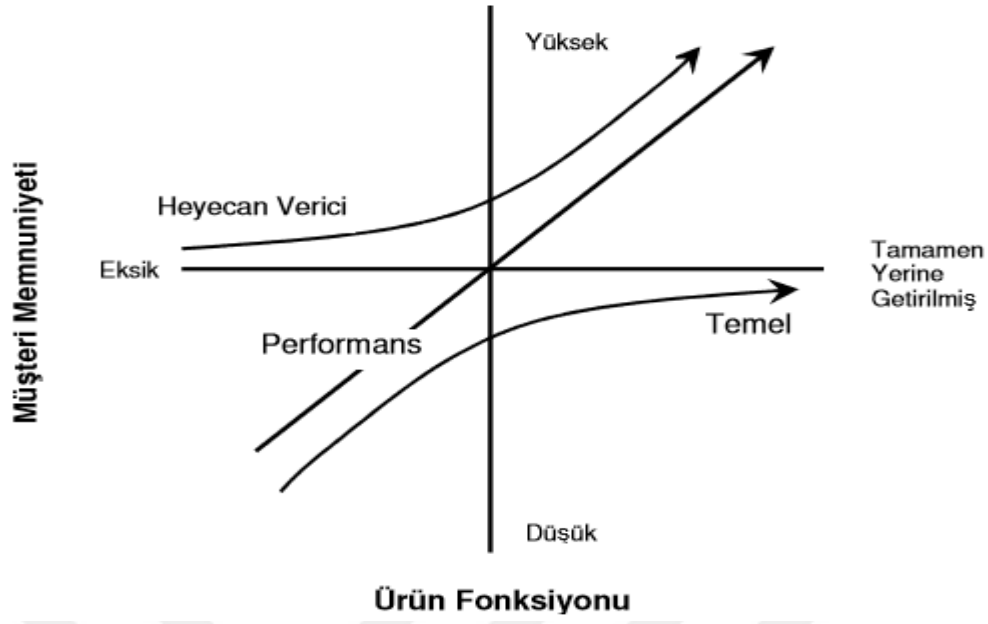
Kano modeli, İsmi kalite yönetimi danışmanı olan Dr. Noriaki Kano ‘dan alan müşteri tatminini anlayıp, ürün/hizmet özellikleriyle bağın kurulup modellenmesini sağlayan araçtır. (WEB_11, 2016)

Müşteri ihtiyaçları kano modeline göre 3 şekilde olabilir. Bunlar temel ihtiyaçlar, performans ihtiyaçları ve heyecan verici ihtiyaçlardır. Temel ihtiyaçlar müşteri tarafından zaten üründe olmasını beklediği özelliklerdir. Bu özelliklerin olması rakipler arasında avantaj sağlamaz, olmaması müşteri memnuniyetini azaltır. Örnek olarak araçlardaki fren sistemini verebiliriz. Performans ihtiyaçları üründe karşılandığı zaman müşteri memnuniyeti artar, performans ihtiyaçları karşılanmadığı zaman müşteri memnuniyeti azalır. Müşteri daha iyi performans alacağı ürüne daha fazla para vermeye razıdır. Örnek olarak müşteri daha az yakıt tüketen araçlara daha fazla para vermeye razıdır. (Günalp, 2007)

Müşteri performans ihtiyaçlarına örnek olarak cep telefonunu pil ömrü uzatılması, GSM operatörü kapsama alanının genişletilmesi gibi örnekler verebiliriz. (WEB_11, 2016)

Heyecan verici ihtiyaçlar ise müşteri tarafından bilinmeyen, beklenmeyen bundan dolayı karşılanmaması durumunda herhangi bir memnuniyetsizlik yaratmayacak ama karşılanması durumunda yüksek müşteri memnuniyeti oluşturacak özelliklerdir. Rekabetin yüksek olduğu, benzer ürünlerin, hizmetlerin sunulduğu piyasada bilinmeyen, beklenmeyen ihtiyaçları karşılayacak ürün ve hizmetlerin müşteriye sunulması sürpriz etkisi oluşturur. Şirketleri diğer şirketlerden ayıracak, rekabet avantajı sağlayacak özelliklerdir.

“Bir zamanlar” olmayan, kullanıcıların aklına gelmeyen cep telefonu ile fotoğraf çekme, kamera özelliğinin eklenmesi, ilk fotokopi makinası, internete girebilen akıllı televizyonlar, whatsapp uygulaması gibi örnekler verebiliriz. (WEB_11, 2016)



Şekil 3.6 Kano Modeli (Günel, 2007)

3.5.1.6. Güçlü Yönler Analizi

Bir karara destek veren ve zorluk oluşturabilecek güçleri tespit edebilmek amaçlı kullanılan bir araçtır. Analiz sonucunda destek veren güçler daha da güçlendirilmeye, zorluk oluşturabilecek güçler daha da az seviyeye düşürülerek azaltılmaya çalışılır. (Günel, 2007)

Uygulanışı aşağıda belirtildiği şekildedir;

- Alınan kararlara, uygulamalara destek veren ve karşı olan güçler ayrı ayrı kolonlarda listelenir
- En zayıf güce 1 , en kuvvetli güce 5 puan verecek şekilde 1 ile 5 arasında puanlandırılır
- Kolaylık ve zorluk oluşturabilecek güçler, bir diyagramda puanları da yanlarında yazacak şekilde gösterilir

3.5.1.7. Süreç Haritası

Süreçte yapılan işlerin ve iş akışının adım adım sembollerle gösterildiği haritadır. Süreç haritası sayesinde iş akışı ve işin sorumlusu herkes tarafından daha kolay anlaşılmaktadır.

Süreç haritaları sağladığı yararlar şunlardır; (Konak, Duman ve Albayrak, 2004)

- Operasyon faaliyet adımları sırası ile çizilir,

- İyileştirilecek noktaların daha kolay fark edilmesini sağlar
- Ölçüm yapılabilmesi için veri toplanacak süreçlerin tespit edilmesini sağlar

3.5.1.8. TGSÇM (SIPOC)

SIPOC (TGSÇM) kelimesi; tedarikçi (supplier), girdi (input), süreç(process), çıktı (output), müşteri (customer) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır.

SIPOC üst düzey süreç haritasıdır, fazla ayrıntıya girmeden süreç hakkında genel bilgi sahibi olunmasını , temel girdilerinin, çıktılarının, sınırlarının bilinmesini sağlar.

Tablo 3.8 TGSÇM (SIPOC) Diyagramı (Güenalp, 2007)

Tedarikçiler (Suppliers)	Girdiler (Inputs)	Süreç (Process)	Çıktılar (Outputs)	Müşteriler (Customers)
Süreç için kilit bilgi, malzeme ve kaynakları sağlayan	Süreci tetikleyen bilgi ve malzeme	Veriyi dönüştüren ve ona değer kazandıran adım	Sürecin son ürünü	Çıktıyı alan kişi/grup

3.5.1.9. Sebep-Sonuç Matrisi

Çıktıları en yüksek düzeyde etkileyen, odaklanmamız gereken girdilerin tespit edilmesini sağlayan matristir. Matris oluşturulurken, değiştiremeyeceğimiz girdiler “X”, değiştirilebilir olanlar ise “O” ile ifade edilmiştir. X ile ifade edilen girdiler puan tablosunda değerlendirilmeyerek aksiyon dışı bırakılmıştır.

Puanlama aşağıdaki şekilde yapılmıştır;

- Çıktıların süreç içerisindeki önem derecesi 1-10 arası puanlanmıştır.
- Girdi-Çıktı ilişkisi aşağıdaki tabloya göre puanlanmıştır.
- Girdiler ise, ilişki puanı ve çıktının önem derecesi çarpımlarının kümülatif değerleriyle öncelik sıralamasına alınmıştır.

Tablo 3.9 Girdi - Çıktı İlişki Puanı

0	İlişkisiz
1	Az ilişkili
3	Orta Derecede İlişkili
9	Çok ilişkili

Matriste toplam değer neticesinde yüksek çıkan girdiler renklendirilmiştir. Bu girdiler ölçüm aşamasında değerlendirilmek üzere önceliklendirilmiştir.

3.5.2. Ölçme

Ölçme aşamasından mevcut durum belirlenir ve problemi açıklayan veriler ile analiz aşamasında hangi noktalara odaklanması gerektiği tespit edilir. Mevcut durumun ortaya konulabilmesi için verilerin toplandığı aşamadır. Yapılan çalışmaların süreci iyileştirip iyileştirmedeğinin gözlemine yapabilmek için mevcut durumun tespit edilmesi çok önemlidir. Doğru veriler olmadan doğru kararlar alınamaz. Yeterli ve doğru ölçümler olmadan mevcut performans doğru tespit edilemez.

Süreç performans göstergelerinin doğruluğu ölçüm yeterlilik analizleri sayesinde belirlenir. Süreç performans göstergeleri doğru ölçülemiyorsa, yeni ölçüm sistemi tasarlanır. Böylece mevcut durum doğru şekilde hesaplanabilir. (Sharma, 2003)

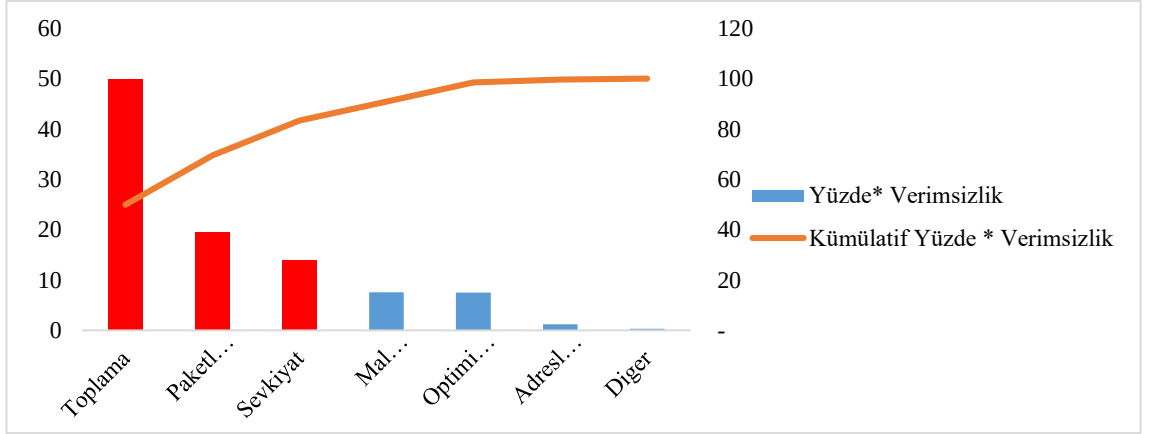
Ölçme aşamasında izlen faaliyet adımları sırası ile veri toplama planını oluşturulması, ölçüm yeterlilik analizinin yapılması, grafiksel analizlerin yapılması, yeterlilik analizinin yapılmasıdır.(Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005)

Ölçüm aşamasında en çok kullanılan araçlar aşağıda sıralanmıştır;

- Pareto
- Veri Toplama Planı
- Ölçüm Yeterliliği Analizi
- Kontrol Grafiği
- Histogram Grafiği
- Süreç Yeterlilik Analizi

3.5.2.1. Pareto Analizi

Pareto analizi kalite kontrol araçlarından biridir. 19.Yüzyılda İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto tarafından ortaya çıkarılmıştır. 80-20 kuralı'na göre gelirin %80 'i , toplumun %20 'sinin elindedir. Toplam kalite anlayışının öncü isimlerinden olan Joseph Juran, Pareto'nun 80-20 kuralını farklı yerlerde de kullanabileceğini tespit etmiştir. Problemlerin %80'inin, sebeplerin %20 'sinden meydana geldiğini belirlemiştir. Pareto analizi sayesinde çözüme götürecek en büyük problemlere odaklanılır. (WEB_12, 2019)



Şekil 3.7 Pareto Diyagramı

3.5.2.2. Veri Toplama Planı

Veri toplamaya başlamadan önce neyi ölçeceğimiz net olarak tanımlanmalıdır, sonra veri toplama planı hazırlanmalıdır. Veri toplama planında ölçülecek parametrenin tanımı, verinin türü, kaynağı, verinin hangi tarihleri içerdiği, sorumlusunun kim olduğu belirtilir. Bu sayede bütün proje ekibi belli bir plan çerçevesinde aynı şeyi ölçecektir.

Tablo 3.10 Veri Toplama Planı

Veri Toplama Planı					
Proje Adı					
Proje Lideri					
Ölçülecek Parametrenin Tanımı	Veri Türü	Kaynak	Tarih Aralığı	Termin	Sorumlu

Veri türleri nicel veya nitel olabilir.

Nicel Veriler: Ölçüm aletiyle ölçülebilen sayısallaştırılabilen verilerdir. Ağırlık, uzunluk gibi

Nitel Veriler: Ölçülemeyen kategorik değerlerdir. Değerleri ölçümlerle değilde sayıyla belirtilir. Cinsiyet, saç rengi gibi.

3.5.2.3. Ölçüm Yeterliliği Analizi - Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilirlik Testi

Ölçüm sistemi analizi, ölçülerin güvenilirliğinden ve doğruluğundan emin olunmak için yapılan testlerdir. Ölçüm sistemi analizi yapılırken Gage R&R analizleri yapılır.

Gage R&R analizinde R'ler Repeatability (Tekrarlanabilirlik) ve Reproducibility((Yeniden üretilebilirlik) kelimelerinin baş harfleridir.

Tekrarlanabilirlik: Aynı parçanın, aynı ölçüm cihazıyla, aynı kontrol personeli tarafından birden fazla ölçümlendiğinde aynı sonuçları elde edilebilmesidir. Ölçüm cihazının doğruluğunu kontrol eder.

Yeniden üretilebilirlik: Aynı parçanın, aynı ölçüm cihazıyla, farklı kontrol personelleri tarafından birden fazla ölçümlendiğinde aynı sonuçları elde etmesidir. Kontrol personellerinin aynı şekilde ölçüm yapıp yapmadığı kontrol edilir

Gage R&R analizleri sonrasında çıkan değişkenlik yüzdesi ; (Günalp, 2007)

% 10'un altındaysa: Kabul edilir ölçüm

% 30'la %10 arasındaysa: Kabul edilebilir

%30'un üzerindeyse: Ölçüm kabul edilmez, düzeltilmelidir.

3.5.2.4. Kontrol Grafiği

Sürecin limitleri aşmadan istikrarlı şekilde devam edip etmediği bu çizgi grafikte tespit edilir. Kontrol grafiğinin oluşturulabilmesi için düzenli veri toplanır. (Öztürk, 2009)

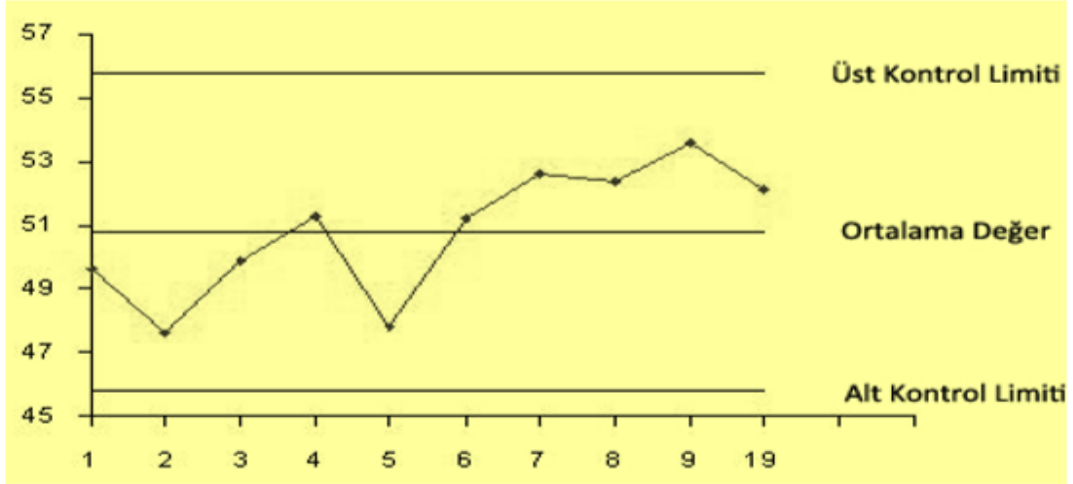
Her zaman istenen değerde, kalitede ürün ve hizmet yapılamayabilir. Değerler arasındaki farklılığa sapma(varyasyon) denir. (Gupta, 2004)

Sapmalar kalitenin düşmesine ve hataya neden olur. Müşteri tarafından istenen bir durum değildir. Kontrol grafikleri sapmaları göstererek , nelerin değiştirilmesi gerektiğinin tespitini sağlar.

Kontrol grafiği üç çizgiden ve gerçekleşen değerlerden oluşur. Bunlar alt kontrol limiti, üst kontrol limiti ve ortalama çizgidir. Ortalama çizgi ortalama değer , hedeflenen değer olarak ta ifade edilir. (Ertuğrul, 2004)

Merkez çizgi tüm değerlerin ortalamasını ifade eder. Üst kontrol limiti ortalama değerden 3 standart sapma fazla değer olup, alt kontrol limiti ise ortalama değerden 3 standart sapma az değerdir.

Altı Sigma'nın hedeflerinin arasında olan değişkenliğin azaltılabilmesi için sapmaya neden olan özel sebeplerin tespit edilip, ortadan kaldırılması gerekmektedir. (Günalp, 2007)



Şekil 3.8 Kontrol Grafiği Örneği (Çakır, 2011)

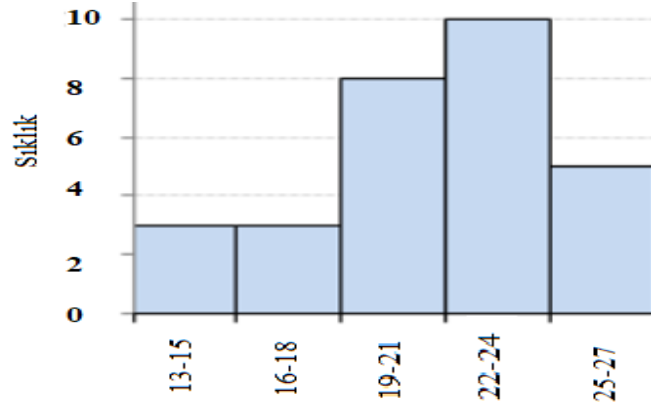
Kontrol grafiğinin faydaları aşağıda belirtildiği gibidir; (Sevi, 2006)

- Değerlerin kontrol dışında kalmasına neden olan sebeplerin araştırılması
- Sürecin istenen performansta olup olmadığının gözlenmesi
- Değişkenliğin azaltılarak kalitenin artması
- Değişkenliğin azaltılarak hata ve işçilik maliyetinin azaltılması
- Müşteri şikayetlerini azaltılması
- Müşteri memnuniyetini sağlayarak, müşterinin güveninin sağlanması
- Personellere kalite kontrol bilincinin oluşturulması

3.5.2.5. Histogram Grafiği

Histogram, belirli sayı aralıklarıyla gruplandırılmış verilerin değişkenliğini grafik yardımıyla görmemizi sağlar. Veri aralığı yatayda, aralığa karşılık gelen frekans yani görülme sıklık dikeyde olacak şekilde grafik oluşturulur. Veri ne kadar çoksa grafik görsel anlamda o kadar anlamlı olacaktır.

Histogram, tek bir özelliğe ait sütun grafiğidir. Bu özellik sayısal ve değişken olmalıdır. (İphar, 2003)



Şekil 3.9 Histogram Grafiği (WEB_13, 2011)

3.5.2.6. Süreç Yeterlilik Analizi

Süreç yeterlilik indeksleri, bir sürecin gerekliliklerini yani müşteri beklentilerini karşılayıp karşılamadığını ne kadar değişkenlik gösterdiğini kontrol edebilmek için kullanılır. Süreç yeterliliği belirlemede Cp ve Cpk indeksleri kullanılır. Cp değeri hesaplanırken, verilerin ortalamasına bakılmaz, Cpk hesaplanırken ortalama dikkate alınır. Cp sürecin yayılımını kontrol ederken, Cpk sürecin hem yayılımını hem de verilerin ortalamasının hedeften sapmasını kontrol eder. Verilerin güvenilir olabilmesi için en az 50 örnek değer gerekmektedir.

ÜKL: Üst Kontrol Limiti

AKL: Alt Kontrol Limiti

Xort : Ortalama

Sst : Standart Sapma

Tablo 3.11 Süreç Yeterlilik İndeksleri ve Formülleri (Aslan, Demir, 2005)

Yeterlilik İndeksleri	Formüller
Yeterlilik (Cp)	$(\text{ÜKL} - \text{AKL}) / 6 sST$
Üst Yeterlilik (CPU)	$(\text{ÜKL} - X_{\text{ort}}) / 3 sST$
Alt Yeterlilik (CPL)	$(X_{\text{ort}} - \text{AKL}) / 3 sST$
Yeterlilik (Cpk)	$(\text{CPU}, \text{CPL})_{\min}$

Süreç Yeterlilik İndekslerinin Yorumları (Akdamar, 2014)

Cpk < 0,5 ise süreç çıktıları sürecin gerekliliklerini ve müşteri beklentilerini karşılayamaz, süreç yetersizdir, değişkenlik çok fazladır, sigma seviyesi 0-2 arasındadır.

$0,5 < Cpk < 1,2$ ise süreç çıktıları sürecin gerekliliklerinin ve müşteri beklentilerinin çoğunu karşılar, süreç kabul edilebilir, orta seviyede değişkenlik vardır, sigma seviyesi 3-5 arasındadır.

$Cpk > 1,5$ ise süreç çıktıları sürecin gerekliliklerinin ve müşteri beklentisinin yaklaşık hepsini karşılar, süreç yeterlidir, çok az seviyede değişkenlik vardır, sigma seviyesi 6 ve üzeridir.

3.5.3. Analiz

Analiz aşaması, projenin hedeflerine ulaşabilmesi için çıktıyı en çok etkileyen girdi değişkenlerinin tespit edilmesini sağlar. Analiz aşamasında kullanılan araçlar ile hangi girdi değişkenlerinin çıktı yani sonuç değişkenini daha fazla etkilediği, ne kadar etkilediği, değişkenler birlikteyken sonuç değişkeninin nasıl etkilendiği veya değişkenler değiştiğinde sonuç değişkeninde herhangi bir farklılık olup olmadığı tespit edilir. Bu şekilde sonuç değişkenini en çok etkileyen kritik değişkenlerin tespit edilmesi sağlanır. (Işığışık, 2005)

Analiz aşamasında probleme ait asıl kök nedenler tespit edilip, istatistiki testlerle doğrulanır. Analiz aşamasının çıktısı ispatlanmış, doğrulanmış asıl kök nedenleridir. Bu aşamada belirlenen kök nedenler, bir sonraki iyileştirme aşamasında girdi olarak kullanılır.

Analiz aşamasında çokça karşılaşılan en büyük zorluk ekip üyelerinin problemin asıl nedenlerini tespit ederken kendi fikir ve deneyimlerini kullanmayıp, veriye bağlı kalmalarıdır. (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

Analiz aşamasında en çok kullanılan araçlar aşağıda sıralanmıştır;

- Beyin Fırtınası
- Hipotez Testi
- Regresyon
- Korelasyon
- Serpilme Diyagramı
- Neden -Sonuç Diyagramı

3.5.3.1. Beyin Fırtınası

Beyin fırtınası problemin potansiyel kök sebeplerini belirleyebilmek için katılımcıların fikirlerini özgürce dile getirdikleri, tartışabildikleri, farklı bakış açılarının süzgecinden geçerek sürecin değerlendirildiği bir tekniktir. (Komay, 2006)

Beyin fırtınasında amaç problemler ile ilgili fikir üretmektir. Kişilerin yaratıcı kapasitelerinden yararlanarak fikir üretmesi teşvik edilir.

Beyin fırtınasının ilk aşamasında fikirler tartışılmaz, elenmez. Daha sonra oylama yoluyla fikirler seçilir. (Efil, 2002)

Beyin fırtınasına katılacak ekip üyeleri problemle ilgili bilgisinin olması gerekmektedir. (Kurt, 2008)

Beyin fırtınası tekniği analiz aşamasında potansiyel kök nedenlerin tespit edilmesinde kullanıldığı gibi, iyileştirme aşamasında da çözüm önerilerinin tespit edilmesinde kullanılır. (Arıkan, 2009)

Beyin fırtınası, problemin kök nedenine ve çözüme götüren başarılı bir teknik olmasına karşın suistimale açık bir tekniktir. Bundan dolayı beyin fırtınası yöntemi kullanılarak çözüme ulaşmış problemler şirket genelinde duyurulmalıdır. (Çelebi, 2006).

Beyin fırtınasında ekip üye sayısı 4-12 kişi arasında değişmektedir. Beyin fırtınası 2 aşamadan oluşur. (Efil, 1999)

Beyin fırtınası yapılırken uyulması gereken kurallar aşağıda belirtilmiştir; (Akdamar, 2014)

- Beyin fırtınası yapılırken uyulması gereken kurallar açıklanır
- Problem tahtaya yazılır ve herkesin konuyu anladığından emin olunur
- Herkese düşünmesi için süre verilir
- Tüm fikirler tahtaya yazılır
- Bütün ekip üyelerinin fikirleri toplanır
- Ekip fikir üretmeye teşvik edilir
- Her turda her ekip üyesi bir fikir söyleyebilir
- İlk aşamada fikirler hakkında yorum yapılmaz
- Birinin söylediği fikir başka birinde yeni fikir oluşmasına neden olabilir bundan dolayı var olan fikre eklemeler yapılabilir veya yeni fikirler söylenebilir
- Var olan fikre ekleme yapılacak olsa dahi sıranın üyenin kendisine gelmesi beklenir

- Fikir üretme aşamasında fikirler tartışılmaz
- Fikirlerin tartışılma aşamasında konu ile ilgili olmayan, birbirine benzer fikirler üyelerin onayıyla elenir

3.5.3.2. Hipotez Testi

İşletmede problemlerin çözülebilmesi için alınan kararların doğru olması gerekmektedir ama kararların doğru alınamama ihtimali vardır. Hipotez testleri yanlış karar verme olasılığının azaltılmasını ve riskin de değerlendirilmesini sağlar.(Gümüšoğlu, 2000)

Hipotez testi ana kütleden seçilen örneklem grubu üzerinden yapılır. Örneklemde elde edilen sonuca göre ana kütlenin reddi veya kabulü yapılır.

İstatistiksel olarak bir sonuca varabilmek için bir hipotez ortaya konulur ve veriler ile hipotezin ne kadar doğrulandığı incelenir. Altı Sigma projelerinde ve işletmelerde %5'lik ve altı risk seviyesi kabul edilir.(Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005)

3.5.3.2.1. Hipotez Kurma

Hipotez testinde “sıfır hipotezi” ve “karşıt hipotez” olmak üzere iki hipotez vardır. İki hipotezin nasıl belirtileceği aşağıda açıklanmıştır. (Yüzer, Ağaoğlu, Tatlıdil, Özmen ve Şıklar, 2007)

- **Sıfır Hipotezi:** H_0 ile ifade edilir. Hangi hipotezin test edileceği H_0 da belirtilir. H_0 hipotezi değişkenin önceki bilinen değerinde hiçbir farklılığın (etkinin - değişikliğin) olmayacağını belirtir.
- **Karşıt Hipotez-Alternatif Hipotez :** H_0 hipotezinin test edilebilmesi için karşıt bir hipoteze de ihtiyaç vardır. Karşıt hipotez H_1 veya H_a ile ifade edilir. H_1 hipotezi belli bir olasılıkla H_0 hipotezinin reddedilmesi durumunda kabul edilen ve araştırma hipotezinin incelendiği hipotezdir.

Hipotez testinde H_0 hipotezi girdinin çıktı üzerindeki veya girdilerin birbiri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı hipotezidir. H_1 hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde girdinin çıktı üzerinde etkili olduğu yani çıktıda değişikliğe sebep olduğu hipotezidir. (Kayacık, 2010)

Doğruluğundan kuşku duyulan hipotez H_0 hipotezi, doğruluğuna inanılan hipotez H_1 hipotezidir. (Işığışok, 2005)

İlk olarak eşitliğin belirtildiği H_0 hipotezi tanımlanır. Yani H_0 hipotezinde iki ana kütlenin ortalaması, oranları, standart sapması vb. özellikleri arasında fark olmadığı belirtilir. Hipotezin geçerli olup olmadığını istatistiksel yöntemler kullanarak belirleme işlemine “istatistiksel hipotez testi” denir. Aşağıdaki iki ana kütlenin ortalamaları arasında fark olup olmadığı hipotezinin örneği verilmiştir. (Kayacık, 2010)

(μ_1 birinci ana kütlenin, μ_2 ise ikinci ana kütlenin ortalamasıdır)

H_0 hipotezi eşitlik üzerine kurulur

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$

H_a alternatif hipotezi ise farklılık üzerine kurulur. H_a hipotezi üç olası şekilde kurulabilir.

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2$ μ_1 'in μ_2 'den farklı olduğunu ifade eden bu hipotez çift yönlüdür.

H_a : $\mu_1 > \mu_2$ μ_1 'in μ_2 den büyük olduğunu ifade eden bu hipotez tek yönlüdür. Sağ kuyruk testi ile test edilir.

H_a : $\mu_1 < \mu_2$ μ_1 'in μ_2 den küçük olduğunu ifade eden bu hipotez tek yönlüdür. Sol kuyruk testi ile test edilir.

3.5.3.2.2. Sıfır Hipotezini Reddetme veya Reddetmeme

Hipotez testinde H_0 hipotezi reddedilmeye çalışılır çünkü ileri sürülen alternatif iddia H_1 'dir ve kabul edilmiş olur. H_0 hipotezinin reddedilebilmesi için yeterli kanıt bulmak zorunludur. Sıfır hipotezinin reddedilebilmesi için yeterli kanıt yoksa veya alternatif H_1 hipotezini desteklemek için yeterli kanıt yoksa mevcut durum yani eskiden beri kabul edilen görüş hala geçerlidir demektir. Sıfır hipotezi reddedilirse alternatif hipotez kabul edilmiş olur ve eldeki kanıtlar ile ileri sürülen iddianın geçerli olduğu anlamına gelir. (Işığışık, 2005)

H_0 hipotezinin reddedilmesi yani H_1 hipotezinin kabul edilmesi girdinin çıktı üzerinde etkili olduğu, değişikliğe sebep olduğu yani problemin kök sebebi olması olasılığını artırır.

Hipotez testinde yedi adım izlenir. (Işığışık, 2005)

- H_0 ve H_1 hipotezleri tanımlanır.
- Anlamlılık seviyesi belirlenir. Altı Sigma uygulamalarında %5 anlamlılık seviyesi kullanılır.
- Örneklem hacmi belirlenir. Örneklem sayısı(n) 30 ve üzeri olmalıdır.
- Red bölgesi belirlenir.

- Ana kütleden alınan örnekleme ait istatistikler hesaplanır. Örneklem ortalaması, varyansı, oranı gibi.
- Verilerin varyansının bilinip bilinmediğine, dağılımına ve örneklem hacmine göre z testi, t testi, F testi ve nonparametrik test için test istatistiği hesaplanır.
- Test istatistiği ile kritik değer karşılaştırılarak istatistiksel karar verilir.

3.5.3.3. Regresyon Analizi

Regresyon analizi; aralarında sebep- sonuç ilişkisi bulunan değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek, matematiksel modelini oluşturmak, konuyla ilgili bazı tahminlerde bulunmak amacı ile yapılır . (Kurt, 2008)

Regresyon analizi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü ölçer. Bağımlı değişkenler sürekli olmalıdır. Bağımsız değişkenler birbirinden bağımsız olmalıdır, sürekli veya kesikli olabilir. (Sheehy, Navarro, Silvers, Keyes ve Dixon, 2002)

Basit regresyon bir bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi gösterirken, çoklu regresyon birden fazla bağımsız değişkenle bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi gösterir. (Özdemir, 2004)

Basit regresyon modeli ; (Kurt, 2008)

$$Y = \alpha + x \beta + \epsilon$$

Y: Bağımlı değişkendir.

α : Sabit değerdir. X=0 olduğunda Y, α değerini alır.

X: Bağımsız değişkendir.

β : Regresyon katsayısıdır. X'in 1 birim değişmesine karşılık Y' de olacak değişim miktarını ifade eder.

ϵ : Tesadüfi hata terimidir.

Bağımlı değişkeni etkileyebilecek çok sayıda bağımsız değişken vardır. Ancak 1,2 bazende 3 bağımsız değişken bağımlı değişkendeki değişkenliğin büyük çoğunluğunu açıklar. Belirleme katsayısının (R²) 0,8 civarında yeterli kabul edilir. (Ünver ve Galgam, 2008)

3.5.3.4. Korelasyon Analizi

İki bağımsız değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve kuvvetini ölçer. Bunu ölçerken korelasyon katsayısından yararlanır. Korelasyon katsayısı -1 ve +1 arasında değer alır. (WEB_14, 2020)

Aralarında neden sonuç ilişkisi olmaksızın, lineer (doğrusal) ilişki olan bağımsız değişkenler arasındaki ilişki korelasyon katsayısı ile değerlendirilir. Korelasyon katsayı düşükse, iki değişken arasında doğrusal ilişki olma ihtimali düşüktür. (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005)

Korelasyon katsayısı “ r “ ile ifade edilmektedir. Korelasyon katsayısının +1 olması mükemmel pozitif ilişkiyi, -1 olması mükemmel negatif ilişkiyi, 0 olası bağımsız değişkenler arasında hiçbir ilişkinin olmadığı anlamına gelmektedir. (Özsoy, 2005)

Korelasyon katsayısının “ + “ veya “ - “ olması, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ifade eder. (Ünver ve Galgam, 2008)

$|r_{xy}| < 0.20$ ise ilişki önemsiz,

$|r_{xy}| > 0.80$ ise ilişki önemli kabul edilir.

Değişkenler arasındaki negatif - güçlü korelasyon varsa değişkenlerden birinin değeri azalırken, diğerinin değeri artmaktadır. (Sheehy, Navarro, Silvers, Keyes, Dixon, 2002)

Korelasyon katsayısının -1'e veya +1'e yakın olması değişkenlerin aralarında güçlü bir ilişki olduğunu, 0'a yakın olması aralarındaki ilişkinin zayıf olduğunu gösterir.

İki değişken arasında hesaplanan korelasyon (r) değeri:

$r < 0.20$ ve sıfıra yakın değerler ilişkinin olmadığı ya da çok zayıf ilişkiyi işaret eder

0.20 - 0.39 arasında ise zayıf ilişki

0.40 - 0.59 arasında ise orta düzeyde ilişki

0.60 - 0.79 arasında ise yüksek düzeyde ilişki

0.80 - 1.0 ise çok yüksek ilişki olduğu yorumu yapılır.

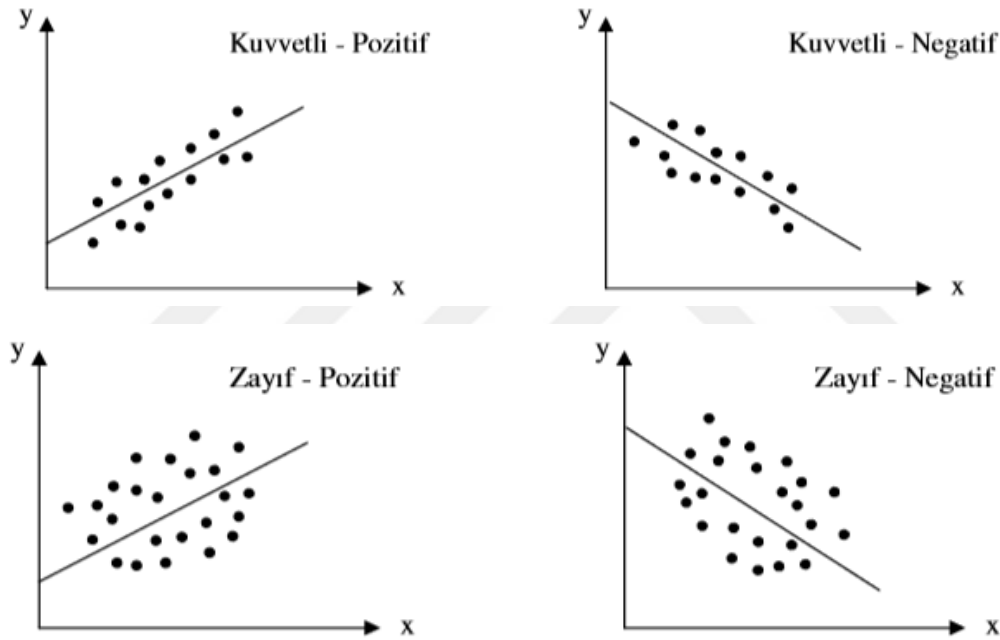
3.5.3.5. Serpilme Diyağramı

Serpilme grafikleri iki değişken arasında ilişki olup olmadığı grafiksel olarak görmemizi sağlayan araçtır. Serpilme grafiklerinden sadece x ile y'nin ilişkili olup, olmadığı anlaşılabilir. Birinin diğerinin nedeni olduğu ise söylenemez. (Girenes, 2006)

Balık kılçığı tekniği ile problem nedenlerini kategorilere bölerek ilişkiyi belirtiriz. Problemin en önemli nedenlerini belirlemede, bu ilişkinin boyutunu ve derecesini belirlemede serpilme diyagramı kullanılır. (Akdamar, 2014)

İki değişken arasındaki ilişkiyi sayısallaştırmak için korelasyon analizi, matematiksel fonksiyonunu oluşturup, fonksiyonel ilişkiyi anlamak için regresyon analizi yapılır. (Arıkan, 2009)

X ile y arasındaki ilişki pozitif olduğunda x artarken y' de artmaktadır. X ile y arasındaki ilişki negatif olduğunda x artarken y azalmaktadır. Aşağıda ilişkiler grafiksel olarak gösterilmiştir. (Çelebi, 2006)



Şekil 3.10 Bağımsız Değişkenler Arasındaki İlişki Grafiği (Çelebi, 2006)

3.5.3.6 Neden - Sonuç Diyagramı

Neden - sonuç analizinde en çok kullanılan metotlardan biri de balık kılçığı diyagramıdır. Neden sonuç analizi yapacak ekibe deneyimli üyeler eklenmelidir. (Kayacık, 2010)

Neden sonuç analizinde ekip çalışması çok önemlidir. (Arıtürk, 2006)

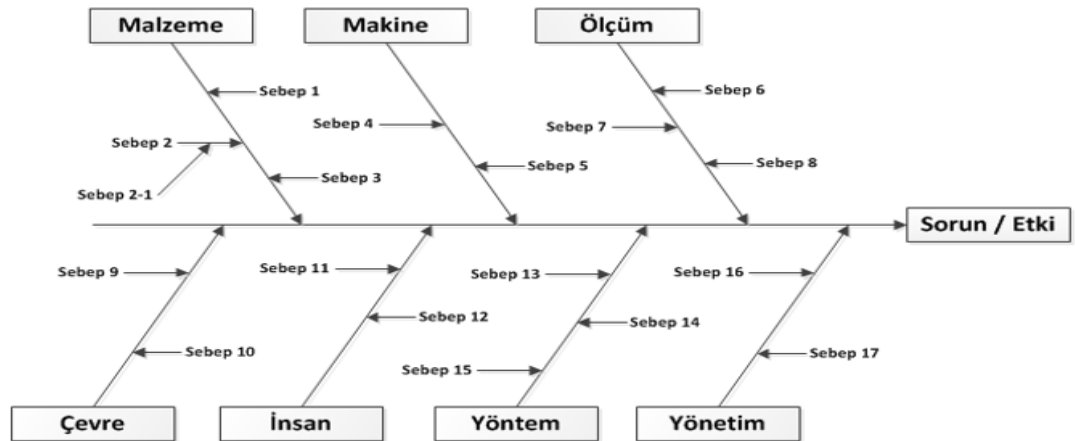
Balık kılçığı diyagramı potansiyel kök nedenleri tespit etmek için kullanılan bir araçtır. Problem ve nedenler arasındaki ilişkinin görülmesini sağlar. (Öztürk, 2009)

Balık Kılçığı diyagramı problem, temel nedenler, alt nedenlerden oluşmaktadır. (Akdamar, 2014)

Balık kılçığı probleme ait kök nedenleri kategorize ederek belirler. Balık kılçığını oluştururken beyin fırtınası tekniğinden yararlanılır.

Balık Kılçığını oluştururken izlenecek adımlar ; (Kayacık, 2010)

- Problem/Sorun net olarak tanımlanarak, en sag tarafta kutucuk içine alınır
- Problem kutusunun sol tarafına doğru yatay bir çizgi çizilir
- Problemin oluşmasına neden olabilecek en etkili nedenler (malzeme, makine, ölçüm sistemi, çevre, insan, metot, yönetim) yatay çizgiye bağlanır.
- Birinci seviyedeki nedenlerin oluşmasına neden olan diğer alt sebepler tespit edilerek birinci seviyedeki nedenlere bağlanır
- 5 defa neden sorusu sorulur
- En son seviyedeki nedenler önceliklendirilir
- Önceliklendirilen nedenler için gerekiyorsa bir balık kılçığı diyagramı daha yapılır



Şekil 3.11 Neden - Sonuç Diyagramı (Balık Kılçığı Diyagramı) (Çakır, 2011)

3.5.4. İyileştirme

İyileştirme aşamasında bir önceki analiz aşamasında belirlenmiş, ispat edilmiş kök nedenlere çözümler bulunmaya çalışılır. Potansiyel çözümler beyin fırtınası yöntemiyle elde edilir.

İyileştirme problemin yok edileceği veya etkilerinin azaltılacağı aşamadır. Problem çözümüne ait uygulamalar hayata geçirilmeden önce daha önceki üç aşama tekrar gözden

geçirilir. Bu gözlemlerde problemin; ekip üyeleri tarafından tanımının net ve anlaşılır olduğu, çözülebilir olduğu, çözüldüğünde büyük getiri sağladığı, çözüme ulaştıracak doğru verilere sahip olunduğu ve kök nedenlerinin ve çözümünün doğru tespit edildiği düşünülüyorsa, çözümler uygulanmaya başlanabilir. (Özkan, 2006)

Eckes'e göre iyileştirme aşamasının iki amacı vardır: Çözüm bulmak ve çözümler arasında seçim yapmaktır. Çözümler önceliklendirilir ve gruplar halinde uygulanır. Uygulamadan hemen sonra performans ölçümü yapılmalıdır. Çünkü proje hedefine bütün çözüm önerilerini uygulamadan da ulaşılmış olabilir. (Eckes, 2005)

İyileştirme aşamasında en çok kullanılan araçlar aşağıda sıralanmıştır;

- Deney Tasarımı
- Pick Tablosu
- Hata Türü Etkisi Analizi

3.5.4.1. Deney Tasarımı

İyileştirme aşamasında, analiz aşamasında önemli olarak tespit edilmiş girdiler kullanarak deney tasarımı yapılmaktadır. Deney tasarımı ile girdilerin etkisi ispatlanıp, ispatlanmış etkinin çıktıya(probleme) etkisi belirlenmektedir. (Kayacık, 2010)

Deney tasarımı, özellikle üretimde, prosesteki girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi matematiksel modelle ortaya koymak için kullanılan ileri düzey istatistiksel araçtır. Böylece prosesin çıktısını en iyi noktaya getirebilmek için deneme yanılma yapmak ve her defada bir faktör çalışması yapmak yerine bilimsel bir yöntem kullanılmasını sağlar. Böylece prosesin kritik parametreleri en optimum seviyede ayarlanabilir. (WEB_15, 2011)

Çıktının kalitesini etkileyen girdi değişkenlerini sistematik olarak incelemek için kullanılır. (Özkan, 2006)

Deney tasarımlarıyla, tesadüfen yüksek kaliteye neden olan değişkenleri tekrar geriye dönerek araştırmak için harcanan zaman, para ve riskin önüne geçilir. Deney tasarımları kalitenin sürekliliğini sağlar.

Deney tasarımı prosesteki girdi faktörlerinde istenen değişiklikler yapıldığında, çıktı değişkeninde meydana gelecek değişikliğin gözlenmesi yorumlanmasıdır. Bağımlı faktördeki değişikliğin sebebi olan bağımsız faktörlerin etkilerini ölçmek için kullanılan bir tekniktir. (Şanyılmaz, 2006)

Çözümün performansını test etmek, en optimum seviyeye çıkarmak için kullanılan bir yöntemdir. (Pande, 2004)

Deney tasarımları, analiz aşamasında etkili olduğu öngörülen (alternatif hipotezinin kabul edildiği, sıfır hipotezin reddedildiği) sebeplerin gerçekten etkili olup olmadığını, etkili olanların ise yüzdesel etkisini belirlemek için yapılmaktadır. (Kayacık, 2010)

Deney tasarımı süreç girdi değişkenlerinin hangilerinin çıktı üzerinde etkili olduğunu ve süreç çıktısını optimize edebilmek için girdi değişken değerlerinin ne olması gerektiğinin tespit edilmesinde kullanılan araçtır. Deney tasarımları, süreç yeterliliğinden çok, genel imalat ve ürün/süreç geliştirme sorunlarında kullanılır. Bir süreçteki değişkenliğin nedenlerinin tespit edilmesinde ve yok edilmesinde kullanılır. (Bozkurt, 2003)

Deney tasarımının avantajı, “deneysel gözlemde” olduğu gibi mevcut durumu gözlemleyip, bilgi toplamanın yerine, değişkenleri planlayıp deney yaparak kontrol etme fırsatı sunmasıdır. (Pande, 2004)

Deney tasarımı süreçteki neden sonuç ilişkisini belirlemek, süreci iyileştirmek için deneyi tasarlamak, uygulamak, analiz etmek işlemlerini içerir. Deney tasarımı izlenecek adımlar aşağıdaki gibidir; (Çakır, 2011)

- Problem belirlenir
- Girdi değişkenleri seçilir
- Çıktı verisi seçilir
- Faktör seviyesi belirlenir
- Deney yöntemi belirlenir
- Veri analizi yapılır
- Sonuç değerlendirilir

Deney tasarımı sonucunda; (Kayacık, 2010)

- Çıktıda en etkili olan değişkenler tespit edilir
- Çıktıyı en iyi seviyeye ulaştıracak, optimum girdi değerleri tespit edilir
- Çıktıdaki değişkenliği en az seviyeye getirmek için, hangi girdi değişkenlerinin azaltılması gerektiği belirlenir
- Kontrol girdilerinin sabitleneceği değerler belirlenir

Deney tasarımı ve buna bağlı olarak matematiksel denklem oluşturmak her projeye uygun değildir. Deney tasarımı kullanıp, $y=f(x)$ denklemi ile çözüme ulaşan proje sayısı azdır. (Kayacık, 2010)

3.5.4.2. Pick Tablosu

İyileştirme önerileri çeşitli şekillerde karşılaştırılıp önceliklendirilebilir. Karşılaştırmanın en basit yöntemlerinden biri pick tablosudur. İyileştirme önerilerinin uygulanmasının zorluk derecesi ve ne kadar getirisinin olacağı belirlenir. Pick tablosu hangi iyileştirme önerilerinin kesin olarak uygulanması hangilerinin uygulanmaması gerektiğine karar verilmesinde yardımcı olur. (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

Pick tablosu, çözüm önerilerini zorluk derecesi ve getirisine göre pick tablosuna yerleştirilip, dört kategoriye göre ayırarak önceliklendirmeye yardımcı olur. Pick tablosunda dört kategori vardır. Bunlar; uygula, mümkün, meydan oku, vazgeçtir. Uygula kategorisine giren iyileştirme önerileri hem kolay uygulama sağlaması hemde büyük getirisi olması açısından öncelikli iyileştirmelerdir.

Tablo 3.12 Pick Tablosu (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

		BÜYÜK getiri	KÜÇÜK getiri
KOLAY uygulama	ZOR uygulama	4 5 11 7 13 3 6 10 2 7 Uygula	9 Mümkün
		1 8 12 14 Meydan Oku	Vazgeç

3.5.4.3. Hata Türleri ve Etkileri Analizi – HTEA (FMEA)

Sürecin tasarlanması veya değiştirilmesi durumunda yeni oluşacak sürecin adımlarının muhtemel etkilerini analiz etmek için HTEA çalışması uygulanır. (Srinivasan ve Nair, 2005)

Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA), tasarım veya süreç aşamasında, ürün veya süreçte olma ihtimali olan hataları ve bunların etkilerini tespit etmek, değerlendirmek, oluşma ihtimallerini ortadan kaldırma veya azaltacak önlemler alma işlemleridir. Her hata türü için risk öncelik faktörü (RÖF, Risk Priority Number – RPN) hesaplanır. RÖF ‘ün büyük değerde olması hatanın önemi ve önceliği artmaktadır. RÖF ‘ün hesaplanma şekli aşağıda belirtilmiştir. (Akarslan, 2004)

HTEA, girdi değişkenlerinde meydana gelebilecek olumsuz değişikliklerin, müşteride oluşturabileceği riskin değerlendirilmesidir. Riski en az seviyeye düşürmeyi ve önleyici faaliyetlerin belirlenmesine yardımcı olur. (Özdemir, 2004)

$$\text{RÖF} = \text{Hata Olasılığı} \times \text{Etkinin Önem Derecesi (Şiddet)} \times \text{Hatanın Saptanabilirliği}$$

HTEA, problemlerin takip edilebilmesi, belirlenen düzeltici faaliyetlerin uygulanması aşamasında yol gösterir. (Arıkan, 2009)

HTEA’da RÖF değeri, hatalara karşı önleyici faaliyetler, sorumluları ve terminleri belirlenir. Önleyici faaliyetler uygulandıktan sonra tekrar RÖF hesaplanarak faaliyet değerlendirilmesi yapılır.

Tablo 3.13 Etki Önem Derecesi Tablosu (Yang, K., ve El-Haik, B., 2003)

Etki	Etkinin Önem Derecesi	Derece
Etki yok	Etki yok	1
Çok küçük	Önemsiz etki, hata ancak dikkatli müşteriler tarafından fark edilir	2
Küçük	Küçük şiddette etki, hata ortalama seviyedeki dikkatli müşteriler tarafından fark edilir	3
Çok düşük	Hata müşterilerin çoğu tarafından fark edilir	4
Düşük	Hata müşterilerde memnuniyetsizlik yaratır	5
Orta	Ürün kullanılabilir, ancak müşterilerde rahatsızlık yaratır	6
Yüksek	Ürün performansı azalmış bir şekilde kullanılabilir, müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkar	7
Çok Yüksek	Ürün birincil fonksiyonlarını kaybederek kullanılamaz hale gelir, müşteri memnuniyetsizliği yüksektir	8
Tehlikeli – İkaz var	Emniyetle ilgili bir arıza mevcuttur, hata bir ikazla meydana gelir	9
Tehlikeli – İkaz yok	Emniyetle ilgili bir arıza mevcuttur, hata bir ikaz olmadan meydana gelir	10

Tablo 3.14 Hata Olasılığı Değerlendirme Tablosu (Yang, K., ve El-Haik, B., 2003)

Hata Olasılığı	Gerçekleşme Yüzdesi	Derece
Çok yüksek (hata kaçınılmaz)	$\geq \%10$	10
	$\%5$	9
Yüksek (tekrarlı hatalar)	$\%2$	8
	$\%1$	7
Orta (arasıra olan hatalar)	$\%0,5$	6
	$\%0,2$	5
	$\%0,1$	4
Düşük (nadir olan hatalar)	$\%0,05$	3
	$\%0,01$	2
Hemen hemen olanaksız	$<\%0,001$	1

Tablo 3.15 Hatanın Saptanabilirliği Tablosu (Yang, K., ve El-Haik, B., 2003)

Hatanın Saptanabilirlik Olasılığı	Derece
Hemen hemen kesin	1
Çok yüksek	2
Yüksek	3
Ortanın üstü	4
Orta	5
Düşük	6
Çok düşük	7
Uzak bir olasılık	8
Çok uzak bir olasılık	9
Hemen hemen olanaksız	10

Tablo 3.16 Hata Türleri ve Etkileri Analizi Formu (WEB_16, 2006)

Proses Faaliyet	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkileri	Ş i d e t	S ı n ı f	Hatanın Potansiyel Sebepleri/ Mekanizmaları	O l a s ı l ı k	Mevcut Kontroller		S a p t a m a	R ö s	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular, hedef ve Termin	Faaliyet Sonuçları				
							Önleme	Saptama					Yapılan Faaliyetler	Ş i d e t	O l s ı l ı k	S a p t a m a	R ö s
Şartlar																	

HTEA ‘da olabilecek hataların tahmini yapılırken geçmiş tecrübelerden yararlanılır. HTEA’nın üç ana amacı vardır. (Baykasoğlu, Dereli, Yılankırkan ve Yılankırkan, 2003)

- Potansiyel hataları ve sonuçlarını görme, değerlendirme
- Potansiyel hatanın olma ihtimalini ortadan kaldıracak veya azaltacak önlemleri tespit etme
- Dökümantasyonları hazırlama

3.5.5. Kontrol

Kontrol aşamasında, iyileştirme aşamasında belirlenen iyileştirme planı ve uygulamayla kazanılan sonuçları değerlendirilir, başarılı kazanımların sürdürülebilir olması ve daha da artırılması sağlanır.

Kontrol aşamasında yapılan kontroller sayesinde hedeften sapma tespit edilir ve sonrasında düzeltilir. Sürekli kontrolü sağlayabilmek için performans izleme mekanizmaları kurulup, ölçümler yapılır. Proje öncesi ve sonrası kıyaslanır. Projeye ait kazanımlar, finansallar doğrulanır. Proje raporu oluşturulur. Kapanış toplantısında sonuçlar müşteriyile paylaşılarak, proje kapatılır.

Kontrol aşaması elde edilen kazanımların kalıcı olmasını sağlamaktadır. Buda oluşturulacak olan prosedür ve iş talimatlarıyla olur. Ekip yaptıklarını, öğrendiklerini süreç sahibine anlatmalıdır. Süreçte çalışan herkes yeni belgelenmiş prosedürleri uygulama konusunda eğitilmiş olmalıdır. Kontrol aşamasında yapılması gerekenler aşağıdaki gibidir. (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

- Yeni, iyileştirilmiş prosedürleri belgelendirmek
- Süreç çalışanlarını eğitmek
- Anahtar belirtileri izlemek için prosedürler geliştirmek
- Devam etmekte olan yönetsel işleri, süreç sahibine devretmek
- Projenin belgelendirilmesini yapmak

Başarının sürdürülememesi harcanan çaba ve kaynakların boşa gitmesine neden olacağı için kontrol aşaması çok önemlidir. Kontrol aşamasında kazanımlar değerlendirilir. Kazanımların nasıl sürdürülebileceği ve arttırılacağı belirlenir. Kontrol aşamasının çıktıları;(Özkan, 2006)

- İyileştirilmiş sürecin son durumu
- İyileştirme sonrasında elde edilen kazanımlar

- İyileştirme sonunda ortaya konulmuş fırsatlar, tavsiyeler

Kontrol aşamasında en çok kullanılan araçlar aşağıda sıralanmıştır;

- İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK)
- Kontrol Grafikleri ve Önce - Sonra Analizi
- Standardizasyon
- Kontrol Planı

3.5.5.1. İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK)

İPK, süreci sürekli denetlemede, değişkenliği oluşturan durumları belirlemede, sürekli kontrol sayesinde müşteri isteklerinin karşılanıp karşılanmadığına karar vermede kullanılan araçtır. Kaliteyi kontrol etmenin en etkili yoludur. (Erdoğan, 2006)

Bir sürecin istatistiksel olarak kontrol altında mı yoksa kontrol dışında mı olduğunu anlamak için süreç ölçülmeli toplanan verideki değişkenlik incelenmelidir. (Pande, 2004)

İPK sonucunda, sürece ait performanslar ölçülür, gözlemlenir, hedeflenen performansa ulaşabilmek için yapılması gereken düzeltmeler belirlenir. (Türkoğlu, 2005)

Süreçte değişkenlikler özel ve genel sebeplerden dolayı olur. Kontrol grafiklerinin amacı, değişkenliğin özel sebeplerini belirlemek ve mümkünse ortadan kaldırmaktır. Kontrol grafiklerinde bir nokta belirlenen kontrol sınırlarının dışında yer aldığı zaman süreç istatistiksel olarak kontrol dışıdır denir. (Spiegel ve Stephens, 2010)

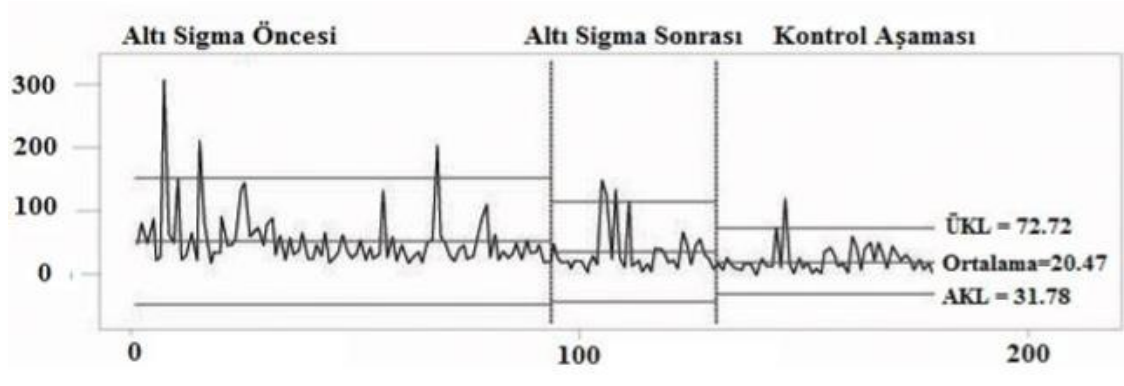


Şekil 3.12 Süreç Kontrol Grafiği (Çakır, 2011)

3.5.5.2. Kontrol Grafikleri ve Önce - Sonra Analizi

Zaman grafiklerinde olduğu gibi değerler zaman çizgisi boyunca çizilmiştir. Kontrol grafiklerinde, zaman grafiklerine ekstra olarak kontrol limitleri vardır. (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

Çalışmanın sonunda yapılan iyileştirmelerin görsel paylaşılabilmesi için öncesi – sonrası analizi yapılır. Öncesi - sonrası analizi, altı sigma projesi öncesi değişimi gösteren kontrol grafikleri ile, altı sigma çalışması sonrasındaki değişimi gösteren kontrol grafiklerinin yan yana gösterilerek, görsel sunum sağlar. (Çakır, 2011)



Şekil 3.13 Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

3.5.5.3. Standardizasyon

Standardizasyon bireyler arasındaki değişkenliklerin azaltılmasını, işe yeni başlayan kişilere rehberlik oluşturmalarını, bilginin kaydedilip saklanmasını sağlar. (Çakır, 2011)

- Standardizasyon sayesinde sürecin en iyi yoldan yapılması sağlanır
- Değişiklikler daha iyi bir yöntem fark edilirse yapılır
- Dökümantasyon anahtardır ve güncel, kullanılabilir olmalıdır

Standardizasyon, sürecin sürdürülebilir ve güvenli olmasını sağlar, bunun içinde sürdürülebilir ve güvenli sistem kurulması gerekmektedir. (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005)

3.5.5.4. Kontrol Planı

Süreç kontrol planında, süreç boyunca nelerin kontrol edileceği, ne sıklıkla kontrol edileceği, hangi metodun kullanılacağı, hedeflerin ne olacağı ve ölçüm sonuçlarının hangi alana kaydedileceği belirlenir. (Kayacık, 2010)

Kontrol için hangi süreç adımının veya makinanın ölçüleceğine karar verilir, hangi metot kullanılarak kontrol yapılacağı belirlenir, kontrol edilecek örneklem büyüklüğü seçilir, örneklem sıklığı belirlenir, kontrol işlemini takip etmek için sorumlu kişiler belirlenir, verilerin nerede saklanacağı belirlenir. Süreç kontrol dışına çıktığında yapılacak iyileştirmeler ve sorumlularının kim olacağı belirlenir. Kontrol aşamasında nelerin yapılması gerektiğiyle ilgili prosedür oluşturulur.



BÖLÜM 4. YALIN ALTI SİGMA

4.1. YALIN ÜRETİM VE ALTI SİGMA' NIN KARŞILAŞTIRILMASI

Yalın Üretim ve Altı Sigma'nın hangisinin daha etkin olduğu sorgulanan konudur. İlk olarak bir şirkette daha kolay hedefe ulaştırabilecek problemleri çözmek için çalışmalar yapılmalıdır. Yani Yalın Üretim yönetimi ile işe başlanmalıdır. Şirkette bir temel oluşturulmalıdır. İlerleyen zamanda daha karmaşık, istatistiksel yöntemler ve mühendislik gerektiren daha karmaşık problemlerde Altı Sigma kullanılmalıdır.

Yalın üretimde israf tespit edilip yok edilerek, müşteriye mükemmel ürün akışı sağlanır. Yalın üretim süreçleri iyileştirerek maliyeti azaltmaya odaklanır. (Öztürk, 2009)

Yalın Üretim, Tam Zamanında Üretim sistemini kullanarak, süreçlerde bulunan yedi israfın tespit edilip, yok edilmesine odaklanır. (Çakır, 2011)

Altı sigma değişkenliğin, hataların azaltılıp kalitenin artırılmasına odaklanan ölçüm tabanlı yöntemdir. (Hostetler, 2010)

Yalın üretimde ise ileri istatistiki araçlar kullanılmadığından süreç yeterliliklerine ulaşamamaktadır. (Doğan ve Demiral, 2008)

Yalın Üretim hızı, Altı Sigma kaliteye odaklanır.

Yalın Üretim iyileştirmeyi tüm çalışanların görevi olarak, Altı Sigma ise özel eğitilmiş, sorumluluk almış çalışanların görevi olarak görmektedir. (Özdemir, 2004)

Altı Sigma' da hangi aşamada hangi araçların kullanıldığı bellidir ancak yalın üretimde tüm araçlar belli olmasına rağmen etkili kullanımı için bir yol sunmakta Altı Sigmaya göre yetersizdir. Altı Sigma'da iyileştirme sonuçları rakamlarda daha rahat ifade edilirken, yalın üretimde aynı şekilde belirtilememektedir (Özdemir, 2004).

Yalın Üretim Altı Sigma 'ya göre uygulamada daha az zaman ve maliyet gerektirmektedir. (Özdemir, 2004)

Yalın Üretim ile Altı Sigma'nın karşılaştırılması belirtilmiştir (Kayacık, 2010)

- Yalın üretim (Toyota Üretim Sistemi) iyileşme, kültürel değişim yaklaşımıdır. Altı Sigma ise veriye dayalı istatistiksel araçların kullanıldığı problem çözme yaklaşımıdır

- Yalın üretimdeki katılımcılık, hız, beraber öğrenme problem çözümünü kolaylaştırır
- Müşterilerin hızlı teslimat taleplerini karşılıyor olmak şirketler için önemlidir. Altı Sigma, teslimat ve üretim sürelerinin kısaltılmasını sağlayan Yalın Üretim Tekniklerinde bulunan “Çekme sistemleri” ve “Kalıp değişim süresinin azaltılması” gibi kavramları içermemektedir. Yalın üretim, üretim süresinin kısaltılmasına, altı sigma çevrim süresinde değişkenliğin azalmasıyla ilgilenir
- Yalın Üretim, Altı Sigma ’daki gibi elde edilen sonuçların sürekliliğini sağlamak için gerekli altyapıya sahip değildir. Yalın Üretimde, üst yönetim desteği, adanmış yöneticiler, planlı eğitim metodolojisi, insan ve maddi kaynak yetersizliklerinin yaşanması nedeniyle süreklilik sağlanamamaktadır
- Altı Sigma müşteri sesi, müşteri bakış açısı odaklıdır. Yalın üretimde müşterinin önemli bulduğu katma değerli faaliyetlerin analizi yapılsada, katma değerli işlere yönetici karar vermektedir
- Yalın üretim değişkenliğin azaltılması ve prosesin istatistiksel kontrol altında tutulması konusuna eğilmez. Ancak hatalardaki artış süreci ve teslimat süresini olumsuz yönde etkiler
- Yalın üretimde beklemeleri, kayıpları ve envanter durumunu ölçen “Değer Akış Haritası” Altı Sigma teknikleri arasında yer almayan güçlü bir tekniktir
- Aşağıdaki tabloda Yalın Üretim ile Altı Sigma arasındaki farklılıklar gösterilmiştir;

Tablo 4.1 Yalın Üretim Altı Sigma Karşılaştırma

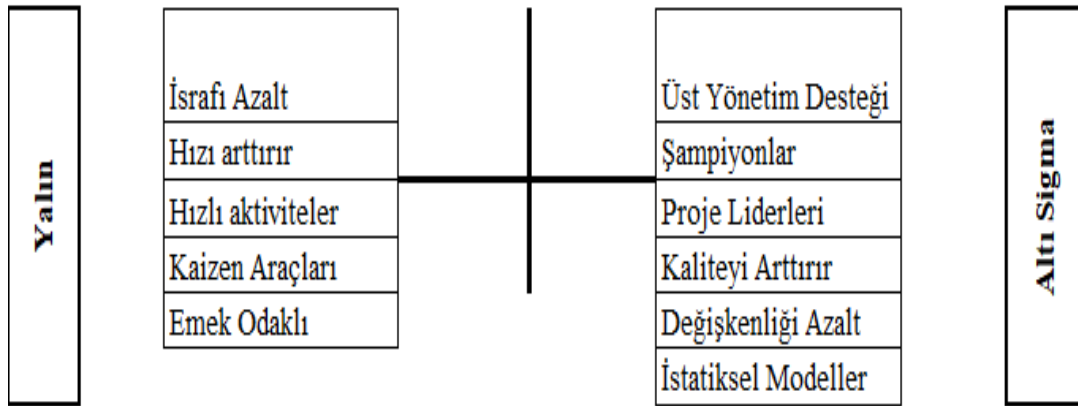
	Yalın Üretim	Altı Sigma
Ortaya Çıkış Noktası	Japonya ve Toyota’daki kalite evrimi	Japonya ve Motorola’daki kalite evrimi
Hedef	Akışı sağlamak, israfları azaltmak	Süreç yeterliliğini iyileştirmek, değişkenliği azaltmak ve sıfır hata
Uygulama	İlk olarak üretim Süreci	Bütün süreçler
Metot	PUKÖ döngüsü	TÖAİK aşamaları
Araçlar	Analitik araçlar	Gelişmiş istatistiki ve analitik araçlar

Proje Seçimi	Değer akış haritalama ile yapılır	Çeşitli yaklaşımlar söz konusudur.
Proje Süresi	1 Hafta – 3 Ay	2 – 6 Ay
Eğitim	Az resmi veya resmi olmayan eğitim, uygulayarak öğrenme	Ayrılmış kaynak, geniş kapsamlı eğitim, uygulamalı öğrenme
Kapsam	Sınırlandırılmış problem	Şirket geneli
Ekip	Uzmanlar, kara ve yeşil kuşaklar	Herkes, her zaman, şampiyonlar

4.2. YALIN ALTI SİGMA TANIMI

Yalın Altı Sigma, Yalın Üretim ve Altı Sigma kavramlarının olumlu yönlerinin dengeli bir şekilde birleştirilmesidir. Altı Sigma'nın süreçlerdeki değişkenliği azaltarak hataları azaltması, Yalın Üretim'in katma değersiz olan işleri tespit edip, azaltmasıyla israfın azaltılması, akışın hızlanması, teslimat sürelerinin kısılması özellikleri Yalın Altı Sigma 'da birleştirilmiştir.

Yalın Altı Sigma Yalın Üretim ve Altı Sigma metodolojinin güçlü yönlerini bir araya getirerek sinerji yaratmaktadır. Şekil 4.1 ' de iki metodolojinin güçlü yönlerine yer verilmiştir.



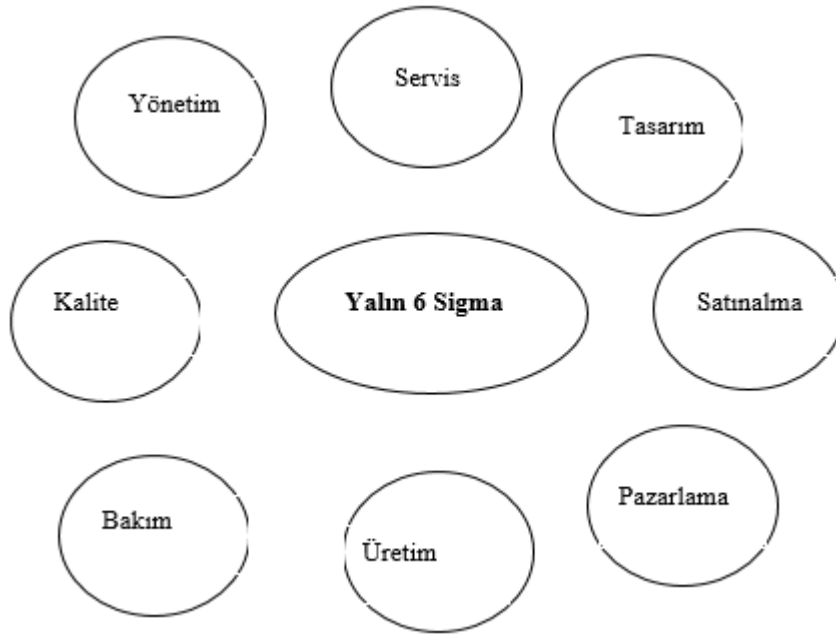
Şekil 4.1 Altı Sigma ve Yalın Düşünce'nin Güçlü Yönleri (Doğan ve Demiral, 2008)

Yalın Altı Sigma katma değersiz işlerin tespit edilip yok edilmesini, süreçler arasındaki akış hızı farklılıklarının yok edilmesini, aynı işin farklı kişilerde farklı şekilde yapılmasının önüne geçilmesini, süreçler arasındaki beklemlerin yok edilmesini, bölümler arası ürün ve bilgi geçişlerini en az seviyeye düşürülmesi gibi konuları incelemektedir.. Yalın Altı Sigma gereksiz bütün faaliyetleri ortadan kaldırarak kazanç elde etmeyi amaçlar. (Arıkan,2009)

Yalın Altı Sigma kalitesizlik problemlerini çözmeye çalışırken, israfı ve maliyetide azaltmayı amaçlar. (Polk, 2011)

Yalın Altı Sigma'nın avantajı Yalın Üretim ile değer yaratmayan adımları ortadan kaldırıp israfı azaltırken, Altı Sigma ile değişkenliği azaltıp, süreci istatistiksel kontrol altına alıp kaliteyi arttırmasıdır.

Yalın Altı Sigma kalitenin artması, süreç hızının artması buna bağlı olarak müşteri memmuniyetinin artıp, maliyetlerin azaltılmasını sağlamak amacıyla birçok iyileştirme fırsatları sunar. (Dumitrescu, Tent ve Dumitrescu, 2010).



Şekil 4.2 Yalın Altı Sigma Uygulama Alanları (Çakır, 2011)

Genel olarak Yalın Üretim israfları azaltmak, verimliliği arttırmak için endüstri mühendisleri tarafından geliştirilmişken, Altı Sigma üretim ve hizmette oluşan hataların azaltılması, kalitenin iyileştirilmesi, sürekliliğin sağlanması için kalite mühendisleri tarafından geliştirilmiştir. (Kayacık, 2010)

Yalın Altı Sigma Altı Sigma gibi TÖAİK adınlarını kullanır. TÖAİK problemin çözülmesini ve hayata geçirilen iyileştirmelerin sürdürülebilir olmasını sağlar.

Yalın Altı Sigma’ da hedef, müşteri isteklerine uymayan her şeyi yok etmektir bundan dolayı müşteriyi dinleyerek işe başlanır. Yalın Altı Sigma’ da müşteri ihtiyaçlarını karşılamayan şeylere “hata” denir. (Kayacık, 2010)

Hız, kalite, düşük maliyet ‘in hepsi aynı anda gerçekleşmeden hedeflere ulaşamayız. Bunun nedeni;

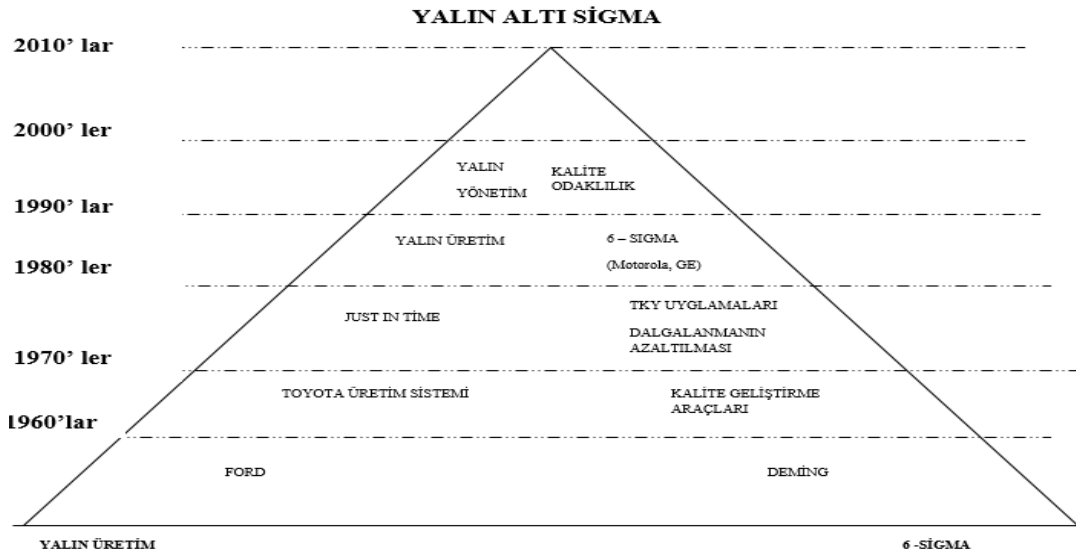
- Kalitesi düşük olan çok sayıda hata alan bir süreç, hızlı olamaz. Kalitesizlik, hatasızlık yüksek hıza ulaşabilmeyi sağlar
- Yavaş ilerleyen süreçte kalite problemleri daha çok gözlenmektedir. Süreçler arası veya stokta bekleme arttıkça ürünlerin son kullanma tarihleri geçmekte, bekledikleri yerde hasar görmekte ve yıpranmaktadır. Hizmette de eski bilginin süresi dolmaktadır. Bundan dolayı beklemler ortadan kaldırılıp süreç hızlandırılarak, yüksek kalite düzeyine ulaşılır
- Üretimde ve hizmette düşük kalite ve hız yüksek maliyete neden olmaktadır
Yalın Altı Sigmanın Özellikleri; (Girenes, 2006)
- Sistematik bir yaklaşım olup sabit bir planla sınırlamaz
- Şirkete, sürece ya da probleme göre uyarlanması gereken çok kapsamlı bir araçlar setidir
- Süreçleri birbirleriyle kıyaslanabilir duruma getirir
- Veriye dayalıdır, uygun yerlerde istatistik kullanılır
- Müşteri odaklıdır, süreç performansını müşteri gözüyle ölçer
- Süreçleri yalınlaştırmayı amaçlar
- Değişkenliği azaltmayı amaçlar
- İyileşmeyi istatistiksel olarak ispatlar
- Finansal getiri odaklıdır
- Yaratıcılığı destekler.
- Uygulanan iyileştirmelerin sürdürülebilir olması için istatistiksel ve prosedürel sistemleri kurar

Yalın Altı Sigmanın amaçları; Müşteri memnuniyetini arttırmak, pazar payını arttırmak, teslimat süresini azaltmak, stoğu azaltmak, maliyeti düşürmek, tasarımların

daha güçlü ve sağlam olmasını sağlamak, ekip çalışmasını sağlamak, katma değersiz işlerden kurtulmak, süreçleri daha iyi hale getirmektir. (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

4.3. YALIN ALTI SİGMA'NIN ORTAYA ÇIKIŞI VE GELİŞİMİ

Yalın Altı Sigma yaklaşımının temeli 2000' li yıllarına dayanmaktadır. 1950'li yıllarda Deming ve Juran tarafından ele alınan İstatistiksel Proses Kontrol sistemleri (TKK yönetiminin temeli), 1960' lı yıllarda Taiichi Ohno tarafından uygulamaya alınan TÜS – Toyota Üretim Sistemi ile daha da ilerletilmiştir. 1980'li yıllarda Tam Zamanında Üretim (JIT), Toplam Kalite Yönetimi, Süreç Değişim Mühendisliği gibi yeni yaklaşımlar gelmiştir. Yalın Altı Sigma, kalite yolculuğunda bilinen en son yaklaşım olup, halen gelişme aşamasındadır. (Demiralp, 2014)



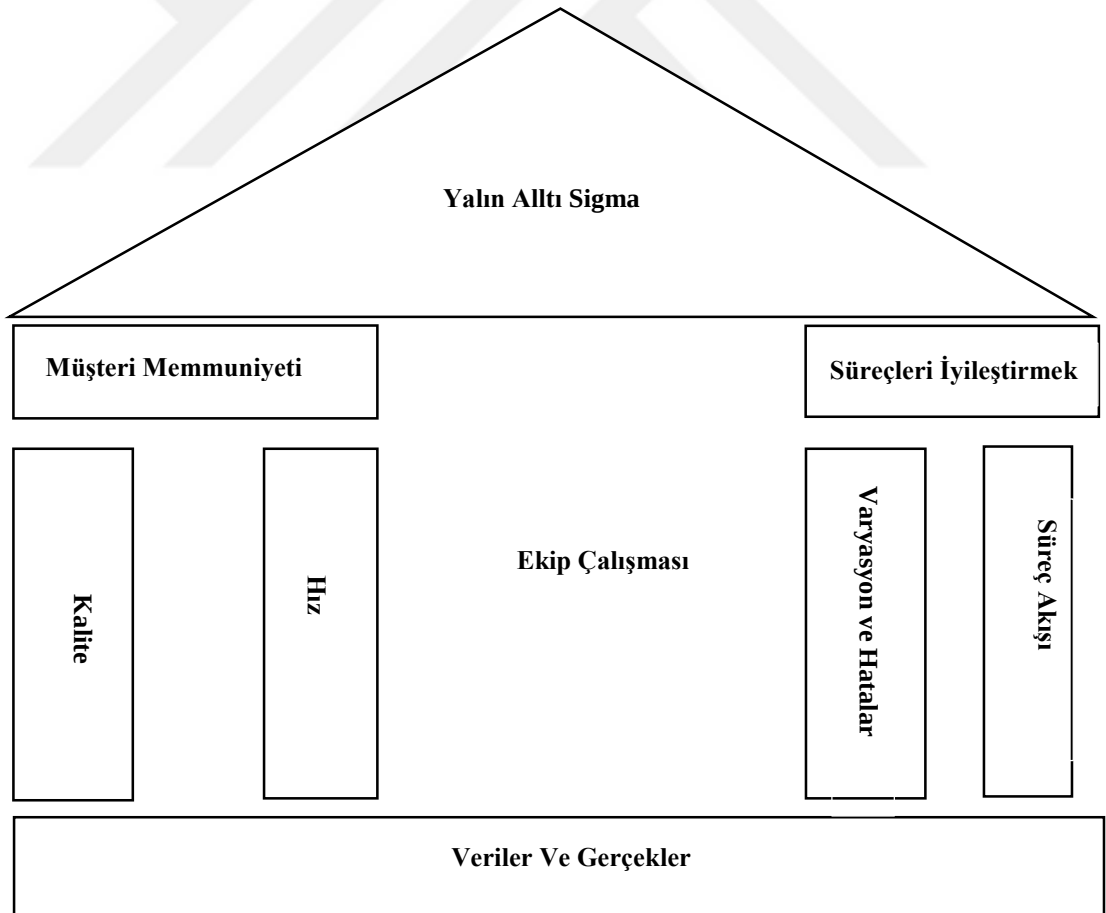
Şekil 4.3 Yalın Altı Sigma Kavramının Tarihsel Gelişimi (Demiralp, 2014)

Yalın Üretimin ve Yalın Yönetim'in dünyaya tanıtılması 1990'lı yıllarda James P. Womack tarafından Toyota Üretim Sistemi'ni inceleyerek yazılan "Dünyayı Değiştiren Makine" adlı kitapla olurken, Altı Sigma yaklaşımının tanınması; 1989'da Motorola'nın aldığı Amerikan Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü ve GE'nin aynı yıllarda Altı Sigma sistemini kullanarak elde ettiği 600 milyon dolar kar sayesinde olmuştur.

1980’li yıllarında bir çok firma kaliteli ürün üretmenin, çok maliyetli olduğunu düşünürken, Motorola daha iyiyi daha ucuza üretmenin yollarını aramıştır. Böylece Altı Sigma’ nın temellerini atan Motorala, Yalın Altı Sigma ‘nın da ilk adımlarını atmıştır. Yalın Altı Sigma, tüm iyileştirme yöntemlerini içinde barındıran kalite iyileştirme felsefesi olarak gelişimine devam etmektedir. (Demiralp, 2014)

4.4. YALIN ALTI SİGMA’ NIN İLKELERİ

Yalın Altı Sigma’nın başarılı olmasını sağlayan 4 temel anahtar vardır . Bunlar müşteriye memnun etmek, süreçleri iyileştirmek, ekip çalışması ve doğru verilere dayanarak karar almaktır (George, Rowlands ve Kastle, 2005). Ayrıca Yalın Altı Sigma ‘nın başarıya ulaşmasını sağlayan en önemli ve öncelikli kural müşteri ve şirket için önem taşıyan sorunlar üzerine çalışmasıdır. (George, Rowlands ve Kastle, 2005)



Şekil 4.4 Yalın Altı Sigma’nın Anahtarları (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

- Amaç müşteriye memnun etmek olmalıdır. Müşteri memnuniyeti müşteriye daha kısa sürede daha kaliteli ürün ve hizmet sunarak gerçekleşmektedir
- Müşterinin kabul etmeyeceği herşeyi yani sapmaları ve hataları ortadan kaldırıp, işin süreç akışını en iyi hale getirerek süreçleri iyileştirmek gerekir
- Farklı süreçlerde çalışan kişilerle ekip oluşturulmalı ve fikir alışverişi yapılmalıdır
- Verilen tüm kararlar doğru verilere dayanmalıdır

Ekipte çalışacak kişilere dinleme, karar verme, beyin fırtınası konusunda eğitim verilmelidir. (Doğan ve Demiral, 2008)

Rekabetin çok yoğun olduğu ortamlarda müşteriye kaybetmemek, müşteri beklentilerini karşılamaya bağlıdır.

Yalın Altı Sigma ilkeleri gerçekleştirebilmek için Yalın Altı Sigma'nın beş kuralının da uygulanması gerekmektedir. (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

Kural 1: Piyasa Kuralı : Müşteri için önemli olan konulara öncelikle odaklanılmalıdır.

Kural 2: Esneklik Kuralı : Sürecin hızı esneklik ile doğru orantılıdır. Esneklik ; görevler arasında eleman ve makinaların ne kadar hızlı geçiş yapabildiğidir. Üretimde esneklik yoksa uzun hazırlık süreleri olmaktadır.

Kural 3: Odaklanma Kuralı : İstatistiklere göre sorunların %80' i , yapılan işlemlerin %20' inden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle %20'lik kısma odaklanılırsa , en büyük getiriler buradan elde edilecektir.

Kural 4: Hız Kuralı: Bir sürecin hızı işlem görmek için bekleyen iş miktarı ile ters orantılıdır. Süreç ne kadar hızlı olursa işlem görmek için bekleyen ürün sayısı o kadar az olacaktır. Süreci hızlandırmak için devam eden iş miktarları azaltılmalıdır.

Kural 5: Karmaşıklık ve Bedel Yasası : Hizmet veya ürünlerin karmaşıklığı genellikle düşük kalitesiz veya yavaş süreçlerden daha fazla maliyetlidir. Bundan dolayı ilk iyileştirmeler ürün ve hizmetlerin sayısını azaltmak olabilir.

4.5. YALIN ALTI SİGMA ORGANİZASYON YAPISI

Altı Sigma ve Yalın Altı Sigma organizasyon yapısı benzerlik göstermektedir. Bölüm 3.4 ' te Altı Sigma organizasyon yapısı ayrıntılı şekilde anlatılmıştır. Bölüm 4.5 'te Yalın Altı Sigma organizasyon yapısı özet şeklinde anlatılmıştır.

4.5.1. Liderlik Ekibi (Üst Yönetim)

Altı Sigma’da olduğu gibi Yalın Altı Sigma projelerinde de liderlik ekibinin görevleri; projelerinin belirlenmesi, kaynaklarının belirlenmesi, rolleri belirlerler karakuşağının kim olacağının belirlenmesi, projenin düzenli takibinin yapılması, projenin zor durumlarının çözülmesi, şirket geneline Yalın Altı Sigma projelerinin yayılmasını sağlamaktır. Liderlik ekibi; Altı Sigma ‘daki gibi üst yönetim (Genel müdür, CEO), lider , şampiyon, finans temsilcilerinden oluşur.

4.5.2. Proje sponsoru

Proje Sponsoru, proje faaliyetlerini başlatan ve kontrol eden, sürecin ve sistemin sahibi olan kişidir. Altı Sigma proje takımlarını destekler. Ekibin ilerlemesini izlemek, gerektiği yerde destek sağlamak ve proje ekibinin sunduğu sonuçların devamlılığını sağlamadan sorumludurlar. (Girenes, 2006)

4.5.3. Şampiyon

Altı Sigma’da olduğu gibi Yalın Altı Sigma projelerinde de şampiyonlar projenin başarısından sorumludurlar. Projenin ilerlemesini engelleyici unsurları ortadan kaldırırlar, üst yönetim ve proje ekibi arasında köprüdür, Yalın Altı Sigma projelerinin yayılımı ve sürekliliğini arttırmaya çalışırlar, proje liderini belirlerler, rehberlik ederler, projeyi raporlarlar.

4.5.4. Uzman Kara Kuşak

Altı Sigma’da olduğu gibi Yalın Altı Sigma projelerinde de uzman kara kuşaklar, şirket bünyesinde kara kuşakları yetiştirerek ve ilerleyen zamanlarda uzman kara kuşağa dönüştürürler. Ekip üyelerine, liderlerine danışmanlık yaparlar, proje süresinin belirlemekte ve projenin ilerlemesini engelleyici unsurları ortadan kaldırmada şampiyona yardımcı olurlar, Yalın Altı Sigma projelerinin yayılımı ve sürekliliğini arttırmaya çalışırlar.

4.5.5. Kara Kuşak

Altı Sigma’da olduğu gibi Yalın Altı Sigma projelerinde kara kuşaklar, proje ekip üyelerine liderlik ederler, projenin hedeflerine ulaşmasından ve projenin zamanında kapanmasından sorumludurlar, görev dağılımı yaparlar, şampiyona proje ile ilgili raporlama yaparlar, şampiyona destek olurlar, yeşil kuşağa koçluk yaparlar.

4.5.6. Yeşil Kuşak

Yeşil kuşaklar küçük projelerde proje lideri, büyük projelerde ekip üyesidir. Şampiyona yardımcı olurlar, ekip üyelerinin karşılaştığı sorunları çözerler ve destek olurlar ,verileri analiz ederler.

4.5.7. Süreç Sahibi

İyileştirme yapılan operasyonun sahibidir. Gerekli aksiyonlar alınıp, kontroller yapıldıktan sonra süreç süreç sahibine devredilir.

4.5.8. Finans Temsilcisi

Liderlik ekinin üyesidir projeden kazanılacak getirinin ve oluşacak maliyetin nasıl hesaplanacağını belirler.

4.5.9. Takım Üyeleri

Takım üyeleri kendi işlerini yaparken, proje için de çalışırlar, projenin ilerlemesini sağlarlar.

4.6. YALIN ALTI SİGMA UYGULAMA ADIMLARI

Yalın Altı Sigma, Yalın üretimin ilkeleri olan müşteri değerlerinin belirlenmesi, değer akışının analiz edilmesi, sürekli akışının sağlanması, çekme sistemi ve mükemmellik ile Altı Sigma’nın DMAIC döngüsünü kullanmaktadır. (Öztürk, Arıkan, ve Öztürk, 2011)

Bölüm 2.4’ te Yalın Üretim’ de kullanılan teknikler, Bölüm 3.5’ te Altı Sigma uygulama adımları ve kullanılan araçlar ayrıntılı şekilde anlatılmıştır. Bölüm 4.6 da ise

Yalın Üretim ile Altı Sigma'nın bütünleşmesi olan Yalın Altı Sigma' nın uygulama adımları, kullanılan teknikler, araçlarlar özet şeklinde anlatılmıştır.

Yalın Altı Sigma' da, çevrim süresinin kısaltılmasına odaklanan Yalın teknikler ile hataların azaltılmasına odaklanan Altı Sigma yöntemleri Altı Sigma DMAIC yöntemine entegre edilmiştir. Standart iyileştirme modeli olan DMAIC, Yalın Altı Sigma proje ekiplerine faydalı bir yol haritası sunmaktadır. Altı Sigma ve Yalın Üretim tekniklerinin kombinasyonu aşağıda adım adım yer almaktadır. (Kayacık, 2010)

4.6.1. Tanımlama

Bu aşamada problem tanımlanır. Problem tanımının net ve anlaşılır olması gerekmektedir.

Yalın Altı Sigma'da tanımla aşamasında Altı Sigma tekniği olan proje beyanında; projenin yapılma amacı, fırsatları, kapsamı, takvimi, ekip üyeleri ve rolleri belirtilir.

Yalın Altı Sigma'da tanımla aşamasında Yalın Üretimin ilgilendiği çevrim süresinin kısaltılması da proje hedeflerine eklenir. Çevrim süresi teslimat sürelerini ve maliyeti etkilediğinden teslimat tarihi ve maliyet kazancı da hedeflere dahil edilir. (Kayacık, 2010)

4.6.2. Ölçme

Bu aşamada veri toplanıp, mevcut durum analiz edilir.

Yalın Altı Sigma'da ölçme aşamasında Altı Sigma ölçüm fazının araçları olan veri toplama planının oluşturulması, ölçüm yeterliliği analizinin yapılması, süreç yeterlilik analizinin yapılması gibi araçlar kullanılır. Bu araçlara Yalın Üretim kavramları olan değerlerin belirlenmesi, değer akış haritasının çizilmesi ve çevrim süresinin hesaplanması dahil edilir.

4.6.3. Analiz

Bu aşamada çıktıyı en çok etkileyecek doğruluğu ispatlanmış değişkenler, kök nedenler tespit edilir.

Analiz aşamasında kullanılan tekniklerde Altı Sigma, Yalın Üretime göre daha etkin içeriğe sahiptir. Yalın Altı Sigma'da analiz aşamasında sonucu (çıktıyı) etkileyecek değişkenlerin belirlenmesi, hipotez testlerinin yapılması, istatistiki analiz yöntemlerin

kullanılması (regresyon, korelasyon vb.), kök neden analizlerinin yapılması Altı Sigmada kullanılan tekniklerdir. (Kayacık, 2010)

4.6.4. İyileştirme

Bu aşamada kök nedenlere çözümler bulunur, çözümler arasında seçim ve önceliklendirme yapılarak, çözümler uygulanır.

Yalın Altı Sigma’da iyileştirme aşamasında Altı Sigma iyileştirme fazının aracı olan HTEA (FMEA) tekniği kullanılır.

Deney tasarımı hem Altı Sigma’nın hemde Yalın Üretim’in kullandığı bir araçtır. Ancak Altı Sigma’ da deney tasarımında kullanılan istatistiksel analiz yazılım programları sayesinde çok daha kısa zamanda optimum sonuç elde edilir. Yalın üretim tekniklerinde 5S, Kaizen de iyileştirme fazına eklenebilir. (Kayacık, 2010)

4.6.5. Kontrol

Bu aşamada yapılan iyileştirmeler ardından sonuçlar değerlendirilerek istenilen hedefe ulaşip ulaşamadığı kontrol edilir hedeften sapmalar varsa düzeltilir. Çalışma öncesi, sonrası raporları oluşturulur. Yapılan iyileştirmelerin kalıcılığının sağlanması için prosedür ve iş talimatları oluşturulur, çalışanlara eğitim verilir. Proje raporu müşteri ile paylaşılarak proje kapatılır.

Yalın Altı Sigma kontrol aşamasında Altı Sigma kavramları olan Kontrol Planının oluşturulması, İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK), Standardizasyon, projenin devri, projenin kapatılması uygulamaları yapılır. Yalın Altı Sigma kontrol aşamasında Yalın Üretim kavramlarından olan hata önlemeye yönelik Poka- Yoke, Görsel Yönetim ve Standart İş Talimatları (SOP) kullanılır.

4.7. YALIN ALTI SİGMA’NIN FAYDALARI

Yalın Altı Sigma metodolojisi üretim, tasarım, satış, pazarlama, servis gibi tüm iş alanlarında kolaylıkla uygulanabilir. Şirketlerde Yalın Altı Sigma uygulandığında faydaları aşağıda belirtildiği gibidir; (George, Rowlands ve Kastle, 2005)

- Karlılığı arttırmak;
- Teslimat süresini azaltmak,

- Stok düzeyini azaltmak,
- Müşteri memnuniyetini arttırmak,
- Pazar payını arttırmak,
- Üretim maliyetini düşürmek (%10-40),
- Daha iyi tasarımların yapılmasını sağlamak,
- Çalışanların ekip çalışması, problem çözme, karar verme gibi yeteneklerini geliştirmek,
- İş yerinde süreçleri daha iyi hale getirmek
- Katma değeri olmayan, israflardan kurtulmak



BÖLÜM 5. YALIN ALTI SİGMA LİTERATÜR ÇALIŞMASI

- Günalp, 2007 çalışmasında Borusan Lojistik'te gerçekleşen “Özmal Araç Karlılıklarının Artırılması” yalın altı sigma projesinde hedef özmal araç maliyet kalemlerinin iyileştirilmesi ile yıllık vergi sonrası karın 81.000 \$ olmasıdır. Yapılan iyileştirmeler sayesinde vergi sonrası kar 67.000\$ olarak sağlanmıştır. Araç temin süreleri yaklaşık 104 dk' dan, 42 dk' ya inerek %60 düşüş göstermiştir. (Günalp, 2007)
- Akdamar, 2014 çalışmasında otomotiv yan sanayi firmasındaki 3 farklı süreçte yapılan yalın altı sigma iyileştirme çalışmalarını ele almıştır. Birinci çalışmada; ısıtma işlem sürecindeki kayıp zamanı azaltmak için yapılan iyileştirmeler sayesinde, kayıp zaman %22'den %9'a gerilemiş ve %58'lik bir iyileştirme sağlanmıştır. Isıtma işlem fırınlarının etkin kullanım sürelerinin arttırılmasıyla yıllık 77.550 Euro tasarruf sağlanmıştır. 2. çalışmada; kalınlık taşlama sürecinde zaman kaybını azaltmak için yapılan iyileştirmeler sayesinde, iki operatörle, %78 verimlilik oranında çalışılıyorken, proje sonrasında operatör sayısı bire düşürülmüş ve verimlilik oranı %84'e çıkarılmıştır, yıllık yaklaşık 19.800 TL tasarruf sağlanmıştır. 3. çalışmada; püskürtme taşlama sürecindeki kalitesizlik (ıskarta ve rötuş) maliyetlerinin azaltılması için yapılan iyileştirmeler sayesinde ıskarta oranı %2,1' den %1,5'e, rötuş oranı %11,3' den %7,7'e düşmüştür, yılda yaklaşık 24.000 TL tasarruf sağlanmıştır. (Akdamar , 2014)
- Arıkan, 2009 çalışmasında kara ve denizyolu taşımacılığı faaliyetlerini yürüten lojistik firmasında genel kargo ve konteyner araçlarının sahada kalma sürelerini azaltmak için yapılan yalın altı sigma çalışmasında genel kargo araçlarının kalış süresi ortalaması 57,51 olup %10 azaltılması ; konteyner araçlarının ki 51,54 dakika olup %15 azaltılması hedeflenmektedir. Proje sonunda araçların sahada kalış süresinde de %17 azalma sağlanmıştır. Sigma seviyesi, 2.2 seviyesinden 2.7 seviyesine çıkmıştır. (Arıkan, 2009)
- Karakoç, 2017 çalışmasında cafe&restaurant zincirinin üretim tesislerinde mayalı hamur ürünleri bölümündeki hata oranını azaltmak için yapılan yalın altı sigma

çalışmasında işletmenin mayalı hamur üretim hattında 3,2 olan sigma seviyesi 4,1 seviyesine kadar yükseltilmiştir. (Karakoç, 2017)

- Girenes, 2006 çalışmasında literatür çalışması yapılmış ve beyaz eşya üretim firmasında gövde imalat hattında hataların azaltılabilmesi için yapılan yalın altı sigma çalışmasında iyileştirme önerileri sunulmuştur. (Girenes, 2006)
- Kayacık, 2010 çalışmasında bir tekstil işletmesinde maliyeti ve müşteri teslimat süresini etkileyen dikim kaynaklı ikinci kalite oranını % 1,2 seviyesinden % 0,5 seviyesine düşürmeyi hedeflemektedir. Yapılan yalın altı sigma çalışmasında dikim kaynaklı ikinci kalite oranı % 1,2 den % 0,75 e düşürülmüştür. Proje hedefi olan % 0,5 yakalanamamış olsa da % 0,45 oranında iyi bir iyileştirme gerçekleştirilmiştir. (Kayacık, 2010)
- Sharma, 2003, çalışmasında bir pil üretim fabrikasında yalın altı sigma çalışmasında stok maliyeti 20 milyon \$' dan 2 milyon \$' a düşürülmüştür, şirketin yıllık geliri %17 oranında arttırılmıştır. (Sharma, 2003)
- Furterer ve Elshennawy, 2005, çalışmasında kamu sektöründe (belediye) finansal süreçlerin iyileştirilmesi için yapılan yalın altı sigma çalışmasında ücret bordrosu oluşturma süreci %60, satınalma ve ödeme sürecinin süresi %40, aylık mutabakat işleme süresi % 87 azaltıldı, hesap alma sürecinin süresi %90 seviyesinde azaltılmıştır. (Furterer ve Elshennawy, 2005)
- Kumar, Antony, Singh, Tiwari ve Perry, 2006, çalışmasında bir döküm firmasında kalıp döküm sürecinde hata oranının azaltılması için yapılan yalın altı sigma çalışmasında yıllık 140.000 \$ tasarruf edilmiş olup, döküm yoğunluğunda %12 'nin üzerinde iyileşme sağlanmıştır. (Kumar, Antony, Singh, Tiwari ve Perry, 2006)
- Yalçiner ve Günday, 2020 çalışmasında bir bankada kart teslim sürecinde kart teslimat süresinin kısaltılması için yapılan yalın altı sigma çalışmasında kart teslimat süresi ortalama 11 günden, 9 güne düşmüştür. (Yalçiner ve Günday, 2020)
- Arnheiter ve Maleyeff, 2005 çalışmasında ilk olarak ayrı başlıklarda genel olarak altı sigma ve yalın yönetimi anlatmıştır. Yalın yönetim ve altı sigma hakkında yanlış bilinenlere değinerek doğrularını anlatmıştır. Yalın üretim ile altı sigmanın birbirlerinin tamamlayıcıları olduğu ve yalın altı sigma'nın, yalın üretim ve altı sigma'nın güçlü yönlerinin entegrasyonundan meydana geldiği anlatılmıştır. (Arnheiter ve Maleyeff, 2005)

- Gutierrez ve arkadaşları, 2016 çalışmasında bir tüketici elektronik şirketinin lojistik faaliyetlerinde yalın altı sigma çalışmalarında kullandığı teknik araçları tanımlayıp ve kullanılış nedenlerini belirtmiştir. (Gutierrez, Leeuw, Dubbers, 2016)
- Lent ve arkadaşları, 2012 çalışmasında hastanelerde hasta lojistiğini iyileştirmek için kullanılan yaklaşımları ve araçları araştırmıştır. Örneklem aldıkları hastanelerin %17'si yalın altı sigma, %13'ü altı sigma kullanmaktadır ve hastanelerin % 94'ü tarafından en çok süreç haritaları kullanılmaktadır. (Lent, Sanders, Harten, 2012)
- Sadraoui ve Fayza, 2014 çalışmasında SFBT firmasında su üretimi arıtma sürecinde su tüketimini ve israfı en aza indirmek için yapılan yalın altı sigma çalışmasında 2,7 L / LPF oranında su tüketimi azaltılmış olup, yılda yaklaşık 0,8 milyon dolar kazanç tahmin edilmiştir. (Sadraoui ve Fayza, 2014)

Tablo 5.1 Yalın Altı Sigma Çalışmalarının Özeti

Yazar ve Yılı	Sektör	Konusu	Teorik / Uygulama
Günalp, 2007	Lojistik	Maliyetleri Azaltma	Uygulama
Akdamar, 2014	Otomotiv Yan Sanayii	Kayıp Zaman ve Kalite Problemlerinin Azaltılması	Uygulama
Arıkan, 2009	Lojistik Sektörü	Maliyetleri Azaltma Kayıp Zaman	Uygulama
Karakoç, 2017	Gıda Üretim	Kalite Problemlerinin Azaltılması	Uygulama
Girenes, 2006	Beyaz Eşya Üretim	Kalite Problemlerinin Azaltılması	Uygulama
Kayacık, 2010	Tekstil Üretim	Kalite Problemlerinin Azaltılması	Uygulama
Sharma, 2003	Pil Üretim	Maliyetleri Azaltma	Uygulama
Furterer ve Elshennawy, 2005	Kamu	Maliyetleri Azaltma Kayıp Zaman	Uygulama
Kumar, 2006	Döküm sanayi	Kalite Problemlerinin Azaltılması	Uygulama
Arnheiter ve Maleyeff, 2005	Genel	Yalın Yönetim ve Altı Sigma Entegrasyonu	Teorik
Gutierrez ve arkadaşları, 2016	Tüketici Elektronik	Lojistik Faaliyetlerinde Yalın Altı Sigma Teknik Araçlarının Kullanımının Tartışılması	Uygulama
Lent ve arkadaşları, 2012	Hastane	Hasta Lojistiğini İyileştirmek İçin Kullanılan Yaklaşımların ve Araçların Araştırılması	Teorik
Sadraoui ve Fayza, 2014	Gıda Üretim	Maliyetleri Azaltma, İsrafi Azaltma	Uygulama

Yalın Altı Sigma uygulamalarında kullanılan araçların karşılaştırma tablosu Ek A ‘ da gösterilmiştir.

Tablo 5.1’ de özet tablosundaki sonuca göre Yalın Altı Sigma çalışmaları daha çok özel sektörde üretim alanında yapılmış olup, kamu ve lojistik gibi bazı sektörlerde daha az çalışma bulunmaktadır. Lojistik sektöründe yapılan Yalın Altı Sigma çalışmalarında depo yönetimine ait çalışma sayısı azdır.

Tablo 5.1’ de özet tablosundaki bir diğer sonuca göre yapılan Yalın Altı Sigma çalışmaların amacı çoğunlukla kalite probleminin veya kayıp zamanın ortadan kaldırılmasıdır.

Ek A ‘ da karşılaştırma tablosundaki sonuca göre, farklı Yalın Altı Sigma çalışmalarında farklı teknikler kullanılabilmektedir. Bunun en büyük nedeni çalışmalarda incelenen süreçlerin ve problemlerin farklı olması buna bağlı olarakta kullanılan tekniklerin ihtiyaca uygun olarak değişmesidir. Örnek olarak bazı projelerde deney tasarımı tekniği kullanılmışken , bazı projelerde ihtiyaç olmadığı için kullanılmamaktadır.

Ek A ‘ da karşılaştırma tablosundaki bir diğer sonuca göre en çok kullanılan teknik; tanımlama aşamasında proje bildirisi, ölçme aşamasında pareto analizi, analiz aşamasında balık kılçığı, iyileştirme aşamasında 5s, kontrol aşamasında standardizasyondur

Ek A ‘ da karşılaştırma tablosundan çıkarılacak diğer bir sonuç; bir tekniğin yalın altı sigmanın farklı aşamalarında kullanılabili olması , hatta aynı projede bile birden fazla aşamada kullanıldığıdır. Örnek olarak pareto analizi farklı projelerde tanımlama, ölçme, analiz, kontrol aşamasında kullanılmıştır. Bazen aynı projede hem ölçme hem de analiz aşamasında kullanılmıştır.

BÖLÜM 6. EKOL LOJİSTİK’TE BİR YALIN ALTI SİGMA PROJESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ

Bu bölüm Ekol Lojistikte gerçekleştirilen Yalın Altı Sigma uygulama çalışmasını içermektedir. İlk olarak Ekol Lojistik tanıtılıp, daha sonra işletmede gerçekleştirilen Yalın Altı Sigma uygulaması, izlenen adımlar ve kullanılan Yalın Altı Sigma araçları anlatılmaktadır.

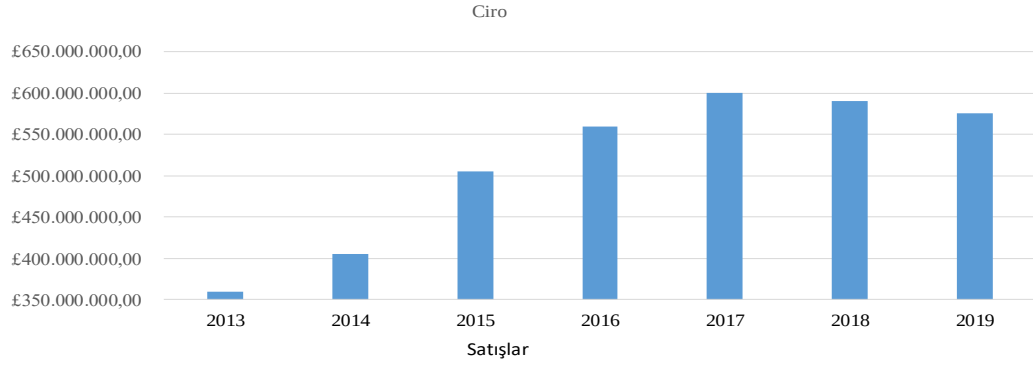
6.1. Ekol Lojistik Tanıtımı

Ekol Lojistik 1990 yılında kurulmuş olup; kontrat lojistiği, taşımacılık, dış ticaret, gümrük, tedarik zinciri yönetimi alanında faaliyet gösteren , 13 ülkede bulunan lojistik şirkettir.

Otomotiv, tekstil, sağlık, elektronik , e ticaret, hızlı tüketim, kimya, imalat gibi sektörlerle hizmet vermektedir. 6000’ den fazla özmal filosu, 1.000.000 m2 depolama ve dağıtım alanı, 7.500’ün üzerinde çok uluslu çalışanı vardır. Lojistik sektöründe T.C Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı onaylı ilk Ar-Ge Merkezini kurmuştur.

Yönetim sistemi belgeleri; Kalite Yönetim Sistemi, Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi, ISO 13485:2016 Tıbbi Cihazlar Sertifikası, ISO 14064-1 Sera Gazı Emisyonlarının Rapor Edilmesi, Müşteri Memnuniyeti ve Şikayetlerini Ele Alma Yönetim Sistemi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, Çevre Yönetim Sistemi, AEO, SQAS, Sürdürülebilir, TAPA, BRC Depolama ve Sevkiyat Yönetim Sistemi’dir.

Sağlam teknolojik alt yapısına sahip olup, kendi yazılımını kullanarak müşteri sistemi ile hızlı ve esnek şekilde entegre olur. Sipariş yönetim sistemi, depo yönetim sistemi (WMS), taşıma yönetim sistemi (TMS) teknolojik yapıları mevcuttur.



Şekil 6.1 Ecol Lojistik Ciro (WEB_17, 2019)

6.2. Uygulama Çalışması

Uygulama çalışmasında, diğer bölümlerde teorik olarak anlatılan Yalın Altı Sigma kavramı ve kullanılan araçlarla ilgili bir uygulama örneği anlatılacaktır. Uygulamada DMAIC yol haritası izlenerek uygulamaya uyabilecek, ihtiyaç olan Yalın Üretim ve Altı Sigma teknikleri kullanılmıştır.

Ecol Lojistik'te depolama faaliyetlerinde Yalın Altı Sigma çalışması daha önce yapılmamış olup, bu çalışma ilk uygulamadır. Uygulama tekstil sektörüne ait operasyonda gerçekleşmiştir.

6.2.1. Tanımlama

Proje çalışması, depoda flow-through ışıklı dağıtım sürecinde gerçekleşmiştir. Flow-Through işlemi; müşteriden yeni gelen ürünler için çıkış iş emri var ise çıkışının yapıp sevke hazır hale getirilmesi, geri kalan tortu ürünlerinde stoğa yerleştirilmesi işlemidir. Bu işlemi yaparken otomasyon sistemi kullanılıyor olup, ürünlerin istasyonlara gelmesini sağlayan konveyör sistemi, ürünlerin mağazalara dağılmasını sağlayan ışıklı dağılım sistemi kullanılmaktadır.

Projenin geliş amacı; yoğun dönemlerde müşteriden gelen kolilere Flow-through ışıklı dağıtım kapasitesinin yetmemesi ve ekstra adam ve operasyon alanı kullanarak müşteri talebinin karşılanmaya çalışılmasıdır.

Proje konusu, sponsor tarafından Tedarik Zinciri Operasyonel Mükemmellik birimine iletilmiştir. Operasyonel Mükemmellik birimi yöneticisi aynı zamanda şampiyon olup proje liderini ve takım üyelerini belirlemiştir.

Proje Bildirisi

Tanımlama aşamasında ilk olarak proje lideri, proje takımıyla bir araya gelip, problemin bütün ekip tarafından net olarak anlaşılabilmesi, herkesin aynı noktada olabilmesi için; iş durumunu, fırsatları, hedefleri, proje kapsamını, proje takvimini ve ekibi tanımlayan proje bildirisini oluşturmuştur. Flow - Through dağıtım kapasitesinin artırılması proje bildirisi Ek B' de gösterilmiştir.

TGSÇM (SIPOC) Analizi

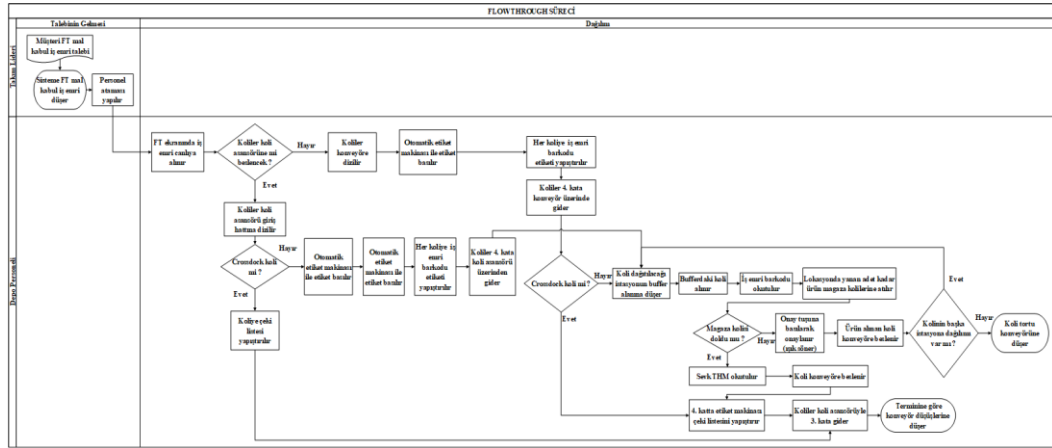
Flow-through ışıklı dağıtım sürecini genel hatlarıyla anlaşılmasını sağlayan TGSÇM (SIPOC) üst düzey süreç haritası oluşturuldu. Tablo 3.20 'da Flow -Through Dağıtım süreci TGSÇM (SIPOC) analizi yapılmıştır.

Tablo 6.1 Flow -Through Dağıtım Süreci TGSÇM (SIPOC) Analizi

Supplier / Tedarikçi	Input / Girdi	Process / Süreç	Output / Çıktı	Customer / Müşteri
Yerli Üretici	Mak kabul iş emri	Kolinin konveyör ve koli asansörü hattına beslenip, İş emri etiketinin yapıştırılması	Sevkiyat kolisi	Mağaza
Yabancı Üretici	Mal çıkış emri	Kolinin 4. kat konveyör hattına gelmesi	Fatura	Bayi
	İrsaliye	Kolinin dağıtım yapılacak istasyona gelmesi	İrsaliye	
	Personel	Kolinin dağıtımının yapılması	Çeki Listesi	
	Otomasyon hattı	Dağıtım yapılan kolinin hatta beslenmesi	Boş Koli	
	Scanner	Dağıtım biten kolinin tortu alanına ayrılması	Tortu Kolisi	

Süreç Haritası

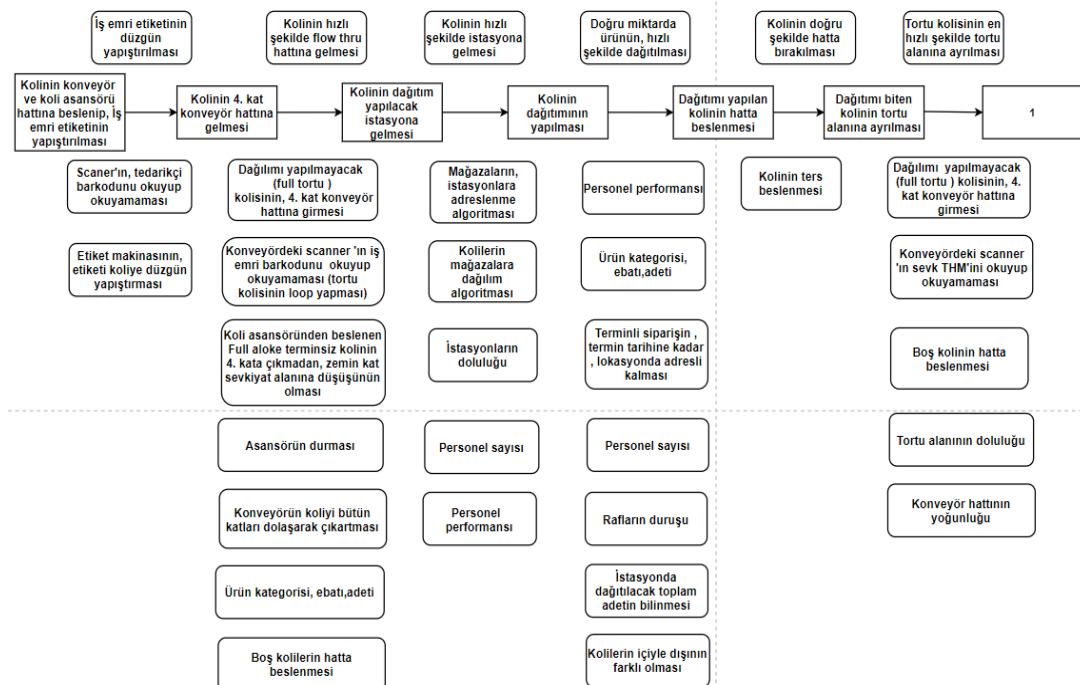
Süreç haritasında Flow-through ışıklı dağıtım sürecinin operasyon faaliyet adımları sırası ile gösterilmiştir. Süreç haritası sürecin ayrıntılarıyla öğrenilmesini, ölçüm yapılacak noktaların tespit edilmesini, problem noktaların sahada fark edilmesini sağlamıştır.



Şekil 6.2 Flow-through Işıklı Dağıtım Süreç Haritası

Sebe - Sonuç Matrisi

Hangi sebeplerin (girdilerin), sonuç üzerinde (çıktı) daha etkili olduğunu fark etmemizi sağlayan sebep - sonuç matrisi oluşturulmuştur. Bunun için öncelikle SIPOC’ ta bulunan genel süreç adımları baz alınarak sebep (girdi) - sonuçların (çıktılar) belirlenmesi için sebep - sonuç analizi yapılmıştır. Şekil 3.20 ‘de Flow -Through dağıtım süreci sebep - sonuç analizi gösterilmektedir.



Şekil 6.3 Flow -Through Dağıtım Süreci Sebep - Sonuç Analizi

Sebeup - sonuçlar tespit edildikten sonra Sebeup-sonuç matrisi oluşturulmuştur. Ek C’ de Flow -Through sebeup-sonuç matrisi gösterilmektedir. Sebeup - sonuç matrisinde girdilerin toplam puanları hesaplanmış olup daha sonra kümülatif oran bulunmuştur. Girdiler toplam puana göre en yüksek değerden azalan değere göre sıralanmış olup, kümülatif oran toplamı %80 ‘ e kadar olan girdiler ölçüm fazında öncelikli olacaklardır. Buna göre tabloda sıralanmış ve önceliklendirilmiş ve ilk 13 madde odaklanılması gereken maddelerdir.

Paydaşların Bağlılık Analizi

Paydaşların, projeye olan etkisini ve önemini tespit edebilmek için paydaşların bağlılık analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda paydaşların projeye etkilerinin çok yüksek olduğu, projeye karşı çok ilgili ve destekçi oldukları tespit edilmiştir. Bu durum projenin hızlı ve başarılı ilerlemesi açısından olumlu bir durumdur.

Tablo 6.2 Paydaşların Bağlılık Analizi

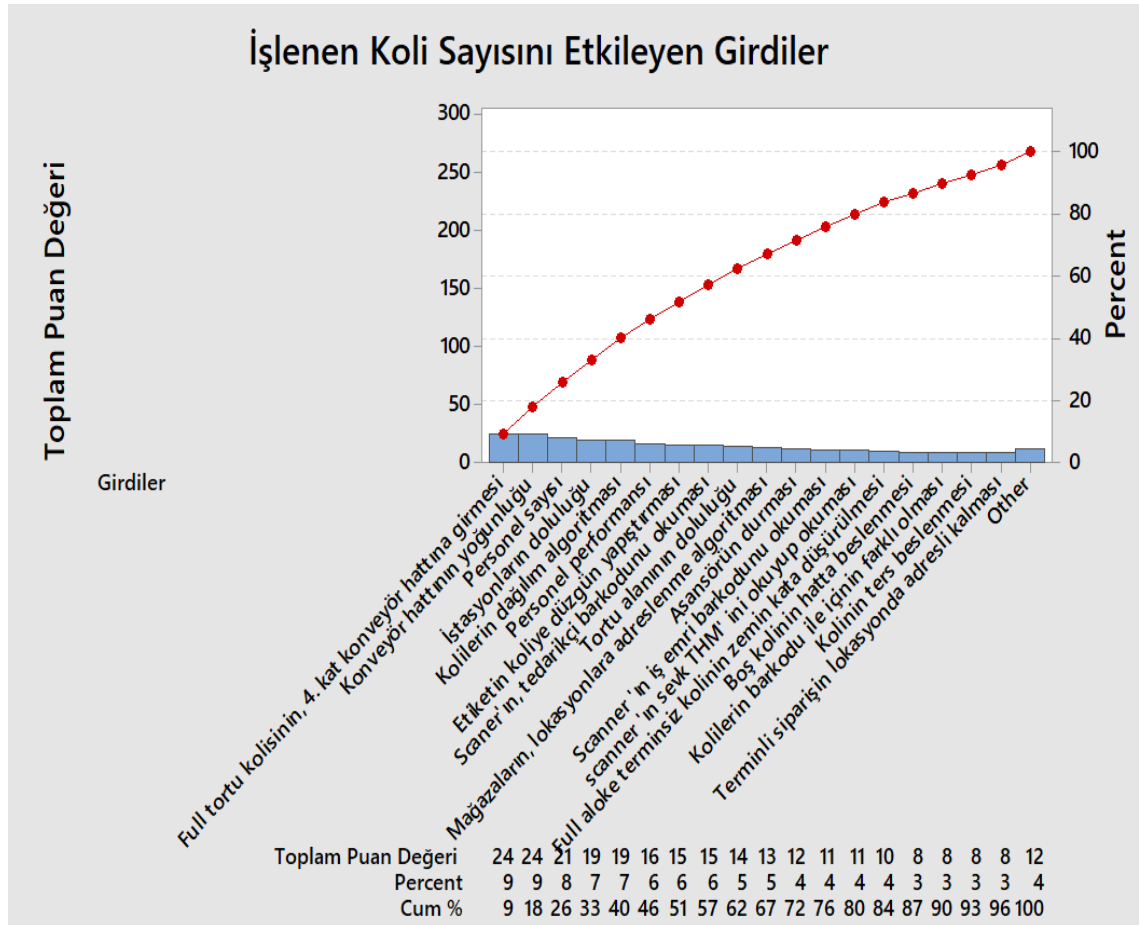
Paydaşlar	Değişime Etkisi	Değişime Tepkisi
A Paydaşı	Yüksek	ok İlgili
B Paydaşı	Yüksek	ok İlgili
C Paydaşı	Yüksek	ok İlgili
D Paydaşı	Yüksek	Destekçi
E Paydaşı	Yüksek	ok İlgili

6.2.2. lme

Probleme ait mevcut durumu daha net anlayabilmek için ölçüm aşamasında geçmişe dönük verilere bakılarak ölçümler yapılmıştır. 2018 Eylül ayından önce Flow Through operasyonunda başka iyileştirmeler yapılmış olup, yeni yapılan proje sonrası kazançları net görebilmek için değiştirilebilir parametrelerin 2018 ve 2019 Ekim, Kasım, Aralık aylarına ait veri ölçümü yapılmıştır. Değerini değiştirmeyeceğimiz parametrelerin yani tortu oranı, full tortu oranının geçmişe dönük Mayıs 2018 - Nisan 2019 arasındaki 1 yıllık veriyle ölçüm yapılmıştır.

Pareto Analizi

Problem ile ilgili yapılması gereken ölçümleri belirlerken, tanımlama aşamasında bulunan Sebep - Sonuç Matrisindeki öncelik sırasından yararlanılmıştır. Pareto analizi yapılarak puanların %80'ini oluşturan ilk 13 adet girdiye odaklanılacağı grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu girdilere ait ölçümler yapılmıştır. Pareto analizinde görselliğin bozulmaması için, yüzdelik oran ve grafik değişmediği için toplam puan değerleri 10 ' a bölünerek grafik oluşturulmuştur.



Şekil 6.4 İşlenen Koli Sayısını Etkileyen Girdilerin Pareto Analizi

Veri Toplama Planı

Hangi parametrelerin ölçüleceği belirlendikten sonra, veri toplama planı hazırlanmıştır. Veri toplama planının sayesinde bütün proje ekibi belli bir plan çerçevesinde aynı şeylere odaklanacaktır.

Tablo 6.3 Ölçülecek Parametrelerle İlgili Veri Toplama Planı

Veri Toplama Planı					
Proje Adı	İşlenen koli sayısının % 20 oranında artması, 1 personelin işleyebileceği koli sayısının % 55 oranında artması				
Proje Lideri	Cansu Yıldız				
Ölçülecek Parametrenin Tanımı	Veri Türü	Kaynak	Tarih Aralığı	Termin	Sorumlu
Full Tortu Kolisi Oranı	Nicel	Rainbow (Depo Yönetim Sistemi)	Mayıs 2018 - Nisan 2019	31.05.2019	Proje Lideri
Koli Loop Yapma Oranı	Nicel	Rainbow (Depo Yönetim Sistemi)	Aralık 2018	14.06.2019	Proje Lideri
Personel Üretkenliği	Nicel	Rainbow (Depo Yönetim Sistemi)	Ekim - Aralık 2018	21.06.2019	Proje Lideri
1 İstasyona Giden Ortalama Koli Sayısı	Nicel	Rainbow (Depo Yönetim Sistemi)	Ekim - Aralık 2018	28.06.2019	Proje Lideri
1 Kolinin Dağılırken Uğradığı Ortalama İstasyon Sayısı	Nicel	Rainbow (Depo Yönetim Sistemi)	Ekim - Aralık 2018	12.07.2019	Proje Lideri
Tortu Oranı	Nicel	Rainbow (Depo Yönetim Sistemi)	Mayıs 2018 - Nisan 2019	31.05.2019	Proje Lideri

Full tortu kolisi oranı: Müşteriden gelen siparişlere göre koliler istasyonlardaki mağazalara dağıtıldıktan sonra kalan kolilere tortu denilmektedir. Tortu kolileri istasyonlara gidip dağılmış olan koliler olabilir. Sipariş olmadığı için hiç içinden ürün alınmamış kolide olabilir. Bu kolilere full tortu kolisi denmektedir. Full tortu kolisi oranı %27 ‘dir.Şekil 3.22 ‘ de yüzdesel oranlarla malzeme akış haritası gösterilmiştir.

Konveyör hattının yoğunluğu/ Koli loop yapma oranı: Konveyör hattının yoğunluğunu tespit etmek için, konveyör üzerindeki kolilerin loop yapma oranına bakılmıştır. Loop: Kolilerin konveyör üzerinde yaptığı turdur. 4. Kat dağıtım konveyör

hattına giren kolilerin loop yapma oranı %53 tür. Hatta giren kolilerin yarısından fazlasının dağıtımını tek seferde yapılamamış, konveyör üzerinde loop yapmıştır.

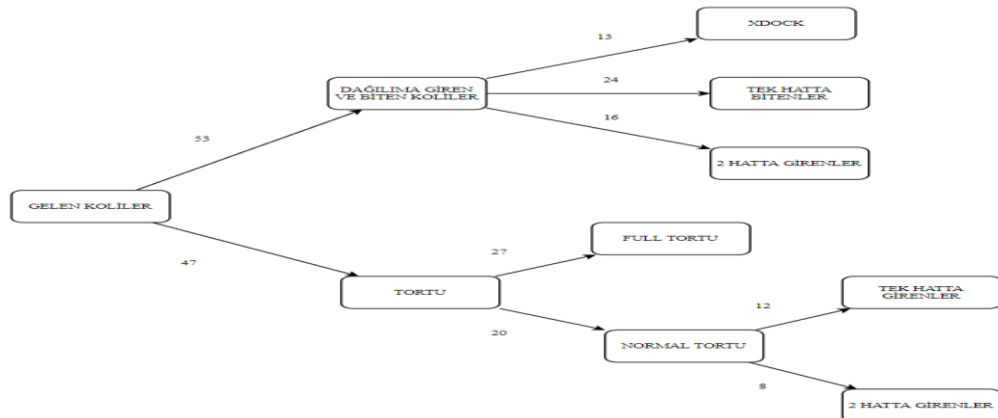
Personel sayısı/ performansı/ üretkenliği: Personel sayısının artırılması kolilerin hızlı istasyona gelmesi ve istasyonda dağıtılması açısından önemlidir. Ancak personel artışı, personellerin istasyonda koli beklemlerini arttırdığı ve ekstra personel maliyeti oluşturduğu için personel sayısını arttırmaktan ziyade personel üretkenliğinin nasıl artırılacağı üzerine durulacağı için personel başına işlenen koli miktarı hesaplanmıştır.

İşlenen Koli Sayısı / Adam Sayısı: 110 kolidir.

İstasyon doluluğu: 1. hatta ve 2. hatta 28 ‘ er istasyon olup toplam 56 istasyon bulunmaktadır. İstasyon doluluğunu (yoğunluğunu) tespit etmek için, bir istasyona giden günlük koli sayısı ölçümlenmiştir. 1 istasyona günlük ortalama 144 koli gitmektedir.

Dağılım Algoritması: Otomasyon sistemindeki koliler yazılmış algoritmaya göre istasyonlara dağılmaktadır. Mevcut yazılıma göre algoritma performansını ortaya koymak için bir kolinin gittiği istasyon sayısı ölçümlenmiştir. 1 kolinin dağılırken, uğradığı istasyon sayısı ortalama 4,34’ tür.

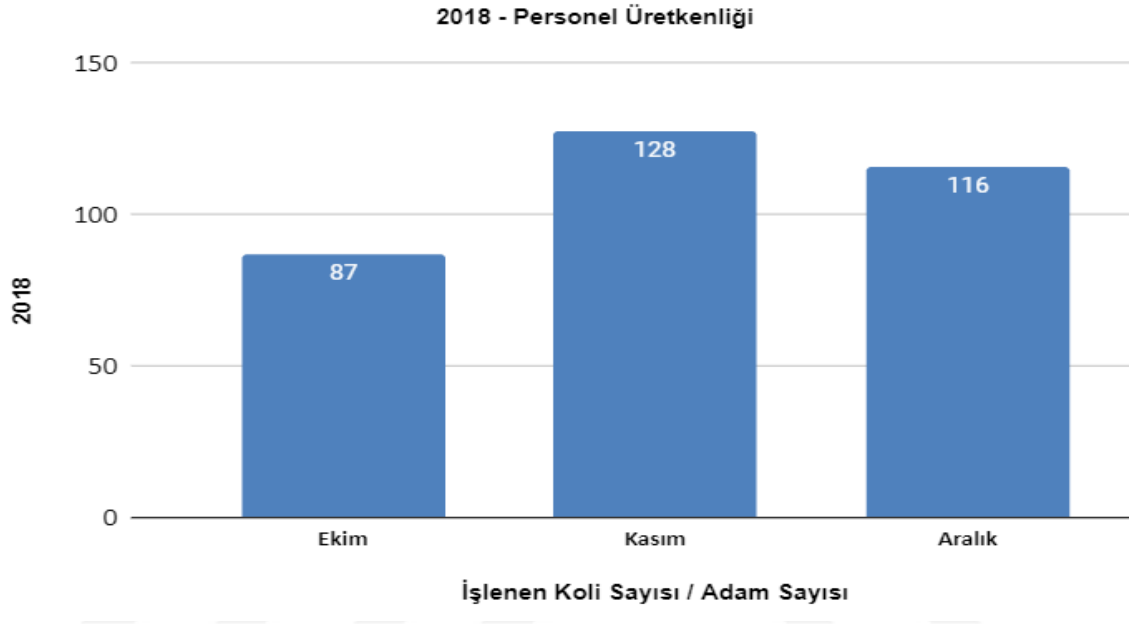
Tortu alanının doluluğu: Müşteriden gelen siparişlere göre koliler istasyonlardaki mağazalara dağıtıldıktan sonra kalan kolilere tortu denilmektedir. Tortu kolileri istasyonlara gidip dağılmış olan koliler olabilir. Sipariş olmadığı için hiç içinden ürün alınmamış kolide olabilir. Bu kolilere full tortu kolisi denmektedir. Gelen kolilerin %47’si tortu olup , full tortu koli oranı %27’ dir. Şekil 3.22 ‘ de yüzdelik oranlarla malzeme akış haritası gösterilmiştir.



Şekil 6.5 Malzeme Akış Haritası

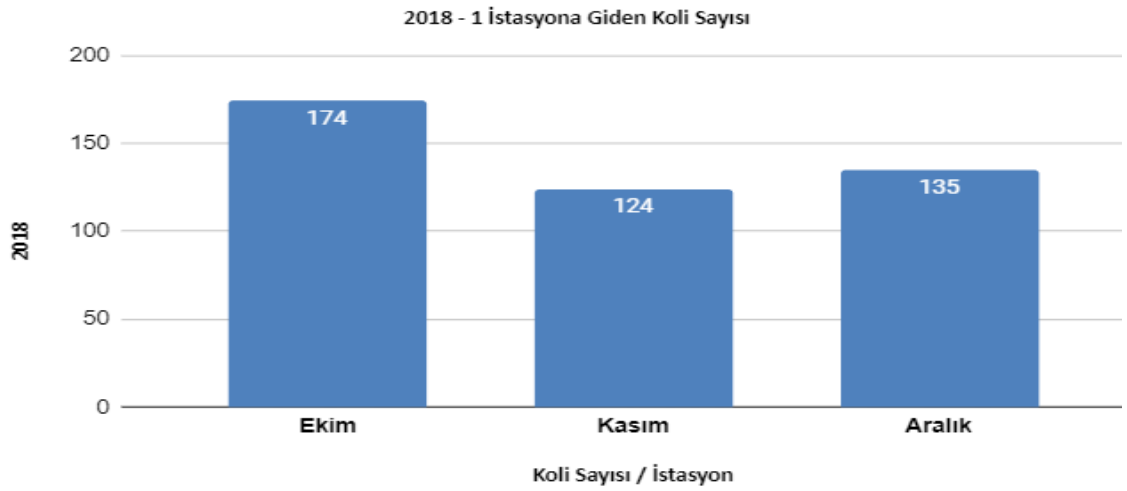
Histogram Grafiği

Bu aşamada Ekim, Kasım, Aralık aylarına ait verilerin grafiksel gösterimi yapılmıştır. Bir personelin işleyebileceği günlük ortalama koli adeti 110 ‘ dur. Şekil 6.6 ‘da bir personelin işleyebileceği günlük ortalama koli sayısının Ekim, Kasım, Aralık aylarına ait grafiksel gösterimi vardır.



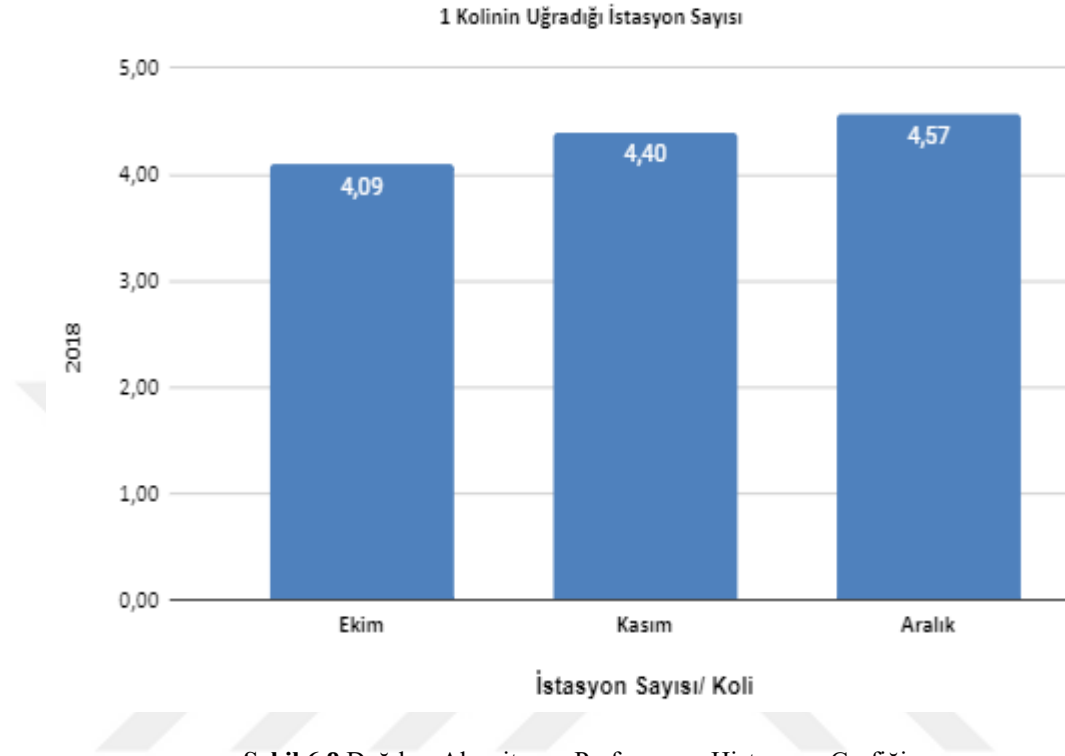
Şekil 6.6 Personel Üretkenliği Histogram Grafiği

1 istasyona günlük ortalama 144 koli gitmektedir. Şekil 6.7 ‘de 1 istasyona giden günlük ortalama koli sayısının Ekim, Kasım, Aralık aylarına ait grafiksel gösterimi vardır.



Şekil 6.7 İstasyon Yoğunluğu Histogram Grafiği

Bir kolinin dağılırken, uğradığı istasyon sayısı ortalama 4.34' tür. Şekil 6.8 'de 1 kolinin dağılırken gittiği günlük ortalama istasyon sayısının Ekim, Kasım, Aralık aylarına ait grafiksel gösterimi vardır.



Şekil 6.8 Dağılım Algoritması Performansı Histogram Grafiği

6.2.3. Analiz

Analiz aşamasında probleme ait kök nedenler tespit edilmiştir. İstatistiki yöntemlerle potansiyel kök nedenlerin sonuç üzerinde bir etkisinin olup olmadığı tespit edilerek, ispatlanmış kök nedenler elde edilmiştir. Sayısal verisi olan kök nedenler, istatistiki yöntemler uygulayarak sonuç üzerinde etkili olduğu ispatlandı; sayısal verisi olmayan kök nedenler için tecrübeli paydaşların görüşleri alınarak sonuç üzerinde etkili olanlar tespit edildi.

Beyin Fırtınası

Beyin fırtınası tekniği kullanılarak potansiyel kök nedenler tespit edilmiştir. Ekip üyeleriyle birlikte 4 oturum yaparak, beyin fırtınası tekniği kullanarak potansiyel kök nedenler bulunmuştur.

Neden - Sonuç Diyagramı

Neden - Sonuç diyagramı kullanarak, potansiyel kök nedenler belirlenmiştir. Ek D ' te Flow-through ışıklı dağıtımda işlenen koli kapasitesinin yetmemesinin neden - sonuç diyagramı gösterilmiştir. Her bir satır için son yazan neden, potansiyel kök nedendir. Aynı kök neden birden fazla problemin kök sebebi olabilir.

Korelasyon Analizi

Korelasyon katsayısı, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisine bakılmaksızın ilişkinin yönünü ve kuvvetini ölçer.

Spearman Rho: İşlenen Koli; Full Tortu; Xdock; Fiili adam saat			
	İşlenen Koli	Full Tortu	Xdock
Full Tortu	0,832 0,000		
Xdock	0,729 0,000	0,520 0,000	
Fiili adam saat	0,857 0,000	0,710 0,000	0,497 0,000
Cell Contents: Spearman rho P-Value			

Yukarıdaki işlenen koli sayısına ilişkin korelasyon analizi sonucuna göre ;

İşlenen koli sayısı ile full tortu kolisi arasında; Korelasyon katsayısı $r = 0,832$ olup 1'e yakın, pozitif olduğu için çok yüksek ve pozitif bir ilişki vardır, bu ilişki $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir ilişkidir . Yani full tortu kolisi arttıkça işlenen koli miktarı artar.

İşlenen koli sayısı ile Xdock kolisi arasında; Korelasyon katsayısı $r = 0,729$ olup yüksek düzeyde ve pozitif bir ilişki vardır, bu ilişki $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir ilişkidir . Yani Xdock kolisi arttıkça işlenen koli miktarı artar.

İşlenen koli sayısı ile fiili adam saat (çalışma saati) arasında; Korelasyon katsayısı $r = 0,857$ olup 1' e yakın, pozitif olduğu için çok yüksek ve pozitif bir ilişki vardır, bu ilişki $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir ilişkidir . Yani Fiili adam saat kolisi arttıkça işlenen koli miktarı artar.

Spearman Rho: Loop; İşlenen Koli; İstasyona Giden; Uğranılan İstasyon

	Loop	İşlenen Koli	İstasyona Giden
İşlenen Koli	0,694 0,000		
İstasyona Giden	0,601 0,000	0,704 0,000	
Uğranılan İstasyon	0,542 0,000	0,077 0,405	0,150 0,101

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

Yukarıdaki loop sayısına ilişkin korelasyon analizi sonucuna göre ;

Loop sayısı ile işlenen kolisi arasında; Korelasyon katsayısı $r = 0,694$ olup yüksek düzeyde ve pozitif bir ilişki vardır, bu ilişki $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir ilişkidir . Yani işlenen koli sayısı arttıkça loop miktarı artar.

Loop sayısı ile istasyona giden koli sayısı arasında; Korelasyon katsayısı $r = 0,601$ olup yüksek düzeyde ve pozitif bir ilişki vardır, bu ilişki $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir ilişkidir . Yani bir istasyona giden koli sayısı arttıkça loop miktarı artar.

Loop sayısı ile kolinin uğradığı istasyon sayısı arasında; Korelasyon katsayısı $r = 0,542$ olup orta düzeyde ve pozitif bir ilişki vardır, bu ilişki $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir ilişkidir . Yani bir kolinin uğradığı istasyon sayısı arttıkça loop miktarı artar.

Spearman Rho: Verimlilik; Uğranılan İstasyon Sayısı; Fiili Saat

	Verimlilik
Uğranılan İstasyon	-0,441 0,000

Cell Contents: Spearman rho
P-Value

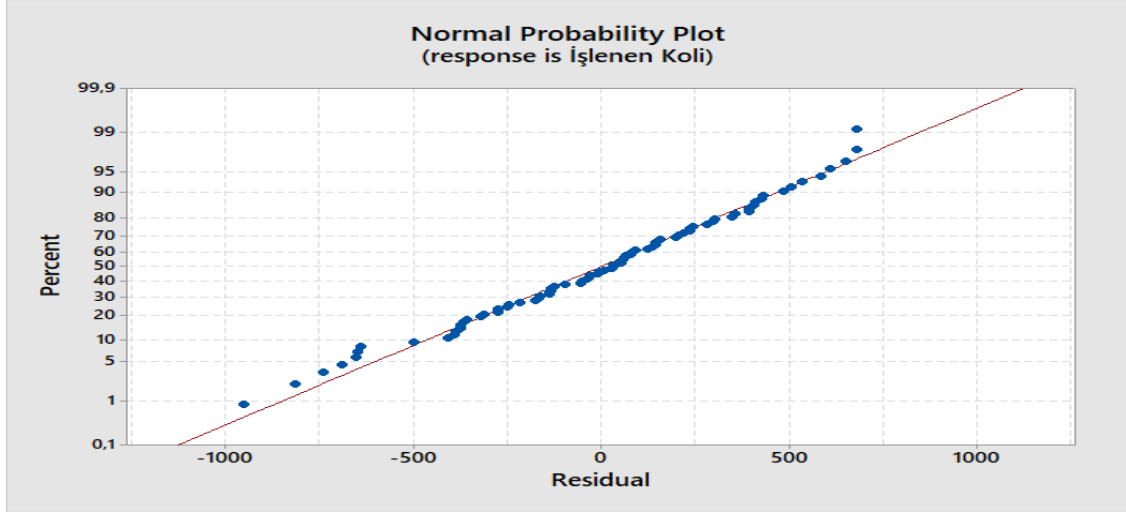
Yukarıdaki verimliliğe ilişkin korelasyon analizi sonucuna göre ;

Verimlilik ile kolinin uğradığı istasyon sayısı arasında; Korelasyon katsayısı $r = -0,441$ olup orta düzeyde ve negatif bir ilişki vardır, bu ilişki $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir ilişkidir . Yani kolinin uğradığı istasyon sayısı arttıkça verimlilik azalır.

Regresyon Analizi

İşlenen koli sayısını en çok hangi değişkenlerin etkilediği neden - sonuç ilişkilerine de bakarak, regresyon analizi ile tespit edilmiştir.

Verilerin regresyon analizine uygun olup olmadığını tespit etmek için artıkların normal dağılıma uygun olması gerekir. Artıklar normal dağılıma sahiptir yani bu veriler ile regresyon yapılabilir.



Şekil 6.9 İşlenen Koli Artık Grafiği

Regression Analysis: İşlenen Koli versus Full Tortu; Xdock; Fiili adam saat

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	124632834	41544278	300,02	0,000
Full Tortu	1	10376488	10376488	74,93	0,000
Xdock	1	10074538	10074538	72,75	0,000
Fiili adam saat	1	12650738	12650738	91,36	0,000
Error	77	10662455	138473		
Total	80	135295289			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
372,120	92,12%	91,81%	91,30%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-146	133	-1,10	0,274	
Full Tortu	0,878	0,101	8,66	0,000	1,99
Xdock	1,248	0,146	8,53	0,000	1,37
Fiili adam saat	11,44	1,20	9,56	0,000	1,99

Regression Equation

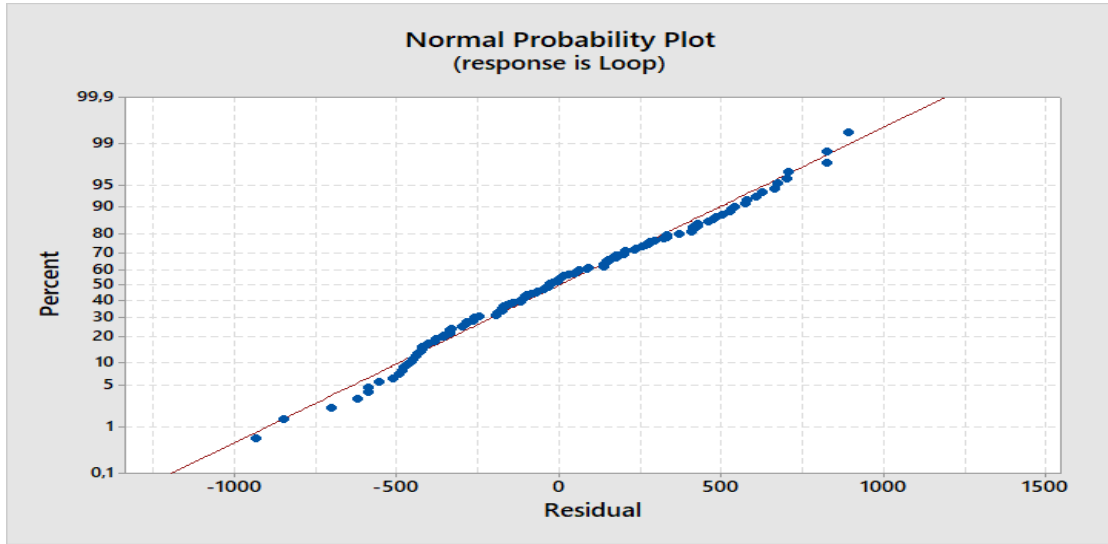
$$\text{İşlenen Koli} = -146 + 0,878 \text{ Full Tortu} + 1,248 \text{ Xdock} + 11,44 \text{ Fiili adam saat}$$

İşlenen koli sayısına ait regresyon analizi sonucuna göre; %92,12' güvenle işlenen koli sayısını yüksek oranda etkileyen değişkenler Full tortu koli sayısı, Xdock Koli sayısı , Fiili adam saattir. Regresyon P değeri 0,05 den küçük olduğu için regresyon anlamlıdır. Full tortu, Xdock, Fiili adam saat değişkenlerinin P değerleri 0,05 den küçük

olduğu için bu değişkenlerin işlenen koli ile olan ilişkisi de anlamlıdır. Daha önce yapılmış korelasyon analinde de tespit edildiği gibi 3 değişkenin ilişkisi pozitif yönlüdür.

Loop sayısını en çok hangi değişkenlerin etkilediği neden - sonuç ilişkilerine de bakarak, regresyon analizi ile tespit edilmiştir.

Artıklar normal dağılıma sahiptir yani bu veriler ile regresyon yapılabilir.



Şekil 6.10 Loop Sayısı Artık Grafiği

Regression Analysis: Loop versus İşlenen Koli; İstasyona Giden; Uğranılan İstasyon

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	49982631	16660877	108,89	0,000
İşlenen Koli	1	11820999	11820999	77,26	0,000
İstasyona Giden	1	1970037	1970037	12,88	0,000
Uğranılan İstasyon	1	7776850	7776850	50,83	0,000
Error	116	17749413	153012		
Total	119	67732044			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
391,168	73,79%	73,12%	72,02%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-1581	154	-10,26	0,000	
İşlenen Koli	0,3503	0,0399	8,79	0,000	2,01
İstasyona Giden	3,061	0,853	3,59	0,000	2,02
Uğranılan İstasyon	185,3	26,0	7,13	0,000	1,01

Regression Equation

$$\text{Loop} = -1581 + 0,3503 \text{ İşlenen Koli} + 3,061 \text{ İstasyona Giden} + 185,3 \text{ Uğranılan İstasyon}$$

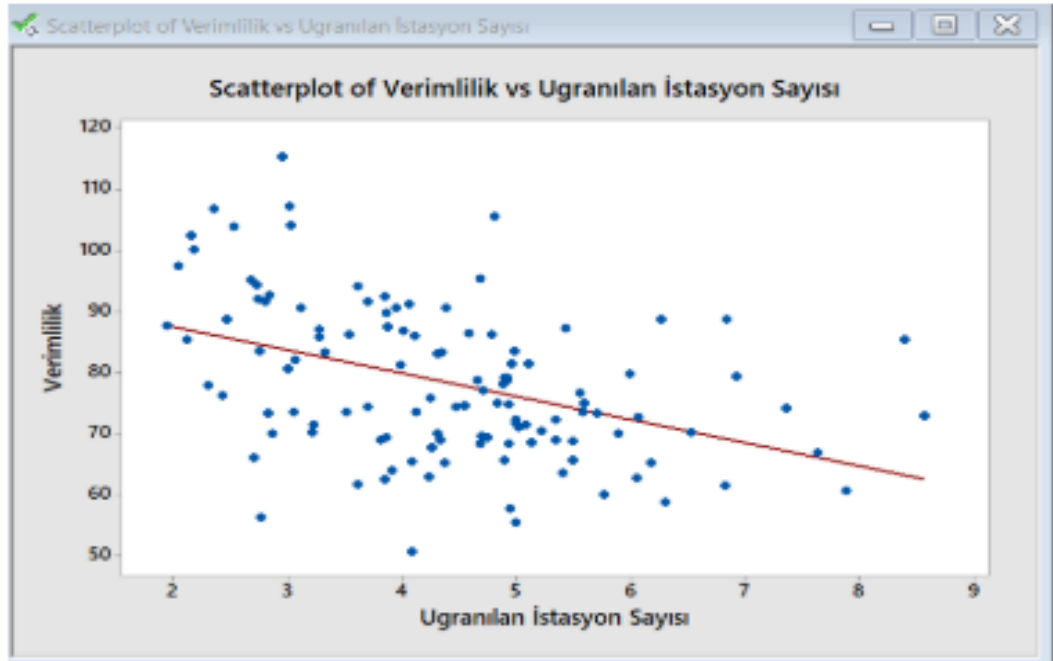
Loop sayısına ait regresyon analizi sonucuna göre; %73,79' güvenle loop sayısını yüksek oranda etkileyen değişkenler işlenen koli sayısı, bir istasyona giden koli sayısı ,

bir kolinin uğradığı istasyon sayısıdır. Regresyon P değeri 0,05 den küçük olduğu için regresyon anlamlıdır. İşlenen koli, istasyona giden koli, kolinin uğradığı istasyon değişkenlerinin P değerleri 0,05 den küçük olduğu için bu değişkenlerin loop ile olan ilişkisi de anlamlıdır. Daha önce yapılmış korelasyon analinde de tespit edildiği gibi 3 değişkenin ilişkisi pozitif yönlüdür. Regresyon formülüne göre loop sayısını en çok katsayısı yüksek olan “bir kolinin uğradığı istasyon” değişkeni etkileyecektir.

Verimlilik ile gidilen istasyon sayısı ilişki korelasyon analizinde gösterilmiştir. Verimlilikle ilgili oluşturulan regresyon analizinde güvenilirlik %70’ in altında kaldığı için verimlilik için anlamlı bir regresyon analizi oluşturulamamıştır. Serpilme diyagramında gösterilmiştir.

Serpilme Diyagramı

Serpilme grafikleri iki değişken arasında ilişki olup olmadığı grafiksel olarak görmemizi sağlayacaktır.



Şekil 6.11 Verimlilik ile Ugranılan İstasyon Sayısı Serpilme Diyagramı

Serpilme diyagramına göre verimlilik ile kolinin uğradığı istasyon sayısı arasında orta düzeyde ve negatif bir ilişki vardır.

Regresyon ve korelasyon analizleri sonucunda loop sayısının, full tortu sayısının , xdock sayısının, fiili adam saatin, istasyona giden koli sayısının, kolinin gittiği istasyon

sayısının günlük işlenecek koli üzerinde etkili değişkenler yani kritik girdiler olduğu istatistiki olarak ispatlanmıştır.

6.2.4. İyileştirme

Analiz aşamasında sonuç üzerinde etkili olduğu tespit edilen değişkenler yani kritik değişkenler iyileştirilme aşamasının girdileridir. İyileştirme aşamasında bu değişkenlerle ilgili aksiyonlar alınarak değişkenler iyileştirilecektir.

Kök Neden 1: Full tortu kolilerinin konveyör hattına girmesi

Bu kök sebep konveyör hattının yoğun olmasının ve full tortu kolilerinin hatta beslenmesinin bekletilmesinin kök nedenidir. Full tortu kolileri istasyonlara gidip dağılmadan, tortuya ayrılır. Ancak tortu koliler zemin kattan beslenip, 4. katta ulaştıklarında direk çıkış konveyörü olmadığı için dağılım konveyörü üzerinde loop yapmak zorunda kalmaktadır. Buda dağılım konveyörünün yoğun olmasına, dağılacak kolilerin dağılacağı istasyonlara geç gitmesine neden olmaktadır. Takım liderleri kendi vardiyalarındaki dağılım performansı düşmemesi için full tortu kolilerini hatta beslemek istemezler. Böylece işlenen koli miktarını arttıran full tortu kolileri sürekli bekletilmek durumunda kalmaktadır.

Aksiyon: Koli asansöründen hatta beslenen %27' lik orana sahip olan full tortu kolilerini dağılım hattına girmeden ayırmak için 4. kata full tortu konveyörü yapılmıştır. Böylece koli asansöründen beslenen full tortu kolilerinin dağılım hattına girip hatta yoğunluk yaşatması ve full tortu kolilerinin performansa olumsuz etkisi olmayacağı için takım liderlerinin de kendi vardiyasında full tortu kolilerini hatta beslememesi önlenecektir.

Kök Neden 2 : Ölçümlemenin yapılmaması

İş etüdü çalışması yapılmadığı için gelen koli sayısına göre optimum kaç personel çağırılması gerektiği bilinmemektedir. Güncel olmayan ölçümler, verimliliğin düşük çıkmasına neden olmaktadır

Aksiyon: İlgili birime talep oluşturularak,ölçüm yapılması sağlanmıştır. Sistemdeki ölçüm değerleri güncellenmiştir.

Kök Neden 3: Personellerin buffer alanı dolu istasyona yönlendirilmemesi

İstasyonların buffer alanlarının dolu olması, o istasyona gelecek kolilerin sürekli gereksiz yere loop yapmasına neden olarak, konveyör yoğunluğunu arttırmaktadır.

Aksiyon: Bir personel birden fazla istasyonda dağılım yapabilmektedir. İstasyonun buffer alanı dolduğunda, poka yoke uygulaması olan ışıklı uyarı sistemiyle, istasyonun ışığı yanıp sönmesi sağlanıp personel uyarılarak, personelin ilgili istasyona yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Böylece bufferların doluluğu ve buna bağlı kolilerin loop yapması önlenecektir.

Kök Neden 4: Kolinin uğradığı istasyon sayısının çok olması

Bir koli dağılırken birden fazla istasyona uğrayabilir. Dağılım hattındaki koliler ne kadar az istasyona uğrayarak dağılırsa hat o kadar az yoğun olacaktır ve daha az loop olacaktır.

Aksiyon: Koliler daha az istasyona gidecek şekilde dağılım algoritması iyileştirilmiştir.

Kök Neden 5: Sensörlerin koli bandını görmesi

Koli asansörü sensörleri, koli üzerinden çıkan bantları görerek, koli asansörünü durdurmaktadır.

Aksiyon: Koli asansörüne çift sensör takılmıştır. Eğer tek sensör koli bandını görüyorsa sistem çalışmaya devam edecektir, eğer iki sensör birden kolide taşkınlık görüyorsa sistem durdurulacaktır.

Kök Neden 6: Mağazaların, istasyonlara adreslenme algoritmasının yeterli olmaması

Mağazalar istasyonlara sistemsal atanırken, istasyonlarda mağazalara gelen iş emri sayıları eşit tutulmaya çalışılmaktadır. Geçmiş verilere dayalı olarak mağazalara giden iş emri sayıları belirlenmiştir. İş emri sayısına bakılması yeterli değildir.

Aksiyon: Mağazaların istasyonlara atanması algoritmasında, iş emri içerisindeki adete bakılması ve verinin bir seferlik belirlemeyle değil dinamik yapı olup her gün kendini güncellemesi sağlanmıştır.

Kök Neden 7: Kolilere etiket makinesi tarafından barkodun düzgün yapıştırılmaması

Etiket makinasının düzgün yapıştırmadığı iş emri barkodunu konveyördeki scanner okuyamaz ve koliler loop yapar veya tortu alanına düşer.

Aksiyon: Koli ile etiket makinesi arasındaki pozisyonunu en iyi şekilde ayarlamak için kolileri etiket makinesine yanaştıran aparatın iyileştirilmesi ile ilgili yeni dizayn çalışması yapılmıştır.

Kök Neden 8: Scanner kaynaklı barkodun okunmaması

Bu kök neden hem kolilerin loop yapmasının, hem de konveyör hattının durmasının kök nedenlerinden biridir. Scanner 'ın barkodu okuyamaması sonucu koliler loop yapar veya tortu alanına düşer. Tortu konveyörlerinin dolu olması, konveyör hattının durmasına neden olur

Aksiyon: Scanner kontrol formlarının oluşturulması, periyodik kontrol planlamasının yapılması

Kök Neden 9: Konveyördeki scanner 'ın sevk thm 'ini okumaması

Bu kök neden hem kolilerin loop yapmasının, hem de konveyör hattının durmasının kök nedenlerinden biridir. Scanner 'ın sevk thm 'ini okuyamaması sonucu koliler loop yapar veya tortu alanına düşer. Tortu konveyörlerinin dolu olması, konveyör hattının durmasına neden olur.

Aksiyon: Scanner kontrol formlarının oluşturulması, periyodik kontrol planlamasının yapılması

Kök Neden 10: Bir istasyona giden koli sayısının çok olması

Bir istasyona giden koli sayısı çok ise istasyona ait buffer alanı dolacak ve bu durumda kolilerin loop yapmasına neden olacaktır.

Aksiyon 1 : İstasyonun buffer alanı dolduğunda, ışıklı kontrol sistemiyle personel uyarılarak, ilgili istasyona gitmesi sağlanmaktadır. Böyle bufferların doluluğu ve buna bağlı kolilerin loop yapması önlenecektir

Aksiyon 2 : Kolilerin daha az istasyona uğraması ve istasyona daha az koli gelmesi sağlanacak şekilde dağılım algoritması iyileştirilmiştir

Kök Neden 11: Koli asansörü bakım çizelgesinin güncel olmaması

Güncel bakım çizelgesi yoktur

Aksiyon: Koli asansörünün durmasını önlemek için, koli asansörü bakım periyotları ve yapılması gerekenler ile ilgili kılavuz önerildi.

Kök Neden 12: Bölge bölge acil stopun nereden basıldığını gösteren uyarıcı ışığın olmaması

Acil stop düğmesi güvenlik amaçlıdır ve yanlışlıkla basıldığında hattı durdurmaktadır. Acil stopa nereden basıldığı bilinmemektedir.

Aksiyon: Bölge bölge acil stopa nereden basıldığını gösteren uyarıcı ışıkların yapılması

Kök Neden 13: Acil stopa basıldığının fark edilememesi

Konveyör hattının acil stopa basıldı için durduğu anlaşılamamaktadır.

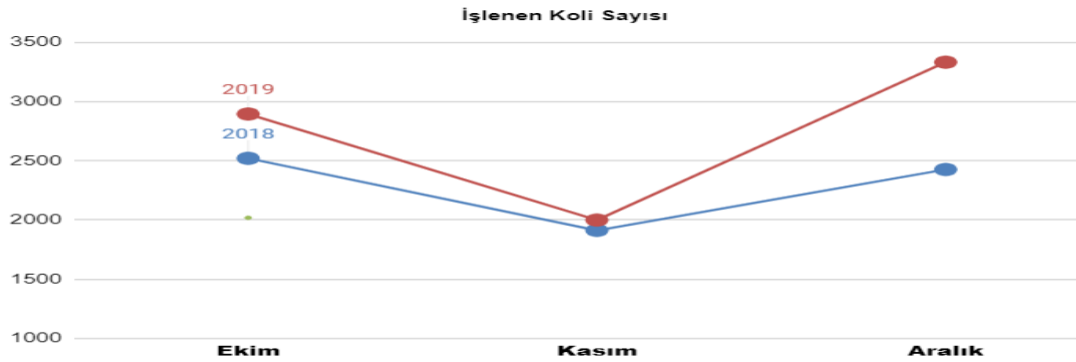
Aksiyon: Bölge bölge acil stopa nereden basıldığını gösteren uyarıcı ışıkların yapılması

Crossdock kolisinin az olması ve işlenecek (gelen) kolinin çok olması Flow-through ışıklı dağıtımda işlenen koli kapasitesinin yetmemesinin kök nedenlerinden biridir. Ancak bu kök nedenler operasyon kaynaklı olmayıp, müşteri kaynaklı olduğu için bu kök nedenlere ait aksiyon alınmamıştır.

6.2.5. Kontrol

Kontrol aşamada yapılan iyileştirmeler ardından sonuçlar değerlendirilerek çalışma öncesi, sonrası raporları oluşturuldu. İstenilen hedefe ulaşıp ulaşılamadığı kontrol edildi. Proje hedeflerine ulaşılarak, proje başarı ile tamamlandı. Proje raporu operasyona kapanış toplantısında sunularak proje kapatıldı.

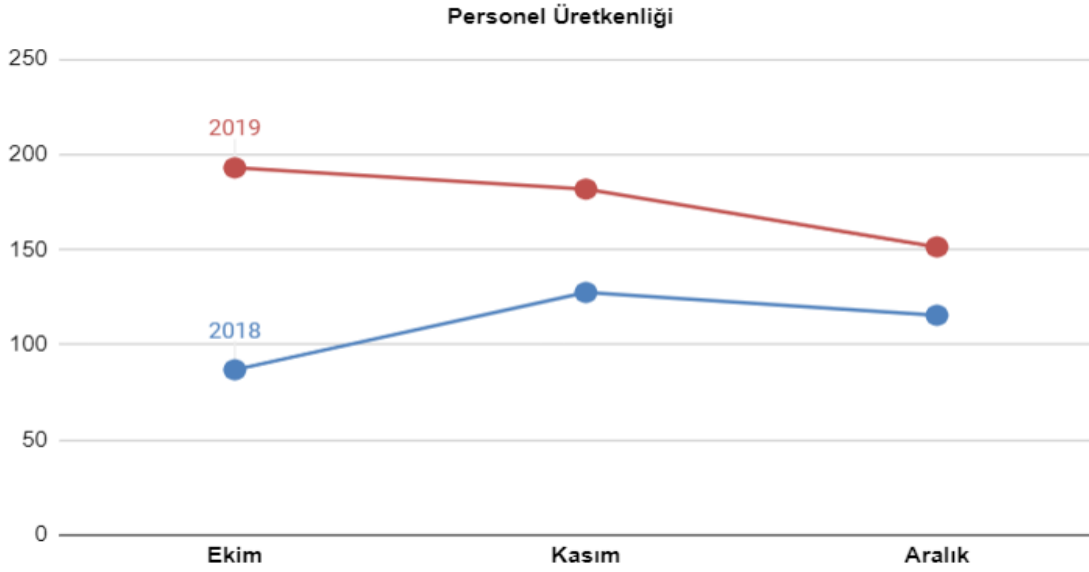
*Projenin hedeflerinden biri işlenen koli sayısını %20 oranında artırmaktı. İşlenen koli sayısı 2018 yılında 2287 olup, proje sonrası 2019 yılında 2742 ' ye çıkarılarak, %20 civarında artırılmıştır. Aşağıda 2018-2019 yılına ait işlenen koli sayısına ait öncesi - sonrası kontrol grafiği vardır.



Şekil 6.12 İşlenen Koli Sayısı Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği

*Projenin bir diğer hedefi 1 personelin işleyebileceği koli sayısının % 55 oranında artırmaktı. Bir personelin üretkenliği 2018 yılında 110 olup, 2019 yılında 175' e çıkarılarak, %59 oranında artırılmıştır.

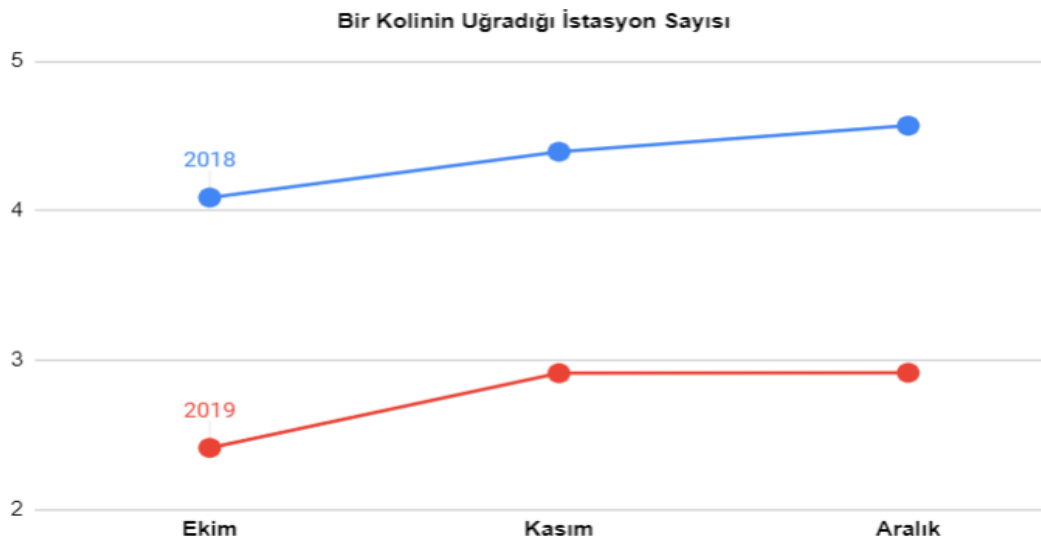
Aşağıda 2018-2019 yılına ait personel üretkenliği öncesi - sonrası kontrol grafiği vardır.



Şekil 6.13 Üretkenlik Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği

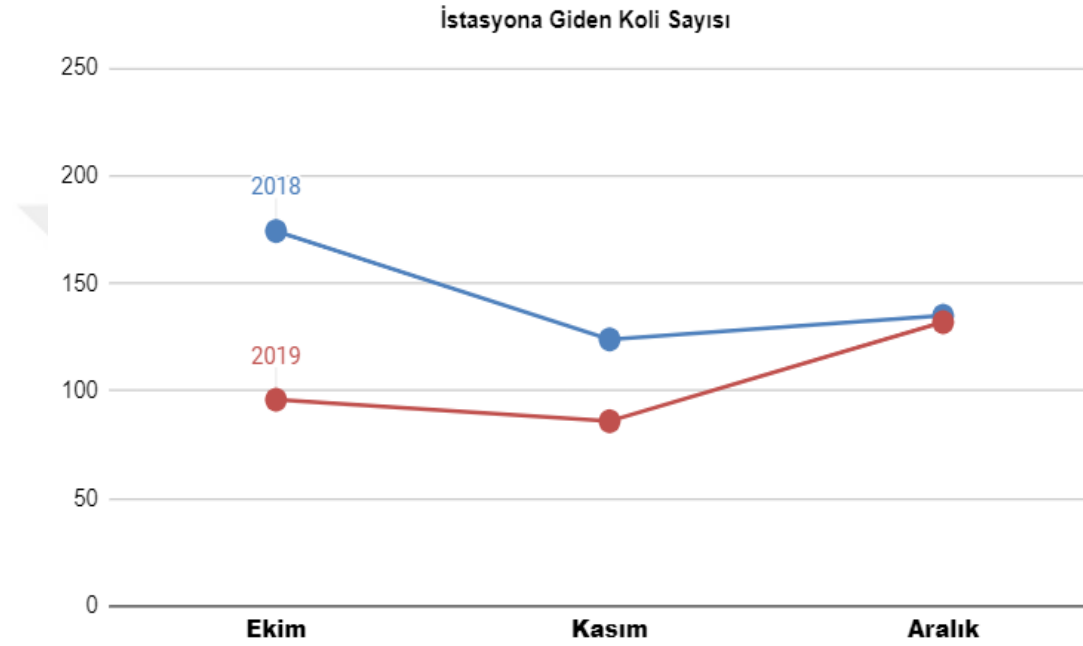
*Konveyör hattının yoğunluğu yani loop yapma oranı proje öncesinde %53 iken , proje sonrasında %35 ‘ e düşürülmüştür.

*Bir kolinin uğradığı istasyon sayısı 2018 yılında 4,34 iken, yapılan iyileştirmeler sonrası 2019 yılında bu sayı 2,74‘ e düşürülerek %37 oranında iyileşme sağlanmıştır. Aşağıda 2018-2019 yılına ait bir kolinin uğradığı istasyon sayısı öncesi - sonrası kontrol grafiği vardır.



Şekil 6.14 Bir Kolinin Uğradığı İstasyon Sayısı Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği

*Bir istasyona günlük giden koli sayısı 2018 yılında ortalama 144 iken, proje sonrası 2019 yılında bu sayı 105'e düşürülerek %27 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Aşağıda 2018-2019 yılına ait istasyona giden koli sayısı öncesi - sonrası kontrol grafiği vardır. 2019 Aralık ayında 2018 Aralık ayına göre aynı sayıda personel ile %37 oranında daha fazla koli işlenmiştir, bu durum bir istasyona daha fazla koli gitmesine neden olmuştur, bundan dolayı Aralık ayında 2018-2019 farkı grafikte az görünmektedir.



Şekil 6.15 İstasyon Yoğunluğu Öncesi - Sonrası Kontrol Grafiği

BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekol Lojistik'te gerçekleştirdiğimiz Yalın Altı Sigma uygulaması olan “Flow - Through Otomasyon Kapasitesinin Artırılması” projesinde hedefler başarılı şekilde gerçekleştirilmiştir. TÖAİK adımları sırasıyla uygulanmıştır.

Tanımlama aşamasında; projenin hedefinin, kapsamının, takviminin, üyelerinin tanımlandığı proje bildirisi oluşturulmuştur. Süreç genel hatlarıyla TGSCM (SIPOC), üst düzey süreç haritasında gösterilmiştir. Süreç adımları ayrıntılı şekilde süreç haritasında gösterilmiştir. Projenin başında hangi sebeplerin sonuç üzerinde daha etkili olduğunu görmek için sebep - sonuç matrisi oluşturulmuştur. Paydaşların değişime etkisi ve tepkisini tespit etmek için paydaşların bağlılık analizi yapılmıştır.

Ölçme aşamasında; Pareto analizi yapılarak problemin % 80 'ini oluşturan problemlere odaklanılmıştır. Hangi parametrelerin, ne zamana kadar, kim tarafından ölçüleceğinin planlandığı veri toplama planı oluşturulmuştur. Ve parametrelerin ölçümleri bu aşamada yapılmıştır. Mevcut durum net olarak sayısal ve grafiksel olarak ortaya konmuştur.

Analiz aşamasında; Beyin fırtınası yapılarak potansiyel kök nedenler tespit edilmiştir. Neden - Sonuç diyagramı kullanılarak, potansiyel kök nedenler burada belirtilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve kuvveti korelasyon analizinde gösterilmiştir. Sonucu en çok etkileyen değişkenlerin tespiti regresyon analizinde yapılmıştır. İki değişken arasında ilişki olup olmadığı grafiksel olarak serpilme diyagramında gösterilmiştir. Korelasyon ve regresyon analizi sonucunda işlenen koli sayısı üzerinde loop sayısının, full tortu sayısının , xdock sayısının, fiili adam saatin, istasyona giden koli sayısının, kolinin gittiği istasyon sayısının etkili olduğu ispatlanmıştır. Analiz aşamasının çıktısı ispatlanmış kök nedenlerdir.

İyileştirme aşamasında, analiz aşamasında sonuç üzerinde etkili olduğu tespit edilen kök nedenlere çözümler bulunarak, iyileştirilmiştir. Koli asansöründen beslenen full tortu kolilerin dağılım hattına girip hatta yoğunluk yaşatmaması için, 4. kata full tortu kolileri dağılım hattına girmeden ayıran full tortu konveyörü yapılmıştır. İş etüdü ölçümlerinin yapılması sağlanıp, sistemdeki ölçüm değerleri güncellenmiştir. İstasyonun buffer alanı dolduğunda, poka yoke uygulaması olan ışıklı uyarı sistemiyle personel uyarılarak, ilgili

istasyona yönlendirilmesi sağlanmıştır. Dağılım hattında koliler daha az istasyona gidecek şekilde dağılım algoritması iyileştirilmiştir. Koli asansörünün gereksiz yere bant taşkınlığından dolayı durmasını önlemek için, koli asansörüne çift sensör takılmıştır, eğer iki sensör birden kolide ki taşkınlığı görüyorsa sistem durdurulacaktır. Mağazalar istasyonlara atanması algoritmasının iyileştirilmesi ve dinamik yapı oluşturup her gün geçmiş datanın güncellenmesi sağlanmıştır. Etiketlerin düzgün hizalı şekilde kolilere yapıştırılabilmesi için, kolileri etiket makinesine yanaştıran aparatın dizaynı değiştirilmiştir. Scannerların barkodlar okuyamamasından dolayı, kontrol formlarının oluşturulması, periyodik kontrol planlamasının yapılması kararlaştırılmıştır. Koli asansörünün durmasını önlemek amaçlı, koli asansörünün bakım periyotları ve yapılması gerekenler ile ilgili kılavuz önerilmiştir. Acil stopa basılıp basılmadığını, hangi alandan basıldığını gösteren uyarıcı ışıklar yapılmıştır.

Kontrol aşamasında yapılan iyileştirmeler sonrası proje hedefine ulaşıp, ulaşılmadığı kontrol edilerek, öncesi sonrası grafikleri oluşturuldu. İyileştirmeler sonrası işlenen koli sayısı %20 civarında artırılarak, 1 personelin işleyebileceği koli sayısı % 59 oranında artırılarak proje hedefi başarı ile gerçekleşmiştir. Konveyör hattının yoğunluğu yani loop yapma oranı %53 iken , proje sonrasında %35 ‘ e düşürülmüştür. Bir kolinin uğradığı istasyon sayısı 4,34’ ten 2,74‘ e düşürülerek %37 oranında iyileşme sağlamıştır. 1 istasyona günlük ortalama 144 koli giderken, proje sonrası 105 koliye düşürülerek %27 iyileştirme sağlanmıştır.

Bu çalışma sonunda, Yalın Altı Sigma bir lojistik şirketinde depolama faaliyetlerinde verimliliği etkiler hipotezinden yola çıkılarak korelasyon ve regresyon analizleri yapılarak hipotez kanıtlanmıştır. Projenin kontrol aşamasında projenin başarılı olduğu, çalışma öncesi sonrası grafiklerle de gösterilmiştir.

Literatür çalışması sonucuna göre Yalın Altı Sigma çalışmaları daha çok özel sektörde, üretim alanında yapılmış olup, kamu ve lojistik gibi bazı sektörlerde daha az çalışma bulunmaktadır. Lojistik sektöründe yapılan Yalın Altı Sigma çalışmalarında depo faaliyetlerine ait çalışma sayısı azdır. Bu çalışma depo faaliyetlerine ait bir uygulama çalışmasıdır.

Literatür çalışmasının diğer sonucuna göre, farklı Yalın Altı Sigma çalışmalarında farklı teknikler kullanılabilir. Bu çalışmada proje bildirisi, TGSCM diyagramı, süreç haritası, sebep - sonuç matrisi, paydaşların bağlılık analizi, pareto analizi, veri

toplama planı, histogram gösterimi, beyin fırtınası, kök neden analizi, korelasyon analizi, regresyon analizi, serpilme diyagramı, kontrol grafikleri gibi teknikler kullanılmıştır.

Literatür çalışmasının bir diğer sonucuna göre bir tekniğin aynı uygulama çalışmasında bile birden fazla aşamada kullanılabilir olmasıdır. Bu çalışmada, her aşamada farklı teknikler kullanılmış olup, aynı teknik bir başka aşamada kullanılmamıştır.

Literatür çalışmasının bir sonucuda yapılan Yalın Altı Sigma çalışmalarının amacı çoğunlukla kalite probleminin veya kayıp zamanın ortadan kaldırılmasıdır. Bu çalışma kayıp zamanı azaltarak, personel üretkenliğinin artırılması için yapılmıştır.

Yalın 6 Sigma çalışması ilk defa bir şirkette uygulanacaksa bazı ön hazırlıklarının yapılması gerekmektedir. Proje ekibine yol göstermesi için daha önce proje deneyimi olan, eğitim verecek olan bir danışman veya uzman kara kuşak olmalıdır. Üst yönetim desteği, üst yönetimin uygulanan metodu biliyor olmaları Yalın Altı Sigma projelerinin başarılı olması ve sürdürülebilir olması açısından oldukça önemlidir. Çünkü Yalın Altı Sigma projeleri ayrıntılı veri analizi gerektiren projeler olup, uzun zaman almaktadır. Üst yönetim beklentisi çalışmanın çok kısa sürede tamamlanması olur ise ekip motivasyonu düşebilmektedir.

İşletmelerin çoğu iyileştirme faaliyetlerine açık olduklarını söylemelerine rağmen problemin asıl kök nedenlerini tespit etmeden direk aksiyon alma odaklı oldukları için sistematik şekilde tanımlama, ölçme, analiz aşamaları yapmak zor olabilmektedir.

Lojistik sektöründe, üretim sektörüne göre daha fazla değişkenlik olduğu gerçektir ancak çoğu kaynakta belirtildiği gibi istatistiksel metodları uygulamak zor değildir. Bu çalışmada yapılan uygulamada istatistiksel metodlar kullanılmış olup, regresyon analizi sayesinde, çıktıyı-sonucu en çok etkileyen değişkenler tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Türkan, Ö.U., (2010), “*Üretimde Yalın Dönüşümün Temel Performans Kriterleri*”, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi, Cilt:12, Sayı:2, 28-41

Ertuğrul, İ., Özveri, O., Gündoğan, A., (2013), “*Yalın Üretim Sisteminin Tekstil Sanayinde Uygulanabilirliği*”, Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Kaü İibf Dergisi Cilt4, Sayı:6

Öztürk, A., (2009), “*Kalite Yönetimi ve Planlaması*”, Ekin Yayınları, Bursa, Türkiye, 465-476

Womack P.J., Jones D.T., (1998), Yalın düşünce, 11, Sistem Yayıncılık, İstanbul, Türkiye
Mutluer, H., (2018), “*Yalın Üretim Teknikleri İle Bir Toz Boya Üretim İşletmesinde Üretim İyileştirme Çalışmaları*”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir ,Türkiye

Eser, S., (2018), “*Denim Pantolon Üretiminde Yalın Üretim Uygulamaları ve Bir Örnek Olay İncelemesi*”, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Düzce, Türkiye, 4-22

Fırat, İ., Ceyhan, S., (2015), “*Yalın Üretim Sistemine Geçişin İşletme Performansına Olan Katkısı Kahramanmaraş'ta Hazır Giyim İşletmesinde Bir Uygulama Çalışması Örneği*”, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 5, Sayı:9, 145-146

WEB_1, (2017), Tankut Aslantaş, Yalın üretimin tarihsel gelişimi, <http://www.gunesgazetesi.com.tr/Haber/Yalin-uretimin-tarihsel-gelisimi-1035.html>, 28/04/2019

Aslantaş, T., (2012),” *Yalın Üretim Felsefesi, Yöntemleri Ve Kanban Tekniğinin Otomotiv Sektörüne Uygulanması*”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Ankara, Türkiye 12-14

Kavrakoğlu, İ., (2001), “*Toplam Kalite Yönetimi*”, Kalder Yayınları, İstanbul, Türkiye

Okur, A.S., (1997), “*Yalın Üretim: 2000’li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii İçin Yapılanma Modeli*”, Söz Yayınları, İstanbul, Türkiye

Balcı, B.R., (2011), “*Yalın Düşünce Ve Muhasebe*”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 13, Sayı:1, 39-58

WEB_2, (2013), Barış Zoroğlu, Geleneksel Üretim ile Yalın Üretimin Karşılaştırılması, <https://bariszoroglu.wordpress.com/2013/01/19/geleneksel-uretim-ile-yalin-uretimin-karsilastirilmesi/> , 3/11/2019

Millard, R.L., (1999), “*Value Stream Analysis and Mapping for Product Development*” Master of Science in Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology, ABD, 17

Çobanoğlu S.,(2011), ”*Yalın Üretim Sisteminin Otomotiv Sektöründe Uygulanması*”, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye, 27-35

Rother M., Shook J.,(1999) ,“*Görmeyi öğrenmek: Değer Yaratmak ve İsrafi Ortadan Kaldırmak İçin Değer Akışı Haritalandırma*”, 2, Türkçesi: Yalın Enstitü Derneği, The Lean Enterprise Institute, Versiyon:1,2, Massachusetts, USA

Jones D., Womack J., (2002), ”*Bütünü Görmek: Genişletilmiş Değer Akışı Haritalama*”, The Lean Enterprise Institute, Türkçesi: Yalın Enstitü Derneği, 1, Versiyon 1,0, Massachusetts, USA

Sullivan W., Mcdonald T., Van Aken E., (2002) “*Equipment replacement decisions and*

lean manufacturing”, Robotics and Computer Integrated Manufacturing 18, 255–265
WEB_3, (2012), Can Yükselen, Takt Zamanı, <https://yalindanisman.com/takt-zamani/>,
28/10/2019

Maraşlı, H., Coşkun, A., ve Kama, A., (2016), ”*Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması*”, International Journal of Academic Value Studies, Cilt:2, Sayı:4, 112

Kulaç Ü., (2005), ”*Yalın fabrika simulasyon oyunu*”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 687-690

Güner E., Karaca M.E.,(2004), ”*Tam zamanında üretim sisteminde tedarikçi ilişkileri ve en iyi parti büyüklüğü üzerine bir uygulama*”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:19, No:4, 443–454

Zerenler M., İraz R., (2006), ”*Japon Yönetim Anlayışı ve Şirket Ağları (Keiretsu) Analizi*”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 16, 757–776

Fullerton R.R., McWatters C.S., (2001), ”*The Production Performance Benefits From JIT Implementation*”, Journal of Operations Management, Cilt: 19, 81-96

Chan F.T.S., (1999), “ *Effects of Kanban size on Just-in-Time Manufacturing System s*” , Journal of Materials Processing Technology, Cilt:116, Sayı: 2001, 1-15, Hong Kong, Çin

Emre, A., (1995), “*Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki Uygulamaları ve Sorunları*”, Ankara, MPM Yayınları, 5, Türkiye

William, G.S., Mcdonald, T.N., Aken, E.M.V., (2002), “*Equipment replacement decisions and lean manufacturing*”, Grado Department of Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 5, USA

Mclachlin, R., (1997), “*Management Initiatives and Just-In-Time Manufacturing*”, Cilt :15, Sayı:4, 17

Orbak, Y., Bilgin, S., (2005), “*Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği*”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Türkiye

WEB_4, (2010), WEB Site, Çekme Kanbanı, [Yalin Üretim ve Örnek Uygulama:Ford 4, http://enm.blogcu.com/yalin-uretim-ve-ornek-uygulama-ford-4/9150768](http://enm.blogcu.com/yalin-uretim-ve-ornek-uygulama-ford-4/9150768) , 12/11/2019

Aygün E., (1995), “*Yalın Üretim*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Şahin, İ.E., (2011), “*Kanban Kontrollü Milkrun Döngülü Malzeme Besleme Sistemi: Tv Fabrikasında Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Demirkır, M.S., (2008), “*Yalın Üretim ve Lastik Sektöründe Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Özçelikel, H., (1997), “*Japon Yönetim Sistemleri*”, İstanbul, Söz Yayıncılık, sf. 99

Imai M., (2003), “*Kaizen Japonya’nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı*”, İstanbul, Kalder Yayınları, İstanbul, Türkiye, 112-115; 260-264

Imai, M., (1994), “*Kaizen, Japonya’nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı*”, Kalder Yayınları, İstanbul, Türkiye, 5

WEB_5, (2014), Çağlar Keçelioğlu, Kaizen Şemsiyesi, <https://slideplayer.biz.tr/slide/2023658/> ,17/11/2019

Özalp, İ., Oktal, Ö., Ulukan, C., (1997), “*İşletmelerde Sürekli Kalite Geliştirme Çabaları*”, A.Ü.A.Ö.F Dergisi, Cilt: 14, Sayı: 3, 29

WEB_6, (2009), WEB Site, Kaizenin Yararları, <https://kalitegelisimi.tr.gg/Kaizen-h-in-Yararlar%26%23305%3B.htm>, 17/11/2019

Edwards, D.K., Edgell, R.C. ve Richa, C.E., (1993), “*Standard Operations-The Key to Continuous Improvement in a Just-In-Time Manufacturing System*”, Production and Inventory Management Journal, Cilt:34, Sayı:3, 7-13

Robinson, H., (1997), “*Using Poka-Yoke Techniques for Early Defect Detection*”, Paper presented at the Sixth International Conference on Software Testing Analysis and Review

Okur, S.,A., (1997), “*Yalın Üretim*”, Söz Yayın, İstanbul, Türkiye, 109

Cusumano, M.A., (1989), “*The Japanese Automobile Industry*”, Harvard University Press, Cambridge, İngiltere

WEB_7, (2018), Şeyda Aydemir, Heijunka Nedir?, <https://seydaaydemir.wordpress.com/2018/11/29/heijunka-nedir/>, 24/11/2019

Ohno, T., (1988), “*Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*” Productivity Press, Portland, 134

Patel, V.C. Thakkar, H. (2014), “*A Case Study: 5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company*”, Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science, Vol:4, No:3

Agrahari, R.S., Dangle, P.A., Chandratre, K.V., (2015), “*Implementation of 5S Methodology in the Small Scale Industry: a Case Study*”, International Journal of Advance Research and Innovation, Vol:3, Issue:1, 130-137

Çakır, E., (2011), “*Yalın Altı Sigma ve Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, Türkiye

Kayacık, S., (2010), “*Yalın Altı Sigma Metodolojisi ve Tekstil Sektöründe Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 92-84

Sucu,Ş., (2009), “*Altı Sigma Yaklaşımı ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye

Akdamar, E., (2014), “*Yalın Altı Sigma Ve Sürekli Süreç İyileştirme Üzerine Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, Türkiye

Harry, M.J., Schroeder, R.R., (2000), “*Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*”, Doubleday Business, ABD

Dirgo, R.T., (2006), “*Look Forward?: Beyond Lean and Six Sigma*”, Aircraft Braking Systems Corporation, ABD

WEB_8, (2000), Thomas Pyzdek, Six Sigma Revolution, <http://www.bxlnc.com/download/The-Six-Sigma-Revolution.pdf> , 07/12/2019

Işığışok, E., (2005), “*Altı Sigma Kara Kuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası*”, Sigma Center Yönetim Sistemleri Yayınevi, Bursa, Türkiye

Akın O., (2010), “*Altı Sigma Sistemi ile Bütünleşik Faaliyet Tabanlı Maliyet Sisteminin Mermer Sektöründe Uygulanması*”, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 3

Demiralp M., (2014), “*Yalın Altı Sigma Sisteminde Kritik Başarı Faktörleri ve Çok Uluslu Bir Şirkette Uygulanması*”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara,Türkiye,10

Karakoç H., (2017), “*Yalın Altı Sigma Teknikleri ve Bir Gıda Firmasında Uygulaması* “, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye, 4

Brady J.E., B.S., M.S., MBA &P.E., (2005), ”*Six Sigma and The University: Teaching, Research and Meso-Analysis*”, The Ohio State University, Ohio, ABD, 16-17

Çabuk Y., Karayılmazlar S., (2010), “*Altı Sigma Yaklaşımı*”, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:12, Sayı:17, 93-99

Özdemir Y., (2004), “*Altı Sigma Metodolojisinin Toplam Çevrim Süresi Üzerine Uygulanması Yalın Altı Sigma*”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 20

Argüden Y., (2006), “*Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi*”, Kalder

Tırpan E., (2010), “*Altı Sigma ve Çağrı Merkezi Sektöründe Bir Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri, İstanbul,Türkiye,13

Yavuz S., (2006), “*Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, Türkiye

Pande P.S., Neuman R. P., Cavanagh R.R., (2000), ”*The Six Sigma Way How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing Their Performance*”, New York, McGraw-Hill Education – Europe, New York, ABD

Arıkan H., (2009), “*Yalın Altı Sigma Metodolojisi ve Bir Uygulama* “, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, Türkiye

Pande, P.S. ve Neuman, R.P., 2004, “*Six Sigma Yolu*”, Klan Yayınları, İstanbul, Türkiye

Patır, S. (2008), “*Kalite Anlayışında Altı Sigma Yaklaşımı*, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:7, Sayı:24,63-83

Ho Y., Chang O., Wang,W., (2008), “*An Empirical Study of Key Success Factors for Six Sigma Green Belt Projects at an Asian MRO Company*”, Journal of Air Transport Management, Cilt:14, 263-269

Gürsakar, N., (2005), “*Altı Sigma Müsteri Odaklı Yönetim*”, Nobel Basımevi, Bursa,131

Brue, G., (2002), “*Six Sigma for Managers*”, McGraw-Hill Companie, New York, ABD

Gitlow, H.S., Levine, D.M., (2005), “*Six Sigma for Green Belts and Champions: Foundations, DMAIC, Tools, Cases and Certification*”, Prentice Hall, ABD

Kurt, H.M., 2008, “*Altı Sigma ve İstatistiksel Uygulamaları*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Greg, B., (2006),” *Six Sigma for Small Business*”, Entrepreneur Media, ABD

Polat, A., Cömert, B., Arıtürk, T., (2005), “*Altı Sigma Vizyonu*”, Pelin Ofset Matbaacılık, Ankara

Günalp, E., (2007), “*Yalın Altı Sigma ve Bir Şirket Uygulaması*”, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü

Gürsakar, N., Oğuzlar, A., (2003), “*Altı Sigma*”, Vipaş, Bursa, 66

Baş, T., (2003), “*6 Sigma*”, Kalite Ofisi Yayınları, 27-28

Karaköse, M. A., (2004), “*Altı Sigma ve Türkiye Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Gupta, P., (2004), “*Six Sigma Business Scorecard: Ensuring Performance for Profit*”, McGraw-Hill, New York, ABD

WEB_9, (2006), Kaan Yener, Proje Tanımlama Dökümanı, <http://bilgi-isi.blogspot.com/2006/12/proje-tanmlama-dokmanptd.html>, 15/03/2020

Euforic Europe's Forum on International Cooperation, (1995), Guidance Note On How To Do Stakeholder Analysis of Aid Projects and Programmes

WEB_10, (2018), Gökçer Bilal Mut, Problem Çözmede 7 Araç, <http://www.gbmut.com/problem-cozmede-7-arac/>, 15/03/2020

Köse, M.S., (2009), “*Altı Sigma ve Firmaların Altı Sigma'ya Bakış Açısı: Sivas ve Kayseri İli Örneği*”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 57-58

Yang, K. ve El-Haik B.S., (2009), “*Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development*”, McGraw-Hill, New York, ABD

WEB_11, (2016), Hakan Akgül, Kano Modeli, <https://lean.org.tr/kano-modeli-musteriyi-kendinden-iyi-tanimak/>, 16/03/2020

WEB_12, (2019), WEB Sitesi, Yedi Kalite Aracı, https://www.wikiwand.com/tr/Yedi_kalite_arac%C4%B1, 19/03/2020

Konak, M.M., Duman, E., Albayrak, F., (2004), “*Altı Sigma*”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, Sakarya, Türkiye, 22

Sharma, U., (2003), “*Implementing Lean Principles With The Six Sigma Advantage: How A Battery Company Realized Significant Improvements*”, Six Sigma Journal of Organizational Excellence, 43-52

Ertuğrul İ., (2004), “*Toplam Kalite Kontrol ve Teknikleri*”, Hünkar Ofset, İstanbul, 209-258

Sevi D., (2006), “*Altı Sigma Kalite Yaklaşımının İşletme Maliyetlerine Etkisinin Araştırılması ve Bir Üretim İşletmesindeki Uygulama Sonuçlarının İrdelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye, 38

Aslan, D., Demir, S., (2005), “*Laboratuvar Tıbbında Altı-Sigma Kalite Yönetimi*”, Türk Biyokimya Dergisi [Turkish Journal of Biochemistry - Turk J Biochem], 30 (4), 272-278

İphar S., (2003), “*Kalite İyileştirme Teknikleri ve Kalite Odaklı Bir Problemin Çözümünde Altı Sigma Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye, 33

WEB_13, Erdinç Çakıroğlu, (2011), Histogram Grafiği, https://www.google.com/search?q=histogram+grafi%C4%9Fi&rlz=1C1GCEA_enTR784TR784&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi9_tyG3sfoAhVwQEEAHe9CA40Q_AUoAXoECA4QAw&biw=1536&bih=754#imgsrc=DtNSso2N5uE2DM,
04/04/2020

George, M.L., Rowlands, D., Kastle, B., (2005), “*Yalın Altı Sigma Nedir?*”, SPAC Yayınları, Ankara, Türkiye

Komay S., (2006), “*Altı Sigma ve İstatistiksel Teknikler*”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 25

Efil, İ., (2002), “*İşletmelerde Yönetim ve Organizasyon*”, Alfa Yayınları, 271

Çelebi, S., (2006), “*Müşteri Odaklı Altı Sigma ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Efil, İ., (1999), “Yönetimde Kalite Çemberleri ve Uygulama Örnekleri”, Alfa Yayınları, 140

Gümüšoğlu, Ş., (2000), “İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları”, Beta Yayınları, İstanbul, Türkiye

Yüzer, A.F., Ağaoğlu, E., Tatlıdil, H., Özmen, A., Şıklar, E., (2007), “İstatistik”, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, Türkiye, 216

Sheehy, P., Navarro, D., Silvers, R., Keyes, V., Dixon, D., (2002), “The Black Belt Memory Jogger: A Pocket Guide for Six Sigma Success”, Six Sigma Academy, First Edition GOAL/QPC, USA

Ünver, Ö., Galgam, H., (2008), “Uygulamalı Temel İstatistik Yöntemleri”, Seçkin Kitabevi, Ankara, Türkiye, 228-323

WEB_14, (2020), WEB Site, Korelasyon, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Korelasyon>, 26/04/2020

Özsoy, O., (2005), “İktisatçılar ve İşletmeciler için İstatistik”, Siyasal Kitabevi, Ankara, Türkiye, 351

Girenes, S.Ş., (2006), “Yalın Altı Sigma Metodolojisi ve Uygulaması”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Arıtürk, T., (2006), “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, Altı Sigma Forum, Sayı:7, Yıl:2006, 27

Özkan, H., (2006), “Endüstride Altı Sigma Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Eckes, G., (2005), “Herkes İçin Altı Sigma”, Media Cat Yayınları, İstanbul, Türkiye

WEB_15, (2011), WEB Site, Deney Tasarımı, https://www.spac.com.tr/tu/danisman/deney_tasarimi.html, 05/05/2020

Şanyılmaz, M., (2006), “ *Deney Tasarımı ve Kalite Geliştirme Faaliyetlerinde Taguchi Yöntemi ile Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, Türkiye

Bozkurt, R., (2003), “*Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri*”, Mert Matbaacılık, Ankara, Türkiye

Srinivasan, N., N., Nair, A., (2005), “*DMAIC Failure Modes*”, Altı Sigma Forum, Sayı:4, 36

Akarşlan, B., 2004, “*Altı Sigma Metodu ve Bir Şirket Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Yang, K., El-Haik, B., (2003), “*Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development*”, McGraw-Hill, New York, ABD

WEB_16, (2006), WEB Site, Hata türü etkisi analizi, <http://gelisim.org/makaleler/fmea.pdf>, 07/05/2020

Baykasoğlu, A., Dereli, T., Yılankırkan, N., Yılankırkan, A., (2003), “*Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Gaziantep'te Orta Ölçekli Bir Firmada Uygulanması*”, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Konya Şubesi, II. Makina Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi

Erdoğan, Ö., (2006), “*İplik Eğirmede Bilgisayar Destekli Proses Kontrol*”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 34

Türkoğlu, D., (2005), “*Sanayi İşletmelerinde Altı Sigma Çalışmaları ve Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

Spiegel, M.R., Stephens, L.J., (2010), “*Teori ve Problemlerle İstatistik*”, McGraw-Hill, Nobel Yayın Dağıtım, New York, ABD

Hostetler, D., (2010), “*Improve Your Accounting Firm Processes Using Lean Six Sigma*”, Journal of Accountancy, 38

Doğan, S., Demiral, Ö., (2008), “*Yalın Yöntemler ve Altı Sigmayı İçeren Bütünleşik Bir Yaklaşım: Yalın Altı Sigma*”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 22, Sayı:1, 355

Polk, J.D., (2011), “*Lean Six Sigma, Innovation, and The Change Acceleration Process Can Work Together*”, American College of Physician Executives, Cilt: 37, Sayı:1, 38-42

Dumitrescu, C.D., Tent, I.,D., Dumitrescu, E.C.I., (2010), “*Lean Six Sigma Principles*”, DAAAM International, Cilt: 21, Sayı: 1, 433 - 435

Öztürk, A., Arıkan, V.,S., ve Öztürk, M., U., (2011), “*Süreç İyileştirme Yöntemleri ve Yöneylem Araştırması*”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı

WEB_17, (2019), WEB Site, Ekol Ciro, <https://www.ekol.com/tr/kurumsal/rakamlarla-ekol-lojistik/ciro/>, 21/06/2020

Pyzdek, T., Keller, P.A., (2003), “*The Six Sigma Handbook*”, New York, ABD

Furterer, S., Elshennawy, A., (2005), “*Implementation of TQM and Lean Six Sigma Tools in Local Government: a Framework and a Case Study*”, Total Quality Management, Vol:16, 1179 – 1191

Kumar, M., Antony, J., Singh, R.K., Tiwari, M.K., Perry, D., (2006), “*Implementing The Lean Sigma Framework In An Indian Sme: A Case Study*”, Production Planning and Control, 407-423

Yalçiner A., Y., Günday R., (2020), “*Yalın Altı Sigma Metodu ve Bankacılık Sektöründe Uygulanması* ”, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt: 8, 188-209

Arnheiter, E.D., Maleyeff, J., (2005), “*The Integration of Lean Management and Six Sigma*”, The TQM Magazine, Vol:17, 5-18

Gutierrez-Gutierrez L., Leeuw, S., Dubbers, R., (2016), “*Logistics Services and Lean Six Sigma Implementation: a Case Study*”, International Journal of Lean Six Sigma, Vol:7, No:3, 324-342

Lent, W.A., Lent, Sanders, E.M, Harten W.H, (2012), “*Exploring improvements in patient logistics in Dutch hospitals with a survey*”, BMC Health Services Research, Vol:12

Sadraoui, T., Fayza, J., (2014), “*Efficacité de la Méthodologie Six Sigma dans la Gestion de la Chaîne Logistique* ”, International Journal of Econometrics and Financial Management, Cilt:2, Sayı:6, 220-235

EKLER

EK A Yalın Altı Sigma Uygulamalarında Kullanılan Araçların Karşılaştırma Tablosu

Yazar ve Yılı	Güenalp, 2007	Akdamar, 2014	Arıkan, 2009	Karakoç, 2017	Girenes, 2006	Kayacık, 2010	Sharma, 2003	Furterer ve Elshennawy, 2005	Kumar ve Arkadaşları, 2006	Yıldız, 2020	Yalçın ve Günday, 2020	Gutierrez ve arkadaşları, 2016	Sadraoui ve Fayza, 2014
Tanımla	Proje Bildirisi	Proje Bildirisi	Proje Bildirisi	TGSÇM Diyagramı	HTEA	Proje Bildirisi	Proje Bildirisi	Proje Bildirisi	Beyin Fırtınası	Proje Bildirisi	Proje Bildirisi	Proje Bildirisi	
	Pareto Analizi		TGSÇM Diyagramı	Süreç Haritası	Değer Akış Haritası				Müşteri Sesi	TGSÇM Diyagramı	TGSÇM Diyagramı	Müşteri Sesi	
	Süreç Haritaları			Değer Akış Haritası				Değer Akış Haritası	Değer Akış Haritası	Süreç Haritası	Risk Analizi	TGSÇM Diyagramı	
	TGSÇM Diyagramı			Müşterinin Sesi (VOC)						Sebepler - Sonuç Matrisi	Paydaşların Bağlılık Analizi		
										Paydaşların Bağlılık Analizi			
Ölç	Değer Akış Haritası	Pareto Analizi	Pareto Analizi	Pareto Analizi	Süreç Yeterlilik Testi	Pareto Analizi	Mevcut Durum Analizi	Balık Kılçığı Diyagramı	Veri Toplama Planı	Pareto Analizi	Süreç Haritası	Değer Akış Haritası	

			Süreç Yeterlilik Testi	Mevcut Durum Analizi	Pareto Analizi	Beyin Fırtınası	Ölçüm Yeterliliği Analizi - Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilbilirlik Testi	Süreç Haritası	Ölçüm Yeterliliği Analizi - Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilbilirlik Testi	Veri Toplama Planı	Pareto Analizi	Veri Toplama Planı	Pareto Analizi
			Mevcut Durum Analizi		Mevcut Durum Analizi	Balık Kılçığı Diyagramı		Paydaşların Bağlılık Analizi	Mevcut Durum Analizi	Mevcut Durum Analizi		Mevcut Durum Analizi	
			Değer Akış Haritası					Beyin Fırtınası		Histogram Gösterimi		Süreç Haritası	
								Mevcut Durum Analizi					
Analiz Et	Sayısal Analizler(Gelir, Maliyet, Karlılık)	Regresyon	Beyin Fırtınası	Balık Kılçığı Diyagramı	Balık Kılçığı Diyagramı	İkili Oran Testi	Kök Neden Analizi	Fayda-Maliyet Analizi	Pareto Analizi	Beyin Fırtınası	Hipotez Testi		Beyin Fırtınası
	Pareto Analizi	Korelasyon	Balık Kılçığı Diyagramı	Pareto Analizi				Pareto Analizi	Beyin Fırtınası		Beyin Fırtınası		Balık Kılçığı Diyagramı
	Balık Kılçığı Diyagramı	Balık Kılçığı Diyagramı						İstatistiksel Proses Kontrolü	Balık Kılçığı Diyagramı	Korelasyon Analizi	Balık Kılçığı Diyagramı		
		Süreç Akış Haritası						Kanban Sistemi		Regresyon Analizi			

		Beyin Fırtınası								Serpilme Diyagramı			
İyileştir	Aksiyon Uygulanması	Aksiyon Uygulanması	Aksiyon Uygulanması	Aksiyon Uygulanması	Çözüm Önerileri	Deney Tasarımı (DOE)	SMED	Aksiyon Uygulanması	Deney Tasarımı (DOE)	Aksiyon Uygulanması	Aksiyon Uygulanması	Aksiyon Uygulanması	HTEA Matrisi
	Kaizen	T testi		5s			Kanban Sistemi	İyileştirme Sonrası Mevcut Durum Analizi	5s		HTEA Matrisi		Aksiyon Uygulanması
	Süreç Akış İyileştirmesi	5s		Kanban			Toplam Üretken Bakımı	Standardizasyon	Toplam Üretken Bakımı				
							Poka Yoke						
Kontrol Et	Süreç Kontrol Planı	Poka Yoke	Hipotez testi	İyileştirme Sonrası Mevcut Durum Analizi	Standardizasyon Önerileri	Toplam Üretken Bakımın	Standardizasyon	Kontrol Planı	Standardizasyon	İyileştirme Sonrası Mevcut Durum Analizi	RACI matrisi	Standardizasyon	İyileştirme Öncesi, Sonrası Analizi
	İyileştirme Sonrası Mevcut Durum Analizi	Standardizasyon	İyileştirme Sonrası Mevcut Durum Analizi			Poka Yoke	Kontrol Grafikleri		RACI matrisi	Kontrol Grafikleri	İyileştirme Öncesi, Sonrası Analizi		Kontrol Grafikleri
		İyileştirme Sonrası Mevcut	İyileştirme Sonrası Süreç			Standardizasyon	İyileştirme Sonrası Mevcut Durum Analizi		HTEA Matrisi				Pareto Analizi

		Durum Analizi	Yeterlilik Grafiği										
--	--	------------------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EK B Flow -Through Dağıtım Kapasitesinin Arttırılması Proje Bildirisi

İş Durumu: Sürekli büyüyen, ürün çıkış hacmini artıran müşterimize daha iyi hizmet sunabilmek için bu çalışma yapılmıştır. Yoğun günlerde mevcut flow - through otomasyon kapasitesi yetmemiş olup, ekstra adam ve alan kullanılarak müşteri talebi karşılanmıştır.Projenin başarıyla gerçekleşmesi ile müşteri memnuniyeti, extra masrafların azaltılması ve verimliliğin arttırılması sağlanacaktır.	Fırsat Bildirisi ● Personelin daha verimli çalışılması sağlanacaktır, ● Müşteri talepleri, extra alan ve personel olmadan karşılanacaktır ● Konveyör hattının yoğunluğu azaltılacaktır ● Konveyör hattının durması azaltılacaktır ● Maliyet kaybı önlenecektir ● Müşteri memnuniyeti artacaktır
Hedef: Flow - through sürecinde günlük ortalama işlenen koli sayısı 2287 ; 1 personelin işleyebileceği koli sayısı 110 ‘dur. İşlenen koli sayısının % 20 oranında artması, 1 personelin işleyebileceği koli sayısının % 55 oranında artması hedeflenmektedir	Proje Kapsamı: Işıklı flow through dağıtım sistemi kapsam içidir. Diğer operasyon süreçleri kapsam dışıdır.

Proje Takvimi :

Aşama	Termin
Tanımlama	20.05.2019
Ölçüm	19.07.2019
Analiz	29.08.2019
İyileştirme	06.09.2019
Kontrol	23.01.2020

Poje Takımı:

Proje Lideri	Tedarik Zinciri - Operasyonel Mükemmellik Uzmanı
Şampiyon	Tedarik Zinciri - Operasyonel Mükemmellik Yöneticisi
Sponsor	Tekstil & Perakende & E-Ticaret - Kontrat Lojistiği Direktörü
Süreç Sahibi	Kontrat Lojistiği Sorumlusu
Uzman Kara Kuşak	Tedarik Zinciri - Operasyonel Mükemmellik Sorumlusu
Takım Üyesi	● Tedarik Zinciri - Operasyonel Mükemmellik Uzmanı Yardımcısı ● Kontrat Lojistiği Uzmanı ● Proje Yönetim Ofisi Yöneticisi ● Otomasyon Kontrol Yazılımları Sorumlusu ● Otomasyon Sistemleri Sorumlusu ve Uzmanı ● Otomasyon Mekanik Sistemler Uzmanı

EK C Flow -Through Sebep-Sonuç Matrisi

Önem Derecesi		7	10	8	9	6	9		
Çıktılar		İş emri etiketinin düzgün yapıştırılması	Kolinin hızlı şekilde flow-thru hattına gelmesi	Doğru kolinin hızlı şekilde istasyona gelmesi	Doğru miktarda ürünün, hızlı şekilde dağıtılması	Kolinin doğru şekilde hatta bırakılması	Tortu kolisinin en hızlı şekilde tortu alanına ayrılması		
Girdiler	O/X							Toplam	Kü. Oran
Konveyör hattının yoğunluğu	O	0	9	9	0	0	9	243	9.05%
Dağılımı yapılmayacak (full tortu) kolisinin, 4. kat konveyör hattına girmesi	O	0	9	9	0	0	9	243	18.10%
Personel sayısı	O	0	3	9	9	0	3	210	25.92%
İstasyonların doluluğu	O	0	9	9	0	0	3	189	32.96%
Kolilerin mağazalara dağılım algoritması	O	0	9	9	0	0	3	189	40.00%
Personel performansı	O	0	3	3	9	0	3	162	46.03%
Etiket makinasının, etiketi koliye düzgün yapıştırması	O	9	9	0	0	0	0	153	51.73%
Scanner'ın, tedarikçi barkodunu okuyup okuyamaması	O	9	9	0	0	0	0	153	57.43%
Tortu alanının doluluğu	O	0	3	3	0	0	9	135	62.46%
Mağazaların, istasyonlara adreslenme algoritması	O	0	3	9	0	0	3	129	67.26%

Asansörün durması	O	0	9	3	0	0	1	123	71.84%
Konveyördeki scanner 'ın iş emri barkodunu okuyup okuyamaması	O	0	9	3	0	0	0	114	76.09%
Konveyördeki scanner 'ın sevk THM' ini okuyup okuyamaması	O	0	3	0	0	0	9	111	80.22%
Koli asansöründen beslenen Full aloke terminsiz kolinin 4. kata çıkmadan, zemin kat sevkiyat alanına düşüşünün olması	O	0	9	1	0	0	0	98	83.87%
Terminli siparişin , termin tarihine kadar , lokasyonda adresli kalması	O	0	0	0	9	0	0	81	86.89%
Boş kolinin hatta beslenmesi	O	0	3	3	0	0	3	81	89.91%
Kolinin ters beslenmesi	O	0	1	1	0	9	1	81	92.92%
Kolilerin içiyle dışının farklı olması	O	0	0	0	9	0	0	81	95.94%
Rafların duruşu	O	0	1	1	3	0	0	45	97.62%
İstasyonda dağıtılacak toplam adetinin bilinmesi	O	0	1	1	3	0	0	45	99.29%
Boş kolilerin hatta beslenmesi	O	0	1	0	0	0	1	19	100.00%
Konveyörün koliyi bütün katları dolaşarak çıkartması	X							0	100.00%
Ürün kategorisi, ebatı,adeti	X							0	100.00%

EK D Flow-Through Işıklı Dağıtımda İşlenen Koli Kapasitesinin Yetmemesi

Neden - Sonuç Diyagramı

Problem Konusu	Kök Neden Analiz Neden - Neden Tekniği			
	NEDEN ? - 1	NEDEN ? - 2	NEDEN ? - 3	NEDEN ? - 4
Full tortu kolilerinin hatta beslenmesinin bekletilmesi	Dağılım performansına dahil olmayan full tortu kolilerinin konveyörde yoğunluk oluşturması	Full tortu kolilerinin konveyör hattına girmesi		
Crossdock kolisinin az olması				
Konveyör hattının yoğun olması (kolilerin loop yapması)	İşlenecek (gelen) kolinin çok olması			
	İstasyonların dolu olması	Optimum personel sayısının olmaması	Ölçümlemenin yapılmaması	
		Personellerin buffer alanı dolu istasyona yönlendirilmemesi		
	Dağılım hızının konveyörden ürün geliş hızına yetiştirmemesi	Dağılım verimliliğinin yeterli olmaması	İstasyona gelen kolilerin , içi adetlerinin azalarak başka istasyonlara gitmesi	Kolinin uğradığı istasyon sayısının çok olması
			Optimum personelin olmaması	Ölçümlemenin yapılmaması Yeterli personelin çağrılmaması (fiili adam saat)
	Koli asansörünün tam kapasite ile çalışmaması	Koli asansörünün durması	Sensörlerin koli bandını görmesi	
		Koli asansöründen yoğun besleme yapıldığında konveyör hattının tıkanması	Dağılmayacak olan full tortu kolilerinin konveyörde yoğunluk oluşturması	Full tortu kolilerinin konveyör hattına girmesi

	Mağazaların,istasyonlara adreslenme algoritmasının yeterli olmaması			
	Konveyördeki scanner 'ın iş emri barkodunu okumaması (koli loop yapar veya tortu alanına düşer)	Koliye etiket makinesi tarafından barkodun düzgün yapıştırılmaması		
		Scanner kaynaklı barkodun okunmaması		
	Konveyördeki scanner 'ın sevk thm okumaması (koli loop yapar veya tortu alanına düşer)	Scanner kaynaklı barkodun okunmaması		
	Alokasyon algoritmasının optimum olmaması	Bir istasyona giden koli sayısının çok olması		
Konveyör hattının durması	Tortu alanının dolu olması	Tortu olmayan kolilerin tortuya ayrılması	Konveyördeki scanner 'ın sevk thm'ini, iş emri barkodunu okumaması (koli tortu alanına düşer)	
	Koli asansörünün durması	Koli asansörü bakım çizelgesinin güncel olmaması		
	Acil Stopa basılması	Nereden acil stopa basıldığıyla ilgili herhangi bir göstergenin olmaması	Bölge bölge acil stopun nereden basıldığını, gösteren uyarıcı ışığın olmaması	
		Acil stopa basıldığının fark edilememesi		

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında İstanbul’da doğan Cansu Yıldız; ilk, orta ve lise öğrenimini İstanbul’da tamamlamıştır. 2010 yılında Anibal Anadolu Lisesi’nden mezun olmuştur. 2014 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. 2018 yılında Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yüksek Lisans Programı’na kayıt yaptırmıştır. 2015 yılından beri Ekol Lojistik firmasında operasyonel mükemmellik uzmanı olarak görev yapmaktadır.

