

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR
UYGULAMA**

MURAT KARABULUT

KOCAELİ 2019

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**


YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE
BİR UYGULAMA**

MURAT KARABULUT

Dr.Öğr.Üyesi Pınar YILDIZ KUMRU
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Prof.Dr. Zerrin ALADAĞ
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Fatma Serap ONURSAL
Jüri Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi


.....

..... (RET)

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 28.03.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Altı Sigma metodolojisini kullanarak tekstil sanayinde faaliyet gösteren bir işletmenin müşteri siparişlerine zamanında yanıt verebilmesi için üretim süreçlerindeki zamanında üretim oranını istenen seviyeye yükseltmek ve müşteri geri dönüşlerini hızlandırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Pınar Yıldız KUMRU' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve destekleriyle katkıda bulunan, birlikte aynı bölümde çalıştığım şefim Şimen ÖZBAY'a ve tezimin uygulama kısmını gerçekleştirme imkânı bulduğum Çalık Denim İşletmesi'ne çok teşekkür ediyorum.

Hayatım boyunca bana güç veren en büyük destekçilerim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mart – 2019

Murat KARABULUT

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
GİRİŞ	1
1. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ	5
1.1. Altı Sigma.....	5
1.2. Altı Sigma Yaklaşımının Tarihçesi.....	7
1.3. Değişkenlik ve Altı Sigma.....	9
1.4. Altı Sigma Kalite Düzeyi	9
1.5. İstatistiksel Ölçüm Olarak Altı Sigma.....	10
1.5.1. Altı sigma prosesinde kısa ve uzun dönem	11
1.5.2. Kararlılık.....	14
1.6. Yönetim Felsefesi Olarak Altı Sigma	14
1.7. Altı Sigma'nın İlkeleri ve Yararları	15
1.8. Altı Sigma, Yalın ve Kısıtlar Teorisinin Mukayesesi	16
1.9. Altı Sigma Yaklaşımının Toplam Kalite Yönetiminden Farklılıkları.....	19
1.10. Altı Sigma Yaklaşımını Uygulayan Bazı Şirketler ve Kazançları.....	21
2. ALTI SİGMA TEKNİĞİNDE KULLANILAN İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER.....	23
2.1. Beyin Fırtınası.....	23
2.2. Sebep-Sonuç Diyagramı	23
2.3. Kontrol Tablosu	24
2.4. Hata Türü ve Etkileri Analizi.....	24
2.5. Kalite Fonksiyonu Yayılımı(QFD)	25
2.6. Pareto / ABC(Always Better Control) Yöntemi	25
3. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU	28
3.1. Altı Sigma'da Roller ve Sorumlulukları	28
3.1.1. Üst kalite konseyi.....	28
3.1.2. Şampiyon	29
3.1.3. Süreç sahibi/proje sahibi.....	29
3.1.4. Uzman kara kuşak	29
3.1.5. Kara kuşak/yeşil kuşak	30
3.1.6. Takım üyeleri	30
3.2. Altı Sigma Yol Haritası: TÖAİK Modeli	31
3.2.1. Tanımlama	33

3.2.2. Ölçme	34
3.2.3. Analiz	36
3.2.4. İyileştirme	37
3.2.5. Kontrol.....	38
3.3. Altı Sigma Uygulamasında Firmaların Karşılaştığı Zorluklar	38
3.4. Altı Sigma'nın Kullanım Alanları	39
4. ÇALIK DENİM A.Ş'DE ALTI SİGMA UYGULAMASI	41
4.1. Firma Bilgileri	41
4.2. Çalık Denim AŞ'de İyileştirme Çalışmaları ve Proje Yönetimi.....	42
4.3. Çalık Denim Altı Sigma Organizasyonu	43
4.4. Çalık Denim AŞ'nin Altı Sigma Düzeyi	43
4.5. Uygulama	44
4.5.1. Tanımlama aşaması.....	45
4.5.2. Ölçme aşaması.....	65
4.5.3. Analiz aşaması	69
4.5.4. İyileştirme aşaması.....	69
4.5.5. Kontrol aşaması	77
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	84
KAYNAKLAR.....	86
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Sebe-sonuç diyagramı ana nedenler	24
Şekil 4.1.	Sipoc Diyagramı: Siparişin alınması, hazırlık ve üretim süreci.....	46
Şekil 4.2.	Proses Haritası	48
Şekil 4.3.	Malzeme ihtiyaçlarının karşılanmasındaki iş akış diyagramı	49
Şekil 4.4.	Çözümlü üretim iş akış diyagramı.....	50
Şekil 4.5.	Dokuma üretim iş akış diyagramı.....	51
Şekil 4.6.	Finish (Terbiye) üretim iş akış diyagramı.....	52
Şekil 4.7.	Kalite üretim iş akış diyagramı	53
Şekil 4.8.	Balık Kılçığı Diyagramı.....	56
Şekil 4.9.	2017 yılı Ocak-Aralık döneminde A kategorisi ürün tiplerinde bölüm bazlı sipariş gecikmeleri miktar ve oran grafiği	67
Şekil 4.10.	2017 yılı Ocak-Aralık döneminde A kategorisi ürün tiplerinde sebep bazlı sipariş gecikmeleri miktar ve oran grafiği	69
Şekil 4.11.	Sap programında yapılan değişikliğin ekran görüntüsü	76
Şekil 4.12.	2017 Ocak-Aralık dönemine ait A kategorisi ürün tiplerindeki proje öncesi gecikme oranları grafiği	81
Şekil 4.13.	2018 Ocak-Aralık dönemine ait A Kategorisi ürün tiplerindeki proje sonrası gecikme oranları grafiği	81

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Kısa Dönem Sigma Seviyeleri, DPMO(PPM) ve Verim Oranları (Merkezlenmiş Bir Normal Eğriye İlişkin)	12
Tablo 1.2. Uzun Dönem Sigma Seviyeleri, DPMO(PPM) ve Verim Oranları (Merkezlenmemiş Bir Normal Eğriye İlişkin)	13
Tablo 1.3. Kısa ve uzun dönem sigma seviyeleri, DPMO ve verim oranları	13
Tablo 1.4. Sistem iyileştirme metotları	16
Tablo 1.5. Altı Sigma, Yalın Düşünce ve Kısıtlar Teorisinin özellikleri	18
Tablo 1.6. Altı Sigma'yı uygulayan bazı şirketler ve kazançları	22
Tablo 3.1. Altı Sigma organizasyonun uygulama aşamalarındaki rolü	31
Tablo 3.2. Altı Sigma aşamalarının açılımı ve araçları	32
Tablo 4.1. Beyin Fırtınası sonucu ortaya çıkan nedenleri puanlama	54
Tablo 4.2. Kök-neden analizi ve çözüm önerileri	57
Tablo 4.3. 2017 yılına ait ürün tiplerinde ABC Analizi	65
Tablo 4.4. 2017 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerindeki üretim verileri	66
Tablo 4.5. 2017 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan bölüm bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları	67
Tablo 4.6. 2017 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan sebep bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları	68
Tablo 4.7. 2017 yılı üretim verilerinden yola çıkılarak yapılan iyileştirme faaliyetleri	71
Tablo 4.8. Yıllar bazında iade oranının azaltılması	77
Tablo 4.9. Aylar bazında iade oranının azaltılması	77
Tablo 4.10. 2018 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerindeki üretim verileri	78
Tablo 4.11. 2018 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan bölüm bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları	79
Tablo 4.12. 2018 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan sebep bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları	80
Tablo 4.13. İşletmenin iyileştirmeden önceki 2017 yılına ait ve iyileştirmeden sonraki 2018 yılına ait zamanında üretim oranı ve sipariş doluluk oranlarının kıyaslanması	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

H_1	: Hipotez Testi
Σ	: Toplam sembolü
Σ	: Ana kitleye ilişkin standart sapma, sigma
6σ	: Altı Sigma
μ	: Ana kitleye ilişkin ortalama

Kısaltmalar

ABC	: Always Better Control (Her Zaman Daha İyi Kontrol)
AŞ	: Anonim Şirketi
BOAS	: Bilgi Odaklı Altı Sigma
CEO	: Chief Executive Officer (Yönetim Kurulu Başkanı)
D	: Defect (Hata)
DOE	: Design Of Experiments (Deney Tasarımı)
DPMO	: Defect Per Million Opportunity (Milyon Fırsatta Hata miktarı)
DPO	: Defect Per Opportunity (Fırsat Başına Hata Oranı)
DPU	: Defect Per Unit (Parça Başına Hata Miktarı)
FMEA	: Failure Mode and Effect Analysis (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
ISO	: International Organization Standardization (Uluslararası Standardasyon Kuruluşu)
KK	: Kalite Kontrol
MRP	: Material Resource Planning (Malzeme İhtiyaç Planlaması)
MSA	: Analysis of Measurement Systems (Ölçüm Sistemleri Analizi)
NBC	: National Broadcasting Company (Ulusal Yayın Şirketi)
OP	: Opportunity (Fırsat)
PMU	: Phasor Measurement Unit (Fazör Ölçüm Ünitesi)
PPM	: Parts Per Million (Milyonda Hatalı Parça Sayısı)
PPR	: Previously Production Ratification (Onaylanan öncelikli üretim)
PUKÖ	: Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al
SIPOC	: Suppliers Inputs Process Outputs Customers (Tedarikçi, Girdi, Proses, Çıktı, Müşteri)
SPC	: Statistical Process Control (İstatistiksel Süreç Kontrolü)
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TOP	: Total Opportunity (Toplam Fırsat)
TÖAİK	: Altı Sigma Yol Haritası (Tanımlama, Ölçme, Analiz etme, İyileştirme, Kontrol etme)
QFD	: Quality Function Deployment (Kalite Fonksiyonu Yayılımı)
QS	: Quality Standardization (Kalite Standardizasyonu)

ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Altı Sigma metodolojisini kullanarak tekstil sanayinde faaliyet gösteren bir işletmenin müşteri siparişlerine zamanında yanıt verebilmesi için üretim süreçlerindeki zamanında üretim oranını istenen seviyeye yükseltmek ve müşteri geri dönüşlerini hızlandırmaktır.

Uluslararası ticaretin giderek arttığı bugünün dünyasında, şirketler varlıklarını devam ettirebilmek için geleneksel üretim sistemlerinin yerine yeni üretim tekniklerini öğrenmek, uygulamak ve bunların sürekliliğini sağlamak zorundadırlar. Geliştirdiği yaklaşım ile Altı Sigma, bu sistemlerden en kuvvetli olanların başında gelmektedir. Bu çalışma kapsamında, Altı Sigma ve kullanım alanları hakkında literatür araştırması yapılmış ve elde edilen bulgular sonucunda zamanında üretim oranının iyileştirilmek istendiği tekstil sanayinde faaliyet gösteren bir işletmede Altı Sigma uygulaması yapılmıştır. Altı Sigma' nın TÖAİK adımları izlenerek yapılan çalışmada, SIPOC diyagramları, ölçüm sistemleri analizi, kök neden analizi gibi tespit araçları kullanılarak verimsizlik kaynaklarının tespiti ve temel sorun üzerinde iyileştirmeler yapılarak beklenen zamanında üretim oranlarına ulaşılması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, Kalite Yönetimi, Sipoc Diyagramı, Süreç İyileştirme, Verimlilik.

SIX SIGMA METHODOLOGY AND A CASE STUDY IN TEXTILE SECTOR

ABSTRACT

The purpose of this study is to raise the timely production rate in the production process to the desired level and to accelerate customer returns so that an enterprise operating in the textile industry can respond to customer orders in a timely manner using by six sigma methodology.

In today's world of increasing international trade, companies have to learn, implement and maintain new production techniques in place of traditional production systems in order to sustain their assets. With the approach it has developed, Six Sigma is one of the strongest components of these systems. In the scope of this study, six sigma and its application areas were investigated, and as a result of the findings obtained, six sigma applications were carried out in an operation in a textile industry where the timely production rate is to be improved. In the study conducted by following six sigma's DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) steps, determination of sources of inefficiency and improvement on the basic problem using detection tools such as SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) diagrams, measurement systems analysis, root cause analysis were made possible to reach expected production rates at the same time.

Keywords: Six Sigma, Quality Management, Sipoc Diagram, Process Improvement, Productivity.

GİRİŞ

Günümüz dünyasında teknolojinin büyüyerek ivme kazanması, ticaretin ve ilişkilerin globalleşmesi, insanların birbirlerine ulaşmasının eskiye nazaran daha kolay bir hal alması, var olma yarışını oldukça yükseltmektedir. Bu yüzden, devamlı farklılaşan piyasa şartlarına uyabilmek ve yükselen piyasa yarışında sürekli ayakta kalabilmek için kurumlar, sahip olduğu kaynaklarının çok verimli bir biçimde kullanılmasıyla piyasadaki sürekliliklerini sağlamak mecburiyetindedirler. Uluslararası ticaret ivmesinin sürekli yükseldiği günümüzde, şirketler piyasada ayakta kalabilmek için geleneksel üretim sistemlerinin yerine yeni üretim tekniklerini öğrenmek, uygulamak ve bunların sürekliliğini sağlamak zorundadırlar. Eski geleneksel anlayışlar yerini düşük maliyetli, kısa teslim süreli ve iyi kalitede ürün çeşitliliğine bırakmaktadır. Rekabetin sınır tanımadığı, aynı ürünü üreten firmaların çoğaldığı günümüzde, müşteri istekleri en önemli ölçüt olmaktadır. Müşteriler artık talep ettiği farklı bir ürün satın almak istemediği gibi şirketlerin israf ettikleri kaynakları için de bedel ödemekten kaçınmaktadırlar. Örneğin bir şirket ürettiği ürününün maliyetlerini hesaplarken, bu üretim esnasında ortaya çıkan hurda, yeniden işleme, son kontrol, fazla mesai, verimsizlik gibi sonuçları dikkate alırken, şirket müşterileri ise üretimdeki bu gereksiz maliyetlerden kaçınmaktadır. Ayrıca globalleşmenin artmasıyla müşteriler birçok farklı alternatifte sahip olmakta ve kendisine uygun ürün ve hizmeti almaktadır. Müşteri beklentilerinin arttığı, rekabetin yoğun olduğu, kârlılığın ve ciroların ise maliyetlerin düşürülüp kalitenin artırılmasına bağlı olduğu, şirketlerin büyüyüp problemlerinin karmaşıklaştığı bu ortamda sistematik yönetim biçimlerine ihtiyaç vardır. Geliştirdiği teknikle Altı Sigma, bu yönetim biçimleri arasında en etkin konumda bulunmaktadır. Üretimdeki bu değişimlerle artan maliyetler, problemler ve müşteri baskısı ile karşılaşan çoğu üretici Altı Sigma metodolojisini benimsemeye başlamaktadır. Altı Sigma izlediği yöntemler ile üreticilerin problemlerine kalıcı çözümler getirmekte, karmaşık yapılara müdahale ederken etkin araçlar kullanmaktadır. Altı Sigma tekniğinde, üretim merkezine müşteri konulması, alınacak bütün kararların nitel bilgilere dayandırılması, süreçlerin iyileştirilmek istenmesi, başarı ve sonucun sürekliliğinin sistematik bir şekilde sağlanması esastır.

Bu yüzden Altı Sigma metodolojisi kullanıldığı işletmelere çok önemli faydalar sağlayıp, bu şirketlere piyasada rekabet avantajı getirmektedir. Altı Sigma metodolojisi sayesinde işletmeler ne aşamada olduklarını görebilmekte, istatistiki metotlarla mevcut durumlarını analiz edip, iyileştirmelerde bulunarak kontrollü bir şekilde varlıklarını sürdürebilmektedir. Altı Sigma metodolojisinde önemli parametrelerden biri müşteri odaklılıktır. Altı Sigma düzeyinde müşteri beklentilerini karşılayan süreç sayısı çok fazladır. Bu bağlamda Altı Sigma sıfır hata, mükemmel kalite anlamına gelmektedir. Bu tezin konusu, Altı Sigma metodolojisini kullanarak tekstil sanayinde faaliyet gösteren bir işletmenin; müşteri siparişlerine zamanında yanıt verebilmesi için üretim süreçlerindeki zamanında üretim oranını istenen seviyeye yükseltmek ve müşteri geri dönüşlerini hızlandırarak işletmeye katma değer sağlamaktır. Yapılan bu çalışmada işletmenin çözülmek istenen problemine Altı Sigma yaklaşımı ile nasıl müdahale edilip çözüm getirileceği açıklanmaktadır. Bu kapsamda, Altı Sigma ve kullanım alanları hakkında literatür araştırması yapılarak elde edilen bulgular sonucunda zamanında üretim oranının iyileştirilmek istendiği tekstil sanayinde bir Altı Sigma uygulaması gerçekleştirilmektedir.

Tez toplam beş bölümden oluşmaktadır. İlk üç bölüm teorik bilgilerden oluşurken, dördüncü bölümde bir Altı Sigma uygulaması anlatılmakta, son bölümde ise elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar ışığında getirilen öneriler anlatılmaktadır.

Birinci bölümde, Altı Sigma tekniğinin ne olduğu, tarihsel gelişim süreci ve Altı Sigma ile ilgili kavramlar geniş bir yelpazede incelenerek anlatılmaktadır.

İkinci bölümde, Altı Sigma yaklaşımı tanıtılarak, Altı Sigma strateji ve metodolojisi hakkında bilgi verilmekte, Altı Sigma tekniğinin temelini oluşturan istatistiksel teknikler hakkında açıklamalar yapılmaktadır.

Üçüncü bölümde, Altı Sigma organizasyonundaki roller ve sorumluluklar açıklanmakta, iyileştirme modeli ve aşamalarından bahsedilmektedir. Altı Sigma uygulamasında şirketlerin karşılaştıkları zorluklara ve dikkat edilmesi gereken hususlara da bu bölümde değinilmektedir.

Dördüncü bölümde ise, entegre bir tesis olan tekstil fabrikasında uygulanan Altı Sigma projesi anlatılmaktadır. Altı Sigma TÖAİK (Tanımla, Ölç, Analiz Et, İyileştir, Kontrol

et) adımları takip edilip, Altı Sigma tekniği kullanılarak çözüm geliştirmeyi içeren uygulama aşamalarından bahsedilmektedir. Uygulamada, kullanılan teknik detaylara yer verilerek deney sonuçları analiz edilmekte, iyileştirme aşamasında ise sorunla ilgili çözümsel yaklaşımlar anlatılmaktadır.

Son bölüm olan beşinci bölümde, uygulanan projede elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar irdelenerek getirilen öneriler açıklanmaktadır.

Çalışmaya öncelikle bir dizi ulusal ve uluslararası alanda yayınlanan makale incelemeleri ile başlanılarak Altı Sigma yaklaşımı konusunda yapılan çalışmalar hakkında veri toplanılmaktadır. Kaynak incelemesi çerçevesinde ulusal ve uluslararası arenada yapılan araştırmalardan faydalanılmaktadır. Literatür incelemesi sonucunda ulaşılabilen kaynaklar, literatürde bulunan çalışmaların büyük bir kısmının farklı sektörlerde uygulaması şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Aşağıda farklı sektörlerde yapılan çalışmalardan bazıları anlatılmaktadır:

Immaneni ve ark., bir bankanın süreç iyileştirme ve gelişim tekniği olarak, Altı Sigma tekniğinden faydalanmışlardır. Bu uygulama bir bankanın yönetiminde önemli sorunlar baş gösterdiğinde ortaya çıkarılmıştır. Bankanın ana iş süreçleri yeniden tanımlanarak, müşteri odaklılık ve sürekli iyileştirme esas alınmıştır [1].

Saleh ve ark., ISO kalite sisteminin gelişim çalışmalarında, Altı Sigma basamaklarını kullanmışlardır. Bu çalışma bilgi servislerinin genel çevre güvenliğinin geliştirilmesi amacıyla, ISO 17799:2005 bilgi güvenlik yönetim standartlarının desteklenmesiyle ilgili olup standardın çeşitli evrelerinde Altı Sigma yaklaşımını kullanmışlardır [2].

Tang ve ark., yöneylem araştırması ve yönetim bilimi tekniklerini bütünleştirerek, Altı Sigma'nın etkinliğini ve kullanımını arttıran olanakları açıklamışlardır. Tipik bir yöneylem araştırması ve yönetim bilimi yöntemlerinin uygulanması için pratik bir çalışma çerçevesi gösterilmiştir [3].

Mehdi ve Nabi, Altı Sigma'nın bir üretim sistemine nasıl uygulanabileceğini göstermek üzere pratik bir uygulama gerçekleştirmişler ve başarılı bir Altı Sigma yaklaşımının hangi prensiplere dayanması gerektiği üzerinde durarak çalışmalarını bu yönde geliştirmişlerdir [4].

Honeywell şirketi de Altı Sigma yaklaşımı ve uygulamalarından bahsetmektedir. Honeywell şirketi, toplam süreç maliyetlerinin ve çevresel riskin azaltılmasını, veri kalitesinde köklü bir değişikliğin elde edilmesini amaçlamıştır. Bu kapsamda karışık, yüksek derecede heterojen ve kritik görev süreci olan, düzeltici, çevresel veri yönetimine, Altı Sigma kalite geliştirme yaklaşımını uygulamıştır [5].

Aksoy ve Dinçmen, Altı Sigma tekniğini uygulamak isteyen işletmelerin, bu tekniğin başarılı olması adına lazım olan bilgileri sağlamak ve özümsemeye gerek olduğunu belirterek, Altı Sigma tekniğinde belirtilen önemli etkenlerin yanında veri yönetimi ilkelerinin göz önünde bulundurulmasının Altı Sigma tekniği uygulamasında başarılı olma ihtimalini artıracığını bildirmişlerdir. Bu kapsamda yayılım, iyileştirme ve özümseme etkenlerini bünyesinde bulunduran Bilgi Odaklı Altı Sigma (BOAS) metodolojisini ortaya çıkarmışlardır [6].

Bu çalışmanın hipotezi;

H₁: Altı sigma tekniğini kullanarak denim kumaş üreten işletmede müşteri siparişlerine zamanında yanıt verilebilmesi için üretim süreçlerindeki zamanında üretim oranını istenen seviyeye yükseltmek, müşteri beklentilerini karşılayacak ve müşteri geri dönüşlerini hızlandıracaktır.

Son yıllarda gerek yabancı literatürde gerekse de yerli literatürde önemli bir mesafe alan Altı Sigma tekniği işletmeler için son derece önemli bir yer edinmektedir. Bu çalışmanın temel materyali, Altı Sigma metodolojisinin gerçekleştirileceği denim kumaş üreten işletmenin süreçleri ve ürünleridir.

Bu çalışmanın amacı; yerli literatürde yapılmış olan Altı Sigma çalışmalarına fayda sağlayarak, Altı Sigma tekniğini işletmelerinde kullanma ihtiyacı duyan yöneticilere yol göstererek, onlara farklı bakış açıları kazandırmaktır.

1. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ

1.1. Altı Sigma

Altı Sigma, sürekli olarak her operasyondaki tüm prosesleri geliştirme düşüncesini ve bunları gerçekleştirmeyi kapsamaktadır. Sistemlerde her zaman iyileştirme fırsatları olmaktadır. Asıl olan bu fırsatların fark edilmesi ve bu fırsatları değerlendirecek sistemlerin oluşturulmasıdır. Altı Sigma metodolojisi, işletmelerde kayıpları minimize etmek, maliyetleri azaltmak, verimliliği yükseltmek ve müşteri memnuniyetini oluşturmak hedefleriyle gerek üretim gerekse de hizmet sektöründe yer alan bütün çevrelerce kullanılmaya başlanılan bir tekniktir. İşletmelerde yaşanan problemlerin temelinde yer alan değişkenliği yok eden, ortaya koyduğu amaçlar ile yönetimi özümseyen, sistemli, tam katılımın gerekli olduğu ve devamlı iyileştirme ilkesine dayandırılan Altı Sigma; uzun dönemlere yayılan, kalıcı çözümler geliştirerek devamlı iyileştirme sağlayan bir tekniktir.

Altı Sigma hakkında literatürde pek çok tanım bulunmaktadır. Bunlardan bazılarına göre Altı Sigma;

- ✓ TKY' nin önemli basamaklarından biri olan süreç kalitesi ölçümü ve iyileştirilmesi aşamasında kullanılan bir metodolojidir. Ayrıca organizasyonun temel süreçlerini, müşteri isteklerine cevap verebilecek biçimde değerlendirmek ve iyileştirmek için; içinde bulunduğumuz dönemde ve ilerleyen dönemlerde bütün çalışan bilgilerinin ve bilimsel yöntemlerin etkin olarak kullanılmasını sağlayan bir tekniktir. Bünyesinde kuvvetli araçların olduğu bir teknik program gibi görünse de, özünde yönetimsel ve kültürel bir değişim programı hüviyetindedir [7].
- ✓ Aynı anda verimliliği ve etkinliği iyileştirmeye yönelik bir girişimdir [8].
- ✓ Kalite sorunlarının temel sebeplerini bularak, kontrol noktaları oluşturmak adına istatistiksel tekniklerle veri analizi yapan, kaliteyi iyileştiren bir felsefedir [9].
- ✓ Hata oranını milyonda 3,4'e düşürmeyi amaçlayan bir kalite iyileştirme tekniğidir [10].

- ✓ İşletme süreçlerini, sistemli ve bilimsel metotlarla müşteri ihtiyaçlarına uygun şekilde iyileştirmek, verimliliği yükselterek devamlılığını sağlamak adına verilerden ve istatistiksel araçlardan faydalanan, kritik başarı etkenlerine göre kaliteye ve verimliliğe projeler ile hazırlanan tekniktir [11].
- ✓ En iyiye yakın ürün ve hizmeti sağlamak için istatistiksel metotları kullanan bir tekniktir [12].
- ✓ Uygulandığı firmaları kâra geçiren ve fark yaratan tekniktir [13].
- ✓ Müşteri isteklerinin doğru bir biçimde ele alınması, bu istekleri gerçekleştirmek adına verilerin ve istatistiksel analizlerin düzgün kullanımı ile birlikte süreçlerin yönetiminde, geliştirilmesinde ve yeniden yapılandırılmasında etken rol oynayan bir tekniktir [14].
- ✓ Bütün ürün, süreç ve operasyonlardaki hataların ortadan kaldırılmasını hedefleyen tekniktir [15].
- ✓ Kârlılık, pazar payı ve müşteri memnuniyetini artıran, istatistiksel araçlar kullanarak kalitede önemli getiriler sağlayan bir tekniktir [16].
- ✓ Başka bir görüşe göre Altı Sigma felsefesindeki amaç, varyasyonları azaltarak kalite gelişimini sağlamaktır [17].

Açıklamalardan da anlaşılacağı üzere Altı Sigma; müşteri isteklerini zamanında ve etkin bir şekilde cevaplamayı ilke edinmiş, hata oranlarını minimize eden, performans değerlerini maksimum yapmaya çalışan, verimliliği yükselten istatistiksel bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Altı Sigma, bir işletmenin kendisiyle aynı sektörde olsun veya olmasın diğer işletmelerle kıyaslanmasına olanak sağlayan bir metodolojidir. Bu sayede kıyaslanan işletmenin, karşılaştırıldığı noktalar üzerinden diğer işletmelerden ne kadar önde veya geride olduğu ortaya çıkmaktadır. Örneğin, bir sürecin Altı Sigma seviyesinde olması, bu sürecin en iyisi olduğuna işaret etmektedir. Bu düzeyde bulunan süreç, bir milyon üründe sadece 3 adet hatalı ürün üretmektedir. Bir başka sürecin ise dört sigma düzeyinde olması, sürecin ortalama seviyede olduğuna işaret etmektedir. Bu süreçte, bir milyon üründe 6200 adet hatalı ürün üretilmektedir [18]. Dünyada en iyi performans, Altı Sigma ve üzerindeki olarak değerlendirilmektedir [19]. Özetle sigma seviyesi, süreçlerin yeterliliği için kullanılan bir ölçüttür. Süreçlerin sigma seviyelerinin artması, değişkenliğin ve hata oranlarının azalması anlamına gelmektedir.

1.2. Altı Sigma Yaklaşımının Tarihçesi

İşletmelerde proses geliştirme konusunda 1980'li yıllardan itibaren gelişerek yaygınlaşan Altı Sigma felsefesinden günümüzde birçok işletme faydalanmaktadır. Bu felsefenin ilk çıkış noktası özellikle Motorola Inc. ve Robert W. Galvin olmakla birlikte, bu kurum ve kişilerin Altı Sigma felsefesinin öncülüğüne hizmet ettikleri görülmektedir. Motorola, Altı Sigma felsefesinden süreçlerindeki kalite artırımı ve gelişimi amacıyla faydalanmaktadır. Bu teknik ile Motorola, hizmet verdiği tüm sektörlerde hata ölçümünü sağlayarak ve 1980'li yılların sonunda Malcolm Baldrige ulusal kalite ödülünü almaya hak kazanan ilk işletme olma özelliğini taşımaktadır. Böylece kaliteyi ve bileşenlerini nasıl kullanması gerektiğini anlayan Motorola, piyasadaki zorlu rekabette bir adım öne çıkabilmek için müşterilerinin fikirlerini daha dikkatli şekilde anlamaya çalışmaktadır. Tespit edilen kamuoyu araştırmalarında müşterilerin, Motorola ürünleri ile Japon ürünlerinin benzer işleri yapmasına rağmen Motorola ürünlerinin daha pahalı olması yüzünden tercihlerini Japon ürünlerinden yana kullandıkları belirlendiği görülmektedir. Motorola yetkilileri ise, kendi ürünlerinin Japon ürünlerinden çok daha kaliteli olduğunu ve müşteri görüşlerinin bu durumda çokta mümkün olmadığını belirtmektedir. Çünkü Motora yetkilileri, Japon üreticilerin üretim süreçlerinde kullandığı malzemelerin kalitesiz olduğunu ve Japonların üretim proseslerinde gerekli olan birçok kontrol uygulamasını yapmadıklarını açıklamaktadırlar. Kalite deyince akla ilk gelen uzmanların oluşturduğu bir topluluk, Motorola'ya ait bir firmada Japonların yaptığı yenilikleri anlatan raporu firma sorumlularına göstererek; süreçlerde yaşanan verimsizliklerin, kontrol ve bakım maliyetini büyük miktarda arttırdığını kanıtlamaktadır. Artık ürün kalitesinden ziyade proseslerin kalite durumunu gösteren yeterlilik indeksleri, işletmelerin rekabet gücünü belirleyen oldukça hassas bir gösterge olmaktadır. Buna göre süreç içinde meydana gelen hatalar, sıkı bir disiplinle takip edilip; istatistik biliminden faydalanarak incelenmeli ve iyileştirilmelidir. Tüm bunlar göz önüne alındığında Japonların yaptığı gibi ürün kalitesinden ziyade, ürünün üretildiği süreçlerin kalite durumunun irdelendiği bir yönetim şekli meydana getirilmeli ve bu süreçleri iyileştirmek için de müşteri taleplerinin çok iyi tespit edildiği bir teknik oluşturulmalıdır [20].

Altı Sigma'nın tarihsel gelişim sürecinin başlangıcına bakılırsa, Japonların pazarlarını sürekli genişletmeleri 80'li yıllarda Amerikalıları harekete geçirirken, Japonların pazar genişletmelerine karşılık rekabete cevap Motorola'dan gelmiştir. Motorola 80'li yılların başından itibaren başlayarak hurda, yeniden işleme ve inceleme nedeniyle oluşan kötü kalite maliyetlerini incelemiştir. 80'li yıllardaki 10 yıllık zaman diliminde Motorola, süreçlerindeki değişkenliği kendine düşman ilan ederek, Altı Sigma felsefesiyle kalite ve iyileştirme konularında büyük yol alarak, önemli kazançlar sağlamıştır [21].

1980'de Amerika'da yerel yayın yapan NBC televizyonu, Japonlara meydan okuyarak, onların yapabildikleri kaliteli ürünlerden daha iyisini nasıl yapabileceklerini anlatan bir yayın yapmıştır. Yaşanan tüm bu gelişmelerden sonra kalite grafiklerinin kullanılması Amerika'da yaygın bir hal almıştır. Amerika'da bulunan işletmeler ve uzmanları kalite kontrol grafik kullanımının süreçlerindeki önemli sorunları çözmek için çok önemli bir değer olduğunu benimsemiştir.

1987 yılında Motorola CEO'su kalite hedefini 1989'a kadar 10 kat, 1991'e kadar 100 kat iyileştirilmesini ve 1992 yılında Altı Sigma yeterliliğine ulaşmasını amaçlayan 5 yıllık planını deklare etmiştir. 1992 yılına gelindiğinde Motorola bünyesinde ortalama 5,4 sigma yeterliliğine ulaşılmış olup ve hatta bazı ürün ve süreçlerde bu sigma seviyesi de aşılarak, Altı Sigma yeterliliği hedeflenen oranı yakalamıştır. Bu 5 yıllık süreç diliminde Altı Sigma felsefesiyle üretimdeki hatalar büyük oranda azaltılmış olup, Motorola şirketinde, bu hata azaltılmasından kaynaklı yaklaşık 2,2 milyar dolar tasarruf elde edilmiştir [21]. Daha sonra, iyileştirmeler hız kesmeden devam etmiş ve 1987-1996 döneminde sağlanan tasarruf miktarının ise yaklaşık 11 milyar dolar olduğu Motorola tarafından açıklanmıştır [21].

Ülkemizde de Altı Sigma yönetimini benimseyen ve süreçlerinde bu yöntemi uygulayan birçok şirket mevcuttur. Altı Sigma yöntemini uygulayan firmalara lojistik sektöründe Borusan Lojistik, beyaz eşya sektöründe Arçelik, savunma sanayinde Aselsan, kimya sektöründe Kalekim, otomotiv sektöründe Bosch Dizel Sistemleri, tekstil sektöründe Çalık Denim, bilişim sektöründe Koç Net, Koç Sistem, Turkcell Global Bilgi firmaları örnek olarak gösterilebilir. Bu firmalar Altı Sigma tekniğiyle beraber süreçlerinde birçok iyileştirme yapmaktadırlar.

1.3. Değişkenlik ve Altı Sigma

İşletme süreçlerinde yaşanan hatalar, bu süreçlerde bulunan operasyonlardaki değişkenlikten dolayı meydana gelmektedir. Bir işlemin her defasında aynı şekilde oluşmaması değişkenlik olarak tanımlanmaktadır. Değişkenlik bütün süreçlerde bulunmaktadır. Asıl önemli olan nokta ise değişkenliğin büyüklüğüdür. İşletmelerde yaşanan değişkenlik, doğru iş doğru zamanda yapılmaya çalışılarak ortadan kaldırılmalıdır. Eğer değişkenlik, zamanında doğru hamlelerle ortadan kaldırılırsa hata düzeltmek gibi ikinci bir sürece girilmez. Altı Sigma tekniği, mükemmeli yakalama, sıfır hatayla çalışma, proses iyileştirme ve müşteri memnuniyetini sağlamak gibi amaçlarına değişkenliği yok ederek ulaşmaya çalışmaktadır [22].

İşletme süreçlerinde meydana gelen değişkenlik azaltılırsa, süreçlerdeki tutarlılık ve dolayısıyla kalite de doğrudan yükselecektir. İşletmelerde yapılan büyük hatalardan birisi de, parametrelerin yalnızca ortalamayla tanımlanması ve değişkenlikten hiç söz edilmemesidir. Bir süreç hakkında kesin bilgi sahibi olabilmek adına, ortalamayla beraber sürecin değişkenliğinden de bahsetmek elzemdir. Bu yüzden bir süreci yalnızca ortalamayla ifade etmek yerine, ortalama kavramıyla birlikte süreç değişkenliğinden de bahsetmek gerekmektedir [23].

Altı Sigma tekniğinde değişkenlik en büyük düşman olarak görülmektedir. Altı Sigma tekniğinin en önemli hedefleri içinde değişkenlik ve hata oranlarının azaltılarak süreç verimliliğinin artırılması gelmektedir. Bu hedefleri gerçekleştirmek için de süreçlerde meydana gelen değişkenliğin ölçümü gerekmektedir. İstatistiksel düşüncenin temel elemanları süreç, değişkenlik ve verilerdir. Süreçler, çözülmesi düşünülen problemin içinde bulunduğu ilişkiyi sağlamaktadır. Bütün süreçler değişkenlikten etkilenmektedir. Değişkenlik, işletmelerde ortaya çıkan birçok problemin kaynağı olmakla birlikte çözümler için yol gösteren en büyük işaretlerdir. Veri ise, değişkenliği sayısallaştırmamıza ve etkin süreç iyileştirme yaklaşımları geliştirmemize yaramaktadır [24].

1.4. Altı Sigma Kalite Düzeyi

Altı Sigma işletme ürün, hizmet ve süreçlerinin ne durumda olduğunu gösteren sayısal tekniklerden faydalanan bir metodolojidir. İşletme süreçlerinin sıfır hata

pozisyonundan ne kadar sapma gösterdiğini ifade eder. Bir sürecin Altı Sigma kalite düzeyinde olması için, üretilen ürün veya hizmetlerden 1 milyonda 3,4 adet hata çıkması gerekmektedir. Bu felsefedeki başlıca hedef süreçte ortaya çıkan varyasyonların temeline inip, bu varyasyonları yok ederek kalite seviyesini Altı Sigma düzeyine yükseltmektir [25]. Altı Sigma, temelde bir yönetim felsefesidir. Bu yüzden yönetimin yalnızca desteğini değil aktif katılımını da gerektiren bir tekniktir. Yönetimin Altı Sigma'ya katılımının ilk aracı, iş süreç yönetimi sisteminin oluşturulmasıdır. İş süreç yönetiminin oluşturulmasındaki ilk adım, organizasyonun stratejik iş hedeflerini netleştirmek ve açıklamaktır. Altı Sigma, sağlam bir yönetim prensibi olarak; özellikle bir milyon fırsatta dörtten az kusur hedefinden; kaliteyi erken tasarım ve gelişme aşamasında, tüm ömrü boyunca çok çeşitli yaklaşımlarla ürün ve hizmetlerle birleştirmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Altı Sigma tekniğini kullanan kuruluşlar, bu tekniğin net kâr sonuçlarını iyileştirerek, yüksek kalitede ürün ve hizmeti sağlayıp kuruluş bünyesinde bulunan hissedarların servetini arttırmaya odaklı olduğunu iddia etmektedir. Bu yüzden kuruluş hissedarları, Altı Sigma felsefesini şirket bünyesinde oluşturmak ve şirketlerinin her departmanında bu tekniği uygulayarak günümüzün değişen hızlı piyasa koşullarına ayak uydurmak istemektedirler.

1.5. İstatistiksel Ölçüm Olarak Altı Sigma

Altı Sigma tekniğindeki sigma, rastgele seçilen bir sürecin ölçülen gözlem değerlerinin değişkenliklerini ya da bu gözlem değerlerinin aralarındaki uzaklığı ortalama olarak ölçmeyi sağlayan istatistiksel yöntemdir. Değişkenlik, standart sapma olarak nitelendirilen bir ölçüyle belirlenmekte olup, sigma (σ) sembolüyle ifade edilmektedir. Ölçülen gözlem değerleri sonucu sağlanan sigma değeri ile Altı Sigma felsefesindeki sigma seviyesi arasında bir bağlantı olmasına rağmen bu iki kavram aynı değildir. Üretim ve hizmet sektöründe bir sürecin sigma seviyesi, o sürecin ne kadar iyi çalışmakta olduğunu ve süreçte yaşanan hataların hangi sıklıkla meydana geldiğini belirten bir kavramdır [26].

Altı Sigma, bir sürecin ya da süreçten elde edilen ürünün kalitesini ölçmek amacıyla ölçüm aracı olarak birim parça başına hata miktarını (DPU) kullanmaktadır. Ayrıca, hata (D), birim/parça (U), fırsat (OP), toplam fırsat (TOP), fırsat başına hata oranı

(DPO), milyonda (olası) hata sayısı (DPMO) ile ifade edilmektedir. Bu kapsamda Denklem (1.1), Denklem (1.2), Denklem (1.3), Denklem (1.4) formüllerinden faydalanmaktadır [27]:

$$DPU=D\div U \quad (1.1)$$

$$TOP=U\times OP \quad (1.2)$$

$$DPO=D\div TOP \quad (1.3)$$

$$DPMO=DPO\times 1.000.000 \quad (1.4)$$

Altı Sigma felsefesinde müşteri şikâyetlerinin başlıca işareti olan hataların sıklığı, sigma değeriyle ifade edilmektedir. Sigma seviyesi arttıkça, proses değişkenliği ile milyonda hata sayısı azalmakta ve verimlilik yüzdesi yükselmektedir. Altı Sigma, milyonda yalnızca 3,4 olası hata mükemmeliyetinin bir standardını temsil etmektedir. Şüphesiz ki hata sayısının düşürülmesiyle beraber maliyetler düşecek, çevrim zamanı azalacak ve bununla birlikte müşteri memnuniyeti artarak devam edecektir [27].

1.5.1. Altı sigma prosesinde kısa ve uzun dönem

Herhangi bir süreçle ilgili olarak kısa dönem verileri, süreçten kısa zaman döneminden alınan örneklemelerden oluşmaktadır. Sürecin kısa zaman dönemindeki anlık resmini işaret eden kısa dönem verileri, süreçlerde yaşanan değişkenliklerden etkilenmektedir. Örneğin bir parti üretimi içerisinde yaşanan değişkenlik kısa dönem değişkenliği ile tanımlanabilmektedir [27].

Süreçlerden alınan uzun dönem verileri ise, değişkenliğin hem genel sebeplerinden hem de özel sebeplerinden etkilenmektedir. Örneğin iki parti üretimi arasında yaşanan değişkenlik uzun dönem verileri ile açıklanabilmektedir. Uzun dönem verilerinde hem parti içindeki değişkenlikten hem de partiler arası değişkenlikten söz etmek mümkündür. Altı Sigma süreçlerinde müşteri memnuniyeti ve hedeflenen işler, süreç veya ürün değişkenliğinden kaynaklı sapma göstermektedir. Kısa dönemde hesaplanan sigma seviyesi, uzun dönem için daha düşük çıkmaktadır. Literatürde uzun dönem sigma seviyesi, kısa dönem sigma seviyesinden $1,5\sigma$ daha düşük alınmaktadır. Yani kısa dönemde 6σ olarak hesaplanan bir sürecin uzun dönemde sigma seviyesi $4,5\sigma$

olarak hesaplanmaktadır. Merkezlenmemiş (uzun dönem) prosesin merkezden 1,5 σ 'lık kayma göstermesi sonucunda, 3 σ seviyesinde milyonda 66807 hata ile karşılaşılır iken, 6 σ seviyesinde milyonda 3,4 hata ile karşılaşılmaktadır [27].

Aşağıdaki Tablo 1.1 ve Tablo 1.2'de merkezlenmiş ve merkezlenmemiş bir normal eğriye ilişkin çeşitli sigma seviyelerine karşı gelen milyonda olası hata sayısı ve verim/başarı oranları verilmektedir. Tablo 1.3'teki kısa döneme ilişkin 6 σ seviyesi, merkezlenmiş bir normal eğrinin ortalamasından sola ve sağa $\mu \pm 6\sigma$ şeklinde olmak üzere toplam 12 σ genişliğini ifade etmektedir. Oysa uzun dönemde sürecin merkezlenmesi mümkün olmamakla beraber, ortalamadan sola veya sağa sapması beklenmektedir [28].

Tablo 1.3'teki uzun döneme ilişkin 6 σ seviyesi, merkezlenmemiş bir normal eğrinin ortalamasından sola ve sağa $-6\sigma < \mu < 4,5\sigma$ veya $-4,5\sigma < m < 6\sigma$ şeklinde olmak üzere, simetrik olmayan toplam 10,5 σ genişliğini göstermektedir. Kısa dönem ile uzun dönem sigma seviyelerindeki bu farklılık, sürecin zaman içinde çeşitli nedenlerin etkisiyle değişkenlik göstermesi ve ortalamadan sapmasıdır [11].

Altı Sigma çalışmalarında sürecin uzun dönemde 1,5 σ sapacağı kabul edilmektedir. Bu durum, süreç ortalamasından 1,5 σ sola veya sağa saptmaya izin verilmesi anlamına gelmektedir.

Tablo 1.1. Kısa Dönem Sigma Seviyeleri, DPMO(PPM) ve Verim Oranları (Merkezlenmiş Bir Normal Eğriye İlişkin)

Sigma Seviyesi	Milyonda hata sayısı (DPMO)	Verim (Başarı) (%)
1 σ	317.311	68,2689
2 σ	45.500	95,4500
3 σ	2.700	99,7300
4 σ	63	99,9937
5 σ	0,57	99,99994
6 σ	0,00197	99,9999998

Tablo 1.2. Uzun Dönem Sigma Seviyeleri, DPMO(PPM) ve Verim Oranları (Merkezlenmemiş Bir Normal Eğriye İlişkin)

Sigma Seviyesi	Milyonda Sayısı(DPMO)	Hata	Verim (Başarı) (%)
1 σ	691.462		30,8538
2 σ	308.538		69,1462
3 σ	66.807		93,3193
4 σ	6.210		99,3790
5 σ	233		99,9767
6 σ	3,4		99,99966

Kısa ve uzun dönem sigma seviyelerine karşılık gelen DPMO ve verim oranları ise Tablo 1.3'te verilmektedir:

Tablo 1.3. Kısa ve uzun dönem sigma seviyeleri, DPMO ve verim oranları

Kısa Dönem	Uzun Dönem	(DPMO)	Verim/Başarı(%)
0,2 σ	-1,3 σ	903.200	9,68
0,5 σ	-1 σ	841.345	15,8655
0,7 σ	-0,8 σ	788.145	21,1855
1 σ	-0,5 σ	691.462	30,8538
1,2 σ	-0,3 σ	617.911	38,2089
1,5 σ	-0 σ	500.000	50
1,7 σ	0,2 σ	420.740	57,926
2 σ	0,5 σ	308.538	69,1462
2,2 σ	0,7 σ	241.964	75,8036
2,5 σ	1 σ	158.655	84,1345
2,7 σ	1,2 σ	115.070	88,493
3 σ	1,5 σ	66.807	93,3193
3,2 σ	1,7 σ	44.565	95,5435
3,5 σ	2 σ	22.750	97,725
3,7 σ	2,2 σ	13.903	98,6097
4 σ	2,5 σ	6.210	99,379
4,2 σ	2,7 σ	3.467	99,6533
4,5 σ	3 σ	1.350	99,865
4,7 σ	3,2 σ	687	99,9313
5 σ	3,5 σ	233	99,9767
5,2 σ	3,7 σ	108	99,9892
5,5 σ	4 σ	32	99,9968
5,7 σ	4,2 σ	13	99,9987
6 σ	4,5 σ	3,4	99,99966

Tablo 1.3 irdelendiğinde; örneğin, iki sigma seviyesinden üç sigma seviyesine iyileşme gösteren bir süreçte, milyon fırsatta hata sayısı 308.538'den 66.807'ye düşmektedir. Sigma seviyesi dörde yükseldiğinde ise milyon fırsatta hata sayısı 6210'a kadar düşmektedir. Hedef değer olan Altı Sigma' ya ulaşılması durumunda ise milyon fırsatta hata sayısının 3,4 olması belirlenmektedir.

1.5.2. Kararlılık

Bir sürecin zaman içinde nasıl davranış gösterdiği, nasıl aksiyon aldığı kararlılık terimiyle açıklanmaktadır. Kararlılık, sabit bir ortalama ve zaman içinde tahmin edilebilir bir değişkenlik ile tanımlanmaktadır. Dağılımın merkezini sayısal olarak ifade etmek için ortalama, medyan ve mod olmak üzere üç farklı yol gösterilmektedir.

1.6. Yönetim Felsefesi Olarak Altı Sigma

Altı Sigma, yalnız bir kalite odaklı felsefe olmayıp, hata oranlarının düşürülmesinden fazlasını kapsayan bir organizasyon şeklidir. Son dönemlerin en iyi yönetim fikirlerini ve en güçlü araçlarını bünyesine alan bir tekniktir. Altı Sigma felsefesinin hayata geçirildiği kuruluşlarda basit çözümler şüphe uyandırmaktadır. Çözüm öncesi, problem ve iyileştirme fırsatlarının anlaşılması için zaman ayrılmaktadır. Altı Sigma'nın etkin istatistiki araçlarından faydalanılarak, ilgili süreçler tüm yönleriyle irdelenmekte ve süreçlerden alınan bu bilgiler ışığında kararlar alınmaktadır. Ben odaklı anlayışlar yerine Altı Sigma felsefesinde oluşturulan grupların hemfikir olması benimsenmektedir.

Altı Sigma, sadece bir iyileştirme programı olmamakla beraber iyileştirme için iyileştirmeyi öngörmemektedir. Müşteri memnuniyetini ve işletme kârını arttırmak için stratejik problem çözme tekniklerinden faydalanmaktadır. Temel istatistiki kavramlardan oluşan etkin bir karar verme sistemi ve disiplinini oluşturmaktadır. Çalışanlara, iş yapma biçimlerini nasıl geliştirebileceklerini ve yeni performans düzeylerini nasıl koruyabileceklerini öğreten bir felsefedir.

Altı Sigma felsefesi, süreç gücü ve insan gücünü mükemmel şekilde bir araya getirerek ortak bir sinerji sağlamaktadır. Çoğu çalışan için en büyük ödül Altı Sigma projelerinden sağlanan somut işlerdir. Ayrıca Altı Sigma geniş ve esnek yapıda

olmasından dolayı stratejik planlamadan, iş programlarına, ar-ge çalışmalarından, müşteri hizmetlerine kadar hemen hemen bütün iş organizasyonlarında kullanılabilecek bir felsefedir. Birkaç önemli sürecin iyileştirilmesinden, tüm organizasyonun yeniden yapılanmasına kadar çok farklı ölçeklerde bu felsefeden faydalanılabilmektedir [29].

1.7. Altı Sigma'nın İlkeleri ve Yararları

Altı Sigma tekniğinde disiplin, yönetim felsefesi, istatistiksel araçlardan faydalanma, süreç verimliliğini ölçmek için kriter sağlama olmak üzere dört ilke mevcuttur. Altı Sigma tekniği üç ana alan üzerine odaklanmaktadır. Bunlar;

- ✓ Çevrim zamanının düşürülmesi,
- ✓ Kusurların/hataların azaltılması,
- ✓ Müşteri memnuniyetinin sağlanmasıdır.

Bir işletmede Altı Sigma felsefesini hayata geçirebilmek adına işletmede stratejik iyileştirmeler, kültür değişimi ve sorun çözme yeteneğinin geliştirilmesi elzemdir. Bu durum da üst yönetimin desteğini alarak gerçekleştirilecek bir iştir. Altı Sigma, öğrenen organizasyon özelliğinde olup sistemli, projeye dayalı olarak çalışan bir felsefedir. Temel işlevi müşteri odaklı olmaktır. Müşteri beklentilerinin, işletmenin bütün süreçlerinde dikkate alınması bu felsefenin gerektirdiklerindedir. Ürün kalitesinden ziyade süreç kalitesindeki seviyeler yükseltilmelidir. Altı Sigma felsefesinden bir firma stratejisi olarak faydalandığında uygulandığı firmalara büyük rekabet avantajı sağlamaktadır. Çünkü sürecin sigma seviyesi yükseldikçe, ürün kalitesi artmakta ve maliyetler düşmektedir. Sonuçta yüksek müşteri memnuniyeti elde edilmektedir. Bütün bu işlevleriyle Altı Sigma, işlem sürelerinin azalmasına, hata oranlarının düşürülmesine, maliyetlerin azaltılmasına, verimliliğin yükselmesine, sadık müşteri sayısının artmasına, pazar payının büyümesine, firmalarda kültür değişiminin yaşanmasına katkı sağladığı için işletmeler için çok önemli bir teknik olmaktadır. Altı Sigma'yı uygulayan birçok firma verimlilik, etkenlik, kalite, müşteri tatmininde birçok artış sağlamanın yanı sıra pek çok tasarruf sağlayabilmektedir. Yalnız büyük firmalarda değil, küçük ve orta ölçekli pek çok firmada da uygulanabilmesi mümkün olan bir yönetim şeklidir. Tüm bu bilgiler ışığında, Altı Sigma'nın temel ilkeleri aşağıdaki maddeler şeklindedir:

- ✓ Müşteri odaklı olma,
- ✓ Veriler ve gerçekler üzerine kurulu yönetim şekli,
- ✓ Süreç odaklı olma,
- ✓ Yönetimin katılımı, proaktif olması ve iyileştirmelere olan desteği,
- ✓ Sonsuz işbirliği ve mükemmelle yöneliştir.

1.8. Altı Sigma, Yalın ve Kısıtlar Teorisinin Mukayesesi

Şirketlerin giderek büyüdüğü, süreçlerin karmaşık hal aldığı, problemlerinin arttığı günümüz dünyasında; bu problemlerin çözülerek, kârlılıkların artırılması ve maliyetlerin azaltılması için birçok teknik geliştirilmiştir. Bu tekniklerden Altı Sigma, Yalın Üretim ve Kısıtlar Teorisinin mukayesesi Tablo 1.4'te yapılmıştır:

Tablo 1.4. Sistem iyileştirme metotları [30]

Metot	Altı Sigma	Yalın Düşünce	Kısıtlar Teorisi
Amaç	Değişkenliği azaltmak	İsrafı azaltmak	Kısıtları yönetmek
Uygulama Adımları	Tanımla	Değeri tanımla	Kısıdı tanımla
	Ölç	Değer akışını oluştur	Kısıt verimini artır
	Analiz et	Akışa dayalı sistem	Bağlı prosesleri yönet
	İyileştir	Çekme sistemini kur	Kısıdı yok et
	Kontrol et	Mükemmellik	Çevrimi tekrarla
Odak	Problem odaklı	Akış odaklı	Sistem kısıdı odaklı

Altı Sigma, istatistiksel araçları kullanan bir teknik olup değişkenliğin azaltılması üzerine odaklanmaktadır. Problem çözmedeki adımları, öncelikle problemin tanımlanmasına, sonra ölçülmesine, bu ölçümlere dayalı analizler yaparak sistemin iyileştirilmesine ve son olarak iyileştirmenin kontrol edilmesine dayanmaktadır. Sayılara dayalı bir teknik olup, tüm sistemin sayılar ile ifade edilebilirliğine dayanmakta ve prosesin değişkenliğinin azalmasının tüm organizasyonun faydasına olacağını üzerine kurulmaktadır. Bu tekniği uygulayabilmek için eğitilmiş ve analitik düşünebilen çalışanlara ihtiyaç vardır.

Yalın Düşünce, Toyota üretim sistemi olarak da bilinen bir tekniktir. Amaç israf olarak tanımlanan, üretim aşamasında gereksiz olan tüm süreç ve girdilerin yok edilmesidir. Öncelikle değer tanımlanmakta ve bu değeri yaratan işlemlerin değer akış haritası oluşturulmaktadır. Bu aktivitelerin içindeki gereksiz olanlar ortadan kaldırılırken, akış tipine ve çekme yöntemine dayalı bir sistem oluşturulmaktadır. Görsel yönetim, yalın düşüncede oldukça önemlidir. İsraf, kârlılığın önündeki en büyük sorunu ifade etmektedir. Birçok küçük ve hızlı iyileştirme, uzun analitik incelemelere dayanan çözümlerden daha yararlıdır. Uygulanacak işletmelerde, en alttan en üst yönetime kadar geniş bir yelpazede katılım olması elzemdir.

Kısıtlar Teorisi, bir sistemdeki kısıtlara odaklanan ve dar boğazları ortadan kaldırmaya çalışan bir tekniktir. Bir sistemdeki en zayıf halkanın sistemin performansını belirlemesi üzerine kurulmaktadır. Bu teknikte, önce darboğaz olan işlem adımları tanımlanmaktadır. Daha sonra bu kısıttan en iyi verimi almayı sağlayacak iyileştirmeler yapılmaktadır. Kısıdın verimi artırılmış haline göre, yan/bağlı süreçlerin yönetimi yapılmaktadır. Bunlardan sonra sistemin sonucundan yeterince verim alınmadıysa, kısıdı yok edecek iyileştirmeler yapılmakta ve darboğaz olan işlem adımları yok edilmektedir. Bu aşamadan sonra başka bir süreç darboğaz haline dönüşmekte ve çevrim bu kısıt için yeniden çalışmaya başlamaktadır. Uygulanacak işletmelerde geniş yelpazede katılım gerektirmemektedir.

Altı Sigma tekniğinin, analitik yapıdaki grafik kullanımının yoğun ve veri madenciliğinin iyi olduğu, çalışanlarının istatistiksel verileri yorumlamakta kuvvetli olduğu organizasyonlarda uygulanması uygundur. Yalın düşünce tekniğinin, stokların çok fazla olduğu, görsel yönetimin önemli olduğu organizasyonlarda uygulanması

uygundur. Kısıtlar teorisi tekniğinin ise tüm şirketin katılımının istenmediği yapılarda uygulanması daha uygundur. Altı Sigma, Yalın Düşünce ve Kısıtlar Teorisinin özelliklerini maddeler halinde özetlememiz gerekirse aşağıdaki Tablo 1.5'i oluşturabilmektedir:

Tablo 1.5. Altı Sigma, Yalın Düşünce ve Kısıtlar Teorisinin özellikleri [30]

Metot	Altı Sigma	Yalın Düşünce	Kısıtlar Teorisi
Varsayımları	Problemler sayılar ile ifade edilebilir. Proses değişkenliği azaltılırsa, sistem verimi artar.	Sistem verimini artırmak için israf yok edilmelidir. Hızlı küçük iyileştirmeler uzun analizlerden daha iyidir.	Prosesler birbirine bağımlıdır. Üretim hızı ve hacmi önemlidir.
Birincil Etki	Standartlaşmış proses çıktısı	Azaltılmış akış süresi	Dengelenmiş sistem
İkincil Etki	İsrafta azalma	Azalan değişkenlik	Düşük envanter
	Düşük envanter	Standartlaşmış çıktı	İsrafta azalma
	Kalite iyileşmesi	Düşük envanter	Kalite iyileşmesi
	Dalgalanmanın azalması	Kalite iyileşmesi	
Zayıf Noktaları	Sistem etkileşimi göz ardı edilmiştir.	İstatistiksel analiz düşük düzeydedir.	İstatistiksel analiz düşük düzeydedir.
	Süreçler tek başlarına analiz edilir.		İşgücü katılımı düşük düzeydedir.

Değerlendirmesi yapılan bu üç teknikten hangisinin çalıştığımız işletme için daha ideal olduğunu belirlememiz elzemdir. Bunu belirlemek için öncelikli olarak amacımızın ve problemimizin net olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Standartlaşmamış ve değişken bir süreç ile mi karşı karşıyayız yoksa israfın ve değer katkısının az olduğu bir süreçle mi? Yoksa problem bunlardan farklı olarak bir darboğazın ortadan kaldırılması mı? Sonrasında kaldırılacak probleme uygun mu? Eğer Altı Sigma bir metot olarak seçilecekse değişkenliğin azaltılması ve standart bir süreç hedef olmalıdır. Yalın yönetim için ise hedef israfın azaltılmasıyla değer akışının iyileştirilmesi olacaktır. Son olarak kısıtlar teorisinde hedefin darboğazları ortadan kaldırmak olacağı açıktır. Ancak bu metotların ikincil etkileri de göz önüne alındığında görülecektir ki, sonuçta her yöntem aynı sonuçlara farklı yöntemler ile ulaşabilmektedir. Dolayısıyla birincil amaçlara ulaşmaya çalışılırken uygulanacak tekniğin şirket kültür ve entelektüel sermayesine uygunluğunu da göz önüne almak elzemdir. Aşağıdaki paragrafta, hangi kültür ve şirket yapısının hangi tekniğe daha uygun olduğu belirtilmiştir:

1.9. Altı Sigma Yaklaşımının Toplam Kalite Yönetiminden Farklılıkları

Altı Sigma, Toplam Kalite Yönetimi'nin (TKY) uyguladığı çoğu doğru tekniği uygulamaktadır. Hem TKY hem de Altı Sigma; şirket çalışanlarının ve üst yönetimin desteği ve önderliği sayesinde ivme kazanmaktadır. PUKÖ döngüsü ile TÖAİK yöntemi birbirinden tamamen farklı yapıda değildir ve her iki anlayışta sürekli iyileşmenin uzun dönemli şirket başarısı için çok önemli olduğuna değinmektedir. Bu benzerlikler zaman zaman Altı Sigma ile TKY arasında bir fark yokmuş ve Altı Sigma yeni bir yaklaşım getirmiyormuş gibi kanı oluşmasına sebep olabilmektedir. Ancak bu iki yöntem arasında ciddi farklılıklar vardır ve bu farklılıklardan dolayı Altı Sigma yaklaşımının ünü her geçen gün yükselmektedir.

İki yöntem arasındaki farklılık esas itibari ile yönetim kelimesinde gizlidir. TKY çok geniş ve genel kavramlar içerirken somutlaştırılması güçtür. Uygulamadaki bu zorluklar birçok şirketin ISO 9000 standartlarına yönelmesinin sebebidir. Çünkü ISO 9000 ancak standart şirketlerin uyması gereken kuralları belirlemekle beraber kriterleri TKY sistemine göre çok daha açık belirlemiştir. ISO 9000'e uyulduğu denetlemelerde ispat edilebilirken TKY'nin hedeflerine ulaştığının ispatlanması olanaksızdır.

TKY; kalite anlayışının sadece üretimde değil, satın alma, planlama, muhasebe, mühendislik gibi şirketin diğer organizasyonlarında da büyümesi ile kalitenin gelişebileceği savunmaktadır. Ancak TKY ile ilgili olarak aydınlatılmamış konular da vardır. Bunları maddeler halinde sıralayacak olursak;

- ✓ TKY; sadece kaliteye, ürün kalitesine odaklandığı ve diğer iş bileşenlerinin ikinci planda tuttuğu için, bazı şirketlerin kalitelerini geliştirmelerine rağmen başarısız olmaları sonucunu beraberinde getirmiştir.
- ✓ Bu teknik, performansın sürekli geliştirilmesi yerine, ulaşılması gereken minimum standartları ön planda tutmuştur.
- ✓ Bu teknikte, iş süreçlerinin iyileştirilmesi ve bir alt yapının geliştirilmesi için herhangi bir çalışma yapılmamıştır.
- ✓ Bu teknik, kalite departmanının, diğer şirket bölümleri üzerinde bilirkışı rolü üstlenmesine neden olduğundan bu durum kalitenin gelişmesine engel teşkil etmiştir.
- ✓ TKY projelerinde, finansal getiriler net olarak belirli değildir.

TKY' deki bu açıkların görülmesi üzerine Altı Sigma metodolojisi geliştirilmiştir. Altı Sigma metodolojisinin literatüre getirdiği yenilikleri maddeler halinde sıralayacak olursak;

- ✓ Altı Sigma, geliştirme tekniklerinin çevrim zamanı, maliyet, hurda gibi konularda da kullanılmasını sağlayarak daha ucuz, daha verimli ve daha hızlı olmayı amaçları arasına almaktadır.
- ✓ Altı Sigma eğitimleri teori yerine tamamen uygulama odaklıdır.
- ✓ Altı Sigma organizasyonun tamamının gelişimini amaçlamaktadır. Altı Sigma'ya göre, kalite diğer şirket aktivitelerinden bağımsız olarak ele alınamaz.
- ✓ Altı Sigma, kalite departmanı dışında bir iyileştirme organizasyonu kurarak, tüm departmanların bu organizasyona katılımını sağlamaktadır. Bu organizasyona katılan çalışanların, zamanlarının belli bir süresini kesinlikle bu iyileştirme projelerine ayırmasını şart koşmaktadır.
- ✓ Altı Sigma, TKY' nin araçlarından olan ISO 9000 standartlarına, bu yöntemi çok prosedürel bulduğu için eleştirisel yaklaşmaktadır.
- ✓ Altı Sigma yol haritası gayet net olarak tanımlanabilmektedir. Finansal hedefler, kazanımlar, kilometre taşları net olarak belirtilebilmektedir.

- ✓ Altı Sigma, verilere dayanan, sonuç odaklı, ölçülebilir bir sistem öngörmektedir.
- ✓ Altı Sigma hedeflerinin şirket stratejileri ile bağı net olarak tanımlıdır.
- ✓ Altı Sigma, kendine has, kuvvetli bir organizasyonel yapı geliştirmiştir ve bu organizasyonel yapı eğitimler ile desteklenmektedir.

Yukarıda belirtilenlerin haricinde TKY, genelde ortalama üzerinden karar verirken, Altı Sigma müşteri talebinden sapmaya bakar ve bu sapmayı sigma ile tanımlamaktadır. Yani, Altı Sigma ortalama ile beraber sapmayı da hesaba kattığından daha iyi ölçen ve karar veren bir sistem olma avantajı ile ön plana çıkmaktadır.

1.10. Altı Sigma Yaklaşımını Uygulayan Bazı Şirketler ve Kazançları

Günümüz koşullarında gerek hizmet gerekse de üretim alanlarında çalışan bütün firmaların, müşteri isteklerine uygun kalitede hizmet ya da ürün çıkarması Altı Sigma ile sıfır hata yolculuğuna çıkmasına paralel olarak değişmektedir [12]. Bugünün dünyasında bu felsefeyi kullanan firmaların başını Motorola, GE, Ford, Citibank, Quantum, Pirelli, Toshiba, Samsung, Ericsson, Hyundai, Sony, Kodak, Shell, Jaguar, Volvo, Fiat, Dupont, Xerox, LG, Siemens gibi rüştünü ispatlamış firmalar çekmektedir. Tahmin edilen sigma seviyeleri, Amerikan firmaları için 3-4 civarındadır [31]. Bununla beraber içinde bulunduğumuz yüzyılın başından itibaren Altı Sigma felsefesinin önem ve yararını çoğu ülke fark etmeye başlamış ve kuruluşlarında bu felsefeden faydalanmayı amaçlamışlardır. Bu kuruluşların büyük bir çoğunluğu otomotiv sektöründe yer almaktadır. Günümüzde teknoloji şirketlerinin çoğu da, Altı Sigma felsefesinden fayda sağlamaya başlamaktadır [32].

Altı Sigma felsefesine Türkiye çerçevesinden baktığımızda ülkemizde bu felsefeden faydalanma ekonomik krizlerin baş göstermesiyle başlamıştır. Özellikle 2001 yılında yaşanan ekonomik kriz, Türk işletmelerinin işlem ve kârlılığını arttırması gerektiğini açığa çıkarmıştır. Bunu yapabilmek için verimliliğin arttırılması, maliyetlerin olabildiğince düşürülmesi, süreç kalitesinin arttırılması gerekmektedir. Bu krizle beraber işletmelerin sadece yurt içine bağlı kalmaması yurt dışına da açılmaları gerektiği gerçeği açığa çıkmıştır. Çünkü yurtdışındaki müşterilerin, çalıştıkları firmalardan Altı Sigma felsefesini süreçlerinde kullanmasını istemeleri Türk firmalarının bu felsefeden faydalanarak süreçlerinde kullanmalarını sağlamıştır.

Türkiye’de Altı Sigma felsefesinden faydalanan ilk işletme TEI (Turkish Engine Industry) olarak görülmektedir. Hisselerinin büyük bir bölümü General Electric’e ait olan TEI, GE’nin Altı Sigma felsefesini genişletmesi kapsamında 1996 yılından itibaren süreçlerinde bu felsefeden faydalanmaya başlamış görünmektedir. Türkiye’de Altı Sigma felsefesinden faydalanan ikinci şirket ise Arçelik olmuştur. TEI ve Arçelik dışında Türkiye’de Altı Sigma felsefesini süreçlerinde başarıyla uygulayan firmalar; Dupontsa, Vitra, Kordsa, Profilo, Çimtaş Kalekim, Ford, Borusan, Çalık Denim olarak görülmektedir. Türk firmaları için tahmin edilen sigma seviyeleri, 2,5 – 3,5 civarındadır [32].

Etkin bir şekilde Altı Sigma felsefesinden faydalanarak büyük getiriler elde eden bazı firmaların sonuçları Tablo 1.6’da verilmiştir:

Tablo 1.6. Altı Sigma’yı uygulayan bazı şirketler ve kazançları [13]

FİRMA	KAZANÇ	SÜRE
General Electric (GE)	1.5 Milyar \$	3 Yıl
Motorola	2.2 Milyar \$	2.6 Yıl
Allied Signal	1.2 Milyar \$	2 Yıl
ABB	900 Milyon \$	1 Yıl
Texas Instruments	600 Milyon \$	1.8 Yıl
Nokia	300 Milyon \$	2 Yıl
Siebe PLC	100 Milyon \$	9 ay

2. ALTI SİGMA TEKNİĞİNDE KULLANILAN İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER

Bir işletmede Altı Sigma tekniği uygulanırken, bu teknik içerisinde yer alan tüm yöntemlerin kullanılmasına gerek yoktur. İşletmeler süreçlerine uygun olan yöntemlerden bir veya birkaçından faydalanabilirler. Bu bölümde Altı Sigma tekniğinde en sık kullanılan yöntemlerden söz edilmektedir.

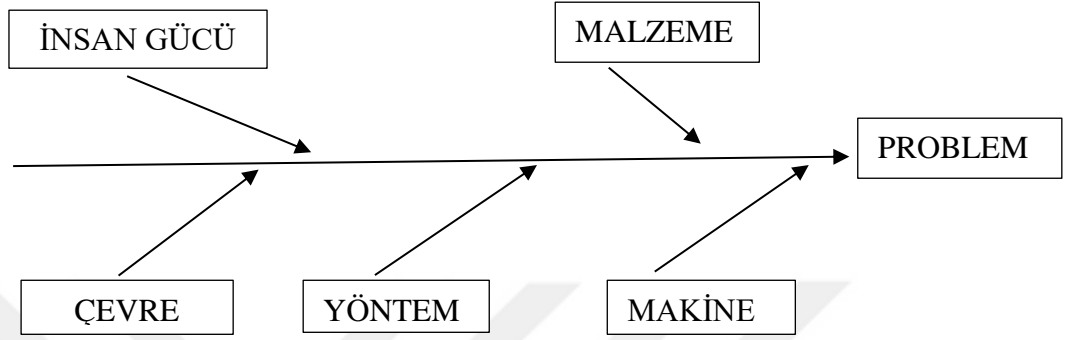
2.1. Beyin Fırtınası

Beyin fırtınası, yaratıcı düşünmeyi ortaya çıkaran ve kısa sürede takım anlayışıyla özgürce birçok fikri gündeme getiren bir yöntemdir. Bazı zamanlarda bir proseste yaşanan başarısızlığın kaynağını ve nedenini bulmak zor olmaktadır. Bilimsel veya geleneksel düşünce tarzları daima problemin temel kökenine inmemekte ve bu yüzden çoğunlukla problemi çözmeden aynı problemler birçok kez çözülmeye çalışılarak zaman kaybedilmektedir. Yaratıcı düşünceler ve problem çözme metotları, takım üyelerini teşvik etmesi gibi onları geleneksel düşünmeden alıkoyarak problemlere karşı yenilikçi ve alternatifli cevaplar vermesini sağlamaktadır. Beyin fırtınasında grubun her üyesi ele alınan problem hakkında görüşlerini öne sürmek için sırayla davet edilmektedir. Beyin fırtınası oturumunda asla eleştirici veya alaycı davranışlara izin verilmemektedir. Ayrıca oturumda bulunan herkesin eşit düzeyde olduğu kabul edilmekte ve asıl amaç istekli ve yaratıcı bir ortamın oluşturulmasıdır.

2.2. Sebep-Sonuç Diyagramı

Sebep-sonuç diyagramı, problem yaşanan bir süreçte açığa çıkarılan bir hatanın olası tüm nedenlerini göstermek için kullanılan bir yöntemdir. Hata belirlendikten sonra, hatanın belirlendiği süreçte ilgili bütün kişiler, bir araya gelerek beyin fırtınasını gerçekleştirirler ve böylece yaşanan hatanın olası tüm sebepleri ortaya çıkarılır. Tespit edilen ana sebepler ve ana sebepleri etkileyen yan sebepler bir balık kılçığı şeklinde gösterilmektedir. Bundan dolayı sebep sonuç diyagramı balık kılçığı diyagramı olarak da adlandırılmaktadır.

Kalite iyileştirme çalışmalarında oldukça etkili bir yöntem olarak faydalanılan sebep-sonuç diyagramının oluşturulması için ilk önce ana nedenler belirlenmektedir. Sebep-sonuç diyagramını oluşturan ana nedenler; 4M olarak adlandırılan Makine (Machinery), İnsan gücü (Manpower), Yöntem (Methods) ve Malzeme (Materials) faktörlerinden oluşmaktadır. Bu faktörler Şekil 2.1’de gösterilmiştir:



Şekil 2.1. Sebep-sonuç diyagramı ana nedenler

2.3. Kontrol Tablosu

Kontrol tablosu, üretim ortamından sağlanan veriler baz alınarak üretim durumunu veya ölçüm değerlerinin dağılımını görmek için bir başlama noktası olarak kullanılan yöntemdir. Üretim anında oluşan durumların hangi sıklıkta meydana geldiğini görmede yardımcı olan, kullanılması ve anlaşılması açısından basit olan bir form türüdür. Kontrol tabloları aracılığıyla süreçte meydana gelen zaman içindeki değişimleri karşılaştırmalı olarak görmek mümkündür. Böylece en sık rastlanılan hata çeşidi belirlenerek, bu hata çeşidine karşı aksiyon almaya hazırlık yapılmaya başlanabilmektedir. Kontrol tablosunda en çok dikkat edilmesi gereken nokta, verinin doğru ve dikkatli bir biçimde sağlanmasıdır. Sağlanan verilerin kolay ve hızlı bir biçimde kullanımı ve analiz edilebilmesi için; veriler, tablo halinde düzenlenmektedir. Aksiyon alınması düşünülen süreçlerdeki, her bir veri için ayrı ayrı kontrol tablosu hazırlanmaktadır.

2.4. Hata Türü ve Etkileri Analizi

Klasik kalite kontrol sistemi ile yeni geliştirilen toplam kalite yönetim sistemi arasındaki önemli bir fark, ürünlerde ortaya çıkan hatalardır. Klasik kalite kontrol sisteminde hatalar, ürün üretildikten sonra bulunmaya çalışılır. Bu durumda hatalı ürünlerin maliyeti genel üretim maliyetine eklenmekte ve toplam maliyeti

yükseltmektedir. Yeni geliştirilen kalite sistemlerinde ise düşünce, hataları ürünü üretmeden, ürün henüz tasarım aşamasındayken hatalı ürün üretimine mâni olmaktadır. Bu biçimde hem hatalı ürün miktarı azaltılacak (mümkünse sıfıra indirilecek), hem de hatalı ürün maliyeti ve bununla beraber genel üretim maliyeti de düşürülecektir.

Hata türü ve etkileri analizi yöntemi, hatalar ortaya çıkmadan hataları engellemeye yönelik bir sistem olarak ortaya çıkmış ve bu yönde geliştirilmiştir. Bu yöntemde bir ürün, işlem ya da hizmette ortaya çıkabilecek bütün hata ve hata tipleri sistematik bir şekilde analiz edilerek, bu hata ve tiplerini engellemeyi içeren bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemdeki amaç, tasarım ve üretim kademelerinde ortaya çıkabilecek hataları, bu kademeler bitmeden önce belirlemek ve bu hataları yok etmektir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere bu yöntemde, hatalar olduktan sonra önlem almak yerine, daha hatalar oluşmadan, oluşma ihtimali olan hataların türlerini ve etkilerini belirlemek, bu hataların oluşma ihtimalini azaltmak ya da yok edecek önlemleri almayı sağlamak başlıca görevdir.

2.5. Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)

Günümüz dünyasında işletmelerin rekabet gücü giderek artan piyasada var olabilmeleri ve bu varlıklarını devam ettirebilmeleri için, piyasada kalıcı olabilecek ve müşteriler tarafından tercih edilebilecek kalitede ürün ve hizmeti sağlaması gerekmektedir. Sadece kendi hedeflerine paralel, istediği gibi ürün ve hizmet üreten, müşterinin düşünce ve isteklerini umursamayan, müşteri odaklı davranmayan işletmelerin bu zor piyasa koşullarında devamlılıklarını sürdürmeleri mümkün değildir. İşletmelerin müşterilerinin sesine kulak verip onların istek ve ihtiyaçlarına uygun ürün ve hizmet üretmelerine yardımcı olan yöntem ise Kalite Fonksiyonu Yayılımı' dır (Quality Function Deployment-QFD) [33].

2.6. Pareto / ABC (Always Better Control) Yöntemi

Pareto Analizi, 19. yüzyılda yaşamış olan İtalyan Vilfredo Pareto (1848-1923) tarafından geliştirilmiştir. Ünlü bir iktisatçı ve sosyolog olan Pareto; daha sonra kendi adıyla anılmaya başlayacak olan prensibini ilk kez ekonomik içerikli olarak ortaya koymuş ve bu kapsamda geliştirmiştir. Ekonomi alanında çalışmalarını bu kapsamda devam ettiren Pareto, bu analizle bugünün işletmelerine ışık tutmuştur.

Pareto işletmelerde çeşitli incelemelerde bulunmuş ve problemlerin büyük bir kısmının genellikle birbiriyle bağlantılı az sayıdaki ancak baskın nedenlerden dolayı oluştuğunu söyleyerek şu şekilde tanımlamıştır [34]:

“Normal dağılımda sebeplerin en önemli %20’si performansın %80’ini, sonra gelen %30’u performansın %15’ini ve geri kalan %50’si ise performansın sadece %5’ini oluşturmaktadır. Maliyetin yaklaşık %80’inin elemanların sadece %20’sinden kaynaklandığı veya servetin yaklaşık %80’inin nüfusun %20’sinin elinde olduğu gibi durumlar da bu konuya birer örnektir.” Bu oranlar nedeniyle “80-20 Kuralı” olarak da isimlendirilen bu kalite aracı, “problemlerin %80’lik kısmına %20’lik aktivitenin neden olması ve bu önemli %20’lik payın üzerinde yoğunlaşmak gerektiği sonucuna varmaktadır. Bir başka ifadeyle “görünen çoğunluk, etkili azınlık” felsefesini savunmaktadır. Gerçekten de önem değeri düşük işlere veya ürünlere gerektiğinden çok zaman veya para harcanması çok büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu durumu önlemek adına işler veya ürünler önem derecesine göre sınıflandırılıp; değerlerine göre yatırım yapılırsa bu kayıplarda önemli ölçüde azaltılmış olur. Bu doğrultuda işleri “çok önemli”, “orta derecede önemli” ve “az önemli” olmak üzere 3 ana başlık altında toplayarak sınıflandıran ABC (Always Better Control) Analizi geliştirilmiştir. ABC Analizi, Pareto prensibinden yola çıkılarak hazırlanmış bir sınıflandırma yöntemidir. ABC Analizi, Altı Sigma ve toplam kalite kontrolü konularında sıklıkla kullanılan bir analizdir. Bu yöntemden, lojistik ve tedarik zincirinde etkin bir stok optimizasyonu ile maliyetleri düşürmek ve satış, kalite kontrol, üretim planlama gibi bölümlerde meydana gelen süreç problemlerini incelemek için faydalanılmaktadır. ABC Analizinde “A grubu” elemanları “çok önemli”, “B grubu” elemanları “orta derecede önemli” ve “C grubu” elemanları da “az önemli” işler olarak sınıflandırılmaktadır. ABC Analizinde, sadece A grubundaki işleri yapıp geri kalan işlerin sonraya bırakılmasının aksine bütün işleri önem derecesine göre sıralayarak tümünü verimli bir biçimde yapmak esastır [35].

ABC analizinde, A grubu ürünler stok miktarlarının % 20’sini, toplam değer % 80’ini oluştururken, B grubu ürünler stok miktarlarının % 30’unu, toplam değer % 15’ini oluşturmakta, C grubu ürünler ise stok miktarlarının % 50’sini, toplam değer ise sadece % 5’lik kısmını oluşturmaktadır. Bu miktar ve değer yüzdeleri kesin bir kural olmamakla beraber her işletmede değişebilmektedir. Fakat şimdiye kadar

yapılan araştırmaların sonucu, ABC analizini oluşturan ürün gruplarının verilen bu değerlere yaklaşık olduğunu kanıtlamaktadır. Her işletmenin kendi yapısına ve ürünlerine göre bir sınıflandırma yapması ve buna göre yüzdeleri belirlemesi daha doğru sonuçlar almasını sağlayacaktır. Hatta uygulama aşamasında ABC gruplarının altında bunlara ait A1, A2, A3 gibi benzeri alt sınıflandırmalar yapmaları çok daha etkin bir ürün yönetimi yapmalarını sağlayacaktır. A grubu ürün tipleri için izlenecek yol; sık ve düzenli stok kontrolünün yapılması, tedarik süresi, sipariş noktası ve emniyet stok adetlerinin titizlikle tespit edilip buna göre, sipariş adet ve zamanlarının belirlenmesidir. A grubu ürün tipleri için stok devir hızının daima yüksek seviyede tutulması, stok eksikliği sebebiyle oluşabilecek müşteri siparişlerini yetiştirememe ve bundan doğacak satış kaybını büyük lde engelleyecektir. C grubu ürün tipleri için kontrol, sipariş gibi aksiyonlar en alt seviyede tutulup ihtiyaç çıktıkça temin işlemi sağlanmalıdır. Bununla beraber C grubu ürün tiplerinin aslında en çok sorun yaratabilecek ürün grubu olduğu da unutulmamalıdır. Örneğin, yılda bir iki defa satılan elektronik bir iş makinesi parçasının yokluğu da o makinenin serviste yatmasına sebep olabilmekte ve bu durumun sonucunda ciddi bir müşteri memnuniyetsizliği oluşabilmektedir. Bu yüzden C grubu ürün tiplerinin de etkin bir denetim altında tutulması şirket için önemlidir. B grubu ürün tipleri için ise A ve C rn gruplarının ortasında bir politika takip edilmelidir. Bu grupta bulunan ürün tiplerinin kolaylıkla A veya C rn gruplarına dâhil olabileceği her zaman hatırlanmalıdır.

3. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU

Bu bölümde Altı Sigma organizasyonunda bulunan kişilerin görev ve sorumluluklarından, Altı Sigma iyileştirme modeli ve aşamalarından, Altı Sigma'nın uygulandığı organizasyonlardan bahsedilmektedir.

3.1. Altı Sigma'da Roller ve Sorumlulukları

Altı Sigma organizasyonlarında başarılı olmak için, bu organizasyonda yer alacak kişilerin yapacağı işleri çok iyi bilmesi gerekmektedir. Bu nedenle Altı Sigma organizasyonlarında bütün kişilere aldığı eğitimin türüne göre farklı yetki ve sorumluluklar verilmektedir [29].

3.1.1. Üst kalite konseyi

Altı Sigma'da projeler organizasyonun orta sınıfında bulunan kara ve yeşil kuşaklar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Fakat üst yönetimin bu projelere gerekli önem ve desteği olmazsa bu projelerden istenen sonucu almak imkânsızdır. Yani eğer üst yönetim Altı Sigma felsefesi için bilgi sahibi olmak adına zaman ayırmaz, bu organizasyona en kalifiye personelini atamaz ve gerekli kaynakları yaratmazsa kara ve yeşil kuşak rolünde bulunan kişilerin başarılı olma ihtimali yoktur. Bu durumlardan ötürü özellikle büyük firmalarda bir üst kalite konseyinin oluşturulup görev atamalarının yapılması faydalıdır. Bu konseyin başlıca görevleri [29];

- ✓ Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirleyerek bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki ve sorumluluklarını netleştirmek,
- ✓ Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara ve işletmenin Altı Sigma hakkında vardığı olgunluk düzeyine göre geniş bir alana yaymak ve organizasyon yapısında bu duruma uygun düzenlemeleri gerçekleştirmek,
- ✓ Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları oluşturmak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri gidermek, Altı Sigma projelerini izlemek ve gerektiği durumlarda devreye girmek, bu projelerden sağlanan iyi sonuçların şirkette devamlılığını sağlamak, arasında gösterilebilmektedir.

3.1.2. Şampiyon

Altı Sigma şampiyonu, iyileştirme projelerini üst kalite konseyi için gözlemleme işini yapan kişi/kişilerden oluşmaktadır. Başlıca görevleri [29];

- ✓ İyileştirme projelerinin işletme hedefleriyle uyumlu olmasını sağlamak,
- ✓ İyileştirme takımları arasında köprü olmak ve bu takımların kaynak ihtiyaçlarını karşılamak,
- ✓ Yavaşlayan projelere müdahale ederek, gerektiğinde kapsam değişikliği ve yeni personel görevlendirip projeleri hızlandırmak,
- ✓ Projelerin genel hedeflerini belirlemek,
- ✓ İyileştirme projelerinin bitme sürelerini belirlemek,
- ✓ İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini onaylamak, arasında gösterilebilmektedir.

3.1.3. Süreç sahibi/proje sahibi

İşletmede üst düzey yöneticilerden birisi proje sahibi olarak belirlenmektedir. Proje sahibinin görevleri; üst yönetime proje seçimi ve değerlendirmesi konusunda yardım etmek, önemli sorumlulukları alacak ekip üyelerini belirlemede yardım etmek, eğitim planlarını hazırlayarak gerçekleştirmek, şampiyona ve ekiplere yardım etmektir [27].

3.1.4. Uzman kara kuşak

Altı Sigma hakkında her konuda en çok bilgiye sahip olan kişidir. Bu sorumluluk Altı Sigma çalışmalarının başlangıcında dışarıdan getirilen bir danışman aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Uzman kara kuşağın başlıca görevleri [27];

- ✓ İyileştirme takımlarına başta istatistik tekniklerin seçilmesi ve kullanılması olmak üzere her konuda yardımcı olmak, Altı Sigma eğitimleri düzenleyerek çalışanlara Altı Sigma felsefesini organizasyon genelinde özümsetmek,
- ✓ Altı Sigma şampiyonlarına projelerin bitme süresinin netleştirilmesinde yardım etmek,
- ✓ İyileştirme projelerinden sağlanan sonuçları yönetim temsilcisi için toplayarak özet geçmek, arasında gösterilebilmektedir.

3.1.5. Kara kuşak/ yeşil kuşak

İyileştirme takımında liderlik yapmaktadırlar. İyileştirme projelerinin seçimini yapmak, yürütülmesini sağlamak ve bu projelerden alınacak sonuçların ilk sorumluluğunu almakla görevlidirler. Altı Sigma araçlarını etkili bir biçimde kullanıp, işletmede yaşanan problemlere hızlı ve kalıcı çözüm sağlayabilecek yetkinlikte olmaları gerekmektedir. Kara kuşak ve yeşil kuşak rolündeki kişilerin birbirinden ayrıldığı nokta kara kuşakların tasarım hakkında eğitim almaları ve proje için ayırdıkları zamandan ibarettir. Kara kuşaklar zamanlarının yaklaşık %70'ini projelere ayırırken, yeşil kuşaklar zamanlarının %30'unu Altı Sigma projelerine ayırmaktadır. Kara kuşakların ve yeşil kuşakların başlıca görevleri [29];

- ✓ İyileştirme projesini belirleyip Altı Sigma şampiyonuna sunmak,
- ✓ İyileştirme projelerinde konu ve kapsam değişikliği olursa bu durumu Altı Sigma şampiyonuna sunmak,
- ✓ Takım üyelerini seçmek veya seçilmesinde Altı Sigma şampiyonuna yardım etmek,
- ✓ Takım üyelerini organize bir şekilde yönetmek,
- ✓ İyileştirme projesinin başında durarak, projenin belirlenen zamanda bitmesini sağlamak,
- ✓ Bilgi ve kaynak ihtiyaçlarını belirleyerek, bu ihtiyaçları Altı Sigma şampiyonuna iletmek,
- ✓ Takım üyelerine Altı Sigma araçlarının kullanımı konusunda ve projedeki görevlerinin yerine getirilmesi esnasında yardımcı olmak, arasında gösterilebilmektedir.

3.1.6. Takım üyeleri

Altı Sigma projelerinde yer alıp, projelerin hayata geçirilmesi adına gerekli desteği veren kişilerdir. Projelere yardımcı olurken, günlük rutin görevlerini de yapmaktadırlar. Altı Sigma felsefesi, araçları, temel ölçüm ve analiz yöntemleri konusunda bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.

Altı Sigma organizasyonunda rolü olanlar ile uygulama aşamaları arasındaki ilişki Tablo 3.1'de matris yapıda gösterilmiştir:

Tablo 3.1. Altı Sigma organizasyonun uygulama aşamalarındaki rolü [27]

	Tanımla	Ölç	Analiz Et	İyileştir	Kontrol Et
Üst Yönetim	❖				
Şampiyon	❖				❖
Süreç Sahibi	❖	❖	❖	❖	❖
Kara Kuşak	❖	❖	❖	❖	❖
Yeşil Kuşak	❖	❖	❖	❖	❖
Takım Üyesi	❖	❖	❖	❖	❖

3.2. Altı Sigma Yol Haritası: TÖAİK Modeli

Altı Sigma tekniğinin bir işletmede başarıyla uygulanıp istenen sonucu yakalaması için, öncelikle seçilecek projelerin işletmede son derece önemli durumlara yönelik olması ve Altı Sigma projesini özümsemiş olan bir takımın seçilmesi elzemdir. Seçilecek bu takımda bulunacak yeşil kuşak veya kara kuşak rolündeki kişilerin belli bir eğitilden geçirilmesi zorunludur. Daha sonra, Altı Sigma iyileştirme planı veya Altı Sigma yol haritası olarak adlandırılan TÖAİK aşamaları uygulanmaktadır.

Altı Sigma yol haritasında, birbirini takip eden ve beş fazdan oluşan proje odaklı döngüsel bir yaklaşım mevcuttur. Bu fazlar sırasıyla;

- ✓ Tanımlama (T)
- ✓ Ölçme (Ö)
- ✓ Analiz (A)
- ✓ İyileştirme (İ)
- ✓ Kontrol (K) fazlarıdır.

Altı Sigma tekniğindeki TÖAİK modeli, yaşanan problemlerin sebeplerinin tanımlanarak ortadan kaldırmak için sürecin nasıl tanımlanacağını, ölçüleceğini, iyileştirileceğini, analiz edileceğini ve kontrol edileceğini belirli bir sistem kapsamında açıklamaktadır. Kalite akımının ortaya çıktığı zamandan bugüne kadar

süreçlerde birçok iyileştirme modelleri yapılmıştır. Diğer iyileştirme modelleri gibi TÖAİK döngüsü de, W. Edwards Deming aracılığıyla geliştirilmiş dört aşamalı PUKÖ (Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al) döngüsüne dayanmaktadır. Fakat PUKÖ döngüsü süreç iyileştirme döngüsü iken, TÖAİK döngüsü hem süreç iyileştirme hem de süreç tasarım döngüsü olarak karşımıza çıkmaktadır [27]. Altı Sigma tekniğinde bulunan aşamaların açılımı ve araçları aşağıdaki Tablo 3.2’de açıklanmıştır:

Tablo 3.2. Altı Sigma aşamalarının açılımı ve araçları [36]

AŞAMALAR	AÇILIM	ARAÇLAR VE UYGULAMALAR
1. TANIMLA	Doğru projenin seçilmesi, İyileştirilecek ürün/özellik? İyileştirilecek süreç? Kriterler, Müşteri için faydası? İşletme için faydası? Sürecin karmaşıklığı? Maliyet iyileştirme?	Altı Sigma ölçme sistemi, Müşteri şikayetleri, Müşteri anketleri, İşletme içi öneri sistemi, Günlük veriler / veri tabanı, İstatistiksel değerlendirmeler, Pareto analizi, Sebep-Sonuç diyagramları,
2. ÖLÇ	İlgili ürün / süreçte etkili faktör ve özellikler? Özellik ve etmenlere ilişkin veri derleme, Veri tipi, Ölçme gereç duyarlılığı, Örnek büyüklüğü, Ölçüm aralığı ve süresi, Ölçme duyarlılığı yüksek?	Sürekli oluşan veriler, veri tabanlarının analizi yoluyla değişkenlik, etki, hata ölçümleri, (DOE)Planlanmış deneyler yoluyla yapılan yüksek duyarlılıkta ölçüm, Benchmarking, Beyin fırtınası, FMEA,
3.ANALİZ ET	Değişik etmenlerin takip edilen özellik üzerindeki etkilerine ilişkin ölçümler değerlendirilmektedir.	Milyonda kusur, Sigma değerleri, KK şemaları, Yetenek-verimlilik değerlerinin hesabı ve bunların işletmedeki ya da başka işletmelerdeki benzer ürün ve süreçlerle karşılaştırılması, İyileştirme hedefinin tespiti.
4. İYİLEŞTİR	Ölçülen y değerlerinin iyileştirilmesi gerekir mi? Evet? Hayır? Öngörülebilirlik mi? Değişkenlik mi? Ortalama (Merkez) mı? Hangi etmenler ne kadar etkili? Etmenleri aramak?	Kolay iyileştirme olanakları? Ortalama (merkez) açısından iyileştirmeler daha kolaydır. Değişik istatistiksel teknikler, 7 Basit yöntem, Zor olan değişkenliğe dönük keşif ve önlemlerdir. Deney planlaması(DOE)-ANOVA,
5.KONTROL ET	İyileştirme çalışmaları gerçekleştirildikten sonra, ilgili değişkene ilişkin planlanmış olan iyileştirmeler gerçekten başarılı mı? Anlamında kontrolü / denetlemesi, Sonuçların kurumsallaştırılması.	Öngörülebilirliğin denetlenmesi ve iyileştirmelerin uzun dönemli etkilerinin izlenmesi, KK şemaları, Sonuçların kurumsallaştırılması açısından akış şemaları, ürün resimleri, gelecek dönem için sağlanacak maliyet iyileşmesi öngörülleri (malzeme ve işçilik açısından), sonuçların kurum içinde paylaşılması.

3.2.1 Tanımlama

Tanımlama adımında, uygulanacak projeler seçilmekte ve çalışma bölgesinden, bu bölgede yapılacak organizasyonlardan, müşteri isteklerinden ve onların ilişkilerine istinaden iyileştirilecek ürünler ve süreçler seçilmektedir. Bu adımda, tanımlama formunda bulunan projenin adı, sahibi, başlangıç ve bitiş tarihi, proje ekip üyeleri, problemin tanımı, müşteri, kalite öncelikli parametreler, uyumsuzluklar veya değişkenlikler, iyileştirmeden önceki sigma seviyesi, hedef iyileştirme oranı, iyileştirme bölgeleri ve hedef kazanç gibi konular açıkça belirtilmektedir. Bu şekilde yazılı olarak tanımlanan proje; proje sahibi, şampiyon ve üst yönetim tarafından onaylanmaktadır. Kara / yeşil kuşaklar, tanımlama fazında, projeye ilişkin olarak öncelikle basit problem çözme tekniklerinden faydalanabilmektedirler. Problem çözmek için doğru yaklaşımda bulunmak, probleme neden olan kök nedenleri yok ederek doğru çözümlerin yapılmasını sağlayacaktır.

Bu adımda, performans standartlarının belirlenmesinde ise performans ölçümleri, finansal analiz ve sürecin işleyişine dair kapsamlı mevcut süreç haritası oluşturulmaktadır. Ayrıca, yaşanan hatalara dair pareto analizi yapılarak kritik hata türleri sıralanmakta, beyin fırtınasıyla hataların sebepleri tespit edilmekte ve sağlanan sonuçlar balık kılçığı diyagramına aktarılmaktadır. Şüphesiz, bu adımda faydalanılabilecek bir diğer problem çözme tekniği de hata türü ve etkileri (Fmea) analizidir. Tanımlama adımında kullanılan araçlar; proje onay formu, süreç akış diyagramı, sipoc diagramı, süreç haritalama ve müşterinin sesi araçlarıdır. Bu araçlar ve içerikleri aşağıda açıklanmıştır:

Altı Sigma projelerinde ilk işlem proje onay formudur. Proje onay formunda bulunması gereken alanlar ise; proje başlığı, kara kuşak / yeşil kuşak, proje başlangıç tarihi, öngörülen proje bitiş tarihi, kalite maliyeti, prosesin önemi, prosesdeki problem, prosesin başlangıç ve bitiş noktaları, proje hedefi, proses ölçümü, takım üyeleri, proje zaman dilimidir.

Süreç akış şeması, ürünün üretilmesi için gerekli iş akışının ne biçimde olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu şemada bütün girdi ve çıktılar, yapılan tüm işler olmak üzere sürecin başlangıcından bitişine kadar olan tüm aşamalar verilmektedir.

Sipoc diyagramı, proje çalışmasında iyileştirilmesi düşünölen sürecin genel bir özetini görmek için kullanılan diyagramdır. Bu sayede proje çalışmasında irdelenecek olan bütün iş süreçlerinin hangi noktasına eğilmesi gerektiği tespit edilmektedir. Sipoc diyagramında kullanılan kısaltmalardan S(Suppliers) sürecin tedarikçilerini, I(Inputs) sürecin girdilerini, P(Process) iyileştirilecek süreç adımlarını, O(Outputs) sürecin çıktılarını ve C(Customer) ise süreç çıktılarını alan müşterileri ifade etmektedir. Tanımlama adımındaki en önemli nokta ve başlangıç, sürecin herhangi bir bölümüyle ilgili herhangi bir bilgi sahibi olan herkesin bir odada toplanarak beyin fırtınası faaliyetini yürütmektir. Bu beyin fırtınası sonrasında, süreç hakkında proje lideri tam ve detaylı bilgi sahibi olacak ve bunun sonucunda süreçte nerenin tökezlediği ve nasıl çözümlenmesi gerektiği hakkında ipuçları açığa çıkacaktır. Bu şekilde alınacak aksiyonların nereye yoğunlaşması gerektiği daha açık bir şekilde belirlenecektir.

Süreç haritalama, bir şirket içerisinde tüm iş akışlarının nasıl olduğunu gösteren bir yöntemdir. Standart akış şeması sembolleri kullanılarak, görevlerin sırasını gösteren, grafiksel bir yöntemdir. Bir şirket içerisinde çalışanların işlerini nasıl yürüttüğü konusunda fikir vermektedir. Herhangi bir iş konusunda sonuca nasıl ulaşılacağı hakkında fikirler sunmaktadır.

Müşterinin sesi kavramı ise bilinen ve bilinmeyen tüm müşteri istek ve ihtiyaçlarını göstermek için kullanılmaktadır. Müşteri istek ve ihtiyaçları ne kadar iyi bilinir ve analiz edilirse, müşterilere sağlanan hizmet kalitesi de bir o kadar artmaktadır. Bu nedenle müşterinin istek ve ihtiyaçlarının tespiti aslında projemizin en önemli aşamalarından biri olmalıdır. Bu sürecin en önemli özelliği sürekli kendini güncel tutma gerekliliğidir. Bu nedenle devamlı proaktif olarak müşterinin zamanla değişebilecek istekleri mümkünse önceden tespit edilmelidir.

3.2.2. Ölçme

Ölçme adımında, ölçüm sisteminin geçerli olmasını sağlamak ve süreci tanımlamak için teknikler uygulanmaktadır. Bu adım, sürecin hedef performansını ve temel çizgisini belirlemede, sürecin girdi ve çıktı değişkenlerini tanımlamakta ve ölçüm sistemini doğrulamaktadır. Ölçme adımında ilk olarak sürecin anlaşılması ve ölçüm sisteminin doğrulanması gerekmektedir. Bu hedefle, süreç haritasından faydalanılmaktadır.

Süreç girdi ve çıktıları tespit edilip, veriler toplanmakta ve süreç çıktılarının ölçüm sistemi değerlendirilmektedir. Bu şekilde, kapsamlı süreç haritası, ayrıntılı süreç girdi ve çıktı değişkenleri, ölçüm değerleri, proses verileri tespit edilmekte, performans verileri doğrulanmakta, çıktı değişkenlerine ilişkin ölçüm sistemi yeterliliği ve örnekleme planı belirlenmiş olmaktadır.

Tanımlama adımında kullanılan sebep sonuç diyagramındaki kök nedenler, kontrol edilebilen ve kontrol edilemeyen kök nedenler olarak ayrılmaktadır. Kontrol edilemeyen değişkenler için düzeltici ve önleyici faaliyetler yapılmakta, kontrol edilebilen değişkenlere ilişkin ise veri toplanmaktadır. O halde; ölçme adımını, ölçüm sisteminin doğrulanmasından sonra süreç girdi ve çıktılarına ilişkin verilerin toplandığı ve güvenilirliğinin takip edildiği adım olarak tanımlamak mümkündür.

Ölçme adımındaki hedeflerden bir tanesi de sürecin mevcut yeterliliğinin belirlenmesidir. Bu adımda kontrol grafikleri, yeterlilik analizi ve grafiksel tekniklerden faydalanılmaktadır. Sürece temel oluşturacak kontrol grafikleri, yeterlilik analizi, Dpmo ve z değerleri de sağlanmış olmaktadır.

Ölçme adımında kullanılan araçlar; ölçüm sisteminin yeterliliği, veri toplama planı, kıyaslama, müşterinin sesi ve prosesin sigma değerinin hesaplanmasıdır. Bu kavramlar ve içerikleri aşağıda açıklanmıştır:

Ölçüm sisteminin yeterliliği, ölçümlerin doğruluklarını ve doğru kalmalarını kontrol etmek adına çok önemli bir prosestir. Bu nedenle proje için kurgulanan ölçüm sisteminin mükemmel olması projenin geleceği için önemlidir. Üretim alanında ölçüm yönteminin ne kadar başarılı olduğunu gösteren bu yöntemden faydalanılmaktadır.

Projemizde doğru bir ölçüm aşamasına başlamak ve sonlandırmak için mutlaka doğru verilere ihtiyacımız vardır. Aynı zamanda daha çok verinin daha başarılı sonuçlar doğuracağı düşünülmemelidir. Kullanılmayan ve değerlendirilmeyen veri zararlıdır, gereksiz maliyetler getirmektedir. Veriler belirli bir hedef için ve o hedefe uygun yöntemler ile toplanmalı ve değerlendirilmelidir.

Kıyaslama, yasal ve ahlaki kurallara ters düşmeden, başkalarının bazı işleri nasıl bizden daha iyi yaptığını bulma aracıdır. İşlerimizi deneye deneye doğru şeklini

bulmak yerine, bu alanda en iyi olanlara bakıp onların ürün ya da süreçlerinden hatta stratejilerinden öğrenmek, onlardan gerekli dersi çıkarıp bünyemize uygulayarak daha iyi olana erişmek, bir başka deyişle performansımızı iyileştirme yoludur. Kıyaslama yönteminin projede kullanılması sonuç yönünden oldukça faydalı adımlar attıracaktır. Projede ele aldığımız süreç veya süreçler ile ilgili olarak şirkette uygulanan diğer başarılı süreçler veya diğer şirketlerde uygulanan süreçleri örnek olarak alınabilir. Hiç şüphesiz bu uygulama projede iyileştirmek istenen sürece çok daha farklı yönden bakmayı sağlayacak ve iyileştirme yolunda önemli bir adım olacaktır.

Prosesin sigma değerinin hesaplanması ise; ölçüm sisteminin doğruluğu yapıldıktan ve yukarıda belirtilen çeşitli yöntemlerle veriler toplandıktan sonra, toplanan bu veriler birkaç istatistiksel işlemle geçirilerek sürecin mevcut durumu hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Sürecin mevcut durumu hakkında bilgi verebilecek en önemli iki veri, sürecin ortalaması ve standart sapma değeridir. Standart sapma, sürecin ortalamadan sapma miktarını belirten bir ölçüm değeridir. İdeal bir süreçte ölçülen tüm değerler sürecin amaçlanan değerine eşit çıkar. Ancak uygulamada bu durumun gerçekleşmesi pek mümkün değildir. Bu nedenle sapmaların amaçlanan değerden en düşük hale getirilmesi birincil hedefdir. Eğer sapmalar istenilen değerden büyük olursa bu sefer hatalar oluşma ihtimali doğacaktır. Yapılan çalışmalarda sağlanan verilerin normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmektedir. Bu temel araçlar ile elde edilen ve hesaplanan değerler kullanılıp süreç için yeterlilik göstergeleri hesaplanabilmektedir.

3.2.3. Analiz

Analiz adımında, süreç çıktılarını etkileyen anahtar süreç girdilerinin belirlenerek kullanılması için veriler kullanılıp, değişkenlik kaynakları veya kritik değişkenler tespit edilmektedir. Bu hedefle, ayrıntılı süreç haritası, beyin fırtınası, sebep-sonuç diyagramı, fmea analizi, girdi ve çıktılara ilişkin istatistiksel proses kontrol (Spc), girdilere ilişkin ölçüm sistemleri analizi (Msa), vb. tekniklerden faydalanılmaktadır.

Bu analizlerle, hangi girdinin uyumu daha fazla etkilediği, ne kadar etkilediği, faktörler bir arada iken farklı etki olup olmadığı, faktörler değiştiğinde çıktıda değişkenlik olup olmadığı vb. değişkenlik kaynaklarının ortaya konulması ve sonucu etkileyen kritik ve potansiyel değişkenlerin belirlenmesi sağlanmaktadır. Bu belirleme sonucunda gerekli durumda süreç haritası ile fmea güncellenmektedir.

Analiz adımımda ayrıca, tespit edilen potansiyel nedenler elenerek süzgeçten geçirilmektedir. Bu amaçla; grafiksel analiz, süreç parametrelerine ilişkin tahmin, hipotez testleri, regresyon ve korelasyon analizleri, çok değişkenli analiz, vb. tekniklerden faydalanılmaktadır. Birçok değişken arasından süreç performansını etkileyen kritik ve potansiyel girdi değişkenler ile iyileştirme fırsatlarına ilişkin sonuçlar belirlenmiş olmaktadır. Ayrıca potansiyel değişkenlere ilişkin veriler ve verilerin istatistiksel analiz sonuçları elde edilmiş olmaktadır. Analiz aşamasında kullanılan araçlar; beyin fırtınası, balık kılıcı diyagramı, hata türleri ve etkileri analizidir.

3.2.4. İyileştirme

Müşteri beklentisini karşılamak, ancak süreçlerdeki verimsizliklerin iyileştirilmesiyle mümkün olur. Süreçlerin iyileştirilmesi ise verilere bağlı olmaktadır. Altı Sigma, süreç iyileştirme kapsamında veri odaklı sistematik bir felsefe sunmakta ve sorunlara çözüm geliştirmektedir. İyileştirme adımımda, problemlere yol açan sebepleri yok etmeyi amaçlayan çözümler geliştirilmekte, uygulanmakta ve değerlendirilmektedir. Bu adımdaki hedef, verileri kullanıp geliştirilen çözümün, problemi çözdüğü ve gelişme için yol gösterici olduğuna işaret etmektir. İyileştirme aşamasında kullanılan araçlar; hata önleme ve deneysel tasarımıdır.

Hata önleme ile yapılan faaliyetlerin ve iş istasyonlarının hatalı ürün veya hizmet üretme ihtimali yok edilmeye çalışılmaktadır. Hata önleme herhangi bir süreçte uygulanabilmektedir. Daha çok imalat ile ilgili süreçlerde kullanıldığı için genelde kullanım alanının sınırlı olduğu düşünülse de gerçekte ise insanla alakalı her çalışma alanında kullanılması mümkündür.

Deneysel tasarım, bir süreci etkileyen en önemli faktörler (x) ile sürecin çıktıları (y) arasındaki ilişkiyi sağlamaya yarayan organize ve yapısal bir metottür. Deneysel tasarımda elde edilen sonuçlara göre, girdilerin alması gereken en uygun değerlerde olması için potansiyel çözüm yöntemleri bulunması ve potansiyel sistemin operasyon toleranslarının tanımlanması gerekmektedir. Tüm bu potansiyel çözümlerin hata oluşturma durumları değerlendirilip ortaya koyacakları iyileştirme boyutları pilot bir uygulamayla doğrulanması proje için çok önemlidir.

3.2.5. Kontrol

Altı Sigma yönteminde yakalanılan başarının nasıl korunacağı önemlidir. Birçok proje ilk önce istenilen hedefleri yakalasa da sürekliliği sağlanamadığından başarısız olabilmektedir. Bu yüzden Altı Sigma yol haritasında son adım olan kontrol adımında, iyileştirmenin devamlılığının takip edilmesi adına dokümantasyon ve kontrol planları oluşturulmalı ve istatistiksel açıdan metriklerin sürekli izleneceği bir yapı kurulması gerekmektedir.

Kontrol adımında ulaşılan noktanın korunması, kontrol planının hazırlanması, sorumluların belirlenmesi ve temel değişkenlik nedenlerinin belirlenmesi ile sağlanmaktadır. Bu adımda ayrıca, proses kontrolü yerine getirilmekte ve proses tamamlanmaktadır. Bu amaçla; hata ispatlama, standart prosedürler, sorumlu denetimleri, proje sahibinin projeye son halini vermesi, fmea, önleyici bakım, ölçüm ayar planı, vb. faaliyetlerden veya araçlardan faydalanılmaktadır. Kontrol adımında kullanılan araç; istatistiksel proses kontrolüdür. Bu araç, bir süreç içerisindeki değişkenliğin ölçümü ve değerlendirilmesiyle bu tür bir değişkenliği sınırlamak ve kontrol altına almak adına harcanan çabaları içermektedir.

Altı Sigma projelerinde başarılı olmak ve hedeflenen sonucu yakalamak için Altı Sigma yol haritasındaki adımları ve bu adımlarda kullanılan yöntemleri doğru uygulamak son derece büyük bir önem teşkil etmektedir. Bu yüzden Altı Sigma projelerine başlamadan önce bu adımları ve bu adımlarda kullanılan yöntemleri doğru bir şekilde öğrenmek, öğrenilen doğru bilgilerle problem yaşanan süreçlere doğru bir şekilde uygulamak projenin geleceği için çok önemlidir.

3.3. Altı Sigma Uygulamasında Firmaların Karşılaştıkları Zorluklar

Altı Sigma yolculuğunda firmalar bazı zorluklar ile karşı karşıya gelebilmektedir. Yöneticilerin bir görevi de, çıkabilecek bu zorlukları ortadan kaldırmaktır. Altı Sigma yolculuğu esnasında çıkabilecek zorluklar;

- ✓ Kara kuşaklara projeleri devam ederken günlük operasyonel iş yüklenmesi,
- ✓ Çalışanların kara / yeşil kuşak olmak için zorlanması,
- ✓ Hedefin yapılacak proje sayısı olarak verilmesi,

- ✓ Proje sonuçlarının hemen görölmek istenmesi,
- ✓ Proje ödüllendirme ve onaylama maliyetlerinin yüksek olduğu düşüncesi,
- ✓ Projelerin kapsamlarının geniş tutulması,
- ✓ Proje şampiyonlarına yeterince önem verilmemesi,
- ✓ Öğrenilen istatistiksel araçların, iş uygulamasına dökülememesi,
- ✓ Ekip üyelerinin projeye tam katkı vermemesi,
- ✓ Altı Sigma'nın kimi fonksiyonlarda işe yaramayacağı düşünülmesi,
- ✓ Projenin iş sürecinin tamamını ele almaması,
- ✓ Kara kuşak olmak için başarılı elemanlar yerine, iş yoğunluğu az olan personelin önerilmesi,
- ✓ Şirket yöneticilerinin Altı Sigma'ya önem vermemesi,
- ✓ Altı Sigma'yı, kalite departmanının işi olarak görülmesi,
- ✓ İyi bir danışman şirketle anlaşmanın, başarılı olmaya yeteceğinin düşünülmesi,
- ✓ Altı Sigma felsefesinin tek başına her şeyi çözeceğinin düşünülmesidir.

Yukarıdaki maddelerde bahsedilen Altı Sigma projelerinde karşılaşılabilecek zorlukları hemen hemen bütün sektör uygulamalarında görmek mümkündür. Altı Sigma proje ekibinde bulunan kişilerin bu sorunları tek başına çözmesi mümkün olmayacaktır. Bu yüzden Altı Sigma projelerini uygulayacak işletmelerin, bu felsefeyi benimsemeleri ve bu felsefenin gerektirdiklerini doğru bir şekilde yerine getirmek için lazım olan her şeyi yapmaları onların faydasına olacaktır.

3.4. Altı Sigma'nın Kullanım Alanları

Altı Sigma çoğu işletmede sadece ürün gerçekleştirme aşamasında uygulamaya alınan bir teknik olsa da, aslında müşteriye teslimatı sağlayan satış, finans, satın alma, tasarım, üretim, sevkiyat ve servis hizmetlerinin tamamında uygulanabilecek ve büyük iyileştirmeler sağlayabilecek bir tekniktir. Üretim faaliyetinin yapıldığı tüm süreçlerin organizasyonlarını geliştirme fırsatı vardır ve bu doğrultuda Altı Sigma tekniğinden yararlanabilmektedir. Toplam kalite felsefesini benimseyebilen, başarının kültür değişimiyle olduğunu anlayabilen, detaylı bir yol haritasını çıkarıp danışmanlık hizmetlerini de bünyesine katan işletmeler, Altı Sigma tekniği için potansiyeli olan aday işletmelerdir. Altı Sigma genellikle orta ve büyük ölçekli firmalarda

uygulanabilen bir tekniktir. Çünkü Altı Sigma tekniğini başarıyla uygulamak için değişim ve gelişimle beraber bilgi ve tecrübeye de gerek duyulmaktadır. Bu durum için işletmelerin içinde bulunulan zaman ve gelecek zamandaki konumunu gösteren, mevcut performans değerlerinin değerlendirilip, bu değerlerin iyileştirilmesi adına gerekli olan sistem ve kapasitenin olması gereklidir. Altı Sigma tekniği, başlıca üç farklı seviyede konulara çözüm arayan işletmelere faydalı olabilmektedir. Bu seviyelerdeki işletmelere;

- ✓ İşletmenin çalışma biçiminde büyük bir değişim sağlayacak bir dönüşüm ihtiyacı olanlar,
- ✓ Temel stratejik veya süreçlerdeki zayıflıkları ortadan kaldırmayı hedefleyen stratejik iyileştirme amacı olanlar,
- ✓ Yüksek maliyet, tekrarlanan işlemler veya gecikme gibi sorunlarını çözerek ilerlemek isteyenler örnek verilebilir.

Günümüzde piyasadaki işletmeler devamlılığını sürdürebilmek için birçok farklı teknik kullanmakta ve bu durum da rekabet gücünü giderek artırmaktadır. Bu durum işletmelerin üretim ve hizmet organizasyonlarını daha verimli ve etkili yapmalarını zaruri kılmıştır. Üretim süreçlerindeki verimliliğin ve kalitenin artırılması, maliyetin azaltılması, müşteri tatmininin artırılması gerekmektedir. Son zamanlarda Altı Sigma tekniği işletmelerin piyasadaki devamlılıklarını sürdürebilmesi için ulaşılmaması gereken bir amaç olarak benimsemiştir. Altı Sigma felsefesinden hem süreç iyileştirme hem de süreç tasarlama adımlarında faydalanılmaktadır.

4. ÇALIK DENİM AŞ'DE ALTI SİGMA UYGULAMASI

İşletmelerin performansı büyük oranda süreçlerin yeterliliğine bağlı olarak değişmektedir. Yüksek kalite performansına sahip süreçlerde yüksek kalitedeki ürünler istenen zamanda ve düşük maliyette üretilebilmektedir. Operasyonel mükemmelliği yakalamak için süreçlerin ölçülmesi ve bu doğrultuda gelişimi büyük önem teşkil etmektedir. Bu seviyedeki işletmeler için kılavuzluk edip, yön tayin edecek bir teknik ve işletme felsefesi olan Altı Sigma devreye girmektedir. İşletmelerin son zamanlarda Altı Sigma tekniğini kendilerine varılması gereken bir hedef olarak özümstedikleri görülmektedir. Bu hedef kapsamında toplanan veriler incelenerek, iyileştirilmesi düşünülen bölümler belirlendikten sonra bu bölümde bulunan uzman kişilerin çalışmalarıyla hata sayıları düşürülmeye çalışılmaktadır. Değişkenliklerin kaynağı ve hatalar ortadan kaldırıldığında, maliyetler ve süreç çevrim süreleri düşmüş olacaktır.

Bir işletmenin Altı Sigma tekniğinin koyduğu hedefe varabilmesi için bir bölümde, Altı Sigma'nın başlatılıp uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın uygulama kısmı, denim kumaş üretimi yapan entegre bir sanayi işletmesinde gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde firma hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra firmada nihai ürün olarak müşteriye sevk edilen denim kumaşların, zamanında üretim oranının artırılıp, müşteri isteklerini zamanında karşılamak için yapılan Altı Sigma uygulamasına yer verilmektedir.

4.1. Firma Bilgileri

Çalık Holding'in ilk şirketi olan Çalık Denim bugün dünyanın ilk 10 premium denim üreticisi arasında yer almaktadır. Güçlü ar-ge merkezinde geliştirdiği inovatif yaklaşımlarla özgün denim koleksiyonları tasarlayan şirket, H&M, Zara, Topshop, River Island gibi dünyanın lider giyim firmalarına hizmet vermektedir. Global satış ve servis ağı ile 40'tan fazla ülkede faaliyet göstermektedir. Denim kumaş üretiminde küresel aktörlerden biri olan Çalık Denim, Türkiye'nin en çok ihracat yapan ilk iki yüz şirketi arasında yer almaktadır.

Çalık Denim, kuruluşunun ilk on yılında ring iplik eğirme tesisini işletmiş, daha sonra ürün yelpazesine gabardin, kadife kumaşlar ekleyen entegre bir tesis haline gelmektedir. Yıllar geçtikçe, piyasada kazanmış olduğu tecrübesini ve kumaştaki geniş bilgisini kullanarak, ar-ge ile yeni teknolojilerle birleştirerek bir bilim merkezi haline gelmektedir. 2011 yılında kurulan ar-ge merkezi bu sektörün ilklerinden biri olma özelliğini taşımaktadır. Bugün, Çalık Denim ar-ge merkezi, Türk ve dünya tekstil endüstrileri için oyun değiştiren kumaşlar üretmenin yolunu açmaktadır.

Hem ticari hem de yenilikçi kumaşlar içeren koleksiyonlarıyla sektöre öncülük eden Çalık Denim, sürdürülebilir ve organik denim kumaşlar üreterek sadece ekonomik değer elde etmekle kalmayıp aynı zamanda çevreyi de korumaktadır. GOTS, GRS, OE100 ve OE Blended'in sertifikaları, bu anlayışın tartışılmaz kanıtları arasındadır. Çalık Denim tarafından alınan sertifikalar, şirketin faaliyetlerinde çevreye verdiği önceliği göstermektedir. Çalık Denim tüm çalışmalarında iş güvenliği ve kaliteyi ön planda tutmakta ve her zaman dünya standartlarında ürün ve hizmet sunmayı hedeflemektedir. Şirketin almaya hak kazandığı uluslararası sertifikalar, bu alandaki bağlılığını ve yeterliliğini göstermektedir.

Çalık Denim tedarik zinciri, dünyanın önde gelen denim tedarikçilerinden biri olarak büyük gurur duymaktadır. En yüksek etik iş uygulamalarını sürdürme konusundaki kararlılığının bir parçası olarak, yalnızca sosyal sorumluluk taahhütlerini paylaşan üreticiler ve ortaklarla çalışmaktadır. Tedarik zinciri sektöründe insan köleliğini ve insan kaçakçılığını ortadan kaldıran bir çözümün parçası olmak hedefiyle çalışmaktadır. Çalık Denim tüm iş süreçlerini kurumsal değerler doğrultusunda yürütmeyi ilke edinmiştir. Tüm çalışanlar tarafından tutulan bu ilkeler, kurumsal davranışı temsil etmektedir.

4.2. Çalık Denim AŞ'de İyileştirme Çalışmaları ve Proje Yönetimi

Sürekli iyileştirmenin ve geliştirmenin oldukça önemli olduğu Çalık Denim AŞ'de verimliliğin artırılmasını, israfın azaltılıp maliyetlerin düşürülmesini, müşteri memnuniyetinin artırılmasını ve bunların sonucunda da rekabet gücünün artırılmasını destekleyecek önemli projeler yapılmaya başlanmaktadır. Bu kapsamda dışarıdan büyük meblağlar ödenerek getirtilen uzman kişiler iyileştirme faaliyetlerine

başlamaktadırlar. İşletmede de sürekli iyileştirme çalışmaları, ödüllendirme sistemi ile desteklenmektedir. Bütün çalışanların sisteme ve çözüme katılımı ile iyileştirme fırsatlarını yakalamayı hedefleyen Çalık Denim, çalışanların proses bilgisine ve iyileştirme fikirlerine büyük önem vermektedir.

4.3. Çalık Denim Altı Sigma Organizasyonu

Altı Sigma başarısının uzun vadede devam etmesini isteyen Çalık Denim, sürekli ilgi ve her seviyedeki çalışanlarının güçlü koordinasyonunu sağlayıp, Altı Sigma felsefesini organizasyonun geneline dağıtmaktadır. Altı Sigma organizasyonuna üst yöneticiler ve firma genel müdürlerinden başlanmaktadır. Çalık Denim bünyesinde bulunan Altı Sigma şampiyonları, değişimi kolaylaştırmaktadırlar. Yarı zamanlı çalışmakta ve iş dağılım planını sağlayarak yön tayin etmektedirler. Proje sponsorları, projenin sahibi olarak görev almaktadırlar. Kendi bölümlerindeki projelerin belirlenmesine ve önceliklerin atanmasına liderlik etmekte ve sonuçları uygulamaktadırlar. Süreç sahipleri, siyah kuşakları ve proje sponsorlarını desteklemekte ve projeden edinilen kazançları sürdürmek ve yükseltmek görevinde bulunmaktadırlar. Aynı zamanda çözümleri uygulamakla sorumludurlar. Yeşil kuşaklar, proje ekiplerinde yer alarak yapılan projelerde yarı zamanlı görev almaktadırlar. Usta kuşaklar, siyah kuşakları ve yeşil kuşakları eğitmekle ve koçluk yapmakla sorumludurlar. Tam zamanlı görev almaktadırlar. Siyah kuşaklar da tam zamanlı görev almaktadırlar. Problem çözmeyi kolaylaştırmak, proje gruplarını, yeşil kuşakları eğitmek ve koçluk etmek başlıca görevleri arasında yer almaktadır. Finans sorumlusu da projelerin getirisinin hesabından ve doğruluğundan mesul olup, aktif bir şekilde bu organizasyonun içinde görev almaktadırlar.

4.4. Çalık Denim AŞ'nin Altı Sigma Düzeyi

Çalık Denim, Altı Sigma düzeyini sürekli hedefleyen bir işletme olup, farklı düzeyde farklı bölümlerde bu organizasyonu yürütmektedir. Üretim, üretim planlama, finansman ve satın alma, stok kontrol yönetimi olmak üzere birçok bölümde çeşitli konularda Altı Sigma ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. 2016 yılından itibaren Rwth Aachen Üniversitesi bilgi teknolojileri akademi iş birliğinde, üretimlerinde kayıp potansiyelin tespiti ve kazanımı amaçlı otomasyon ve dijitalleşme hedefli çalışma gerçekleştirilmektedir. Rwth Aachen Üniversitesi bilgi teknolojileri akademi

uzmanları ile Çalık Denim 4.0 sistemiği geliştirilmekte ve bu durum işletmenin işlerini geliştirecek olmakla birlikte sektörde öncü bir çalışma olarak ön plana çıkmaktadır. Endüstri 4.0 devriminin gereği olarak üretimde otomasyona geçiş ve dijitalleşme ile kayıp potansiyellerin belirlenmesi (işgücü, enerji, makine ve diğer) ve aktif hale getirilmesi ile üretim performanslarının geliştirilmesi, maliyetlerin düşürülmesi, kaynakların etkin kullanımının sağlanması ve rekabette fark yaratabilecek birçok kazanımın elde edilmesi açısından öncelikli öneme sahiptir.

Çalık Denim'in şu anki Altı Sigma düzeyi $2,5\sigma$ civarındadır. Çalık Denim İşletmesi'nin süreçlerini iyileştirmesi açısından Altı Sigma sistemini uygulaması önemlidir. 2014 yılı itibariyle çalışmaları başlatılan iyileştirme projeleri çerçevesindeki temel amaç; süreçleri iyileştirmek, şeffaf ve yönetilebilir kılmak, ortak bir dil oluşturarak yaratıcılığı artırmak, verilere dayalı bir karar mekanizması sağlamaktır. Ayrıca kârlılığı artıran faaliyetlerin devamlılığını sağlamak, organizasyon ve süreç hedeflerini uyumlu hale getirerek müşteri odaklılığı sağlamak en önemli amaçlar arasında gösterilmektedir.

Çalık Denim, yaptığı tüm inovasyon çalışmaları ve yapacağı yeni endüstri 4.0 yatırımlarıyla beraber ilk etapta Altı Sigma düzeyini 3σ seviyesine çekmek istemektedir. Çalık Denim, sigma seviyesini yukarılara çekmek ve müşterilerine daha etkin bir şekilde hizmet vermek için birçok önemli yatırım yapmakta ve yapmaya da devam etmektedir.

4.5. Uygulama

Altı Sigma uygulama projesi, Çalık Denim İşletmesi'nin üretim planlama bölümünde gerçekleştirilmektedir. Uygulama kapsamında, dışardan hizmet alınan danışman kişi kara kuşak rolünü üstlenmekte, bölüm şefi şampiyon rolünü, ben yeşil kuşak rolünü, üretim bölüm sorumluları ekip üyeleri rolünü ve bölüm müdürü de proje sahibi rolünü üstlenmektedir. Gözlemlenen üretim süreçleri, toplanan veriler ve bölümler arasındaki sıkı koordinasyon neticesinde gerçekleştirilen Altı Sigma projesi başlangıcından bitişine kadar 10 aylık bir süreç dilimini kapsamaktadır. Bu zaman diliminde yapılan uygulama projesi tüm detayları ile beraber devam eden bölümlerde kapsamlı bir şekilde anlatılmaktadır.

4.5.1.Tanımlama aşaması:

Proje Konusu: Nihai ürün olarak müşteriye sevk edilen denim kumaşların, 2017 yılında gerçekleşen % 87,12 zamanında üretim oranının yapılacak iyileştirme faaliyetleri kapsamında % 93'e çıkarılmasıyla müşteri taleplerine daha hızlı cevap verecek sistemin kurulmasıdır.

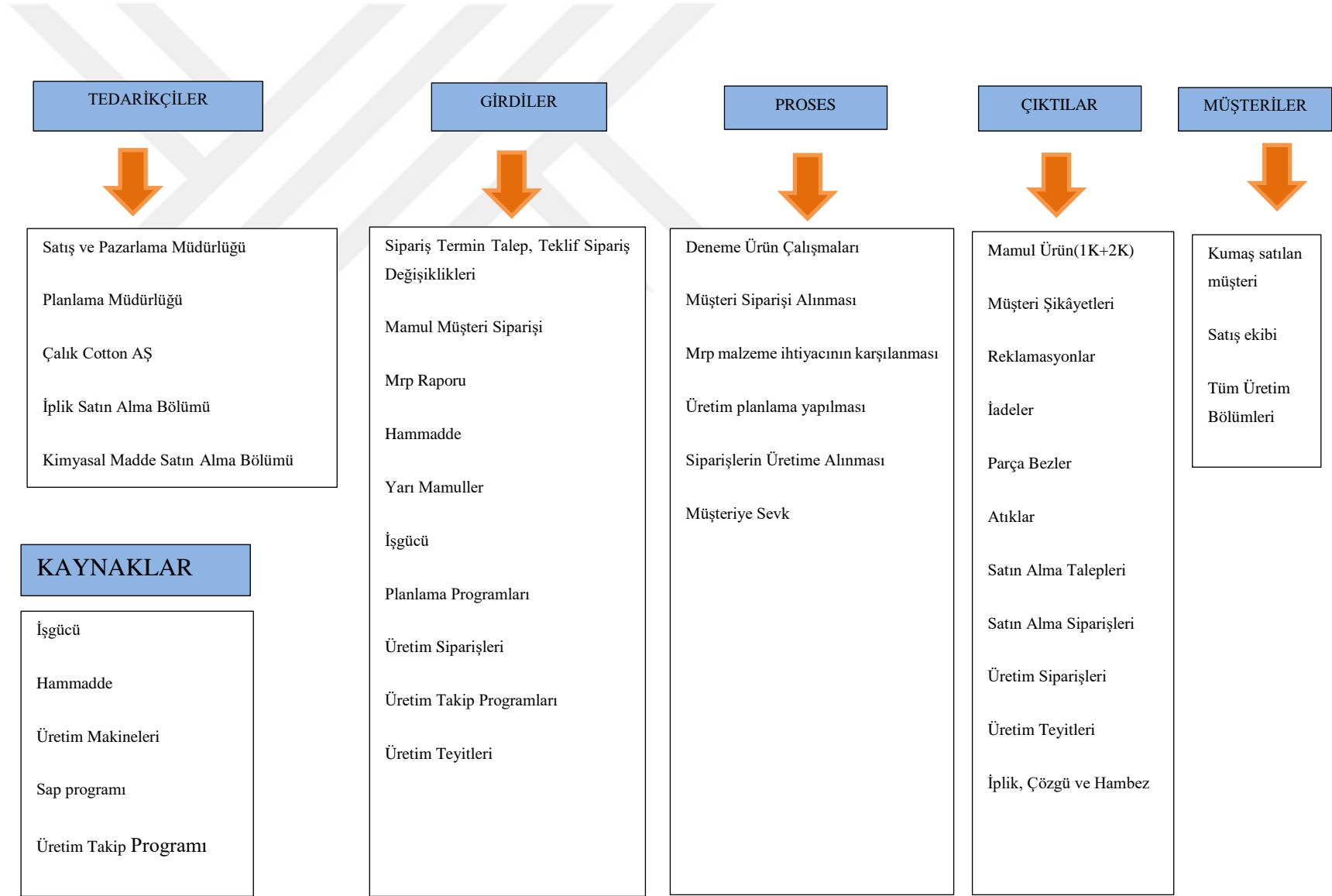
Problem Tanımı: Çalık Denim İşletmesi'nde minimum % 93 olması istenen zamanında üretim oranının, 2017 yılında ortalama % 87,12 ve 2018 yılının ilk 2 ayında ortalama % 86,29 şeklinde gerçekleştiği görülmektedir. İşletmenin süreçlerindeki zamanında üretim oranlarının istenilen düzeyde olmaması, giderek rekabet koşulları artan piyasada yön belirleyici olamama ve pazardaki liderliğini devam ettirememeye kaygısı vermektedir. Bu durum üst yönetim tarafından önemle üzerinde durulan ve iyileştirilmesi gerektiğine inanılan bir problem olarak tanımlanmakta ve kayıt altına alınmaktadır.

Problem: İşletme süreçlerinde gerçekleşen zamanında üretim oranının istenen seviyede olmaması nedeniyle müşteri siparişlerinde yaşanan gecikmeler ve işletmenin piyasadaki liderliğini kaybetme korkusudur.

Zamanında üretim oranı: Onaylanan müşteri siparişleri için; işletmenin müşterilerine vermiş olduğu termin tarihindeki nihai ürünlerde yapmış olduğu birinci kalite üretim miktarının, termin tarihindeki nihai ürünlerde olması gereken birinci kalite üretim miktarına olan oranıdır.

Hedef: İşletme bünyesinde 2017 yılında ortalama olarak % 87,12 ve 2018 yılının ilk iki ayında ortalama olarak %86,29 şeklinde gerçekleşen zamanında üretim oranını % 93'e çıkarmaktır. İşletme, hedeflenen bu zamanında üretim seviyelerini yakalayarak piyasadaki müşterilerine daha hızlı geri dönüşler verip, onlardan alacağı geri dönüşler doğrultusunda doğrudan ya da dolaylı olarak dahil olduğu süreçlerini hızlandırıp, piyasadaki etkinliğini artırmak, rekabet gücü giderek artan dünya pazarında söz sahibi olmak istemektedir.

Altı Sigma tekniğinin uygulandığı süreç ile ilgili olan Sipoc Diyagramı Şekil 4.1'de verilmektedir:



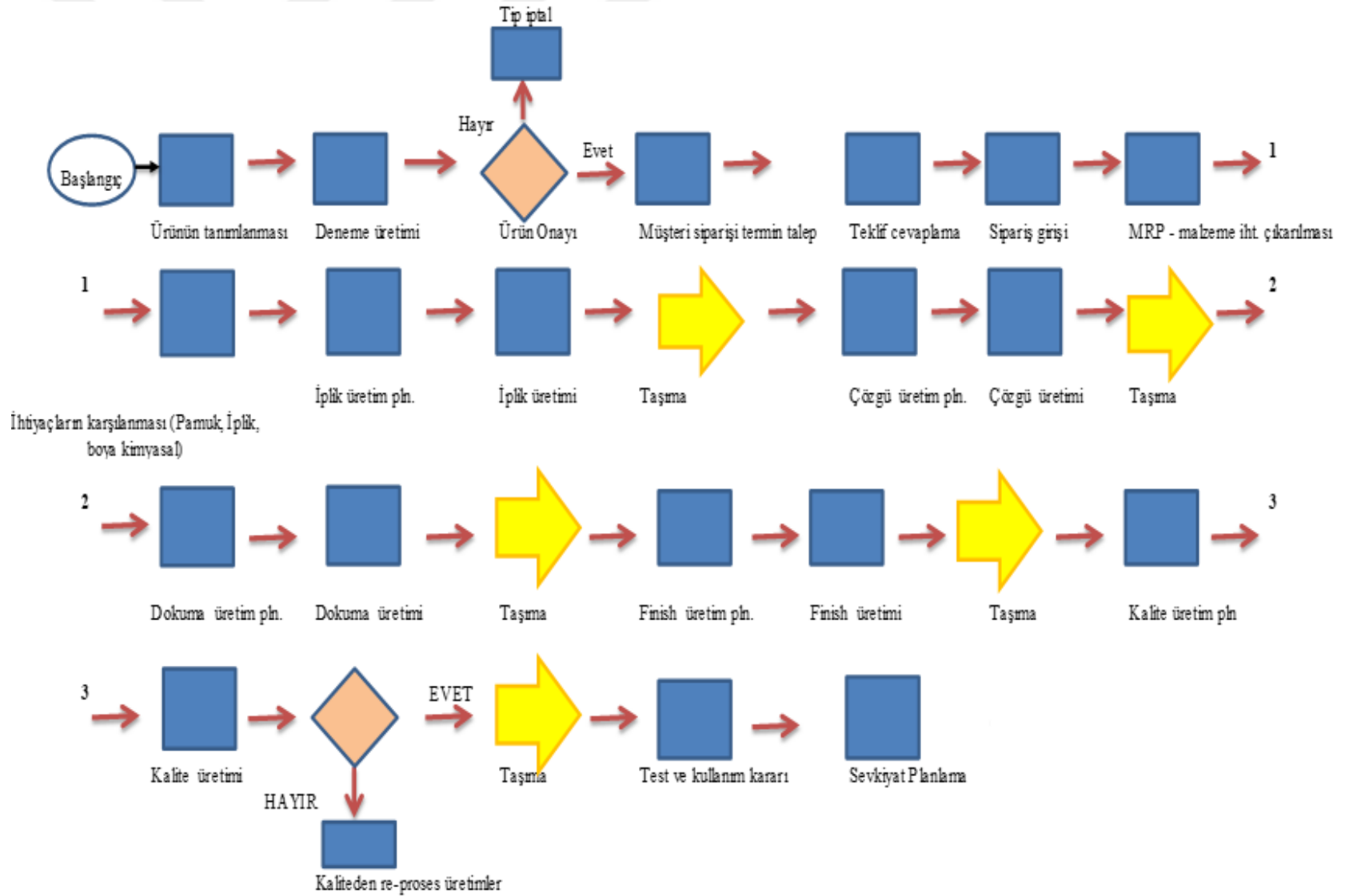
Şekil 4.1. Sipoc Diyaqramı: Siparişin alınması, hazırlık ve üretim

Çalık Denim İşletmesi'nin proses haritası aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

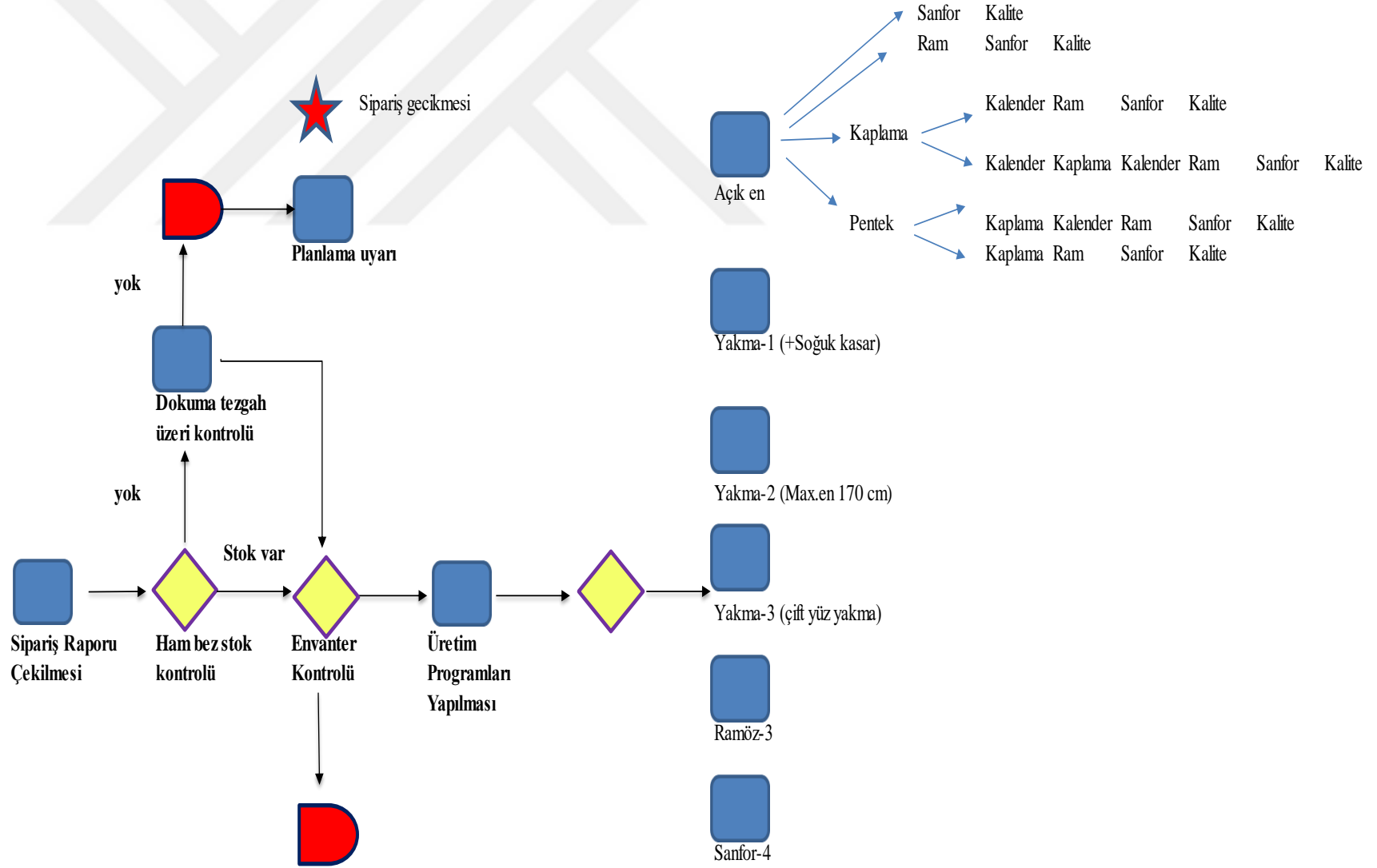
İlk olarak, ürün tanımlanmasının yapılmasıyla başlanan sürecin akabinde deneme üretimi gerçekleştirilmektedir. Daha sonra ürün onayının müşteriden alınmasıyla bir sonraki adıma geçilmektedir. Bu adım, müşterinin siparişi için termin talep etmesiyle başlamaktadır. Müşteriden gelen termin talebe karşılık olarak teklif cevabının yapılmasıyla süreç devam etmektedir. Bu döngü son olarak sipariş girişinin yapılmasıyla tamamlanmaktadır.

Proses haritasında işlem adımları mrp raporunun hazırlanıp, malzeme ihtiyaçlarının belirlenmesiyle başlamakta, ihtiyaçların karşılanması (pamuk, iplik, boya kimyasal) ile devam etmekte, son olarak iplik satın alma ve planlamanın yapılmasıyla bu adım son bulmaktadır. Malzeme ihtiyaçları karşılandıktan sonra bu adımda sırasıyla iplik üretim planlamanın yapılması, çözgü üretim planlamanın yapılması, dokuma üretim planlamanın yapılması, finish(terbiye) üretim planlamanın yapılması, kalite üretim planlamanın yapılması ve son olarak sevkiyat planlamanın yapılması gerçekleşmektedir. Gerekli planlamalar yapıldıktan sonra iplik üretiminin gerçekleştirilmesi, çözgü üretiminin gerçekleştirilmesi, dokuma üretiminin gerçekleştirilmesi, finish (terbiye) üretiminin gerçekleştirilmesi, işletme içi re-proses üretimlerin gerçekleştirilmesi, kalite üretiminin gerçekleştirilmesi ve son olarak kaliteden re-proses üretimlerin gerçekleştirilmesi diğer adımda yapılan işlemlerdir. Proses haritasında son olarak sırasıyla mamul kumaşın depoya alınması, müşteri siparişlerinin sevk edilmesi, işletmeye gelen iadeler ve son olarak müşteriden gelen iadelerin sisteme girişleri gerçekleştirilmektedir. Çalık Denim İşletmesi'nin proses haritası bu şekilde tanımlanmaktadır.

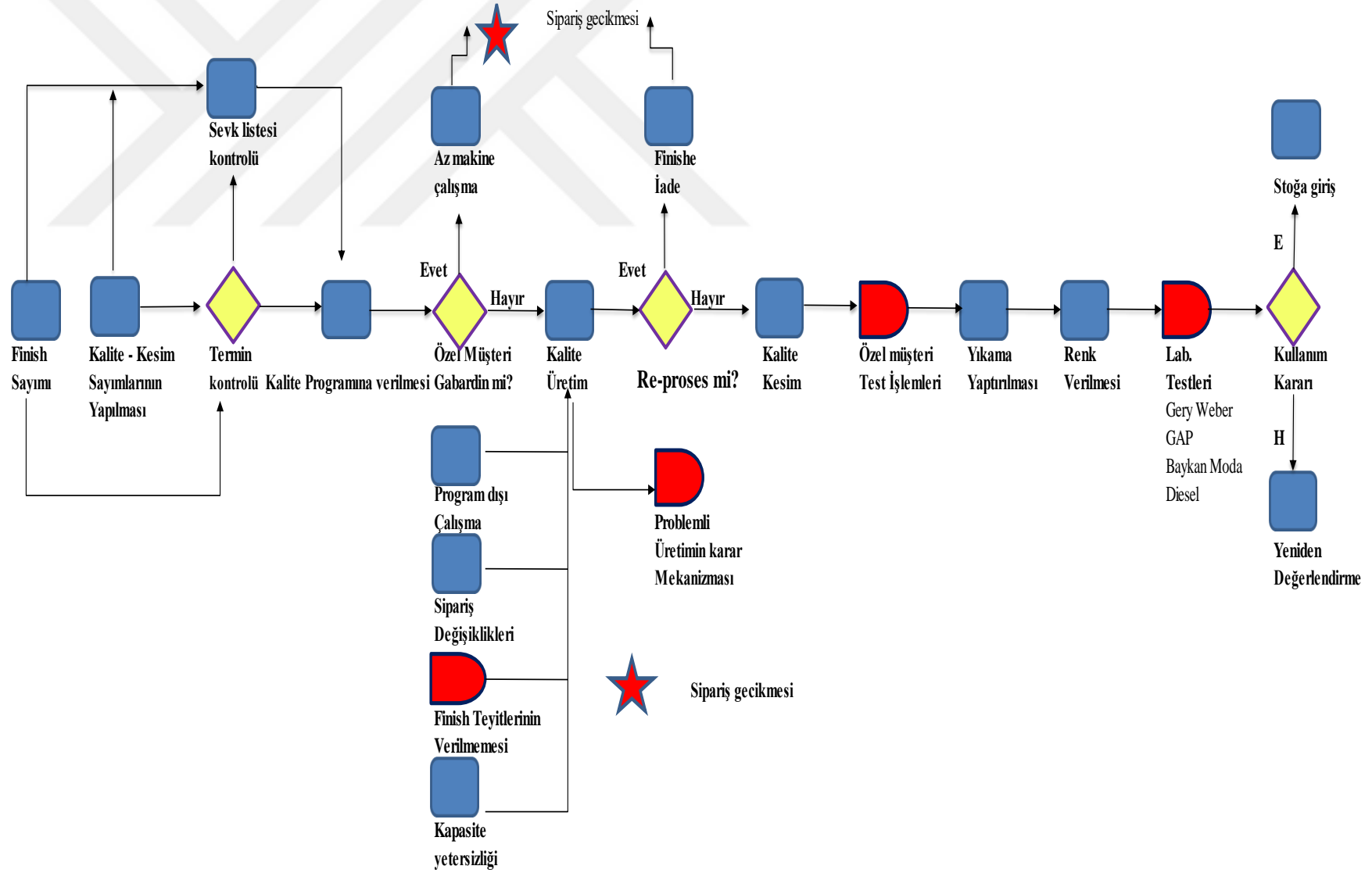
Yukarıda proses haritası anlatılan, entegre bir tesis olan Çalık Denim İşletmesi'nde pamuktan kumaş olma serüveninin, bölümler bazındaki iş akışı ise detaylı bir şekilde incelenerek devam eden aşağıdaki şekillerde sırasıyla gösterilmektedir. Çalık Denim İşletmesi'nin proses haritası Şekil 4.2'de açıklanırken, malzeme ihtiyaçlarının karşılanmasındaki iş akış diyagramı Şekil 4.3'te, çözgü üretimi iş akış diyagramı Şekil 4.4'te, dokuma üretimi iş akış diyagramı Şekil 4.5'te, finish(terbiye) üretimi iş akış diyagramı Şekil 4.6'da ve son olarak kalite üretimi iş akış diyagramı Şekil 4.7'de açıklanmaktadır:



Şekil 4.2. Proses Haritası



Şekil 4.6. Finish(Terbiye) üretimi iş akış diyagramı



Şekil 4.7. Kalite üretimi iş akış diyagramı

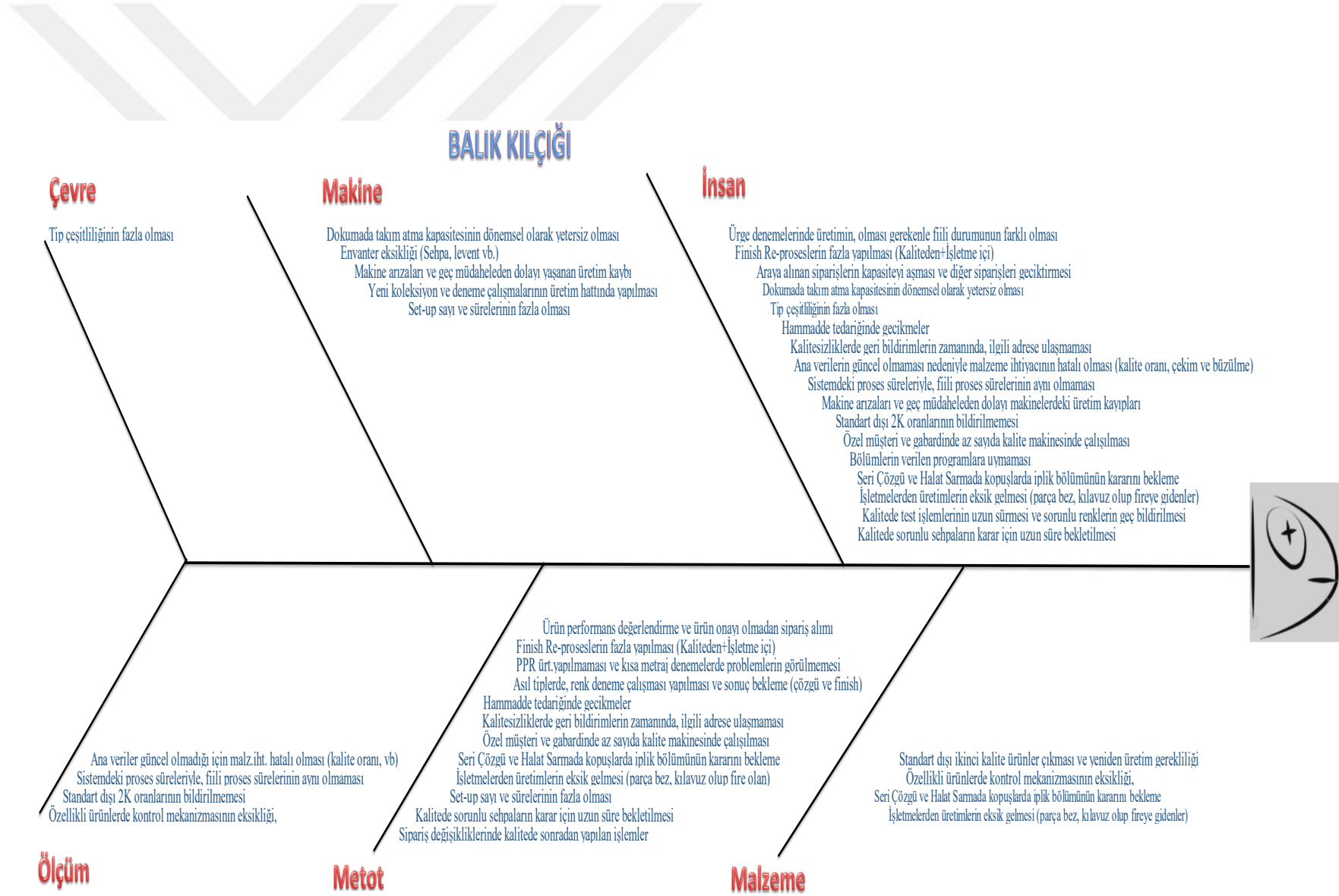
Sipoc Diyagramı hazırlandıktan sonra yukarıdaki iş akış diyagramlarıyla detaylıca iş akışı anlatılan bölümlerin sorumlu kişileri ile yapılan beyin fırtınası sonucu, iyileştirilmek istenen problemin çözümüne yönelik 25 madde puanlaması yapılmaktadır. Beyin fırtınası sonucu probleme neden olan maddeler ve kişi bazında puanlama ve toplam puanlamaların Tablo 4.1’de açıklaması yapılmaktadır. Ayrıca probleme neden olan maddeler Şekil 4.8’de balık kılıçığı diyagramı üzerinde 6 faktör etrafında toparlanarak gösterilmektedir. İyileştirilmek istenen probleme dair beyin fırtınası sonucu ortaya çıkarılan nedenlerin kök-neden analizi Tablo 4.2’de gösterilmektedir: Altı Sigma felsefesine uygun olarak hareket edilerek, yapılacak iyileştirmeler için şirkete ekstra bir yatırım yaptırılmadan, beyin fırtınası sonucu belirlenen bu nedenler üzerine yoğunlaşarak, süreçlerde iyileştirme yapılması amaçlanmaktadır.

Tablo 4.1. Beyin Fırtınası sonucu ortaya çıkan nedenleri puanlama

	NEDENLER	GRUP	Ş	M	Ş	B	A	E	M	T	D	D	M	Σ
1	Ürün performans değerlendirme ve ürün onayı olmadan sipariş alınması	Metot	9	9	9	5	7	7	9	7	5	9	7	83
2	PPR üretimi yapılmaması ve kısa metrajlı denemelerde üründeki problemlerin görülmemesi	Metot	9	9	9	9	7	1	9	7	5	9	7	81
3	Ana verilerde kalite oranı, çekim ve büzülme değerlerinin güncel olmaması nedeniyle malzeme ihtiyacının hatalı olması	Ölçüm-İnsan	9	5	9	7	5	5	9	5	3	9	5	71
4	Sisteme girilen proses süreleriyle fiili proses sürelerinin aynı olmaması	Ölçüm-İnsan	9	5	9	5	1	5	9	3	7	5	5	63
5	Ür-ge denemelerinde üretimin, olması gerekenle fiili durumunun farklı olması(Yürüyen prosesten yapılıp, ürün ağacının farklı prosesten tanımlanması, mamul üzerine finish (terbiye) yapılması)	İnsan	7	9	7	7	9	9	9	7	7	9	7	87
6	İşletmelerde asıl tip dahi olsa renk deneme çalışmaları yapılması ve sonucun beklenmesi(Çözgü ve Finish (Terbiye) Bölümlerinde)	Malzeme	9	5	9	3	7	9	9	5	3	9	9	77
7	Set up sayı ve sürelerinin fazla olması	Metot-Makine	5	3	5	3	5	5	7	5	5	5	5	53
8	Hammadde tedarikinde yaşanan gecikmeler	Metot-İnsan	7	3	7	7	3	7	7	7	7	9	9	73
9	Finish (Terbiye) bölümünde re-proseslerin fazla yapılması(Kalite + İşletme içi)	İnsan-Malzeme-Metot	9	5	9	5	7	7	9	9	5	9	9	83
10	Bölümlerin verilen programa uymaması	İnsan	5	3	5	5	7	3	7	3	3	7	7	55
11	Dokumada takım atma kapasitesinin dönemsel olarak yetersiz olması	Makine-İnsan	9	5	9	5	7	3	7	7	5	9	9	75

Tablo 4.1. (Devam) Beyin Fırtınası sonucu ortaya çıkan nedenleri puanlama

	NEDENLER	GRUP	Ş	M	Ş	B	A	E	M	T	D	D	M	Σ
12	Araya alınan siparişlerin kapasiteyi aşması ve diğer siparişleri geciktirmesi	İnsan	9	5	9	7	3	5	9	9	9	7	7	79
13	Makine arızaları ve arızalara geç müdahaleden dolayı makinelerdeki üretim kaybı	Makine	5	3	5	5	5	1	9	9	9	5	7	63
14	Seri çözgü ve halat sarma bölümlerindeki yaşanan kopuşlarda iplik bölümünün kararını bekleme	İnsan-Malzeme-Metot	5	3	5	5	7	3	7	5	3	5	7	55
15	Tip çeşitliliğinin fazla olması	İnsan	9	7	9	9	5	3	9	9	3	7	5	75
16	İşletmelerden üretimlerin eksik gelmesi(parça bez, klavuz olup fireye gidenler)	İnsan-Malzeme-Metot	7	3	7	5	5	3	5	3	3	7	7	55
17	Yeni koleksiyon ve deneme çalışmalarının üretim hattında yapılması	Makine	3	5	3	7	7	1	7	7	3	5	9	57
18	Envanter eksikliği(Sehpa, levent, vb.)	Makine-Kaynak	5	3	5	7	3	7	7	9	7	5	7	65
19	Kalitesizliklerde geri bildirimlerin zamanında ilgili adrese ulaşamaması	Metot-İnsan	7	5	7	7	7	7	7	3	3	9	9	71
20	Kalite bölümünde sorunlu sehparın karar için uzun süre bekletilmesi	Metot-İnsan	7	3	5	5	5	1	7	3	3	7	7	53
21	Kumaş top metrajını kısa isteyen bazı firmaların (Gerry Weber, Gap, vb.) siparişlerinde gabardin kumaş türünde az sayıda kalite makinesinde çalışılması	Metot-İnsan	5	3	5	5	7	3	9	7	1	9	7	61
22	Kalitede test işlemlerinin uzun sürmesi ve sorunlu renklerin ilgili bölümlere geç bildirilmesi	İnsan	5	3	5	5	3	3	9	3	3	9	7	55
23	Standart dışı ikinci kalite ürünler çıkması ve yeniden üretim gerekliliği(Standart dışı 2K oranlarının ilgili bölümlere bildirilmemesi)	Metot-İnsan	9	5	9	5	7	1	7	5	1	9	5	63
24	Özellikli ürünlerde kontrol mekanizmasının eksikliği	Malzeme	5	5	5	3	5	5	9	3	3	5	9	57
25	Yakın zamanlar için kısa metrajlı partilerin çözgü programlarına birleştirilerek verilmemesi	Metot	1	3	1	7	9	3	9	7	3	3	3	49



Şekil 4.8. Balık Kılçığı Diyagramı

Tablo 4.2. Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
ÜRge denemelerinde üretimin olması gerekenle fiili durumunun farklı olması	İnsan	87	Fiili üretimin proses yoluna sadık kalmaması	Asıl üretimin karta göre yapılması	Kartın fiili duruma göre revize edilmemesi	Müşterinin istediği farklı proses	Olması gerekenin dışında işletmelerde farklı proses yapılması engellenecek.
			İşletmenin uygun olmaması	Çalışılan reçeteye göre proses yapılmaması	Müşteri temsilcisi aciliyeti		
Ürün performans değerlendirme ve ürün onayı olmadan sipariş alınması	Method	83	Ürün performans sisteminin kullanılmaması	ZCDPP004 “Performans Takip Sistemi” raporunun isteğe uygun çalışmaması	ÜRge yeni çözgü açınca(işletme çalışmadan) performans raporuna düşmesi	Sistem bu şekilde tasarlanmış	ZCDPP004 “Performans Takip Sistemi” raporunun eksikleri tamamlanarak kullanılacak. Performansına onay verilmeyen tiplerden sipariş alınması sistemden engellenecek.
Finish re-proseslerin fazla yapılması(Kaliteden+İşletme içi)	İnsan-Malze me-Method	83	Üretim problemleri				Sistemsal problem incelenip çözüm bulunacak, bundan sonraki tüm revizyonlar anlık yapılacak,Mrp raporundaki P’li finish kodları incelenip, siparişi olan tiplerin reçeteleri kontrol edilecek ve düzeltmeler üretim öncesi yapılacak. Satış listesindeki 1.100 tipin listesi ilgili bölüm şefine iletilip, tüm tipler güncellenecek.

Tablo 4.2. (Devam) Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Kısa metraj denemelerde ürünlerdeki problemlerin görülmemesi	Method	81	Denemenin makine boyundan kısa olması(Çözgü 350 metre, finish 750 metre)	Makine boyundan dolayı kısa partilerde renk müdahalelerinin görünmemesi	Makine standardının bu şekilde olması		
			PPR üretiminin yapılmaması	Stok maliyeti, üretim maliyeti, kapasite yetersizliği			
Araya alınan siparişlerin diğer siparişleri geciktirmesi	İnsan	79	Yönetim istekleri olması	Kapasite boşluğu olmadığı için			

Tablo 4.2. (Devam) Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
İşletmelerde asıl tip dahi olsa, renk deneme çalışmaları yapılması ve sonucun beklenmesi(Çözüğü ve finish) Deneme sonucu beklenmesi	Malzeme-Method	77	İplik işletmede harman lotu değişimleri	Aynı ipliklerin farklı tedarikçilerden alınması	Yönetim kararı		
			Boya lotu değişmesi	Tedarik problemi	Alternatif tedarikçi problemi		
			Finishte zeminlerin farklı gelmesi	Master uyumsuzluğu	Ortak çözgü çalışması yapılmaması		
					Personel hatası,		
					Ortam şartlarının değişmesi(sıcaklık ve nem)		
			Üretim hattında gecikmesi	Ayrı bir deneme hattı olmaması			Çözgü renk denemesinin hızlandırılması için çözgü bünyesine küçük örgü makinesi alınıp renk denemeleri için kullanılabilir olduğuna bakılacak. Makine araştırması yapılacak
Dokumada takım atma kapasitesinin dönemsel olarak yetersiz olması	Makine-İnsan	75	Eleman yetersizliği, tarak çeşitliliğinin fazla olması	Personel rotasyonu olmaması, yeni ürünlerde optimizasyona dikkat edilmemesi	Kontrol sisteminin olmaması		Düğümçülerin takıma destek vermesi için çalışma yapılacak, zhambez raporunda hambez oluşturulurken + ve - tolerans aralığı(tel sayısı) belirlenip, tolerans dışı olanlara sistem izin vermeyecek. Standart tel sayıları grupları oluşturularak, yeni açılanlar bu gruba dahil edilerek bir sistem kurulacak.

Tablo 4.2. (Devam) Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Tip çeşitliliğinin fazla olması	İnsan	75	Müşteri istekleri				
			Deneme yapılırken optimizasyona dikkat edilmemesi	Muadil ortak tiplerin kontrolünün olmaması	Pazar bazlı ürge müşteri temsilcilerin farklı olması		Pazar bazlı ürge müşteri temsilcilerinin aynı tipe farklı çalışmaları olmaması için havuz oluşturulacak
Hammadde tedarikinde gecikmeler(İplik)	Method-İnsan	73	Tedarikçinin termini geciktirmesi	Tedarikçinin özel ipliklerde parçalı taleplerde ortak harman için beklemesi			
			İplik termin tarihi ve fiili geliş tarihinin kontrol edilmemesi				Dışarıdan tedarik edilen ipliklerin SAS belgelerine termin tarihi ve fiili geliş tarihi eklenmesi ve günlük takip için bildirim yapılmasının sağlanması

Tablo 4.2. (Devam) Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Hammadde tedarikinde gecikmeler(Kimyasal)	Method-İnsan	73	Farklı kimyasallara geçilmesi	Siparişin geç verilmesi	Tedarikçinin termini geciktirmesi	Cezai işlem uygulanması	Kimyasal tedarikten dolayı oluşan gecikmeler için boya-kimyasallarda optimizasyon yapılabilir mi?Leonil gibi çok kullanılan kimyasalların emniyet stoğu artırılabilir mi?Gecikme yaşanan kimyasal tedarikçilere zamanında termin ile ilgili yaptırım ve gecikmelerde reklamasyon uygulanabilir mi?
Kalitesizliklerde geri bildirimlerin zamanında, ilgili adrese ulaşmaması	Method-İnsan	71	Sistemin olmaması				Yeni bir SAP programı yapılması ve kalitesizliklerin ilgili bölüm tarafından işlenerek otomatik diğer bölümlere mail atılması
Ana verilerde kalite oranı, çekim ve büzülme değerlerinin güncel olmaması nedeniyle malzeme ihtiyacının hatalı olması	Ölçüm-İnsan	67	Fiili duruma göre değil de baştan standart değer alınması	Tipin ilk kez çalışması	Çalışıldıktan sonra revize edilmemesi	Bölümlerin kontrol ve güncelleme yapmaması	Fiili üretimler yapıldıkça, belirli aralıklarla fiili değerlerin sistem verileriyle karşılaştırılıp, sistemin güncelleme yapılabilir. Finish çekimlerinin ZPP057 “Üretim Siparişlerinin Analizi” (çekim için) raporundan alınarak düzeltilmesi yapılabilir. Zpp_mm40 kalite güncelleme ile son kalitelerin sisteme girilmesi (kontrolün sipariş girince yapılması) Dokuma çözgü büzülmesinin sistemde güncellenmesi için fiili ölçümle ya da sistemsel bir çalışma yapılacaktır.

Tablo 4.2. (Devam) Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Envanter eksikliği	Makine-Kaynak	65	Yer sıkıntısı olması	Yarı mamul olarak arada bekleyen stok miktarının çok olması			
Makine arızaları ve geç müdahalelerden dolayı makinelerdeki üretim kayıpları	Makine-İnsan	63	Gece vardiyası personel eksikliği, sarf malzemenin yetersiz olması(Örneğin Bowl silindiri)	Aynı anda tüm yedeklerin tamirde olması	Emniyet stok kontrolünün düzgün yapılmaması		Bakım için bekleme süreleri sistemden çekilip, sebepleri incelenecek. Kritik malzemeler için emniyet stok kontrolü yapılacak ve revize edilecek.
Standart dışı ikinci kalite ürünler çıkması ve yeniden üretim gerekliliği (Standart dışı ikinci kalite oranlarının bildirilmemesi)	Method-İnsan	63					Kalitesi standart dışı üretimler ertesi gün otomatik mail ile bildirilecek.
Top metresini kısa isteyen bazı firmaların(Gerry Weber, Gap, ...) siparişlerinde ve gabardinde az sayıda kalite makinesinde çalışılması	Method-İnsan	61	Üretim metrajını düşürmemesi için				Programa uygun çalışılması sağlanacak

Tablo 4.2. (Devam) Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Yeni koleksiyon ve deneme çalışmalarının üretim hattında yapılması	Makine	57	Deneme hattı olmaması				
Özellikli ürünlerde kontrol mekanizmasının eksikliği	Malzeme	57					
Bölmelerin verilen programa uymaması	İnsan	55	Sorunlu üretimlerin, üretim metrajını düşürmemesi için	Finishten sehpa gelmediği ya da geldiği halde bulunamaması			Kontrol + her sehpaye RF-ID etiketi yapıştırılabilir mi?
Seri çözgü ve halat sarma bölümlerindeki kopuşlarda iplik bölümünün kararını bekleme	İnsan-Malzeme-Method	55					
İşletmelerden üretimlerin eksik gelmesi (parça bez, klavuz olup fireye gidenler)	İnsan-Malzeme-Method	55					Sürekli sorunlu tipler varsa belirlenip, üretimde ihtiyaç miktarına tolerans eklenmesi

Tablo 4.2. (Devam) Kök-neden analizi ve çözüm önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Kalitede renk, kullanım kararı ve test işlemlerinin uzun sürmesi ve sorunlu renklerin geç bildirilmesi	İnsan	55	Personel yetersizliği	Özel müşteri test sürelerinin uzun sürmesi			Personel alımı yapılacak, 3 vardiya renk ve kullanım kararı verilecek. Çekme testi için korelasyon çalışması yapılacak
Set-up sayı ve sürelerinin fazla olması	Method-Makine	53	Çeşitlilik fazla	Sipariş metrajları düşük			
Kalitede sorunlu sehpalarm karar için uzun süre bekletilmesi	Method-İnsan	51	Sehpalarm zamanında kaliteye gelmemesi	İşletmelerin iadeleri kabul etmemesi	Test sonuçlarını bekleme	Deneme yapılması	Finish çıkışı ve kalite arasına SAP üzerinden bir depo eklenmesi ve teyit verilenlerin bu depoda görünmesi. Sorunlu sehpa ve iade standartlarının belirlenmesi (tekrar yıkamamın neden yapılması)
Sipariş değişikliklerinde kalitede sonradan yapılan işlemler	Method	0	Bazı markaların konfeksiyoncuların 1 son anda bildirmesi	Müşteri kaynaklı			İnditeks siparişleri incelenecek

4.5.2. Ölçme aşaması

Proje kapsamında işletmenin 2017 yılındaki stoklarında hareket gören 1.552 kalem ürün tipi tespit edilmektedir. Bu ürünlerin toplam tutarı 188.356.212 \$'dır. İşletmenin ürün stokları ABC yöntemine göre analiz edilerek sonuçlar Tablo 4.3' te verilmektedir. ABC analizi ürün stok sayısına göre %18,1(281 kalem)'i A, % 34,02 (528 kalem)'i B, % 47,88 (743 kalem)'ü ise C kategorisinde olduğu tespit edilmektedir. Yıllık stok değer tutarı esas alındığında ise ürünlerin % 76,4'nün A, % 17,8'nin B, % 5,8'nin ise C grubu kategorisinde yer aldığı tespit edilmektedir.

Tablo 4.3. 2017 yılına ait ürün tiplerinde ABC analizi

ABC KATEGORİ	STOK MİKTARI		STOK DEĞERİ		GECİKME/VERİMSİZLİK ORANI
	SAYI	%	TUTAR(\$)	%	
A	281	18,1	143.904.146	76,4	12,88
B	528	34,02	33.527.406	17,8	14,16
C	743	47,88	10.924.660	5,8	14,54
TOTAL	1.552	100	188.356.212	100	

Çalık Denim İşletmesi'nde proje kapsamında ABC Analizi tekniği ile belirlenen A kategorisi ürün grubuna ait, 2017 yılında gerçekleşen üretim verileri ve yine aynı zaman diliminde işletmenin kendisine piyasadaki rekabet durumunu ve lider firma olma vizyonundan yola çıkarak, başarabileceğine inandığı ve bu doğrultu hedef koyduğu ve müşterisine termin verdiği üretim verileri ile bu verilerin oranından elde edilen zamanında üretim oranlarıyla beraber gecikme oranları Tablo 4.4'te gösterilirken, Tablo 4.5'te aynı zaman diliminde aynı ürün tipi grubunda yaşanan bölüm bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları, Tablo 4.6'da ise aynı zaman diliminde bölüm bazlı yaşanan sebep bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları gösterilmektedir:

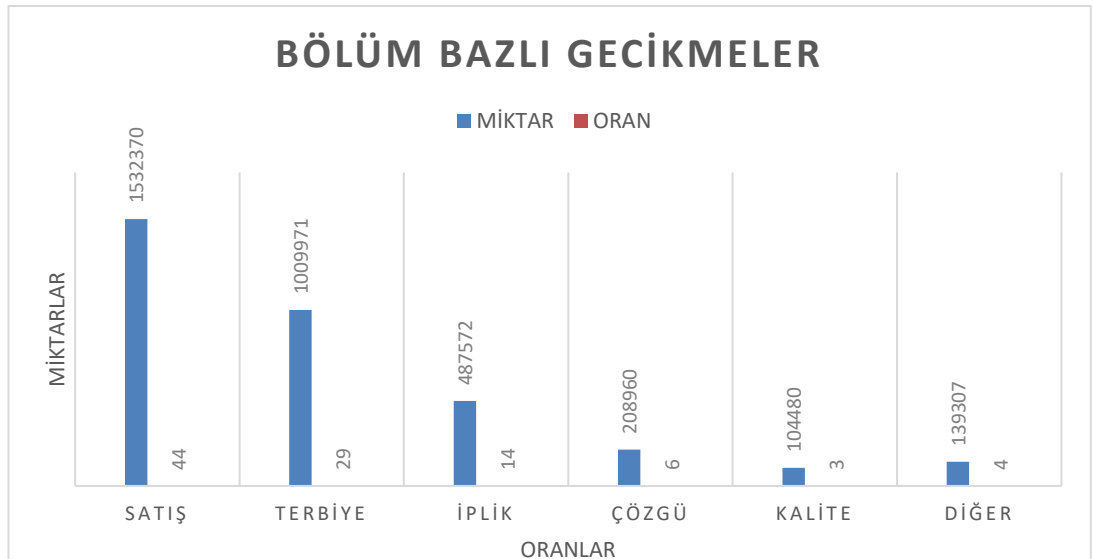
Tablo 4.4. 2017 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerindeki üretim verileri

	2017 yılı ortalaması	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Zamanında üretilen kumaş metraji	23.557.505	1.895.055	1.866.023	2.308.265	2.048.659	2.171.983	1.976.426	1.778.152	1.762.868	2.358.843	1.777.990	1.837.739	1.775.502
Toplamda sevk edilmesi gereken kumaş metraji	27.040.164	2.107.523	1.997.602	2.460.669	2.215.017	2.486.968	2.171.863	2.053.132	2.169.348	2.741.799	2.411.375	2.255.825	1.969.043
Zamanında üretim oranı (%)	87,12	89,92	93,41	93,81	92,49	87,33	91,01	86,60	81,27	86,03	73,74	81,47	90,17
Gecikme oranı (%)	12,88	10,08	6,59	6,19	7,51	12,57	9,99	13,40	18,73	14,97	26,26	18,53	9,83

Tablo 4.5. 2017 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan bölüm bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları

2017 OCAK-ARALIK AYLARINDA BÖLÜM BAZLI GECİKMELELER		
BÖLÜM	MİKTAR (METRE)	ORAN(%)
SATIŞ	1.532.370	44
FINISH(TERBİYE)	1.009.971	29
İPLİK	487.572	14
ÇÖZGÜ	208.960	6
KALİTE	104.480	3
MAKİNA BAKIM	69.653	2
PLANLAMA	34.827	1
ÜR-GE	20.896	0,6
DOKUMA	13.931	0,4
TOPLAM	3.482.659	100

Bu miktar ve oranların grafiğe yansıtılmış hali Şekil 4.9’da gösterilmektedir:

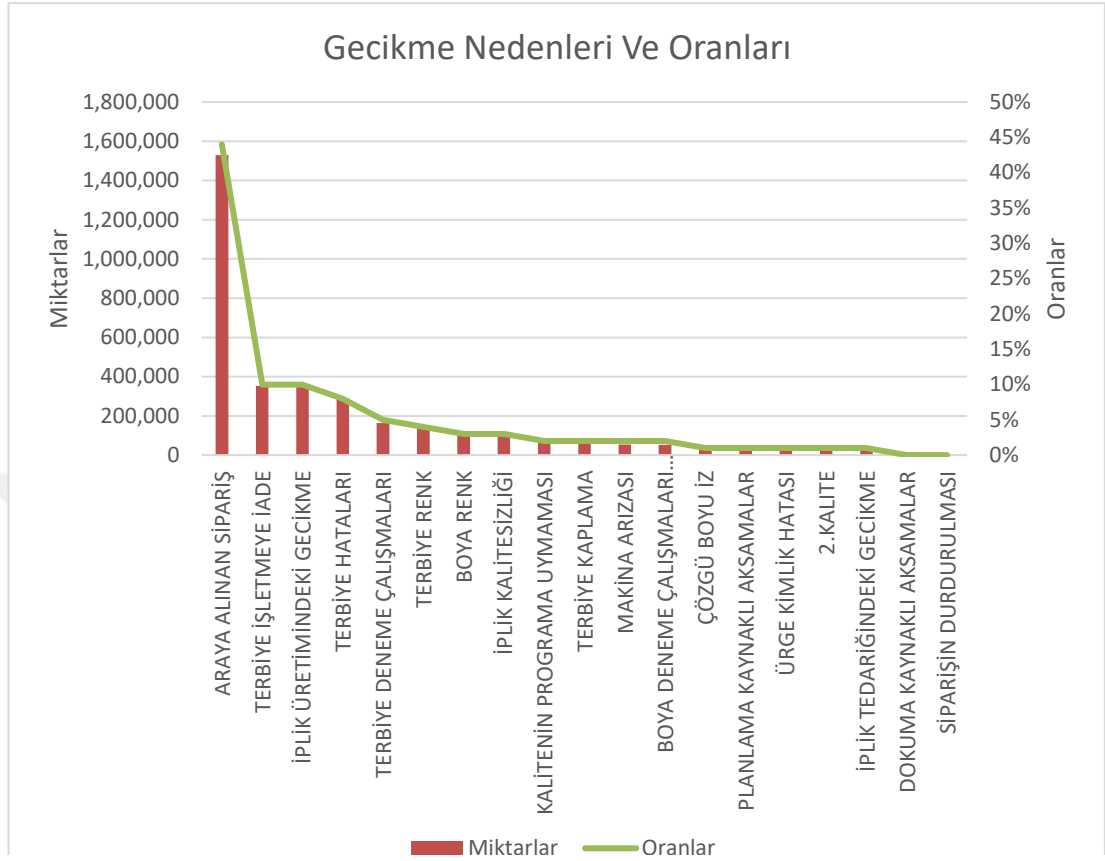


Şekil 4.9. 2017 yılı Ocak-Aralık döneminde A kategorisi ürün tiplerinde bölüm bazlı sipariş gecikmeleri miktar ve oran grafiği

Tablo 4.6. 2017 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan sebep bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları

2017 OCAK - ARALIK AYLARINDA SEBEP BAZLI GECİKMELELER			
SEBEP	BÖLÜM	MİKTAR(METRE)	ORAN
ARAYA ALINAN SİPARİŞ	SATIŞ	1.528.883	44%
TERBİYE İŞLETMEYE İADE	TERBİYE	352.469	10%
İPLİK ÜRETİMİNDEKİ GECİKME	İPLİK	355.679	10%
TERBİYE HATALARI	TERBİYE	288.504	8%
TERBİYE DENEME ÇALIŞMALARI	TERBİYE	163.475	5%
TERBİYE RENK	TERBİYE	142.273	4%
BOYA RENK	ÇÖZGÜ	112.838	3%
İPLİK KALİTESİZLİĞİ	İPLİK	102.456	3%
KALİTENİN PROGRAMAMA UYMAMASI	KALİTE	72.091	2%
TERBİYE KAPLAMA	TERBİYE	63.250	2%
MAKİNA ARIZASI	BAKIM	54.723	2%
BOYA DENEME ÇALIŞMALARI (ÇÖZGÜ)	ÇÖZGÜ	52.926	2%
ÇÖZGÜ BOYU İZ	ÇÖZGÜ	43.196	1%
PLANLAMA KAYNAKLI AKSAMALAR	PLANLAMA	36.342	1%
ÜRGE KİMLİK HATASI	ÜRGE	32.764	1%
2.KALITE	KALİTE	32.389	1%
İPLİK TEDARİĞİNDEKİ GECİKME	İPLİK	29.437	1%
DOKUMA KAYNAKLI AKSAMALAR	DOKUMA	15.478	0,004%
SİPARİŞİN DURDURULMASI	SATIŞ	3.487	0.001%
GECİKME TOPLAMI		3.482.659	100%
TOPLAM GEREKEN SEVK		27.040.164	
GECİKME ORANI		12,88%	
ZAMANINDA ÜRETİM		87,12%	

Bu miktar ve oranların oluşturduğu grafik Şekil 4.10'da gösterilmektedir:



Şekil 4.10. 2017 yılı Ocak-Aralık döneminde A kategorisi ürün tiplerinde bölümlerdeki sebep bazlı sipariş gecikmeleri miktar ve oran grafiği

4.5.3. Analiz aşaması

Proje kapsamında elde edilen veriler üzerinde düşünülerek, bölüm sorumlularıyla beraber işletmenin zamanında üretim oranını istenen seviyeye yükseltilmesi için nasıl aksiyon alınması gerektiği belirlenmektedir. Bu kapsamda kısa vadede iyileştirilebilecek noktalarda aksiyon alınması, iyileştirilmesi uzun vadeye yayılacak aksiyon almaların ise daha sonraki dönemlere bırakılmasına karar verilmektedir. İyileştirecek noktalar ise key olarak belirlenip iyileştirme çalışmalarına başlanmaktadır.

4.5.4. İyileştirme aşaması

Proje kapsamında, işletmenin ürün stokları ABC yöntemine göre analiz edilerek, 2017 yılındaki stoklarında hareket gören 1.552 kalem ürün tipi tespit edilmektedir. Bu

ürünlerin toplam tutarı 188.356.212 \$'dır. İşletme yöneticileri, A kategorisinde yer alan ürün tiplerinin büyük öneme sahip, yıllık getirisi yüksek olan ürün tipleri olması nedeniyle bu ürünlerin istenilen miktar, zaman, kalite ve fiyatta müşteride bulunmasını sağlamak zorundadır. Ayrıca bu kategoride yer alan ürünlerin tüketim seviyesi, stok düzeyi, emniyet stok düzeyi gibi değişkenler göz önünde bulundurulup, sürekli takip altında tutulması gerekmektedir.

ABC analizi felsefesi kapsamında iyileştirme çalışmalarında ilk olarak A kategorisinde bulunan ürün tipleri incelenmektedir. B kategorisinde bulunan ürünler ise üretim faaliyetlerinin kesintisiz yürütülmesinde gerekli olan ürün tipleri olarak kayıt altına alınmaktadır. Kategori A'ya göre daha az öneme sahip ancak bu ürünlerin de tüketim durumu ve diğer stok verilerinin izlenmesi ve kontrol edilmesi işletme açısından önem arz etmektedir. Kategori C'de yer alan ürünler ise müşteri taleplerini karşılamakta ihtiyaç duyulan ve periyodik olarak üretime alınan ve maliyeti düşük olan ürünlerdir.

Katma değeri en fazla olan ve işletme bünyesinde en önemli tipler olarak kayıt altına alınan A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde, beyin fırtınası sonucu puanlanan maddelerden sırasıyla en yüksek puanı alanlardan başlayarak iyileştirme safhası için aksiyonlar alınmaya başlanmaktadır. 2017 yılında işletme bünyesinde gerçekleşen aylık üretim verilerinden yola çıkılarak, on iki aylık dilimde ardışık olarak birbirini takip eden zamanında üretim oranı en yüksek olan 3 ayın ortalaması alınıp ortaya çıkarılan % 93 zamanında üretim oranını yakalamak için, yapılan iyileştirme faaliyetleri Tablo 4.7'de hangi bölümde yapıldığıyla beraber ayrıntısıyla açıklanmaktadır:

İşletme bünyesinde yapılan iyileştirmeler sonucu 2016 yılındaki, 2017 yılındaki ve 2018 yılını kapsayan zaman dilimindeki iade oranının azaltılmasını gösteren değerler Tablo 4.8'de gösterilmektedir:

İşletme bünyesinde, 2018 yılında iyileştirme faaliyetlerinin yoğun olarak başlatıldığı Mayıs ayından başlayarak devam eden ve Ekim ayı zaman dilimine dek olan sırasıyla ay bazındaki iade oranlarında yaşanan azalmayı gösteren değerler Tablo 4.9'da gösterilmektedir:

Tablo 4.7. 2017 yılı üretim verilerinden yola çıkılarak yapılan iyileştirme faaliyetleri

NEDENLER	GRUP	PUAN	İLGİLİ BÖLÜM	YAPILAN İYİLEŞTİRMELER
Ür-ge denemelerinde üretimin, olması gerekenle fiili durumunun farklı olması (Üretimin yürüyen prosesten yapılıp, ürün ağacının farklı proses tanımlanması ya da mamul üzerine finish yapılması)	İnsan	87	ÜRGE-İŞLETMELER	Ür-ge ve tüm bölümler, olması gerekenin dışında işletmelerde farklı proses yapılmaması konusunda uyarıldı. Bu durum fabrika müdürünün de direktifleriyle kesinlikle yasaklandı.
Ürün performans değerlendirme ve ürün onayı olmadan sipariş alınması	Metot	83	ÜRÜN YÖNETİMİ- ERP	ZCDPP004-Performans Takip Sistemi Raporu düzenlenerek, işletmelerle toplantılar yapılarak kullanım talimatı verildi. Tüm denemeler için onay şartı getirildi. Üretimin yapıldığı tüm işletmelerin deneme yorumları sisteme alınması sağlandı. Performansına onay verilmeyen tipler, Ürün Yönetimi tarafından aktif edilmemekte ve sipariş alınması sistemden engellenmektedir. Mevcut listede bulunan problemliler için red statüsü oluşturuldu. Sap sistemi üzerinden yapılan değişikliklerden sonra sistem kullanıma başlandı.
Finish Re-proseslerin fazla yapılması (Kaliteden+İşletme içi)	İnsan - Malzeme - Metot	83	FİNİŞ	Finish Re-proseslerin sebepleriyle alakalı bazı projeler yapıldı bazıları hala devam ediyor. Çalışmalar sonucu iade oranı azaltıldı.
Araya alınan siparişlerin kapasiteyi aşması ve diğer siparişleri geciktirmesi	İnsan	79	SATIŞ	Satış bölümüyle görüşülüp, kapasite fazlası araya sipariş alınmaması kararı alındı.
İşletmelerde asıl tip dahi olsa, renk deneme çalışmaları yapılması ve sonucun beklenmesi (çözgü ve finish)	Malzeme - Method	77	ÇÖZGÜ - FİNİŞ	Çözgü renk denemesinin hızlandırılması için çözgü bünyesine küçük örgü makinesi alınıp, renk denemeleri için kullanıldı. Çözgü renk denemelerinde problemliler tespit edilip, üretimde + toleranslar eklendi.

Tablo 4.7.(Devam) 2017 yılı üretim verilerinden yola çıkılarak yapılan iyileştirme faaliyetleri

NEDENLER	GRUP	PUAN	İLGİLİ BÖLÜM	YAPILAN İYİLEŞTİRMELER
Dokumada takım atma kapasitesinin dönemsel olarak yetersiz olması	Makine-İnsan	75	DOKUMA	<p>Yapılan iyileştirmeler;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tel sayısı ve tarak optimizasyonu yapıldı. 2. Sistemdeki ana veriler optimizasyona göre güncellendi. 3. Tarak kataloğu oluşturuldu 4. Mevcut ekip içerisinde bir takım ekibi daha kuruldu. 5. Dornier ve Picanol takım ekipleri birleştirildi. <p>Sonuç olarak; <u>Tarak optimizasyonu;</u> 97 adet tarak iptal edildi. 2018 yılında Ürge için atılan takım sayısı 9 aylık 338 adet, aylık ortalama 38 adet olmuştur. Bunların büyük kısmı iptal edilen tarak grubundan olup, optimizasyonla, katalog harici tarak tanımlanamayacağı için takım maliyetinde kazanç olacaktır.</p> <p><u>Tel sayısı optimizasyonu;</u> Çözümlü tel sayısı fazla çekilip, dokumada telefe ayrılan teller kazanıldı.</p> <p><u>Ekip kurulmasıyla;</u> Günlük kapasite Picanol-Dornier için 18 iken 24 e çıkarıldı. Salon bazlı yoğunlaşmalarda ortak ekip kullanılmaya başlandı.</p> <p><u>Tarak Optimizasyonu Detay:</u> Aktif listedeki tiplerin (Statü 0-1-2-3) tamamı olan 6.631 tip incelendi. Bu listeye göre ; Toplam tarak sayısı : 187 adet Aktif listeden iptal mamül tipler : 698 adet (Üretimi 3 yıldır yapılmayan yada çok az yapılan ve talebi olma ihtimali düşük tipler, Ürge ve Dokuma bölümleriyle tespit edildi) İptal edilecek tarak sayısı : 97 adet Birleştirilen taraklar : 17 adet Katalogda kalacak tarak sayısı : 187 – 97 – 17 = 73 adet Dokumada revize edilecek tipler : 383 adet (En bilgisi optimizasyonu- yakın zemin enleri ortak oldu) Birleştirilmesi düşünülen taraklar için üretim, sipariş ve en bilgileri kontrol edilerek, ilgili bölümlerce ortak karar alındı. Liste ilgili kişilerle paylaşıldı, optimizasyonun sürekliliğini sağlanmış olacak. Yeni tarak eklemeleri ise onay mekanizmasından geçerek açılacaktır.</p>

Tablo 4.7.(Devam) 2017 yılı üretim verilerinden yola çıkılarak yapılan iyileştirme faaliyetleri

NEDENLER	GRUP	PUAN	İLGİLİ BÖLÜM	YAPILAN İYİLEŞTİRMELER																																				
Dokumada takım atma kapasitesinin dönemsel olarak yetersiz olması	Makine-İnsan	75	DOKUMA	<p>Tel sayısı optimizasyonu detay:</p> <p>Sistemdeki W.. Kodların tümü : 1.552 adet</p> <p>ABC analizi ile belirlen A kategorisi tip sayısı : 281 adet</p> <p>50 tel altı düzeltilen : 167 çözü</p> <p>Dokuma tel sayısı, çözgü tel sayısı eşitlenen : 97 adet</p> <p>Yeni çözgü kodu açılan : 28 adet</p> <p>50 tel üstü düzenlenecek : 8 adet (denemeleri yapılarak geçilecek)</p> <p><u>Tel sayısı optimizasyonu (50 tel altı)</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>50 TEL ALTI</th> <th>Üretilen MT</th> <th>İplik KG</th> <th>1 kg İplik USD</th> <th>Toplam USD</th> <th>Toplam TL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 aylık</td> <td>3.446.295</td> <td>2.667</td> <td>3,65</td> <td>9.733</td> <td>53.530</td> </tr> <tr> <td>YILLIK</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>71.374</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Tel sayısı optimizasyonu (Yeni çözgü kodu)</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>YENİ ÇÖZGÜ KODU</th> <th>Üretilen MT</th> <th>İplik KG</th> <th>1 kg İplik USD</th> <th>Toplam USD</th> <th>Toplam TL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 aylık</td> <td>146.246</td> <td>406</td> <td>3,65</td> <td>1.483</td> <td>8.158</td> </tr> <tr> <td>YILLIK</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9.790</td> </tr> </tbody> </table>	50 TEL ALTI	Üretilen MT	İplik KG	1 kg İplik USD	Toplam USD	Toplam TL	10 aylık	3.446.295	2.667	3,65	9.733	53.530	YILLIK					71.374	YENİ ÇÖZGÜ KODU	Üretilen MT	İplik KG	1 kg İplik USD	Toplam USD	Toplam TL	10 aylık	146.246	406	3,65	1.483	8.158	YILLIK					9.790
50 TEL ALTI	Üretilen MT	İplik KG	1 kg İplik USD	Toplam USD	Toplam TL																																			
10 aylık	3.446.295	2.667	3,65	9.733	53.530																																			
YILLIK					71.374																																			
YENİ ÇÖZGÜ KODU	Üretilen MT	İplik KG	1 kg İplik USD	Toplam USD	Toplam TL																																			
10 aylık	146.246	406	3,65	1.483	8.158																																			
YILLIK					9.790																																			

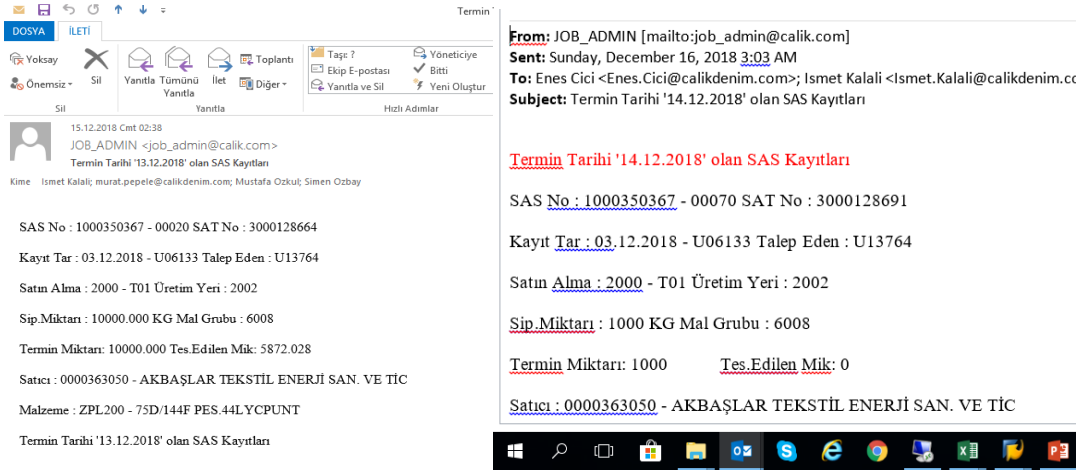
Tablo 4.7.(Devam) 2017 yılı üretim verilerinden yola çıkılarak yapılan iyileştirme faaliyetleri

NEDENLER	GRUP	PUAN	İLGİLİ BÖLÜM	YAPILAN İYİLEŞTİRMELER
Tip çeşitliliğinin fazla olması	İnsan	75	ÜRGE - ÜRÜN YÖNETİMİ	Deneme havuzu için çalışmalar yapıldı ve süreç devam ediyor. Tel sayısı optimizasyonu ile gruplar kısıtlandı.
Hammadde tedarikinde yaşanan gecikmeler	Metot - İnsan	73	İPLİK TEDARİK - İŞLETMELER - SATIN ALMA	Dışarıdan tedarik edilen ipliklerin ZCDMM0028 raporunda iplik termin-fiili geliş tarihleri kıyaslanmaya başlandı. Termine 1 hafta kala otomatik mail atılması sağlandı. Eğitim verilip, kullanıma başlandı.
Ana verilerde kalite oranı, çekim ve büzülme değerlerinin güncel olmaması nedeniyle malzeme ihtiyacının hatalı olması				<ol style="list-style-type: none"> 1. Tüm aktif tipler kontrol edildi, ABC Analizine göre toplam talebin çoğunluğunu oluşturan A kategorindeki 281 ürün tipinde hatalı olan tipler, alınan güncel verilere göre düzeltildi. 2. Ağır Apreli Pentek = 18 , Kıvrılma Önleyici Apreli Pentek = 30 , Diğer Tipler = 15 olarak sistemde güncellendi. 3. Tam değerler için ölçüm yapılmaya başlandı, fiili çekimler sisteme alınmaya başlandı. 4. Dokuma çözgü büzülmelerinin kontrolü ve güncelliği için çalışmalar devam etmektedir. 5. Ana verilerin üretim esnasında fiili çekim ve büzülme değerlerinin güncellenmesi için çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir. <p>Sonuç olarak; Fire oranları fiiliye yakın değerler şeklinde güncellendi. MRP raporlarında malzeme ihtiyaçları fiiliye yakın çıktığı için eksik üretim ve fazla üretimler minimize edildi.</p>

Tablo 4.7.(Devam) 2017 yılı üretim verilerinden yola çıkılarak yapılan iyileştirme faaliyetleri

NEDENLER	GRUP	PUAN	İLGİLİ BÖLÜM	YAPILAN İYİLEŞTİRMELER
Standart dışı ikinci kalite ürünler çıkması ve yeniden üretim gerekliliği (Standart dışı 2K oranlarının bildirilmemesi)	Method - İnsan	63	TÜM İŞLETMELER	Kalite sapmaları (kimlik-fiili) günlük otomatik mail atılarak, gecikmeye sebep olacak üretimler için anında aksiyon alınmaya başlandı. Bu iyileştirmeyle beraber aksiyonlar daha hızlı alınmaya başlandı.
Özellikli ürünlerde kontrol mekanizmasının eksikliği	Malzeme	57	TÜM İŞLETMELER	Ürün performans raporuyla tüm ürünler kontrol altına alınmış olacak.
Bölümlerin verilen programlara uymaması	İnsan	55	TÜM İŞLETMELER	Uyarılar yapıldı ve sıkı takip sonucu istenen koordinasyon sağlandı.
Kalitede test işlemlerinin uzun sürmesi ve sorunlu renklerin geç bildirilmesi	İnsan	55	KALİTE - LAB	Kullanım kararı 1 vardiya iken, eleman alımı yapmadan her vardiyanın ustaları tarafından yapılmaya başladı. Renk değerlendirme 2 vardiyadan 3 vardiyaya çıkarıldı. (+1 personel alımı yapıldı) <u>Sonuç olarak:</u> 1. Renk verilme işlemi gece vardiyası da yapılarak, geç gelen üretimlerde sevkiyatın ertesi güne yetişmesi sağlandı. 2. Kullanım kararı verilme işlemi 3 vardiya da yapılarak, geç gelen üretimlerde sevkiyatın ertesi güne yetişmesi sağlandı. İlk üretimler hariç, tüm üretimlerin laboratuvar sonucu beklemeden kalite yıkamasına göre sevk olması için çekme sistemi oluşturuldu. Bunun yanında Quick Wash (hızlı yıkama makinesi) için gerekli denemeler yapılarak alımı yapıldı. Bu makineyle özel müşteri test süreleri kılacak. Laboratuvar yıkamaları 3 evre yıkama olduğu için çok uzun sürmekteydi, bu makineyle beraber bu süreler kısaltılmış oldu.
Süre Analizi yapılması ve bekleme noktalarına önlem alınması	İnsan	53	ERP-PLANLAMA	Zaman etüdü ekibi ile beraber program tamamlanarak, bekleme süreleri uzun olan üretim partileri tespit edilip, nedenlerine bakılıp aksiyon alınabilen süreçlerde önlemler alındı.

Tablo 4.7.(Devam) 2017 yılı üretim verilerinden yola çıkılarak yapılan iyileştirme faaliyetleri

NEDENLER	GRUP	PUAN	İLGİLİ BÖLÜM	YAPILAN İYİLEŞTİRMELER
İplik tedarikindeki gecikmeler	İNSAN	72	İPLİK TEDARİK-İŞLETMELER-SATIN ALMA	<p>İyileştirmeler</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dışarıdan tedarik edilen ipliklerin zamanında gelmesi için ZCDMM0028 raporu düzenlendi. 2. Termine 1 hafta kala iplik satın alma takipçilerine ve iplik planlamaya otomatik mail atılması sağlandı. 3. İlgili firmalarla görüşülerek termininde gelmesi için bildirimlerde bulunmaktadır. 4. İplik geldiğinde de fiili geliş tarihleri ile termin kıyaslanıp gecikmeler varsa otomatik mail atılmakta ve incelenip firmalarla görüşülmektedir. Sonuç olarak dışarıdan tedarik edilen iplikler için firmalar önceden yönlendirilerek ipliğin zamanında gelmesi sağlandı. Kontrol ve yaptırım gücüm arttırıldı. Yapılan bu iyileştirme Şekil 4.11'de gösterilmektedir:  <p>Şekil 4.11. Sap programında yapılan değişikliğin görüntüsü</p>

Tablo 4.8. Yıllar bazında iade oranının azaltılması

İADE ORANI (%) (2016-2017-2018)			
	2016	2017	2018
ÜRETİM METRAJİ	35.572.616	43.302.227	33.697.425
İADE METRAJİ	3.577.046	4.186.420	2.493.884
İADE ORANI	10,06	9,67	7,4

Tablo 4.9. Aylar bazında iade oranının azaltılması

İADE ORANI (%) (2018 MAYIS-EKİM)							
	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	2018
ÜRETİM METRAJİ	4.280.756	3.258.611	3.730.476	2.190.113	3.319.586	1.182.725	33.697.425
İADE METRAJİ	285.036	211.417	199.523	128.208	253.052	81.502	2.493.884
İADE ORANI(%)	6,66	6,49	5,35	5,85	7,62	6,89	7,4

4.5.5. Kontrol aşaması

Zamanında üretim oranı, işletme bünyesinde planlama bölümünün hedeflerinde bulunmakta olup, aylık düzenli bir şekilde kontrol edilmekte ve gecikme nedenleriyle beraber SAP sisteminde kayıt altına alınmaktadır.

Yapılan kaizen çalışmalarından sonra A kategorisinde bulunan ürün tiplerine ait, 2018 yılı Ocak- Aralık ayları üretim verileri Tablo 4.10’da verilirken, A kategorisi ürün grubuna ait 2018 yılındaki bölüm bazlı gecikmeler Tablo 4.11’de, aynı zaman dilimindeki sebep bazlı gecikmeler Tablo 4.12’de verilmektedir:

Projeye başlamadan önce A kategorisi ürün tiplerinde 2017 Ocak-Aralık aylarında gerçekleşen zamanında üretim oranı 87,12 %, gecikme oranı ise 12,88 % olarak gerçekleştiği görülmektedir. Yapılan iyileştirme faaliyetleri ile beraber 2018 Ocak-Aralık aylarında gerçekleşen zamanında üretim oranı 92,08 %, gecikme oranı ise 7,92 % olarak gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 4.10. 2018 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerindeki üretim verileri

2018	2017 ORT.	2018 ORT.	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Zamanında üretim metrajı	23.557.505	25.598.192	2.241.589	1.782.822	2.262.395	2.190.596	2.478.441	1.843.120	1.774.666	1.797.061	2.282.493	2.118.939	2.318.048	2.508.022
Toplam sevkiyat metrajı	27.040.164	27.801.607	2.513.379	2.136.214	2.461.762	2.418.875	2.620.962	1.940.675	1.908.856	1.875.456	2.433.719	2.314.609	2.531.751	2.645.349
Zamanında üretim oranı (%)	87,12%	92,08%	89,18%	83,46%	91,9%	90,56%	94,56%	94,97%	92,97%	95,81%	93,79%	91,54%	91,56%	94,8%
Gecikme oranı	12,88%	7,92 %	10,82%	16,54%	8,1%	9,44%	5,44%	5,03%	7,03%	4,19%	6,21%	8,46%	8,44%	5,2%

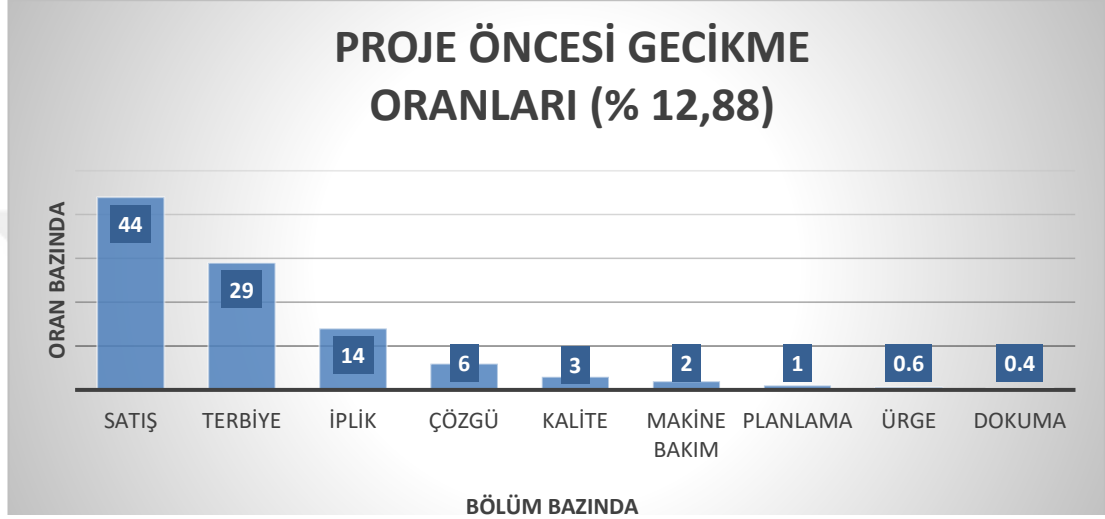
Tablo 4.11. 2018 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan bölüm bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları

2018 Ocak-Aralık Aylarında A kategorisine Ait Ürün Tiplerindeki Bölüm Bazlı Gecikmeler		
Bölüm	Miktar(metre)	%
TERBİYE	879.671	40%
İPLİK	431.276	20%
SATIŞ	326.562	15%
ÇÖZGÜ	180.307	8%
DOKUMA	136.219	6%
MAKİNE BAKIM	128.191	6%
KALİTE	63.900	3%
PLANLAMA	33.051	2%
ÜRGE	24.238	1%
GENEL TOPLAM	2.203.415	100%
TOPLAM SEVK	27.801.607	
GEÇİKME ORANI	7,92%	
ZAMANINDA ÜRETİM	92,08%	

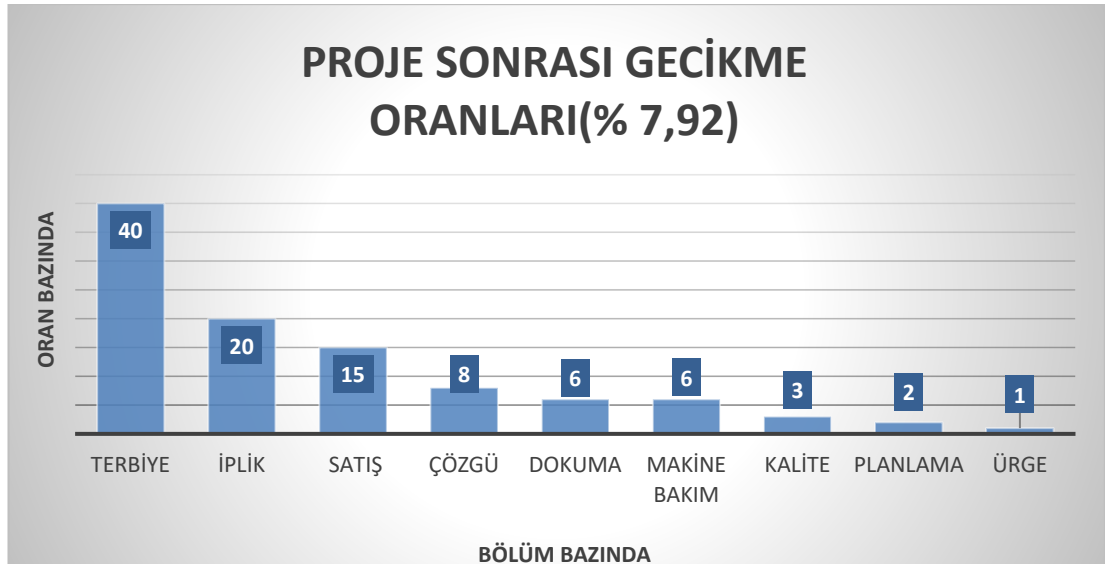
Tablo 4.12. 2018 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerinde yaşanan sebep bazlı sipariş gecikmelerinin miktar ve oranları

2018 OCAK - ARALIK AYLARINDA SEBEP BAZLI GECİKMELER			
SEBEP	BÖLÜM	MİKTAR(METRE)	ORAN
ARAYA ALINAN SİPARİŞ	SATIŞ	321.245	14,58
TERBİYE İŞLETMEYE İADE	TERBİYE	307.885	13,97
İPLİK ÜRETİMİNDEKİ GECİKME	İPLİK	301.893	13,70
TERBİYE HATALARI	TERBİYE	228.715	10,38
TERBİYE DENEME ÇALIŞMALARI	TERBİYE	137.229	6,23
DOKUMA KAYNAKLI AKSAMALAR	DOKUMA	136.219	6,18
MAKİNA ARIZASI	BAKIM	128.191	5,82
TERBİYE RENK	TERBİYE	122.373	5,56
BOYA RENK	ÇÖZGÜ	99.169	4,50
İPLİK KALİTESİZLİĞİ	İPLİK	90.568	4,11
TERBİYE KAPLAMA	TERBİYE	83.469	3,78
KALİTENİN PROGRAMA UYMAMASI	KALİTE	49.203	2,23
BOYA DENEME ÇALIŞMALARI (ÇÖZGÜ)	ÇÖZGÜ	48.683	2,21
İPLİK TEDARİĞİNDEKİ GECİKME	İPLİK	38.815	1,76
PLANLAMA KAYNAKLI AKSAMALAR	PLANLAMA	33.051	1,5
ÇÖZGÜ BOYU İZ	ÇÖZGÜ	32.455	1,48
ÜRGE KİMLİK HATASI	ÜRGE	24.238	1,1
2.KALITE	KALİTE	14.697	0,7
SİPARİŞİN DURDURULMASI	SATIŞ	5.317	0,2
GECİKME TOPLAMI		2.203.415	100%
TOPLAM GEREKEN SEVK		27.801.607	
GECİKME ORANI		7,92 %	
ZAMANINDA ÜRETİM		92,08 %	

Kaizen iyileştirmelerine başlamadan önce, 2017 Ocak-Aralık zaman dilimindeki A kategorisinde bulunan ürün tipleri için bölüm bazlı gecikme oranlarından ortaya çıkarılan proje öncesi gecikme oran grafiği Şekil 4.12’de, kaizen iyileştirmeleri yapıldıktan sonra, 2018 Ocak-Aralık zaman dilimindeki A kategorisinde bulunan ürün tipleri için bölüm bazlı gecikme oranlarından ortaya çıkarılan proje sonrası gecikme oran grafiği Şekil 4.13’te gösterilmektedir:



Şekil 4.12. 2017 Ocak-Aralık dönemine ait A Kategorisi ürün tiplerindeki proje öncesi gecikme oranları grafiği



Şekil 4.13. 2018 Ocak-Aralık dönemine ait A Kategorisi ürün tiplerindeki proje sonrası gecikme oranları grafiği

Altı Sigma projesine başlamadan önce, A kategorisi ürün tiplerindeki zamanında üretim oranı ve sipariş doluluk oranı ile Altı Sigma projesini uyguladıktan sonraki A kategorisi ürün tiplerindeki zamanında üretim oranları ve sipariş doluluk oranları Tablo 4.13'te gösterilmektedir:

Tablo 4.13. İşletmenin iyileştirmeden önceki 2017 yılına ait ve iyileştirmeden sonraki 2018 yılına ait zamanında üretim oranı ve sipariş doluluk oranlarının kıyaslanması

AYLAR	Zamanında Üretim Oranı	Sipariş Doluluk Oranı
2017/1	89,92%	63,89%
2017/2	93,41%	72,22%
2017/3	93,81%	95,75%
2017/4	92,49%	101,40%
2017/5	87,33%	103,80%
2017/6	91,01%	103,70%
2017/7	86,60%	104,60%
2017/8	81,27%	104,00%
2017/9	86,03%	99,50%
2017/10	73,74%	105,80%
2017/11	81,47%	99,70%
2017/12	90,17%	93,00%
2018/1	89,18%	99,90%
2018/2	83,46%	99,60%
2018/3	91,9%	99,07%
2018/4	90,56%	101,24%
2018/5	94,56%	102,72%
2018/6	94,97%	101,01%
2018/7	92,97%	99,32%
2018/8	95,81%	77,71%
2018/9	93,79%	82,91%
2018/10	91,54	101,77
2018/11	91,56	68,60
2018/12	94,8	70,82

Bu tablodan da anlaşılacağı üzere projenin getirisi işletme için istenilen seviyededir. 2018 yılında A kategorisi ürün tiplerindeki siparişlerin bir önceki yılın aynı dönemlerine göre artmasına paralel olarak zamanında üretim oranında da artmış olması projenin en büyük kazanımlarından biridir. Altı Sigma projesine başlamadan önce işletmenin A kategorisi ürün tipleri için 2017 Ocak-Aralık dönemindeki zamanında üretim oranı %87,12; gecikme oranı 12,88 iken, yapılan kaizen çalışmaları neticesinde 2018 Ocak-Aralık dönemindeki zamanında üretim oranı %92,08'e yükseltildiği, gecikme oranının ise %7,92 seviyesine düşürüldüğü görülmektedir.

Projenin İşletmeye Sağladığı Katkılar

Başarılı bir şekilde uygulanan Altı Sigma projesinin firmaya sağladığı katkıları aşağıdaki maddeler halinde açıklamak mümkündür:

- ✓ Zamanında üretim oranının artırılmasıyla oluşan müşteri memnuniyeti,
- ✓ Birinci kalite üretim olmasına rağmen müşterinin istemediği kumaşlardan doğacak üretim maliyetinin kazanımı,
- ✓ İkinci kalite oranlarının düşürülmesiyle gerçekleşen maliyetlerin kazanımı,
- ✓ Yeniden üretim maliyetinin ve re-proses maliyetinin kazanımı,
- ✓ İplik tüketiminin azalması ve dolayısıyla iplik oluşumunda gerekli olan hammadde kullanımının ve işçiliğın ortadan kaldırılması,
- ✓ Uçak yüklemelerinin azaltılmasından doğan kazanım,
- ✓ Reklamasyonlardan doğacak maliyetlerin kazanımıdır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Zamanında üretim oranının istenilen seviyede olmamasından dolayı işletmenin müşterilere karşı olan sorumluluğunu zamanında yerine getirememesi durumu süregelen bir sorun ve üzerinde önemle durulması gereken hassas bir nokta olarak görülmektedir. Bu sorun müşteri sipariş teslimatlarının gecikmesinde önemli problemlerden biri olarak göze çarpmaktadır. Yapılan bu çalışmayla problemin tanımı ve büyüklüğü net olarak ortaya konulmakta ve hedefler belirlenmektedir. Süreç ile ilgili somut verilerin toplanması için çalışmalar yapılarak, bu verilerden problemin kök nedenleri tespit edilmektedir. Süreç, iş akışındaki ilk operasyondan itibaren bir bütün olarak ele alınarak, işletmedeki bölüm sorumluları proje içerisine dahil edilip ortak bir sinerji yaratılarak problem çözülmektedir.

Problemin Altı Sigma yaklaşımı ile ele alınmasıyla, öncelikle izlenecek adımlar tüm proje ekibinin aklında net olarak tanımlı hale getirilmektedir. Kök nedenlere odaklanma ve bu nedenleri sayısal veriler ile destekleme sayesinde, problemden alakasız alanlara kaymanın ve boşa enerji harcamanın, dolayısıyla problemin çözümsüz hale gelmesinin önüne geçilmektedir. Sonuç olarak Altı Sigma yaklaşımıyla süregelen ve çok zor gibi gözükken bir problem başarı ile çözülmektedir.

Yapılan bu uygulama ile bir şirketteki Altı Sigma yaklaşımının uygulaması tüm adımları ile gösterilerek, teorik bilgilerin uygulama aşamasında nasıl kullanılacağı, her fazın uygulamasında nelere dikkat edileceği, verilerin içerisinde bulunan süreçlerden nasıl toplanıp Altı Sigma süreci içinde değerlendirilerek çözüme ulaşılabileceği anlatılmaktadır.

Bu uygulama ile bir şirketin proje yönetimi tüm adımları ile analiz edilerek aktarılmaktadır. Proje kapsamında iyileştirme faaliyetleri için yapılan yatırımların geri dönüşü proje bitiminde ve sonraki zaman diliminde çok hızlı bir şekilde alınarak, bu durum üst yönetim tarafından takdirle karşılanıp, proje ekibi hak ettiği şekilde ödüllendirilmektedir.

Ülkemizdeki firmaların Altı Sigma felsefesini benimseyip, tüm süreçlerinde aktif bir şekilde kullanması dünya firmalarıyla rekabet etme şanslarını artıracaktır. Bu felsefeyle beraber yüksek kalite ve uygun fiyatta ürün ve hizmetleri sağladıklarından piyasada aranılan firmalar haline geleceklerdir. Bu yüzden firmalar Altı Sigma yaklaşımına büyük ilgi duymaktadırlar. Bu metodolojiyi şirket bünyelerine dâhil edebilmek için büyük insan kaynağı yatırımı yapmaktadırlar. Şirket yöneticileri için, Altı Sigma yaklaşımına hâkim kişiler hem işe alım hem de terfi süreçlerinde fark yaratmaktadır.

Şirketlerin insan kaynağı ihtiyacını karşılayan en önemli kurumlar olan üniversitelerin, bu yönde ortaya çıkmış talebi değerlendirerek öğrenim planlamalarında Altı Sigma'ya çok daha fazla yer ayırmaları gerekmektedir. Ayrıca her yöntem gibi Altı Sigma felsefesi de sürekli gelişmekte, diğer sistemler ile entegre edildiğinde yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Üniversitelerin bu yeniliklere öncülük ederek sanayi şirketlerini yönlendirmeleri, ülkemizde endüstrinin gelişmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca gerek üretim sektöründeki gerekse de hizmet sektöründe bulunan işletmelerde bölüm ayırmadan yapılan projelerde Altı Sigma felsefesinin bütün adımlarıyla kapsamlı olarak uygulanması gerekmektedir.

Altı Sigma projesine başlamadan önce işletmenin A kategorisi ürün tipleri için 2017 Ocak-Aralık dönemindeki zamanında üretim oranı %87,12; gecikme oranı 12,88 iken, yapılan kaizen çalışmaları neticesinde 2018 Ocak-Aralık dönemindeki zamanında üretim oranı %92,08'e yükseltildiği, gecikme oranının ise %7,92 seviyesine düşürüldüğü görülmektedir. Bu durum işletmenin piyasadaki hâkimiyetini ve var olma gücünü oldukça artırmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Immaneni A., McCombs A., Cheatham G., Andrews R., Capital one Banks on Six Sigma for Strategy Execution and Culture Transformation, *Global Business and Organizational Excellence*, 2007, **26**(6), 43-54.
- [2] Saleh M.S., Alrabiah A., Bakry S.H., Using ISO 17799 2005 Information Security Management: A Stope View with Six Sigma Approach, *International Journal of Network Management*, 2007, **17**(1), 8597.
- [3] Tang L.C., Goh T.N., Lam S.W., Zhang C.W., Fortification of Six Sigma: Expanding the Dmaic Toolset, *Quality and Reliability Engineering International*, 2007, **23**(1), 3-18.
- [4] Mehdi M.A., Nabi A., Six Sigma Implementation In A Manufacturing Organization, *Technical Journal, University of Engineering and Technology Taxila*, 2007, **12**(6), 58-63.
- [5] French C.M., Duplancic N., Ground Water Monitoring & Remediation, *Journal of the Association of Ground Water Scientist and Engineers*, 2006, **26**(2), 58-61.
- [6] Aksoy E., Dinçmen M., Süreç Mükemmelliği İçin Bilginin Yönetilmesi: Bilgi Odaklı Altı Sigma, *İtü Dergisi*, 2008, **7**(5), 97-106.
- [7] Çelebi S., Müşteri Odaklı Altı Sigma ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 223734.
- [8] Eckes G., *Herkes İçin Altı Sigma*, 2.Baskı, Mediacat Yayınları, İstanbul, 2005.
- [9] Markarian J., What is Six Sigma?, <http://www.isixsigma.com/newto-six-sigma/getting-started/what-six-sigma>, (Ziyaret tarihi:10 Mayıs 2018).
- [10] Sokovic M., Pavletic D., Application of Six Sigma Methodology for Process Design, *Journal of Materials Processing Technology*, 2005, **162**(163), 777-783.
- [11] Işığışok E., *Altı Sigma Kara Kuşaklar için Hipotez Testleri Yol Haritası*, 1.Baskı, Marmara Kitapevi Yayınları, İstanbul, 2011.
- [12] Dağlıoğlu G., İnal C., Tamer Aksoy K., Scope M., Journal Management System, What is Six Sigma?, *Journal of Archives Medical Review*, 2009, **18**(2), 132-139.
- [13] Tekin M., *Toplam Kalite Yönetimi*, 8. Baskı, Babil Kitap, İstanbul, 2013.

- [14] Kasa H., Altı Sigma Gerçeği, *Kalder Altı Sigma Paylaşım Sempozyumu*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 28 Mart 2003.
- [15] Tomkins R., GE Beats Expected 13% Rise, *Financial Times Magazine*, 1997, **6**(2), 22-28.
- [16] Harry M.J., Six Sigma: A Breakthrough Strategy for Profitability, Quality Progress, *Six Sigma Academy*, 1998, **31**(5), 60-64.
- [17] Ravichandran J., Setting Up a Quality Specification, *Six Sigma Forum Magazine*, 2000, **5**(2), 26-30.
- [18] Ataş B., Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı ve Isı Üretim Sürecinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2001, 114413.
- [19] Gürsakal N., *Altı Sigma: Müşteri Odaklı Yönetim*, 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2005.
- [20] Pande S.P., Neuman R.P., Cavanagh R.R., *Six Sigma Yolu*, (Çev.: Güder N., Tokcan G.), 2.Baskı, Klan Yayınları, İstanbul, 2012.
- [21] Gürsakal N., *Betimsel İstatistik*, 4. Baskı, Dora Yayıncılık, Bursa, 2015.
- [22] Mikel J.H., *The Nature of Six Sigma Quality*, 8th ed., Motorola University Pres, New York, 1997.
- [23] SPAC., *Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?*, 1.Baskı, S.P.A.C. Danışmanlık Şirketi Yayınları, Ankara, 2003.
- [24] Snee D.R., Six Sigma Improves Both Statistical Training and Processes, *Quality Progress*, 2000, **33**(10), 68-72.
- [25] Argüden Y., Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi, *İş, Güç Bakış- İş Yaşamı Dergisi*, 2002, **4**(6), 23-48.
- [26] Arıtürk T., Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik, Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanması, *Altı Sigma Forum Dergisi*, 2006, **2**(7), 23-31.
- [27] Işığışık E., Altı Sigma Kara Kuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası, *Sigma Center Yönetim Sistemleri Sempozyumu*, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 21 Aralık 2005.
- [28] Işığışık E., Mükemmelliğe Giden Yolda Altı Sigma Töaik (Dmaic) Modeli, *Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi*, İnönü Üniversitesi, Malatya, 17 Mayıs 2007.
- [29] Baş T., *Altı Sigma*, 5.Baskı, Kalite Ofisi Yayınları, İstanbul, 2003.
- [30] Dave N., How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints, *Quality Progress*, 2002, **35**(3), 73-78.

- [31] Kansoy O., Dirgar E., Altı Sigma Nedir?, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 2008, 4(1), 14-23.
- [32] Oymak B., Altı Sigma Yönteminin Zeytinyağı Sektöründe Bir Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, 2015, 394925.
- [33] Güngör N., Kalite Fonksiyonu Göçerimi (QFD): Ulaşım Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2015, 422931.
- [34] Quality Control Circles (QCC), *Yönetim Geliştirme Merkezi Seminer Notları*, İstanbul, 1984.
- [35] Yenersoy G., *Endüstri Mühendisliğinde Üretim Planlama Kontrol: Envanter Yönetimine Giriş ve Temel Kavramlar*, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2011.
- [36] Nesipoğlu D., Altı Sigma Yaklaşımı, Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul, 2003.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Karabulut M.**, Kumru Yıldız P., Six Sigma Methodology and an Application in the Textile Sector, *Kocaeli Journal of Science and Engineering*, (Kabul edildi.)



ÖZGEÇMİŞ

Murat Karabulut 1990'da Malatya'nın Pütürge ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Malatya'da tamamladı. 2009 yılında girdiği Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2014 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2014 Kasım ayında zorunlu askerlik görevine başlayarak, 2015 Mayıs ayı itibariyle vatani görevini tamamlayarak ordudan terhis oldu. 2015-2017 yılları arasında Edirne ilinde bulunan Üçkardeşler Tekstil İşletmesi'nde Üretim Mühendisi olarak iş yaşamına başladı. 2017 Şubat ayı itibariyle Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Yüksek lisans öğreniminin ders aşamasını tamamladıktan sonra 2018 Şubat ayı itibariyle Malatya ilinde bulunan Çalık Denim İşletmesi'nde Üretim Planlama Mühendisi olarak yeni görevine başladı ve bu pozisyondaki görevine devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilen Murat Karabulut bekârdır.