

**ALTI SİGMA PROJE UYGULAMALARININ İŞLETMELERİN
KAZANIMLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

MEHMET ALTUĞ

**DOKTORA TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2010
ANKARA**

**ALTI SİGMA PROJE UYGULAMALARININ İŞLETMELERİN
KAZANIMLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

MEHMET ALTUĞ

**DOKTORA TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2010
ANKARA**

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mehmet ALTUĞ

**ALTI SİGMA PROJE UYGULAMALARININ İŞLETMELERİN
KAZANIMLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ
(Doktora Tezi)**

Mehmet ALTUĞ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2010

ÖZET

Altı Sigma; milyon işlemde 3,4 hata ve mükemmele yönelik anlayışıyla ve bir çok işletmenin elde ettiği başarılı sonuçlar nedeniyle de günümüzün en etkili yaklaşımıdır.

Bu çalışma; İmalat sanayinde faaliyet gösteren 11 işletmenin, Altı sigma proje uygulamalarının anket yoluyla incelenmesi ve bu uygulamaların analizlerini içermektedir. Bu analizler neticesinde işletmelerin altı sigma proje uygulamaları öncesi ve sonrası arasında bir karşılaştırma yapılarak ekonomik ve teknik olarak işletmelerin kazanımları belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara Minitab programında ANOVA ve Korelasyon analizleri uygulanmıştır.

Bu çalışmada sonucunda; en etkili stratejik hedeflerin; Müşteri tatmini ve Gelir elde etmek olduğu, üst yönetimin desteğinin vazgeçilmez olduğu, maliyetlerde azalma, kalite ve verimlilikte artış olduğu, kara kuşak sahibi insan kaynaklarının arttığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca altı sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin, bilinçli proje seçimi ve bulgu/veri eksikliği olduğu belirlenmiştir. Başarılı Altı Sigma projelerinin ortalama sürelerinin 6 ay ile 12

ay arasında olduğu ve elde edilen ekonomik kazancın, proje maliyetinden fazla olduğu ve kar sağlandığı sonucuna varılmıştır. En etkili istatistiksel araçların pareto diyagramı, ANOVA ve sebep-sonuç diyagramları olduğu belirlenmiştir. Altı Sigma uygulamalarının beş yıl öncesinden günümüze kadar çok büyük bir hızla arttığı ve işletmelerin bu artışı ar-ge ve Altı Sigma koordinatörlüğü ile yürüttükleri belirlenmiştir. İşletmelerde uygulanan projelerin tamamlanma süreleri, projelerin getirilerinin bilançolarda ölçülebilme durumu ve Altı sigma çalışmalarını geliştiren bağımsız birimlerinin olup olmadığı birlikte değerlendirilmiştir. Bu bağlamda projelerin maliyetlerinin karşılanması, kar sağlanması ve bu sonuçların bilançolarda ölçülebilmesi, bu projelerin öngörülen sürelerde tamamlanması ile kesinlikle ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bilim Kodu : 708.3.028

Anahtar Kelimeler : Altı sigma, Süreç iyileştirme

Sayfa Adedi : 142

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Muammer NALBANT

**COMPERATIVE ANALYSIS OF SIX SIGMA PROJECT
APPLICATIONS IN TERM OF FIRMS GAINS
(Ph. D. Thesis)**

Mehmet ALTUĞ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
January 2010**

ABSTRACT

Firms, in their intense competitive conditions, they can survive and progress in order to process, reducing costs and raising quality, re-configure. In these context, firms, applications are oriented toward more perfect. Six sigma; 3,4 defect per million and perfect orientation with an understanding of the firms to obtain successful results due today is the most effective approaches.

This study; Manufacturing industry operating 11 firms, six sigma Project implementation through surveys and analysis of these applications include analysis. Pursuant to this analysis, six sigma project management practices before and after making a comparison between the economic and technical achievements have been identified as a business. Findings obtained in the ANOVA and correlation analysis were applied Minitab program.

As a result of this study, the most effective strategic aims, customer satisfaction and revenue are to obtain upper management support is indispensable, cost reduction, quality and efficiency is increased, land-generation owner of human resources was concluded that increased. In addition, the factors that hampered implementation of six sigma, conscious selection of projects and findings /data

that have been identified a deficiency. The average time of successful Six sigma projects to be between 6 months and 12 months and the resulting economic benefits, project costs more than it was concluded that it was provided and profits. Most effective statistical tools pareto diagram, cause-effect diagrams and the ANOVA was determined. Six sigma practices as five years ago today that a very large and rapidly increasing, this increase in business R&D conducted with the coordination and six sigma has been identified. Time to completion of projects implemented in firms, project status and the return of the balance sheet can be measured in the six sigma improvement efforts, whether individual units have been evaluated together. In this context, the cost of project is met, profit and balance sheets of these results can be measured in this project to be completed in the prescribed period was concluded to be associated with strictly.

Science Code : 708.3.028

Key Words : Six sigma, Process improve

Page Number : 142

Adviser : Prof. Dr. Muammer NALBANT

TEŞEKKÜR

Çalışmanın tüm aşamalarında değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, yapıcı desteğini ve birikimini benimle paylaşan hocam Sayın Prof. Dr. Muammer NALBANT'a teşekkür ederim. Çalışmaların değerlendirilmesi ve izlenmesi için değerli zamanlarını ayıran ve tecrübelerinden her zaman faydalandığım hocam Sayın Prof. Dr. Ulvi ŞEKER'e ve Sayın Prof. Dr. H.Güçlü YAVUZCAN'a teşekkür ederim.

Altı sigma uygulayan işletmelerin seçiminde, çalışmanın uygulanmasında ve verilerin analizinde desteğini esirgemeyen, S.P.A.C Danışmanlık'tan Uzman Kara Kuşak Tümer ARITÜRK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında çeşitli sebeplerle yardımda bulunan diğer tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Doktora çalışmalarım sırasında, sabırla sıkıntıları aşamamda her zaman yanımda olan ve desteğini esirgemeyen eşim Tuğba ALTUĞ'a ve her şey için Annem ve Babama şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ	1
2. ALTI SİGMA VE TEMEL KAVRAMLAR.....	3
2.1. Altı Sigma'nın Tanımı	3
2.2. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi	4
2.3. Değişkenlik ve Altı Sigma	5
2.4. Yönetim Felsefesi Olarak Altı Sigma	7
2.5. İstatistiksel Ölçüm Olarak Altı Sigma	7
2.6. Altı Sigma Hesaplama Yöntemleri	10
2.6.1. Hatalı parça sayısı yöntemi	10
2.6.2. Fırsatlar ve hatalar yöntemi	11
2.6.3. Hata oranlarının (DPMO veya PPM) sigma kalite düzeyi birimine dönüştürme yöntemi	11
2.7. Süreç Yetenek ve Performans Endeksleri	12
2.7.1. Cp süreç potansiyel endeksi	12
2.7.2. Cpk fiili yeterlilik endeksi	13

Sayfa

3. ALTI SİGMA METODU VE AŞAMALARI	14
3.1. Altı Sigma'nın İlkeleri	14
3.1.1. Müşteri odaklılık	14
3.1.2. Verilere dayalı yönetim	14
3.1.3. Sürece odaklanma	15
3.1.4. Proaktif yönetim	15
3.1.5. Sınırsız işbirliği	15
3.1.6. Kıyaslama (Benchmarking)	16
3.1.7. Mükemmele yöneliş, başarısızlığa karşı hoşgörü	16
3.1.8. Kalitenin artırılarak maliyetlerin azaltılması	16
3.1.9. Sürekli iyileştirme ve gelişme	17
3.1.10. Hataların azaltılması	17
3.2. Altı Sigma Aşamaları	18
3.2.1. Tanımlama aşaması	19
3.2.2. Ölçme aşaması	30
3.2.3. Analiz aşaması	40
3.2.4. İyileştirme aşaması	51
3.2.5. Kontrol aşaması	56
4. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU	62
4.1. Altı Sigma'da Roller ve Organizasyonel Yapı	62
4.1.1. Altı Sigma yürütme kurulu	62

Sayfa

4.1.2. Sponsor (Şampiyon)	63
4.1.3. Uzman siyah kuşaklılar	63
4.1.4. Siyah kuşaklılar (ekip liderleri)	64
4.1.5. Yeşil Kuşaklılar	65
5. ALTI SİGMA PROJELERİ UYGULAYAN İŞLETMELERİN ANALİZİ	66
5.1. Analizin Amacı	66
5.2. Analizin Önemi	66
5.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları	66
5.4. Araştırmanın Yöntemi	67
5.5. Araştırmanın Varsayımları	68
5.6. Araştırmada Elde Edilen Bulgular	68
5.6.1. Yöneticilerin demografik yapısı	68
5.6.2. Altı sigma-stratejik hedefler ilişkisi	72
5.6.3. İşletmelerin danışmanlık hizmeti alma düzeyleri	75
5.6.4. Altı sigma ile ilgili kararların alınmasında etkili olan birimler	76
5.6.5. Altı Sigma kullanım amaçlarının önem derecesi ve ulaşılabilirlik düzeyi	77
5.6.6. Altı sigma kullanımının işletme kriterlerine etki dereceleri	85
5.6.7. Altı Sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterlerin önem derecesi	87
5.6.8. Altı Sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin önem derecesi	90

Sayfa

5.6.9. Altı Sigma uygulamalarının rekabet araçları üzerindeki etkinin derecesi	92
5.6.10. Altı Sigma uygulamalarının maliyeti ve getirisi arasındaki ilişki	95
5.6.11. Altı Sigma yatırımlarına karar vermede etkili yöntemler/faktörler	95
5.6.12. İşletmenin içinde bulunduğu sektördeki rekabet durumunun analizi	96
5.6.13. Altı Sigma uygulamalarına yönelik yatırımların temel nedenleri analizi	97
5.6.14. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin kullanım düzeyleri	98
5.6.15. Altı Sigma uygulamalarında kullanılan istatistiksel araçların analizi	104
5.6.16. Altı Sigma uygulamalarında yetiştirilen uzman kara kuşakların, kara kuşakların ve yeşil kuşakların sayısı	107
5.6.17. Altı Sigma uygulama getirileri şirket bilançolarında ölçülebilme durumu	110
5.6.18. İşletme içerisinde Altı Sigma yayılımını kim yönetiyor?	110
5.6.19. Altı Sigma projeleri öngörülen sürede tamamlanabiliyor mu?	111
5.6.20. Başarılı sonuçlanmış altı sigma projelerinin ortalama sürelerinin analizi	112
5.6.21. Yöneticilerin Altı sigma yargılarına ilişkin görüşlerinin analizi	113
5.6.22. Altı Sigma uygulamalarını geliştiren birim/bölüm analizi	115
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	117
6.1. Sonuçlar	117

Sayfa

6.2. Öneriler	121
KAYNAKLAR	123
EKLER.....	130
EK-1 Sigma Dönüşüm Tablosu	131
EK-2 Anket Formu	132
EK-3 Proje Uygulamalarının Tamamlanma Süreleri ve Sigma Düzeyleri	139
EK-4 Firmaların AS Uygulama Faktörleri ve Kazanımları İlişkisi	140
ÖZGEÇMİŞ	141

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. $3,8\sigma$ ve 6σ karşılaştırılması ve sonuçları	6
Çizelge 2.2. Ortalama merkezde iken sigma seviyeleri ve hata değerleri	8
Çizelge 2.3. Ortalamanın $1,5\sigma$ kayması sonucu sigma seviyeleri ve hata değerleri	9
Çizelge 3.1. Hata olasılığının değerlendirilmesi	24
Çizelge 3.2. Veri Karakteristikleri	36
Çizelge 3.3. Varyans analizi genel tablosu	50
Çizelge 3.4. İyileştirme aşamasının hedefleri ve çıktıları	51
Çizelge 3.5. Süreç çıktısı – Standardizasyon matrisi	56
Çizelge 3.6. Verilere göre kontrol grafiklerinin karşılaştırılması	58
Çizelge 5.1. Yöneticilerin yaş durumuna göre dağılımı	69
Çizelge 5.2. Yöneticilerin çalıştığı birimler	70
Çizelge 5.3. Yöneticilerin Altı Sigma Organizasyonlarındaki Görevleri	71
Çizelge 5.4. Altı Sigma – Stratejik hedefler ilişkisi	72
Çizelge 5.5. Stratejik hedeflerin ANOVA testi	74
Çizelge 5.6. Altı sigma ile ilgili kararlara katılan birimler	77
Çizelge 5.7. Altı Sigma kullanım amaçlarının önem derecesi ANOVA testi	78
Çizelge 5.8. Altı sigma kullanımının amaçlara ulaşılabilirlik düzeyi ANOVA testi	80
Çizelge 5.9. İşletme kriterlerinin önem dereceleri	81
Çizelge 5.10. İşletme kriterlerinin ulaşılabilirlik düzeyleri	82

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.11. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkileri ANOVA testi	86
Çizelge 5.12. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkisi	87
Çizelge 5.13. Altı sigma uygulamada dikkate alınan kriterler.....	88
Çizelge 5.14. Altı sigma uygulamada dikkate alınan kriterlerin ANOVA testi	89
Çizelge 5.15. Altı Sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin ANOVA testi	91
Çizelge 5.16. Altı sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörler	92
Çizelge 5.17. Altı sigma uygulamalarının rekabet araçları üzerindeki etkileri	93
Çizelge 5.18. Altı sigma rekabet araçları ilişkisi ANOVA testi	94
Çizelge 5.19. Altı sigmanın maliyeti ile getirileri arasındaki ilişki	95
Çizelge 5.20. İşletmenin içinde bulunduğu sektördeki rekabet durumu	96
Çizelge 5.21. Altı sigma yatırımlarının temel nedenleri	98
Çizelge 5.22. Altı sigma kullanım düzeyleri	99
Çizelge 5.23. Toplam kalite yönetimi kullanım düzeyleri	100
Çizelge 5.24. Kıyaslama (Bencmarking) kullanım düzeyleri	100
Çizelge 5.25. Değişim mühendisliği kullanım düzeyleri	101
Çizelge 5.26. Öğrenen Organizasyon metodu kullanım düzeyleri	101
Çizelge 5.27. Beş yıl önce Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerin ANOVA testi	102
Çizelge 5.28. Şu anda Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerin ANOVA testi	103
Çizelge 5.29. Beş yıl sonra Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerin ANOVA testi	104

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.30. Altı Sigma uygulamalarındaki istatistiksel araçların ANOVA testi	105
Çizelge 5.31. Altı Sigma uygulamalarında kullanılan istatistiksel araçlar	106
Çizelge 5.32. İşletmedeki uzman kara kuşakların sayısı	107
Çizelge 5.33. İşletmedeki kara kuşakların sayısı	107
Çizelge 5.34. İşletmedeki yeşil kuşakların sayısı	108
Çizelge 5.35. İşletmelerdeki tüm kuşakların ANOVA testi	109
Çizelge 5.36. Yöneticilerin altı sigma yargıları	114
Çizelge 5.37. Yöneticilerin altı sigma yargılarının ANOVA testi	115
Çizelge 5.38. İşletmelerin altı sigma geliştirme birimleri	116

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Altı Sigma'nın İstatistiksel Gösterimi	6
Şekil 2.2. 3σ ve 6σ 'nın İstatistiksel gösterimi	7
Şekil 2.3. Ortalamanın $1,5\sigma$ kaydırılmış durumu	8
Şekil 3.1. Hata Oranı Süreç Sigma Seviyesi ilişkisi	18
Şekil 3.2. Altı Sigma aşamalarının yol haritası	19
Şekil 3.3. Kano Modeli	29
Şekil 3.4. Ölçümleme gerektiren alanlar	31
Şekil 3.5. Pareto grafiği örneği	34
Şekil 3.6. Çelik Çubuk Çaplarının Frekans Dağılımı örneği	35
Şekil 3.7. Nitel ve Nicel değişkenlerin birlikte analiz süreci	37
Şekil 3.8. Gage R&R Minitab çıktısı örneği	39
Şekil 3.9. Sebep-Sonuç (Balık kılçığı) diyagramı örneği	45
Şekil 3.10. Regresyon dağılımı örneği	48
Şekil 3.11. Deney Tasarımının 6 Adımı	52
Şekil 3.12. Shewhart kontrol grafiği örneği	57
Şekil 5.1. Yöneticilerin yaş durumuna göre dağılımı	69
Şekil 5.2. Yöneticilerin eğitim durumları	70
Şekil 5.3 Yöneticilerin çalıştığı birimler	71
Şekil 5.4. Altı sigma yöneticilerinin projelerdeki görevleri	72
Şekil 5.5. Altı Sigma-Stratejik hedefler ilişkisi grafikleri	73
Şekil 5.6 Altı Sigma-Stratejik hedefler ilişkisi ortalama grafiği	74

Şekil	Sayfa
Şekil 5.7. İşletmelerin danışmanlık hizmeti alma oranları	75
Şekil 5.8. Danışmanlık alınan kurum ve kuruluşlar	75
Şekil 5.9. Altı sigma proje uygulamalarında etkili birimler	76
Şekil 5.10. Altı sigma kullanımının işletme kriterleri açısından önem dereceleri	79
Şekil 5.11. Altı sigma kullanımının işletmenin amaçlarına ulaşılabilirlik düzeyleri	79
Şekil 5.12. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkisi	85
Şekil 5.13. Altı sigma uygulamada dikkate alınan kriterler	89
Şekil 5.14. Altı Sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin ortalama grafiği	91
Şekil 5.15. Altı sigma rekabet araçları ilişkisi	93
Şekil 5.16. Altı Sigma yatırımlarına karar vermede etkili yöntemler	96
Şekil 5.17. Altı Sigma uygulamalarına yönelik yatırımların temel nedenleri	97
Şekil 5.18. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin ortalama değerleri	98
Şekil 5.19. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin değişim grafiği	99
Şekil 5.20. Altı Sigma uygulamalarında kullanılan istatistiksel araçlar	105
Şekil 5.21. İşletmelerdeki tüm kuşakların ortalama değerleri	108
Şekil 5.22. Altı sigma getirilerinin bilançolarda ölçülebilmesi	110
Şekil 5.23. Altı sigma yayılımını yöneten kişi ve/veya kurumların grafikleri	111
Şekil 5.24. Altı sigma projelerinin öngörülen sürede tamamlanma oranları	111
Şekil 5.25. Başarılı altı sigma projelerinin ortalama süreleri grafiği	112
Şekil 5.26. Yöneticilerin altı sigma yargılarının ortalama değerleri	113

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
σ	Sigma
Σ	Toplam
μ	Ortalama
Cp	Süreç potansiyel endeksi
Cpk	Fiili yeterlilik endeksi
N	Örneklem Büyüklüğü
Kısaltmalar	Açıklama
AKS (LCL)	Alt Kontrol Sınırı
ANOVA	Analysis of Variance (Varyans Analizi)
CTQ	Critical to Quality (Kritik Kalite Karakteristikleri)
CUSUM	CUSUM Cumulative Sum (Yığımlı Toplam)
DF	Degrees of Freedom (Serbestlik Derecesi)
DMAIC	Define-Measure-Analyse-Improve-Control
DOE	Design of Experiment (Deney Tasarımı)
DPMO	Defect per Million Opportunities (Milyon Olasılıktaki Hata Sayısı)
EWMA	Exponentially Weighted Moving Average (Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis

Kısaltmalar	Açıklama
HTEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
İPK	İstatistiksel Proses Kontrol
KFY	Kalite fonksiyonu yayılımı
OÇ (CL)	Orta Çizgi
QFD	Quality Function Distribution
R&R	Repeatability& Reproducibility
SIPOC	Supplier-Input-Proses-Output-Customer
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TÖAİK	Tanımla-Ölç-Analiz et-İyileştir-Kontrol et
UKL	Üst Kontrol Limiti
USL	Üst Spesifikasyon Limiti
ÜKS (UCL)	Üst Kontrol Sınırı
VOC	Voice of the Customer

1. GİRİŞ

Teknolojinin olağan üstü bir hızda ilerlemesi, takip edilirliliğini de etkilemektedir. Bu teknolojik değişim hızından en çok etkilenen yapılar ise işletmelerdir. İşletmeler ürettikleri ürün ve bilgi, verdikleri hizmet ile bu teknolojik değişim ışığında uyumlu bir şekilde devam ettiği sürece etkin rekabet ortamında hayatlarını devam ettirebileceklerdir. Gelişen teknoloji endüstrilerin hızlı gelişimi, yoğun rekabetçi ve sürekli büyüyen pazar yapıları, sürekli değişen ekonomik göstergeler ve müşteri istek ve beklentilerinde meydana gelen değişimler işletmeleri teknolojik değişime gitme konusunda zorlamıştır.

Altı Sigma, günümüzde işletmelerde güçlü istatistiksel araçlar ve teknikler kullanarak hataları gidermekte ve süreçlerdeki kayıpları azaltmakta popüler bir yaklaşım olmuştur. Altı Sigma'nın TÖAİK (Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol) olarak bilinen süreç iyileştirme modeli esas alınarak işletmelerin ekonomik ve teknik olarak kazanımlarına katkı sağlamaktadır.

İstatistiksel şartlarda, sigmanın süreç ortalamasındaki sapmayı ifade etmek için kullanıldığı yerlerde Altı Sigma milyon işlemde 3,4 hata anlamına gelmektedir. Altı Sigma, işletmenin karlılığını arttırmak, Fire, hurda ve kayıpları önlemek, maliyetleri azaltmak ve müşterilerin ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılamak ve aşmak amacıyla tüm faaliyetlerin etkinliği iyileştirmek için kullanılan bir iyileştirme stratejisidir. Altı Sigma işletmelerin müşteri beklentilerini karşılayacak ürünler ve süreçler tasarlamasına olanak sağlayan araçları, eğitimi ve ölçümleri kullanan ve Altı Sigma kalite düzeylerini gerçekleştirebilen sistematik bir metottur. Altı Sigma'nın amacı en düşük hata oranlarına, altı sigma düzeyine ulaşmak ve ürünlerin tüm oluşum aşamalarında olumlu etkiyi en üst düzeye çıkarmaktır.

Bu araştırmada altı sigma uygulamalarını kullanmış ve kullanmakta olan işletmelerin çalışmaları analiz edilmiştir. İmalat sektöründe bir alan araştırması yapılarak, altı sigma proje uygulamalarının işletmelerin kazanımları açısından karşılaştırmalı analizleri amaçlanmaktadır.

Çalışma analiz ve alan araştırmasına dayalı beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde çalışmanın amacı, yöntemi ve konuları ile ilgili genel bir değerlendirme yapılmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde, Altı sigma tanımı ve altı sigma ile ilgili kavramların değerlendirilmektedir. Ayrıca, Altı sigma hesaplama yöntemleri, süreç yetenek ve performans endeksleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde Altı sigma metodu incelenmiştir. Ayrıca, Altı Sigma metodunun aşamaları olan tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol kavramları değerlendirilmektedir. Çalışmanın dördüncü bölümünde, Altı sigma organizasyonlarının yapısı ve bu yapı içerisinde yer alan roller değerlendirilmiştir. Bu bölümde, Altı sigma yürütme kurulu, sponsor (şampiyon), uzman kara kuşaklar, kara kuşaklar ve yeşil kuşaklar hakkında bilgiler verilmektedir.

Beşinci bölüm, araştırma kısmından oluşmaktadır. Türkiye’de Altı sigma tekniklerini başarıyla uygulayan işletmeler incelenmiştir. İşletmelerin Altı sigma uygulamalarının sonuçlarını ortaya koymak ve bu anlayış çerçevesinde kazanımlarının ilişkilendirilmesi hedeflenmiştir. İmalat sanayinde faaliyet gösteren işletmelerin üst düzey ve/veya orta düzey yöneticileriyle yapılan anket ve bu anketten elde edilen bulgular bulunmaktadır.

Çalışmanın altıncı bölümünde, sonuç ve önerilere yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan anket sorularına işletme yöneticilerinin verdiği cevaplar Minitab 15 programı ile analiz edilmiş ve değerlendirmeler bu analizler doğrultusunda yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgular ışığında işletmelerin teknolojik yapıları, ekonomik yapıları ve rekabet güçleri arasındaki ilişkilendirme ile ortaya çıkan kazanımlarının tespitinde bulunulmuştur. Sonuç olarak işletmeler için altı sigma kullanımının optimum yöntemleri belirlenerek, kazanımlarını en üst düzeye çıkarmalarına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2. ALTI SİGMA VE TEMEL KAVRAMLAR

2.1 Altı Sigma'nın Tanımı

Sigma (σ) istatistikte ve istatistiksel süreç kontrolünde çok önemli bir ölçüt olan, standart sapmanın simgesidir. Standart sapma, gözlem değerlerinin ortalamadan sapmalarının ortalama ölçüsüdür. Standart sapmanın karesi, “varyans” olarak adlandırılır. Varyans, değişkenliğin temel ölçütüdür. İstatistiksel bir ölçüm tekniği olan Altı Sigma, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğu hakkında sayısal bir göstergedir. Sürecin “sıfır hatalı” konumdan ne kadar saptığını gösterir.

Küreselleşen dünyada değişen ekonomik koşullar ve pazar yapıları, işletmeler için tüm süreçlerin her aşamasında bir iyileştirmeyi ve sürekliliği zorunlu kılmıştır. Rekabetin yoğun olduğu bu durumda, yapılan işlemlerde hata oranlarının azaltılabilmesi, rekabet gücünün yanı sıra karlılık ve verimliliği de beraberinde getirecektir.

Altı Sigma; iş'te başarıyı yakalamak, sürdürmek ve en üst düzeye ulaştırmak için tasarlanmış, kapsamlı ve esnek bir sistemdir. Altı Sigma; müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine kavrayıp, gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanarak, iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden keşfetmekten ibarettir [1].

Altı Sigma stratejik süreç iyileştirilmesini, yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesini istatistiksel metotlara ve bilimsel yöntemlere dayandırarak müşteri tarafından tanımlanan hata oranlarında büyük bir indirim sağlamaya yönelik bütünsel ve sistematik bir yoldur [2].

Altı Sigma süreçleri tanımlamada, ölçmede, analiz etmede, iyileştirmede ve kontrol etmede biçimsel ve disipline edilmiş bir yaklaşımdır. Altı Sigma örgütün temel süreçlerini müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde değerlendirmek ve iyileştirmek

için mevcut ve gelecekte tüm çalışanların bilgilerinin ve kantitatif metotların etkin olarak kullanılmasıdır [3].

Altı Sigma istatistiksel boyut ve işletmecilik boyutu olmak üzere iki önemli boyuta sahiptir. Altı Sigma'nın kaynağı istatistik ve istatistikçilerdir. İstatistiksel açıdan, süreç ortalamasındaki sapmayı ifade etmek için kullanıldığında, Altı Sigma kavramı milyon olasılıkta 3,4 hatadan daha az bir hata oranına veya %99,9997'lik bir başarıya sahip olma şeklinde tanımlanmaktadır. İşletmecilik dünyasında Altı Sigma işletmenin karlılığını yükseltmek, tüketicilerin beklentilerini karşılamak ve asmak için tüm faaliyetlerin etkinliğini ve etkililiğini arttırmak için kullanılan bir işletme stratejisi olarak kullanılmaktadır [4].

Altı Sigma müşteriler için önemli olan çıktılar üzerinde yoğunlaşarak işletme süreçlerindeki yanlışlıkların, hataların veya başarısızlıkların nedenlerini belirleme ve ortadan kaldırmayı arzulayan bir işletme stratejisidir [5]

2.2. Altı Sigma'nın Tarihi Gelişimi

Altı Sigma, 1985'de Motorola'da başlayana kadar sadece istatistiksel bir terimdi. Bunun yanı sıra Altı sigma metodolojisinin içindeki teknikler uzun sürelerden beri bilinen ve kullanılan tekniklerdir. Bu tarihten sonra Altı Sigma yolculuğu mükemmellik için mücadele veren birçok şirkete yayıldı. Bu yayılma sürecinde, Altı Sigma kapsam olarak genişledi ve problem çözme tekniği olmaktan çıkıp kalite stratejisi ve hatta ileri düzeyde bir kalite felsefesi haline gelerek evrim geçirdi [6].

Motorola tarafından uygulanmaya başlandıktan sonra Altı Sigma, bugün General Electric, Whirlpool, Boeing, Sony, Allied Signal gibi uluslararası şirketler tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Altı Sigma'nın dünya çapında tanınmasını ise 1990'ların ikinci yarısında General Electric'deki uygulamalar sağlamıştır. General Electric Altı sigma kullanarak 1995 ile 2001 yılı arasında toplam 13 milyar \$'dan fazla kar elde etmiştir. 1995'dan bugüne GE, faaliyetlerini 'Altı Sigma'lı' ürünler hazırlamaya yönlendirmiştir.

Çok geçmeden diğer firmalar da hem hizmet hem de üretim sektöründe kârlılıklarının arttırılmasında Altı Sigma'yı kullanmaya başlamışlardır. Amerika'da Motorola ve General Electric başta olmak üzere; Johnson& Johnson, American Express, Citibank, Avrupa'da Nokia, Siemens, Bosch, Ericsson, Uzak doğuda Kodak, LG, Hyundai ve Honda üretim ve hizmet süreçlerinde Altı Sigma'yı kullanan küresel firmalara örnek olarak verilebilir.

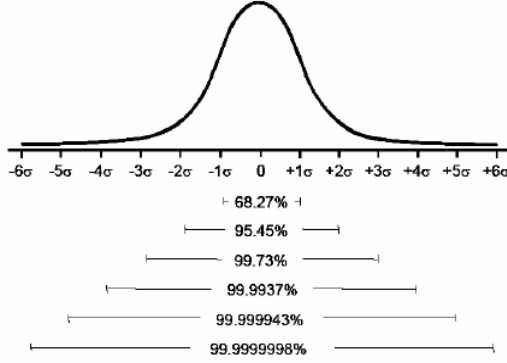
2.3. Değişkenlik ve Altı Sigma

Değişkenlik, verilerin birbiri ile olan farklılığını gösteren istatistiksel bir kavramdır. Verilerin birbirlerine yakın olması değişkenliğin az, birbirlerinden uzak olması ise değişkenliğin çok olduğunu gösterir. Değişkenlik, “kontrol altında olan değişkenlik” ve “kontrol altında olmayan değişkenlik” olmak üzere ikiye ayrılır. Değişkenliğin kontrol altında olduğu süreçler; kararlıdır, bilinen sebeplere dayanmaktadır ve değişkenliğin azaltılması süreçte temel değişikliklerin yapılmasıyla mümkündür. Değişkenliğin kontrol altında olmadığı süreçler ise; kararsızdır, bilinmeyen sebeplere dayanmaktadır ve değişkenliğin azaltılması var olan sürecin kontrolü ve izlenmesi ile mümkündür. Bir sürecin yeterliliği ifade edilirken sadece süreç ortalamalarının değil, ortalama ve standart sapmanın birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bir üretim sürecindeki değişkenlik; şans faktörleri nedeniyle ortaya çıkan değişkenlik ve nedenleri belirlenebilir değişkenlik olarak iki gruba ayrılır. Değişkenliğin bu iki nedeni bazı yazarlar tarafından genel nedenler ve özel nedenler olarak da adlandırılmaktadır. Özel nedenler belirlenebilir nedenlerdir, buna karşılık genel nedenleri belirlemek mümkün değildir [7].

Herhangi bir sürecin değişkenliği, sürecin ortalamaya yani dağılımın merkezine olan uzaklığı standart sapmalar (sigmalar) ile ölçülerek bulunur. Bir sürecin normal dağılımı ± 3 sigma uzaklığında olmalıdır. Bu durum %99.7 ölçeğidir. Yani üretilen ürün ya da hizmetten milyonda 997300 tanesi, bu ± 3 sigma sınırlarının içinde kalmaktadır, geri kalan 2700 tanesi hatalı olmaktadır. Oysa ki süreç iyileştirilerek, sürecin normal değişkenliğinin iki katını kabul eden bir tasarım (± 6 sigma), her ürün

ya da hizmet için milyonda 2700 yerine milyonda 3.4 hata verecektir. Bu değişikliğin temelinde uzun dönemli çalışma mantığı yatmaktadır [8]. Altı Sigma'nın bir ortalama değer etrafındaki istatistiksel gösterimi Şekil 2.1'de gösterilmektedir [9].



Şekil 2.1. Altı Sigma'nın İstatistiksel Gösterimi [9]

Altı Sigma, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğu hakkında sayısal bir göstergedir. Sürecin sıfır hatalı konumdan ne kadar saptığını gösterir. Çizelge 2.1'de, 3,8 sigma düzeyi ve 6 sigma düzeyinin bazı örnekler yoluyla karşılaştırılması verilmiştir. Örnekler incelendiğinde, 3,8 sigma düzeyinde elektrik kesintisi her ay 7 saat iken 6 sigma düzeyinde bu rakam her 34 yılda 1 saat olarak karşımıza çıkmaktadır. 6 sigma düzeyinin hata oranları açısından çok önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca kalite düzeyi açısından bakıldığında bugün birçok şirket üç sigma civarında çalışmaktadır ki, bu da bir milyon fırsatta yaklaşık olarak 67000 hata anlamına gelmektedir.

Çizelge 2.1. 3,8σ ve 6σ karşılaştırılması ve sonuçları [8]

3,8 sigma (%99)	6 sigma (%99,99966)
Her saat 20 000 mektubun kaybolması	Her saat 7 mektubun kaybolması
Her yıl 2 00 000 hatalı reçetenin yazılması	Her yıl 68 hatalı reçetenin yazılması
Her ay 7 saat Elektrik kesintisi	Her 34 yılda 1 saat Elektrik kesintisi
Her gün 15 dk güvensiz içme suyunun akması	Her 7 ayda 1 dk güvensiz içme suyunun akması
Haftada 5000 hatalı ameliyatın yapılması	Haftada 1,7 hatalı ameliyatın yapılması

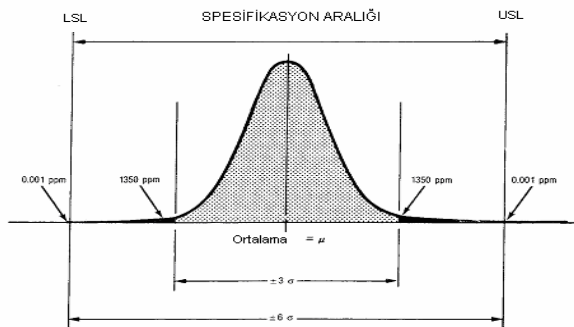
2.4. Yönetim Felsefesi Olarak Altı Sigma

Altı Sigma'yı diğer yönetim modellerinden ayıran özellik, sistemin, tek bir projenin tamamlanması ile sınırlı kalmamasıdır. Bir organizasyon veya bir süreç lastik banda benzetilebilir. Lastik bant yeni uzunluğunu uygulanan germe kuvveti sonucunda elde eder. Ancak lastik bandın ucu bırakıldığında yeniden eski halini alacaktır [10].

Altı Sigma'da en etkin istatistiksel araçlar kullanılarak, söz konusu süreçler tüm yönlerini ile incelenir ve elde edilen bulgular doğrultusunda kararlar alınır. Altı Sigma, kapsamlı ve esnek yapısı nedeniyle üretim ve hizmet alanlarında stratejik planlamadan, müşteri hizmetlerine Ar-Ge çalışmalarından iş programlarına, kadar hemen her iş faaliyetlerine uygulanabilecek bir yaklaşımdır.

2.5. İstatistiksel Ölçüm Olarak Altı Sigma

Altı Sigma'nın amacı süreçlerdeki değişkenliği azaltarak ve standart sapmanın küçültülerek LSL (Alt Spesifikasyon Limiti) ve USL (Üst Spesifikasyon Limiti) arasına iki yönde 6 standart sapmayı ($\pm 6\sigma$) sığdırmak ve bir milyon adet işlemde hatalı ürün sayısını 3,4 seviyesine indirmektir. Elde edilen bulguların sayısal değerlere dönüştürülmesinden sonra istatistiksel olarak değerlendirilir. Alt ve Üst spesifikasyon limitlerinin 3 ve 6 sigma için hata oranları Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



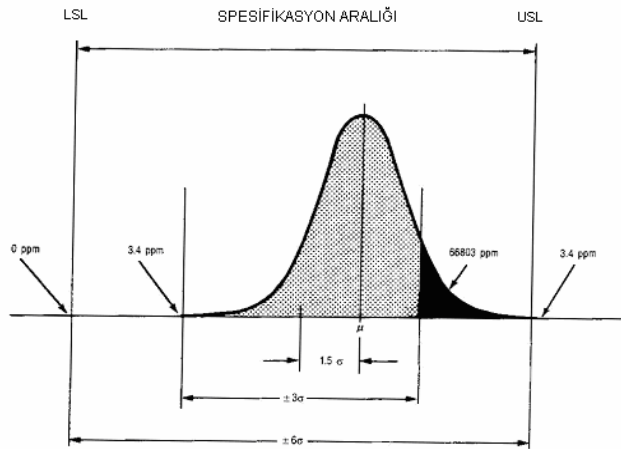
Şekil 2.2. 3σ ve 6σ 'nın İstatistiksel gösterimi [11]

Ortalama merkezde iken sigma seviyeleri ve hata değerleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir [8].

Çizelge 2.2. Ortalama merkezde iken sigma seviyeleri ve hata değerleri

Sigma Seviyesi	Başarı Yüzdesi	PPM/DPMO
2	95,45	45 500
3	99,73	2 700
4	99,9937	63
5	99,999943	0,570
6	99,9999998	0,002

Üzerinde durulması gereken önemli noktalardan biri de prosesin performansı ile prosesin yeteneği arasındaki farktır. Prosesin performansı, o prosesin bütün zaman boyunca ortaya koyduğu performansla ilgili iken; proses yeteneği, prosesin zaman boyunca en iyi yeteneği sergilediği zaman aralığındaki durumudur. Buradaki amaç, değişkenliği ve prodesteki hatalı ürün oranını en aza indirmek için prosesin en iyi yeteneği sergilediği zaman dilimindeki davranışını tüm proses süresine yaymaktır. Literatürde prosesin performansı “uzun dönem”, yeteneği ise “kısa dönem” olarak tanımlanan parametreler ile açıklanmaktadır. Bu iki parametre arasındaki fark, prosesin kontrolündeki eksikliğin bir belirtisidir. Araştırmalar, prosesin “kısa dönem” yeteneğinin “uzun dönem” performansına uyarlanması, proses yeteneğinde ortalama $1,5 \sigma$ ’lık bir kayma olduğunu göstermiştir. Ortalamanın $1,5\sigma$ kayması sonucu 3 sigma ile 6 sigma değişiminin istatistiksel gösterimi Şekil 2.3’de verilmiştir [11].

Şekil 2.3. Ortalamanın $1,5 \sigma$ kaydırılmış durumu [11]

Modellerin bire bir gerçek sisteme uyum göstermeleri çok zordur. Modeller doğru olmalarından ziyade kullanışlıdır. Bir üretim örneği düşünüldüğünde, aşırı genellemeler, kısa dönem değişkenliğine dayanılarak tahmin edilen sigma değerini içerir. Aslında durum böyle değildir. Ürünün sunulacağı çevreyi düşünmekle başarı sağlanamaz ve müşteri ihtiyaçları tam anlaşılamaz. İşte bu durumda 1,5 sigmalık fark modelde hesaba katılmayan faktörlerin düzeltilmesine yardımcı olur.

Ortalamanın $1,5\sigma$ kayması sonucu sigma seviyeleri ve hata değerleri Çizelge 2.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Ortalamanın $1,5\sigma$ kayması sonucu sigma seviyeleri ve hata değerleri [8]

Sigma Seviyesi	Başarı Yüzdesi	PPM/DPMO
2	69,15	308 537
3	93,32	66 807
4	99,9937	6 210
5	99,99942	233
6	99,99966	3,4

Bir işletmenin ortalama değerinin, ürünün ideal teknik özelliği olduğu bir ürünü üretmek için, ortalamadan doğal bir sapmaya sahip tek aşamalı bir süreç kullandığını düşünelim. Tasarımın teknik özelliğinin, bu ideal ortalama değer hakkında, ± 4 sigma düzeyinde bir sapmaya izin verdiğini varsayalım. Ürünlerin yaklaşık % 99,9937’si bu ortalamanın ± 4 sigma düzeyinde yer almaktadır. Geri kalan, 0,0063’ü bu düzeyin dışında kalmaktadır. Bu, milyon işlem başına 63 hatalı parça demektir. Milyon işlem başına 63 hatalı ürün, çok fazla sayıda hata gibi görünmemektedir. Ancak, süreçteki normal sapmaya ilave olarak, ortalama değer 1-1,5 sigma kadar sapmaya duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum gerçekleştiğinde, tek aşamalı süreç için ürünlerin % 99,379’u, ± 4 sigma düzeyine gerilemektedir. Bu ürünlerin % 0,621’ini veya yaklaşık milyon işlem başına (DPMO/Defect per Million Opportunities -Milyon Olasılıktaki Hata Sayısı) 6 210’nu spesifikasyon sınırları dışında bırakmaktadır. Bu şekilde, hatalı olmayan parçaların sayısı önemli ölçüde azalmıştır.

2.6. Altı Sigma Hesaplama Yöntemleri

İşletmeler Sigma seviyelerini belirlemek için farklı metotlar kullanmaktadırlar. Bu metotların uygulanabilirliği için gerekli verilerin toplanması ve değerlendirilmesi de yine farklı sigma hesaplama yöntemlerini ortaya çıkarmıştır. Bu yöntemlerden bazıları, Hatalı parça sayısı yöntemi, Fırsatlar ve hatalar yöntemi, Standart sapma ortalama ve spesifikasyon limitleri ile hesaplama yöntemi ve Hata oranlarının sigma kalite düzeyi birimine dönüştürme yöntemidir.

2.6.1. Hatalı parça sayısı yöntemi

Hata ölçümleri işte ve her hatanın ciddi olduğu ürünlerde son derece önemlidir. Bu yöntem örnek parça toplamı üzerinden her türdeki ortalama hata sayısını yansıtır. Hesaplama sonucunda parça başına hata 1,0 olarak hesaplanmışsa, her birimde bir hata var demektir. Bazı ürünlerde birden fazla hata, bazılarında ise hiç hata olmayabilir. Eğer hesaplama sonucu 0,25 olarak bulunursa parçaların dörtte birinde hata olması olasılığını gösterir. Hatalı parça sayısı yöntemi ile hesaplama aşağıda gösterilmektedir [1].

$$DPMO = \frac{\text{Hata sayısı}}{\text{Parça sayısı}} \quad (2.1)$$

Örnek;

3750 Mikroçipten 99'unda hata var.

$$\frac{9 \text{ Hatalı}}{3750 \text{ Parça}} = 0.0024 \text{ (\% 0.24 Parça başına Hata)}$$

Bu hesaplamalarla elde edilen sonuçların sigma seviyeleri ve milyonda hata oranları EK-1'de verilen tablodan bulunur.

$$\text{Başarı Oranı} = \%100 - \%20.8 = \%79.2$$

$$\text{Milyonda Hata Oranı} = 190.000$$

$$\text{Sigma Seviyesi} = 2.30$$

2.6.2. Fırsatlar ve hatalar yöntemi

Fırsatlar ve hatalar yöntemi, bir grup içindeki toplam fırsatlardaki hata oranını ifade etmektedir. Milyon fırsatta oluşan hatanın (DPMO) sigmaya çevrilmesi ile sigma seviyesi tespit edilir. Bu yöntem aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır [1].

$$DPMO = \frac{\text{Hataların Sayısı}}{\text{Hata fırsatları sayısı} * \text{Birim sayısı}} * 10^6 \quad (2.2)$$

Örnek 1;

250 Kredi başvurusundan 52'sinde hata, 4 hata fırsatı var.

$$DPMO = \frac{52}{250 * 4} * 10^6 = 52.000$$

Sigma seviyesi=3.1

Örnek 2;

3750 Mikroçipten 99'unda hata, 80 hata fırsatı var.

$$DPMO = \frac{99}{3750 * 80} * 10^6 = 330$$

Sigma seviyesi=4.875

2.6.3. Hata oranlarının (DPMO veya PPM) sigma kalite düzeyi birimine dönüştürme yöntemi

Altı Sigma seviyesi için milyon parçada hata (DPM-PPM/Milyonda hata) veya milyon fırsatta (DPMO) hata oranı hesaplanarak bu değer 1,5σ kaydırılmış Altı Sigma birimine dönüştürülür. Genellikle hata oranı (PPM) ile Altı Sigma seviyesi arasındaki ilişki tablo halinde verilir. Ancak aynı işlem aşağıdaki formül ile de bulunabilir [11].

$$\text{Sigma Kalite Düzeyi} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(ppm)} \quad (2.3)$$

2.7. Süreç Yetenek ve Performans Endeksleri

İşletmelerin istenilen kalite düzeyini sağlayabilmesi için ürünler, tüketici eklentilerini ifade eden spesifikasyonların içerisinde oluşturmalarıdır. Buna göre, üretim sürecinin spesifikasyonları karşılayan ürün oluşturabilme yeteneği sürekli olarak incelenmelidir. Bu inceleme, süreç yeterlilik endeksleri ile yapılabilir. Yeterlilik endekslerinin periyodik olarak hesaplanması ile süreç sürekli olarak kontrol altında tutulabilir [12].

Altı Sigma'da endeks, süreç dağılımını tolerans dağılımı ile karşılaştıran bir orandır. Endeks hesaplamalarında dikkat edilmesi gereken dört temel faktör vardır [13];

- 1) Süreç İstatistik Kontrolde olmalıdır.
- 2) Sürecin dağılımının normal ya da normale yakın olması gerekir.
- 3) Örnek boyutunu standart sapmanın anlamlı olacağı kadar büyük seçmelidir.
- 4) Standart sapma aynı formülle hesaplanmalıdır.

İşletme içerisindeki bütün aşamalarda bir süreç iyileştirilmeden önce belirli bir süreç yeterliliğine sahip olmalıdır. Süreç iyileştirme çalışmalarında başarılı olunabilmesi için süreç yeterliliği çalışması başarılı bir şekilde tamamlanmış olmalıdır.

2.7.1. Cp süreç potansiyel endeksi

Sürecin bir spesifikasyonu yerine getirip getiremeyeceğini belirlemek için kullanılan bir endekstir. Üst spesifikasyon ile Alt spesifikasyon değerlerinin arasındaki farkın 6 standart sapmaya oranıdır [14].

$C_p \geq 1$ Yeterli bir süreç

$C_p < 1$ Yetersiz bir süreç

Olarak kabul edilmesine karşın, uygulamalarda $C_p > 1.33$ durumu önerilmekte, 1.33 değerinden daha küçük olan süreçler yetersiz olarak kabul edilmektedir. Eğer süreç

geniřlięi ve spesifikasyon geniřlięi eřitse Cp indisi 1 olur. Cp indisi 0'dan sonsuza kadar değerler alabilir.

2.7.2. Cpk fiili yeterlilik endeksi

Bu endeksin Cp endeksinden farkı, süreç ortalamasının da belirlenerek hesaplamaya dâhil edilmesidir. Bir sürecin Altı Sigma olabilmesi için o sürecin değişkenliğinin üst spesifikasyon limiti ile alt spesifikasyon limitlerinin farkı olan spesifikasyon genişliğinin yarısına eşit olması gerekir. Eğer sürecin ortalaması spesifikasyon limitlerinin orta noktasına eşitse ve süreç değişkenliği spesifikasyon genişliğinin yarısına eşit ise, Cpk ve Cp değerleri 2'ye eşit olur. Altı Sigma süreçleri için minimum Cpk değeri 2'dir. Cp değeri 2'den büyük olabilir [15].

3. ALTI SİGMA METODU VE AŞAMALARI

3.1. Altı Sigma'nın İlkeleri

3.1.1. Müşteri odaklılık

Altı Sigma'da en büyük önem müşteriye odaklanmaya verilir. Mal veya hizmet üreten işletmeler müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını hatta beklentilerini doğru olarak bilmek zorundadır. Müşteri tatminine bağlı olan kalite ölçümünde kalite seviyesini müşteri belirlemektedir.

Kritik müşteri taleplerinin karşılanması da, Altı sigma'nın en önemli özelliklerinden birisidir. Müşterilerin ürünlerde veya hizmetlerde ne gibi özelliklerin bulunmasını istediklerini üreticiler hiçbir zaman tam olarak bilemezler. Müşteriler, üreticilerden ürün ve hizmetleri zamanında, hatasız ve en düşük fiyatla temin etmek isterler. Üreticiler de, müşteri beklentilerine cevap verebilmek için, iç operasyonlarında en düşük maliyetle, hatasız ve en az çevrim süreleriyle ürün ya da hizmet üretmeye çalışırlar. Bu entegrasyon ne kadar güçlü olursa, üretilen iş ya da hizmet de o kadar sağlıklı ve katma değerli olur. Sonuç olarak, müşteri beklentilerini doğru ve dinamik olarak algılamak, başarının önemli anahtarlarından birisidir [16].

Altı Sigma yönteminde, müşteri beklentileri esas alınarak hedeflenen alanlarda iyileştirme çalışmaları yapılır. Yöneticiler ve projeyi uygulayan ekipler, firmadaki müşteri tatminini etkileyen tüm süreçleri belirler. Analiz sonucunda toplam müşteri tatmini için iyileştirme çalışmaları yapılır. Bu çalışmalar dış müşteri için uygulanabildiği gibi, aynı zamanda iç müşteriler yani çalışanlar için de başarılı bir şekilde uygulanabilir.

3.1.2. Verilere dayalı yönetim

Altı Sigma, "Verilere Dayalı Yönetim" kavramını yeni ve daha güçlü bir konuma taşımaktadır. Altı Sigma uygulamalarının ilk aşaması iş performansını

değerlendirmek için gerekli anahtar ölçütlerin belirlenmesidir. Bu ölçütler daha sonra kritik değişkenleri anlamak ve sonuçları optimize etmek için kullanılır. Bilgiler derlenmiş verilerden elde edilir. Güvenilir veriler gerçeği yansıtır. O nedenle verilere dayalı kararlar çoğu zaman doğru ve isabetli olur. Altı Sigma yöneticilerinin verilere dayalı karar ve çözümleri destekleyecek aşağıdaki iki temel soruyu cevaplandırmaları gerekmektedir [1]:

- i) İhtiyaç duyulan veri/bilgiler nelerdir?
- ii) Bu veri/bilgilerden maksimum yarar nasıl sağlanabilir?

3.1.3. Sürece odaklanma

Altı Sigma'da süreç, faaliyetin gerçekleştirildiği yerlerdedir. Altı Sigma uygulamalarının en önemli atılımlarından biri, süreçlerde başarılı olmanın yalnızca gerekli bir beceri olmadığına, müşterilere bir değer sunarken rekabet gücünü arttıran bir yapı kurma yöntemi olduğuna lider ve yöneticileri ikna edebilmesidir.

3.1.4. Proaktif yönetim

Proaktif olumsuzluk/hata olmadan önce önlem alma, harekete geçme anlamına gelmektedir. Altı Sigma, eski tepkisel alışkanlıkların yerine, dinamik, duyarlı ve proaktif yönetme biçimini yerleştirmek için gerekli araç ve uygulamalardan yararlanır. Altı Sigma mevcut süreçlerin sürekli sorgulanmasını, gelecekteki başarı için değişimin şart olduğunu ortaya koyar.

3.1.5. Sınırsız işbirliği

Altı Sigma için sınırsız işbirliğinin anlamı, kendini bilinçsizce feda etmek değildir. Sınırsız işbirliği, hem son kullanıcıların gerçek taleplerini, hem de bir süreç ya da üretim zincirindeki iş akışını iyice anlamayı gerektirir. Sınırsız işbirliği, müşteri ve süreç arasındaki ilişkiden elde edilen bilginin tüm ilgili şahıs ve birimlere yarar sağlayacak şekilde kullanımını öngörür. Altı Sigma, insanların büyük resimdeki

yerlerini görmelerini ve faaliyetler arasındaki ilişkileri anlamalarını sağlayarak iş birliği fırsatlarını artırır.

3.1.6. Kıyaslama (Benchmarking)

Kıyaslama bir değerlendirme ve ölçerek karşılaştırma yöntemidir. Kıyaslama bir uyarılma faaliyeti olduğundan, süreklilik arz etmesi son derece önemlidir. Sürekli gelişme ve iyileştirmeyi esas alan Altı Sigma'da öncelikle neyin kıyaslanacağına ve kıyaslamaya esas oluşturan örneğin belirlenmesine ihtiyaç vardır. İşletme durum analizi yaparak kendisinin nerede olduğunu ve nerede olması gerektiğini belirlemek için hedeflerini ve performans ölçütlerini ortaya koyarak hangi alanda kimlerle kıyaslama yapacağını belirler. Kıyaslama rakipleri değil, lider olanı, en iyiyi ölçerek karşılaştırmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Daha sonra süreç ve sonuç kıyaslama tekniklerinden hangisinin uygulanacağına karar vererek kıyaslanacak örgütleri inceler, veri toplar, toplanan verilere bağlı olarak analiz yapar, sonuçları değerlendirir, hareket planları oluşturur ve eyleme geçer.

3.1.7. Mükemmele yöneliş, başarısızlığa karşı hoşgörü

Hiçbir şirket, yeni düşünceler ve yaklaşımlar üretmeden (ki bunlar da her zaman bir risk taşır) Altı Sigma'ya yakın bir noktaya ulaşamaz. Daha iyi bir hizmete, daha düşük maliyetlere, yeni becerilere vb. götüren (yani mükemmele çok yaklaştıran) bir yol olduğunu gören kişiler, muhtemel başarısızlığın sonuçlarından da çok korkuyorlarsa, hiçbir zaman bu yeni yolu denemeye kalkışmazlar. Bu durumda sonuç: durgunluk, çürüme ve ölümdür.

3.1.8. Kalitenin arttırılarak maliyetlerin azaltılması

Geleneksel maliyet muhasebesi teknikleri, sadece çıktıların miktarına önem verilmesine, kaliteli mamul üretimine gereken önemin verilmemesine ve dışarıdan hammadde ve/veya malzeme tedarikinde sadece satın alma fiyatının dikkate alınmasına sebep olmuştur [17].

Kalite ve maliyet ilişkisi çelişen bir durum gibi görünüp, kalite arttırıldığında maliyetlerin de arttığı kabul edilmekteydi. Ancak günümüzde bunun böyle olmadığı, kaliteye yapılan harcamanın, maliyeti aynı oranda artırmadığı, hatta belli bir zaman sonra maliyetlerde bir düşmeye sebep olduğu görülmüştür.

Altı Sigma etkin bir şekilde uygulandığında aşağıdaki durumlar gözlenmiştir [8];

- i) Yüksek kalitede bir ürünü ilk seferde üretememek, yeniden işleme, hurdaya ayrılan ürünlerin maliyeti, fazla mesai gibi zaman ve maliyet kaybının minimum seviyeye düşürülmesi,
- ii) Üretim ve ürün kalitesinin artması,
- iii) Müşteri beklentilerinin daha iyi belirlenerek, sürekli müşteri memnuniyetinin sağlanması,
- iv) Pazar payının arttırılması,
- v) Dağıtım ve kalite performansının arttırılması,
- vi) Daha uygun tasarımlar yapılarak üretilebilirliğin arttırılması,
- vii) Tüm proseslerde kayıpların en aza indirilmesi sağlanmaktadır.

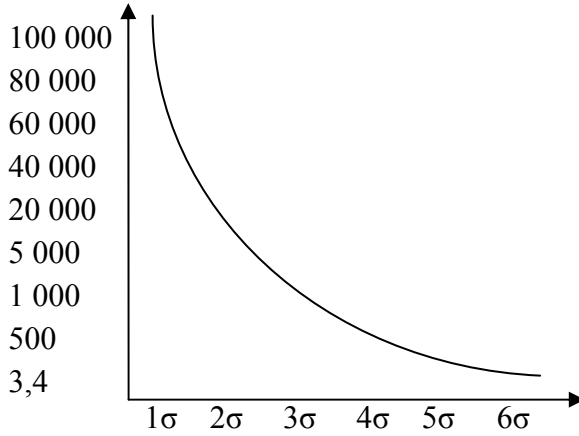
3.1.9. Sürekli iyileştirme ve gelişme

Altı Sigma performansını gerçekleştirmek için temelde yapılması gerekenler, süreçlerin analizi ve iyileştirilmesidir. Gerektiğinde radikal kararlar almak yeni süreçlerin geliştirilmesinde etkili olabilir. Ancak süreçlerin en etkili şekilde başarıya ulaşmasının anahtarı sürekli iyileşme ve gelişmenin benimsenmesidir.

3.1.10. Hataların azaltılması

Bir sürecin Altı Sigma'sının, başka bir deyişle değişkenliğin standart sapmalarının müşterinin talepleri doğrultusunda belirlenmiş sınırlar içerisine çekilmesi yoluyla, değişkenliği azaltmak ya da daraltmak hataları azaltmak anlamına gelmektedir. Bu, pek çok ürün, hizmet ve süreç için çok büyük ve son derecede değerli bir iyileştirme

anlamına gelir. Sigma seviyesi ile hata oranı arasındaki ilişki Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Hata Oranı Süreç Sigma Seviyesi ilişkisi [18]

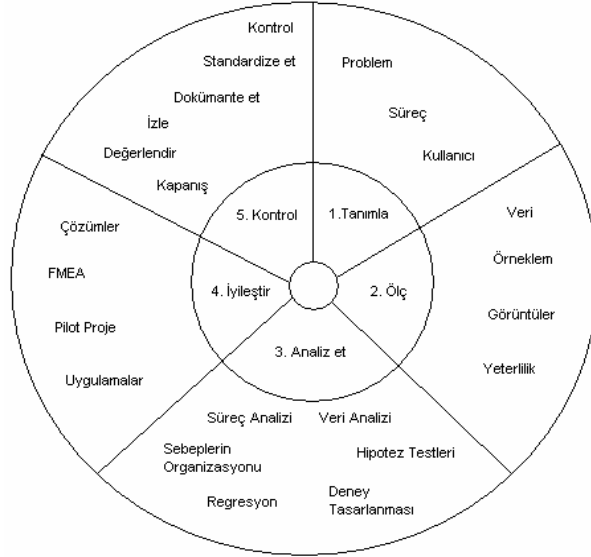
3.2. Altı Sigma Aşamaları

Altı Sigma Aşamaları TÖAİK (Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol) mevcut süreçlerdeki iyileştirmelerde izlenen adımlardır. Ayrıca Altı sigma'nın bir diğer yöntemi olan DMADV (Define-Measure-Analyze-Design-Control) tasarım süreçlerinde uygulanır. Altı Sigma, süreçlerin optimizasyonunu hedeflerken aşağıda sıralanmış beş temel aşamayı kullanır [19].

- i) Tanımlama (Define) Aşaması,
- ii) Ölçme (Measure) Aşaması,
- iii) Analiz (Analyze) Aşaması,
- iv) İyileştirme (Improve) Aşaması,
- v) Kontrol (Control) Aşaması.

Altı Sigma'nın yol haritasında ilk adım Şekil 3.2’de görüldüğü gibi projenin temel alındığı problem tespit edilir. Ölç aşamasında veri toplama ve yeterlilik ölçümü basamakları analitik sürece uygulanabilmekte ve süreç sigma düzeyleri hesaplanabilmektedir. İstatistiksel metotların yer aldığı analiz aşaması ve projelerin uygulanacağı iyileştirme aşaması değerlendirilmektedir. Kontrol aşaması ise

uygulanan pilot projenin değerlendirilmesini ve süreç içerisinde standartlaştırılmasını sağlar.



Şekil 3.2. Altı Sigma aşamalarının yol haritası [20]

3.2.1. Tanımlama aşaması

Tanımlama aşamasında üretimde veya süreç içerisinde iyileştirilmesi düşünülen faktörler tanımlanır. Müşteri ihtiyaçları en üst düzeyde belirlenir. Planlanan yapının kapsamı ve amacı tanımlanır. Müşteri odaklı bir aşama olan tanımlama aşamasında öncelikle problemin boyutu ve proje takımı bu aşamada oluşturulur. Tanımlama aşamasındaki önemli noktalardan biri, seçilen projenin işletmenin imkân ve kabiliyetlerine uygun olmasıdır. Bu durumda işletme daha yüksek kalite düzeyi ve daha düşük maliyet ile sonuçlanabilecek projelere yönelmelidir. Ayrıca tanımlanan süreçlerin net ve sayısal verilerle tanımlanması gerekir.

Tanımlama aşamasında kritik kalite karakteristikleri belirlenir. Bu kritik karakteristikler, problemin amacının açıklanmasını, projenin sahip olduğu fırsatları, proje takımının rollerini ve projenin önemli noktalarını geliştirir [21]. Tanımlama aşamasında proje ekibi ve program oluşturulur, müşteriler ile ihtiyaçları ve beklentileri belirlenir ve doğrulanır. Bu durum aşağıdaki şekilde sıralanabilir [22]:

- i) Altı Sigma ekibinin işini yapabilmesi için, bir amaç ve motivasyon sağlayan bir tüzük oluşturmak
- ii) Müşteri ihtiyaçlarını ve beklentilerini belirlemek
- iii) Yüksek düzey bir süreç haritası çıkartmak

Tanımlama aşaması iyileştirme faaliyetlerinin hedeflerini tanımlamaktadır. Üst düzeyde hedefler, daha yüksek bir kar payı ve pazar payı gibi stratejik olacaktır. Operasyonel düzeyde üretim bölümünde gerçekleştirilen is miktarını arttırmak bir hedef olabilir. Proje düzeyinde ise hedef, hata düzeyini azaltmak ve gerçekleştirilen is miktarını arttırmaktır. Potansiyel iyileştirme fırsatlarını belirlemek amacıyla veri madenciliği metodu kullanılmaktadır [23].

Proje beyanı

Proje beyanı, projenin neyi başarmayı umduğunu ve grubun sahip olabileceği kaynakların neler olduğunu belirten doküman, yazılı bir belge ve önemli bir iletişim ve referans aracıdır. Proje beyanının amacı yönetim ve takım arasında bir bağ oluşturmak, takımın yapacağı işlere açıklık getirmek ve takımın organizasyonel öncelikleri düzene sokmasını sağlamaktır [24].

Proje beyanının temel unsurları, aşağıda sıralanmıştır [1];

- i) Problemin ya da projenin tanımı
- ii) Bu projenin odaklandığı nokta
- iii) Genel hedef ve elde edilmesi beklenen sonuçlar
- iv) Projenin taşıdığı değere genel bakış
- v) Proje parametreleri ve beklentiler

Proje beyanı, iyileştirme ekibinin liderine, ekip üyelerini seçmesinde ve projenin uygulanması için ön plan hazırlanmasında yol gösterir [25]. Proje beyanı; iletişim aracı, hatta kurum içi bir pazarlama belgesi işlevi de üstlenebilir ve kuruluş içindeki diğer çalışanların projenin hedefini anlamasına katkıda bulunur.

Süreç akış şeması

Belli bir süreçteki adımları grafik sembollerle gösteren şemadır. Sürecin temel girdi ve çıktı değişkenleriyle birlikte tam olarak algılanması için süreç akış seması oluşturulur. Süreç akış seması, surecin yazılı hale getirilmesi ve şekilsel bir gösterimidir. İş akış şemaları kullanılarak büyük bir süreçte çeşitli basamaklar tanımlanır ve yapılan işin herkes tarafından anlaşılması sağlanır. Çoğu zaman süreçte meydana gelen olaylar gerçekte olması gerekenden farklıdır. İş akış şeması oluşturmakla belli bir süreçte atılması gereken adımlara daha yakından bakma imkanına kavuşulur [26]. Akış şemaları aynı zamanda sürece kimin nasıl katılacağını belirlemede önemli katkı sağlamaktadır. Süreç akış şeması ile zaman içinde süreçte meydana gelen değişkenlerden kaynaklanan değişkenliğin azaltılması, gereksiz faaliyetlerin belirlenmesi ve kontrolün sağlanması amaçlanır.

Süreç akış seması oluşturulurken aşağıdaki adımlar izlenir [27];

- i) Genel girdilerin ve önemli çıktı değişkenlerinin belirlenmesi,
- ii) Katma değer yaratan ve yaratmayan adımların tanımlanması,
- iii) Surecin her adımında temel çıktıların gösterilmesi,
- iv) Temel girdilerin listelenmesi ve süreç girdilerinin sınıflandırılması,
- v) Kontrol edilebilir ve kritik girdiler için operasyon spesifikasyonlarının ve süreç hedeflerinin eklenmesi

Bütün işletme sürecini gösteren bir akış seması, çalışanların prosedürleri anlamaları kolaylaştırır. İşlerini yapmak için daha iyi yollar bulmaları, gerekli araçlara ve zamana sahip olmaları, prosedürleri neden izlemeleri gerektiğini anlamaları yine akış şeması ile mümkün olmaktadır.

Organizasyonlarda, bütün işletme sürecini gösteren bir akış seması, süreç iyileştirme takımı tarafından oluşturulur. İşletme süreçlerinde gerçekte ne olduğunu anlamının tek yolu süreçte neler olduğunu tartışarak ve gözlemleyerek iş akışını bizzat takip etmektir. Buna “süreç yürüyüşü” denir. Süreç yürüyüşünü yönetebilmek için, süreç

iyileştirme takımı akış semasında dokümente edilen süreci başından sonuna kadar izlemeli ve görev seviyesinde gözlemlemelidir. Çünkü takımın ne yapıldığını ve neden yapıldığını bilmesi ve anlaması gerekmektedir. Süreç iyileştirme takımı süreç yürüyüşünü yaparken, mevcut problemler ve değiştirilmesi gereken engellerle ilgili ek bilgi toplama ve iyileştirmeler için öneriler sunma imkânına da kavuşur. Süreç yürüyüşüne hazırlanmak için, süreç iyileştirme takımı genellikle iki veya üç kişiden oluşan takım üyelerini sürecin değişik bölümlerine atamalıdır. Tipik olarak, süreç yürüyüşü takım üyelerinden biri aktivitenin yapıldığı bölümden olacaktır. Takım üç üyeden oluştuğu zaman bu bölümün müşterilerinden birini de takıma dâhil etmek iyi bir fikir olacaktır. Süreç iyileştirme takımının atanan kişilerin değerlendirdikleri aktivite ile ilgili bazı fikirleri olmalıdır. Bu süreç akışının gözden geçirilmesini ve doğrulanmasını kolaylaştırır [28].

Süreç akış şemalarını hazırlamak ve kullanmak yönetim ve üretimle ilgili süreçlerde, süreç kontrolüne imkan tanıyan en önemli faaliyetlerden birisidir. Süreç akış şemalarının faydaları kısaca aşağıdaki şekilde özetlenmiştir [29]:

- Olayların sırasını açık olarak anlamaya yardımcı olur.
- İyileştirme fırsatlarını belirlemeye yardımcı olur.
- Veri toplanacak alanları ve teknikleri tarif etmeyi kolaylaştırır.

Mevcut uygulama ile olması tahmin edilen uygulama arasındaki farklılıklar tanımlamalı ve bu farklılıkların niçin var olduğu araştırılmalıdır. Bunun yanında, tüm çalışanların aynı işi neden aynı yolla yapmadığı analiz edilmelidir. İyileştirmenin bir anahtarı olduğu için üstlenilen ilk görev standardizasyon olmalıdır. Aktiviteyi gerçekleştirirken en iyi sonuçların elde edilmesini sağlayan bir yol seçilmeli ve süreçte büyük bir değişiklik olana kadar o yol izlenmelidir.

Hata türü ve etkileri analizi (Failure Mode and Effects Analysis/FMEA)

Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemi, açıklanan amaca uygun olarak, hataları oluşmadan önce önlemeye yönelik bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. HTEA, bir ürün, işlem veya hizmette meydana gelebilecek tüm hasar ve hata tiplerinin

sistematik analizine dayanarak, bu hasar ve hataları önleme faaliyetlerini içeren bir yöntem olarak ifade edilebilir. Amaç; tasarım, proses tasarımı, üretim kademelerinde oluşabilecek hataları, bu kademeler tamamlanmadan önce belirlemek ve gidermektir [30].

HTEA'nın esas amacı aşağıda sıralanmıştır [31];

- i) Hata /arıza türlerini, etkilerini ve kritiklerini kararlaştırmak
- ii) Ürünün kritik (tehlikeli) hata/arızalarını belirlemek
- iii) Hataları, kusurları, arızaları ve kritikleri ortadan kaldıracak veya en aza indirecek değişiklikleri, yöntemleri ve testleri uygulayarak, ürünü en son mükemmel haline getirmeyi başarmaktır.

HTEA çalışmaları sonucunda aşağıdaki durumlar oluşmaktadır. [31] :

- i) Hata giderilinceye kadar prosesin durması veya devam etmesi,
- ii) Hataları önleyecek programlar hazırlanması,
- iii) Makine, tezgah ve proses akışını gerçekleştiren donanımda hangi elemanların yenilenmesi gerektiğinin belirlenmesi,
- iv) Tasarım ve spesifikasyonlarda ne gibi değişikliklerin yapılacağı,
- v) İhtiyaç duyulan bakım süresi ve gerek duyulan bakım araç-gerecin ne olacağı,
- vi) Gerekli görülen testlerin ne/nasıl olacağı,
- vii) Bakım, operasyon, kontrol talimatlarında yapılacak değişikliklerin neler olduğu belirlenir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi, müşteri gereksinimlerinin sürekli karşılanması amacıyla, hem tasarım hem de üretim kalitesini güvence altına alan ürün ve süreçlerin tasarımında kullanılan önleyici bir yaklaşımdır [32]. Yöntemde, ürünün işlevleri sorgulanır ve bu işlevlerin yerine getirilmemesi durumunda müşteriye ne gibi bir hata olarak ulaşacağı, hatanın ortaya çıkma olasılığı, hatanın farkına varılma olasılığı ve yaratacağı hasarın önemi araştırılır.

Çizelge 3.1’de hata olasılığının değerlendirilmesi verilmektedir [7];

Çizelge 3.1. Hata olasılığının değerlendirilmesi [7]

Hata Olasılığı	Hata Oranları	Cpk	Derece
Hemen Hemen kesin	$\geq 1/2$	$< 0,33$	10
Çok Yüksek	$1/3$	$\geq 0,33$	9
Yüksek	$1/8$	$\geq 0,51$	8
	$1/20$	$\geq 0,67$	7
Orta	$1/80$	$\geq 0,83$	6
	$1/400$	$\geq 1,00$	5
	$1/2000$	$\geq 1,17$	4
Düşük	$1/15000$	$\geq 1,33$	3
Çok Düşük	$1/150000$	$\geq 1,50$	2
Hemen Hemen imkansız	$\leq 1/1500000$	$\geq 1,67$	1

Tanımlanan hata türlerinden sonra, hataların etkilerinin belirlenmesi için etkenler 1’ den 5’e kadar puanlanır, puanların çarpımı, bir puanlama sistemi içinde değerlendirilir ve bu puan yüksekse puanın düşürülmesi için alınabilecek önlemler araştırılır. Böylece önemli hatalar ortaya çıkmadan tasarım aşamasında önlenmiş olmaktadır [33].

SIPOC (Supplier-Input-Proses-Output-Customer)

SIPOC (Supplier-Input-Proses-Output-Customer), tedarikçiler, girdiler, süreç, çıktılar ve müşterilerden oluşan bir analizdir. Proje ekibinin süreçteki anahtar öğeleri anlamasına ve projenin amacını ve sınırlarını tanımlamasına yardım eder. Ayrıca, verilerin nereden toplanacağını da tanımlar.

Birçok takım SIPOC diyagramını sıra ile oluşturmakta sıkıntı çeker. Tanımlama için aşağıdaki adımları izlemek yararlıdır [24]:

- i) Üzerinde çalışılan sürecin isimi belirlenir.
- ii) Sürecin başlangıç ve bitiş noktaları tanımlanır.
- iii) Sürecin amacı oluşturulur ve “Süreç neden var?”, “Sürecin amacı nedir?”
“Çıktılar nelerdir?” gibi sorular sorulur.
- iv) Başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki ana süreç adımları oluşturulur.
Süreçteki ana basamaklar aşağıdaki sorular sorularak tespit edilir: “Her bir girdiye ne oluyor?”, “Ne gibi değişim aktiviteleri oluyor?”. Daha sonra detaya inmeden süreçteki ana hareketler incelenir.
- v) Sürecin çıktısı tanımlanır. Çıktılar fiziksel ürünler, dokümanlar, bilgi, servis ve düşünce olabilir. Çıktıları tanımlamak için şu sorular sorulabilir: “Süreç hangi çıktıları üretir?”, “Hangi noktada süreç biter?”, “Süreç hangi bilgileri üretir?”.
- vi) Her bir çıktı için aşağıdaki sorular sorularak müşteri tanımlanır: “Süreçten elde edilen bilgi ve ürünleri kim kullanır?”, “Sürecin müşterileri kimlerdir?”
- vii) Anahtar süreç girdileri tanımlanır. Süreç girdilerinin neler olduğu araştırılır. Fiziksel bir parça mı yoksa ham madde mi? Form mu? Dokümantasyon mu? Örnek mi? Birçok süreçte girdiler madde ya da bilgidir ancak düşünce, iş gücü ya da çevreyi de içerebilir. Girdileri tanımlamak için şu soruları sorun: “Sürece neler girer?” “Sürecin başlamasını ne tetikler?”
- viii) Her girdi için aşağıdaki soruları sorarak anahtar tedarikçiler tanımlanır: “Üzerinde çalıştığımız süreç veya iş için bilgi ya da madde nereden gelir? Tedarikçimiz kimdir? Ne tedarik ediyorlar? Tedarikçilerin sürece ve çıktılara nasıl bir etkisi vardır?”

Müşterinin sesi (VOC)

Müşterinin sesi terimi müşterilerin gerekliliklerini ve ürün ve servisle ilgili algılarını tanımlamak için kullanılır. Müşterinin sesi verilerinin toplanmasının amaçları aşağıdaki gibidir [25];

- Müşterinin sesinin neden kritik olduğunu anlamak

- Müşterinin sesi bilgilerini toplamak için nasıl bir plan hazırlanması gerektiğini öğrenmek
- Yakınlık diyagramı ve Kano modelini kullanarak verilerin nasıl analiz edilmesi gerektiğini öğrenmek
- Müşteri gerekliliklerini tanımlamak ve kritik kalite karakteristiklerini belirlemek

Müşterinin sesi verilerinin toplanmasının bir diğer nedeni de müşteri gerekliliklerinin sürekli olarak değişmesi ve spesifikasyonların sadece teknik verilere odaklanma eğiliminde olmasıdır.

Müşterinin sesi verileri, bir organizasyona aşağıdaki faydaları sağlar [24];

- Hangi ürün veya hizmetlerin sunulacağına karar verme
- Bu ürün ve hizmetler için kritik özellikleri ve spesifikasyonları tanımlama
- İyileştirme çabalarının nerede yoğunlaşacağına karar verme
- Müşteri memnuniyetini ölçen bir veri tabanı oluşturma
- Müşteri memnuniyeti için anahtar güçlerin tanımlanması

Müşterinin sesi sürecinin çıktıları aşağıdaki gibidir [34];

1. Müşterileri Tanımlama ve Neye İhtiyaç Olduğuna Karar Verme

Bu adımda müşteriler tanımlanır, onların ihtiyaçları ile ilgili nelerin bilinmesi gerektiğine ve bu bilgilere ne zaman ve nasıl ulaşılabileceğine karar verilir. Ayrıca, proje beyanı gözden geçirilir, projenin amacı belirlenir ve bu amacın müşteri gereklilikleriyle nasıl ilişkili olduğu araştırılır. Proje amacının takip edildiğinden emin olmak için tanımlanan müşteri gereklilikleriyle ilgili nelerin bilinmesi gerektiği sorusuna cevap aranır. Tüm müşteriler için aşağıdakilere benzer sorular sorulmalıdır:

- Sizin için bizim hizmet veya ürünümüzle ilgili ne önemlidir? (Bu
- gereklilikleri önem sırasına göre dizmeleri istenir)

- Kusur denildiğinde ne aklınıza geliyor?
- Sizin önemli gördüğünüz alanlardaki performansımız nasıl?
- Bizim hizmet ve servisimizle ilgili neyi seviyorsunuz?
- Ürün veya servisimizle ilgili neleri geliştirebiliriz?
- Sizin işinizi kolaylaştırmak için neler yapabiliriz?
- Bize hangi tavsiyelerde bulunursunuz?

Bazen tek bir müşterinin sesi yoktur. Müşteriler, statülerine (önceki müşteriler, mevcut müşteriler, rakiplerin müşterileri, vekil müşteriler), müşteri zincirinde nerede yer aldıklarına (iç kullanıcı, dağıtıcı, son kullanıcı), aldıkları ürün veya hizmet çeşidine, satın alma hacmine (yüksek, orta, düşük), coğrafyaya, satın alma nedenlerine, endüstri veya bölümlere, yaş ve cinsiyet gibi toplumsal istatistiklere göre farklılık gösterirler. Dolayısıyla farklı müşteriler veya müşteri tipleri genellikle farklı ihtiyaç ve önceliklere sahip olur. Bu farklı müşteri tipleri pazar bölümleri olarak bilinir.

2. Reaktif Sistem Verilerinin Toplanması ve Analiz Edilmesi ve Boşlukların Proaktif Yaklaşımla Doldurulması

Reaktif ve Proaktif olmak üzere, iki temel müşterinin sesi verilerini toplama sistemi vardır. Reaktif sistemlerde aksiyon alınması veya alınmaması durumlarının ikisinde de bilgi size ulaşır. Reaktif sistemler genellikle aşağıdaki konularda bilgi toplar;

- Mevcut ve önceki müşterilerin sorunları ve problemleri
- Mevcut ve önceki müşterilerin karşılanmamış ihtiyaçları
- Mevcut ve önceki müşterilerin belirli ürün veya hizmetlere ilgileri

Proaktif sistemlerde ise bilgiyi toplamak için çaba harcanması gerekmektedir. Görüşmeler, merkez gruplar, araştırmalar, yorum kartları, direk gözlemler, satış ziyaretleri, pazar araştırması, kıyaslama ve kalite skor kartları proaktif sistemlere örnek gösterilebilir.

3. Müşteri İhtiyaçlarını Gösteren Bir Liste Oluşturulması ve Verilerin Analiz Edilmesi

Bu adımın amacı, anahtar müşterilerin ihtiyaçlarını gösteren bir liste oluşturmaktır. Yakınlık diyagramı bu bilgilerin anlamlı bir şekilde özetlenmesine yardımcı olur.

a) Yakınlık Diyagramı

Yakınlık diyagramı, yönetim ve planlama aracı olarak karmaşık, açık, ilgisiz fikirlerin, işlerin veya bunlara ait verilerin anlamlı gruplar altına toplanmasına yönelik olarak kullanılır. Bu amaçla, ilişkiler arası diyagram ve neden sonuç diyagramı gibi diğer kalite araçları da kullanılabilir. İyileştirme fırsatlarının, hedeflerinin, çözüm yollarının belirlenmesinde, tanımlanmasında ve yorumlanmasında, kabaca konuların/alt başlıkların tespitinde, kaos olduğunda, takım birçok fikir ile karşı karşıya kaldığında ve yaratıcı aynı zamanda yapıcı düşünce gerektiğinde kullanılır.

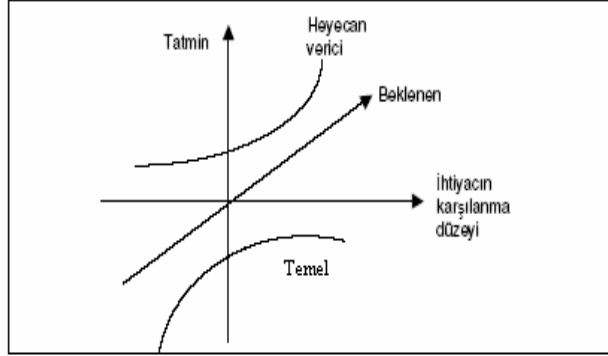
b) Kano Modeli

Kano modeli işletmelerin müşteri beklentilerini karşılayabilme derecesi ile tüketici tatmini arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarır. Bu model bazı müşteri gereklerinde küçük bir gelişme sağlandığında müşteri memnuniyeti son derece artarken, bunun aksine diğer müşteri gereklerinde büyük bir gelişme olmasına rağmen müşteri memnuniyet derecesinin niçin sıradan bir artış gösterdiğini açıklayan bir modeldir [35].

Kano modeli, müşteri memnuniyetsizliğine, tarafsızlığına ya da hoşnutluğuna katkıda bulunan ihtiyaçları tanımlamaya yardımcı olur. Müşteri ihtiyaçlarını anlamak için müşteri gereksinimleriyle ilgili üç kategori tanımlanmıştır [36].

- “Olmalı” gereksinimleri müşterinin ihtiyaçlarıdır. Tam olarak karşılanmadığında müşteri memnuniyetsizliğine neden olan, tam olarak karşılandığında ise müşteri belli bir oranda tatmin eden özelliklerdir.

- “Daha fazla olsa daha iyi olur” gereksinimleri müşteri memnuniyetine doğrusal bir etkide bulunur. Bu gereksinimler daha fazla karşılandıkça müşteriler daha fazla tatmin olurlar.
- “Zevk veren” gereksinimler memnuniyetsizliğe neden olmazlar ama sunulduklarında müşteriye tatmin ederler.



Şekil 3.3. Kano Modeli [37]

Kano modelde temel, beklenen ve heyecan verici özelliklere ek olarak aşağıda tanımlanan üç özellik sınıfı daha bulunmaktadır. Bu sınıfları açıklayacak olursak [38,39];

Sıradan özellikler (I): Bu özellik, müşteri için bir anlam ifade etmez. Yani bu özelliğin olup olmaması müşteri açısından önemli değildir. Örneğin, bir arabada sigara çakmağının olması önemli bir özellik değildir.

Zıt özellikler (R): Bu istekler müşteri tarafından arzu edilen ürün özellikleri olmasına rağmen bunların tam tersi de müşteri tarafından beklenen özelliklerdir. Müşteri sadece bu özellikleri istemez aynı zamanda bu özelliklerin tam tersi özelliklerin de sağlanmasını bekler.

Şüpheli özellikler (Q): Bu tip de ya soru yanlış ifade edilmiş ya müşteri yanlış anlamış ya da mantıksız bir cevap verilmiştir

4. Kritik Kalite Karakteristiklerini (CTQ) Tanımlama

CTQ (Critical to Quality), ürün ya da servisle ilgili müşteri isteklerinin ölçülebilir gerekliliklere dönüştürülmesine yardım eder. Bu sayede, müşterinin sesi verilerini toplama çabalarından elde edilen müşteri istekleri ile özel ölçülebilir karakteristikler arasında bir bağ kurar. Proje takımının genel veriyi özel hale getirmesini sağlayarak takım için ölçüm sürecini kolaylaştırır.

5. CTQ için Spesifikasyonların Oluşturulması

Üretimde spesifikasyonlar genellikle teknik veya mekanik gerekliliklerden meydana gelmektedir. Fakat bu tip gerekliliklerin olmadığı durumlarda spesifikasyon limitleri oluşturulurken müşteri gereklilikleri temel alınır ve müşteri memnuniyetinin azalmaya başladığı noktalar spesifikasyon limitleri olarak belirlenir.

3.2.2. Ölçme aşaması

Bu aşamada mevcut duruma ait detaylı bilgiler hazırlanır. Aşamanın en önemli özelliği ölçülecek kritik faktörlerin doğru olarak tespit edilmesidir. Çalışma daha çok iyileştirme düşünülen sahalara yönelik yapılmalıdır. Ölçme aşamasında faktörler üzerinde görülebilir ve ölçülebilir sonuçlar elde edilemediği için işletmeler tarafından göz ardı edilmektedir.

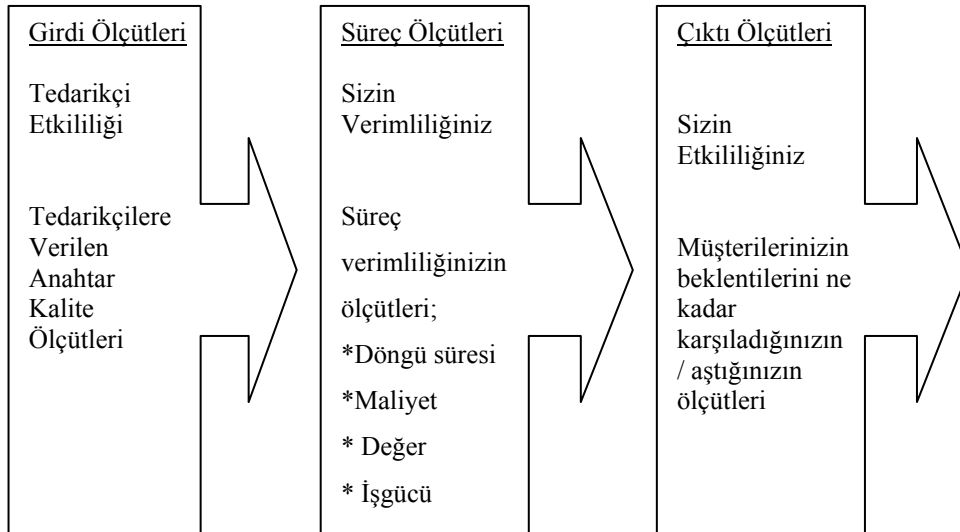
Ölçüm sisteminin sahip olması gereken önemli özelliklerden biri ölçüm sisteminin istatistiksel olarak kontrol altında tutulmasıdır. Çünkü ölçmeye tabi tutulan parçalar çeşitlilik gösterdikçe ölçüm sisteminin istatistiksel özellikleri de değişiklik gösterecektir [40]. Ölçüm sisteminin kalitesi, elde edilen verilerin istatistiksel niteliklerine bağlıdır. Bu nitelikler süreç yapıları incelendiğinde sistem dinamiklerinin nasıl etkilendiği konusunda daha iyi sonuçların nasıl alınacağı konusunda yardımcı olacaktır.

Ölçme işlemi gerekli ölçüm kriterleri yaklaşımıyla incelenip kantitatif değerler oluşturulduktan sonra ölçüm değerleri elde edilir. Ölçme süreci bütünsel yaklaşımla ölçüm değerlerine etki edebilecek içsel ve dışsal faktörler değerlendirilmelidir [22].

Sürecin sağlıklı bir biçimde işleyişi için, bu aşamada sıklıkla kullanılan araçlar aşağıda verilmiştir [23];

- Veri toplama planları
- Kontrol Kartları
- Frekans dağılımları
- Zaman serisi diyagramları
- Pareto Kartları

Ölçümün gerçekleşmesi gereken üç alan Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Bu üç alan müşteri için önemli olan çıktı ölçütleri, işinizi yapmanız için önemli olan çıktı ölçütleri, işinizi yapmanız için önemli olan girdi ölçütleri ve sürecin kendisini merkez alır [22].



Şekil 3.4. Ölçümleme gerektiren alanlar

Ölçüm aşamasında veri toplama planının adımları sürecin sigma seviyesini belirlemeye yöneliktir ve bu adımlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir [22];

- *Ölçülecekler:* Tanımlama aşamasında belirlenen süreçler yer almaktadır.
- *Ölçüt tipi:* Proje ekibinin ne kadar veri toplayacağını belirler. Genelde iki ya da üç çıktı ölçütü, bir ya da iki girdi ölçütü ve en az bir süreç ölçütü olmalıdır.
- *Verilerin türü:* İki tür veri vardır. Bunlar açık/kapalı, İyi/kötü, kadın/erkek gibi iki yönlü olan kesikli veri ve yükseklik, ağırlık, dakika, gün, uzunluk vs. gibi süreklilik sahibi olan sürekli verilerdir.
- *Operasyonel tanımlar:* Bir şeyin ondan etkilenen ilgili hiçbir tarafın tanımlanan şey hakkında hiçbir belirsizlik yaşamayacağı şekilde ortak bir anlayışa sahip oldukları tanımıdır. Ölçümlenen üzerinde mutabakata varılması, insanların sonuçları kabul etmesini sağlamakta önemli bir adımdır.
- *Hedefler / Spesifikasyonlar:* Hedef ölçüt, müşterini ürün ya da hizmetten beklediği ideal performanstır. Spesifikasyon, müşterini gözünde kabul edilme sınırında bulunan ürün ya da hizmettir.
- *Veri toplama formları:* Biri sürekli verileri toplamak için diğeri ise kesikli veriler için olmak üzere iki tür veri toplama formu vardır. Sürekli veri için Altı sigma proje ekibi bir frekans dağılım kontrol formu kullanmalıdır. Bu tür kontrol formları hücre adı verilen yerlere koyulan her ölçüm ya da ölçümler serisi için verili bir olayın ortaya çıkma sayısını izler. Kesikli veri toplama formunu kullanmanın dört aşaması vardır.
 1. Hataların ne olduğunu belirlemek
 2. Hataların neden kodlarını ya da kategorilerini belirlemek.
 3. Toplanacak veriler için zaman çerçevesi belirlemek
 4. Toplanacak veriler için bir süzgeç belirlemek
- *Örnekleme alma:* Popülasyonun tümünü ölçümlemenin çok pahalı ya da çok zaman alacağı durumlarda verilerin, toplam popülasyonun yalnızca bir kısmıyla belirlenmesi anlamına gelir.

Pareto diyagramı

Pareto grafiği, kategoriyle düzenlenen özellik verilerinin basit bir sıklık dağılımıdır. Problemleri veya meydana geliş nedenlerini önem ve sıklık sırasına göre gösteren grafiksel bir araçtır. Problemlerin (nedenlerin) gözlem sıklıkları ya da önem yüzdeleri gösteren, büyükten küçüğe dizilmiş sütunlardan oluşur. Problemlerin nedenleri genellikle Pareto prensibine uyar. 80'e 20 kuralı olarak da bilinen bu prensip; sonuçların yaklaşık %80'inin, sebeplerin %20'sine bağlı olarak ortaya çıktığını savunur. Kantitatif bir anlatımla makinelerin, hammaddelerin ve operatörlerin %20'si, problemlerin %80'ine sebep olmaktadır. Pareto semalarında, en önemli ya da en sık görünen probleme (nedene) ait sütun şemanın en solunda gösterilir. Amaç, kullanıcının dikkatini bu sütun üzerine çekmek ve vakit kaybını en aza indirmektir [41,42].

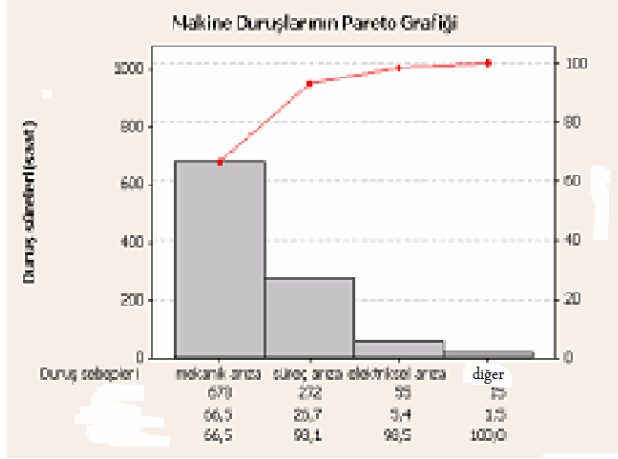
Pareto analizi problemlerin ya da bu problemlerin meydana geliş nedenlerinin arasında en önemlilerinin görsel olarak saptanıp değerlendirilmesi, hangi problemler üzerinde durulması gerektiği kararının verilmesi ve değişen zaman içinde performans değişimlerinin gözlenmesi amacıyla kullanılır [43].

Pareto diyagramları, en yüksek frekanstaki ya da en yüksek maliyet getiren ve ilk önce yok edilmesi gereken problemi tanımladığından Altı Sigma projelerinde de pek çok defa başvurulması gerekli bir tekniktir.

Pareto Diyagramı Oluşturma Adımları [44,45];

1. Hangi soruna ilişkin daha fazla bilgi istenildiğine karar verilir,
2. Gerekli veriler toplanır,
3. Her kategorinin diğerlerine göre görülme sıklığı (ya da maliyeti) bulunur,
4. Sorun kategorilerini (görülme sıklığına göre azalan sırayla) yatay çizgiye, görülme sıklıkları dikey çizgiye listelenir,
5. Toplam yüzde çizgisi grafiğe eklenir,
6. Sonuçlar yorumlanır.

Aşağıda gösterilen Şekil 3.5’de pareto grafiğine bir örnek verilmiştir [24].



Şekil 3.5. Pareto grafiği örneği

Pareto çizelgeleri ve tabloları, gerçeklerin sergilenmesinde kullanılan sunuş tekniklerindendir. Bütünü etkileyen önemli etkenlerin diğerlerinden ayrılarak, önceliklerin belirlenmesine ve hangi noktalara yoğunlaşılması gerektiğine karar verilmesine yardımcı olurlar. Gerek çizelge, gerekse tablo şeklinde ifade edilsin, iyi oluşturulmuş bir pareto çalışması üç temel unsuru içerir.

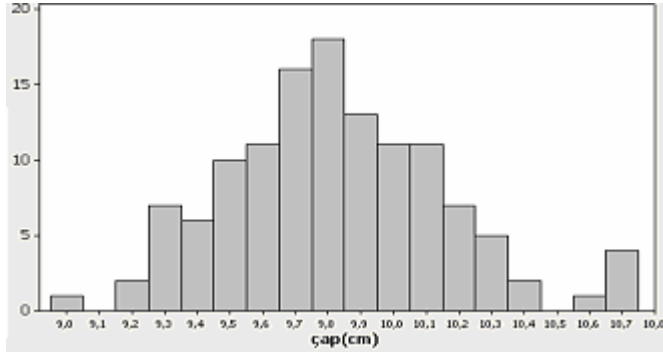
- Bütünü etkileyen tüm unsurlar, etkileme derecesine göre sıralanır.
- Etkileyen unsurların, etki boyutu rakamlarla ifade edilir.
- Sıralanan etkenlerin, kümülatif etki dereceleri hesaplanır.

Histogram

Histogram, ölçülebilir bir nitelik ile ilgili gözlem değerlerinin dağılımını gösteren bir çubuk grafiğidir. Frekans dağılımının bir şekli olan histogramda herhangi bir sürecin içinde yer alan değişimlerin miktarı ortaya çıkartılır. Histogramlar üretim sürecinden alınan gözlemlerin dağılımını ve sıklık değerini belirleyerek spesifikasyonlarla mevcut durumun karşılaştırılmasını sağlar [46].

Histogram ortalama, değişkenlik, dağılımın şekli, dağılımın şeklinde anormal bir durum olup olmadığı ve eğer spesifikasyonlar belliyse, spesifikasyonlar dışında

kalan yüzdelere hakkında bilgi verir. Ayrıca sorunların kaynağı hakkında teoriler geliştirmek ve bunları sınamak için de kullanılır [47]. Şekil 3.6’da Minitab’ta çizilmiş bir histogram örneği görülmektedir [24].



Şekil 3.6. Çelik Çubuk Çaplarının Frekans Dağılımı örneği [24]

Histogram yorumlanırken aşağıdaki soruların anlamlı olarak cevaplandırılmasına çalışılmalıdır;

- Sürecin mevcut performansı (ortalama) nedir?
- Süreç performansı ortalama değer etrafında nasıl bir değişkenlik gösteriyor?
- Bu değişkenliğin sonuçları nelerdir?
- Bu değişkenliğin yapısı, bize sorunun boyutu ve kaynağı hakkında ne tür ipuçları veriyor?
- Buna göre şimdi neyi araştırmalıyız?

Histogramda sınıf sayısı 5 ile 20 arasında olmalıdır. Sınıf sayısını belirlemede aşağıdaki Sturges kaidesine uyulması tavsiye edilir.

$$k = 1 + 3.32 \log(n) \quad (3.1)$$

Burada, k sınıf sayısını, n ise veri sayısını belirtir [48].

Histogramı çizebilmek için yatay eksene toplanan değerleri sınıflandırarak yazmak gerekmektedir. Her sınıfa düşen frekans sayısı da dikey ekseninde gösterilmelidir. Gerçeği yansıtabilmesi için en az 50 veri ile çalışılması tavsiye edilmektedir. Histogramlarda sınıf sayılarının belirlenmesi ve sınıf serilerinin oluşturulmasında genellikle aşağıdaki yöntemler izlenebilir [49];

- Önce toplanan veriler küçükten büyüğe doğru bir düzene konulur.
- En büyük değerden en küçük değer çıkarılarak aralık (range) bulunur.
- Sınıf aralığını (genişliğini) bulabilmek için range, sınıf sayısına bölünür.

Histogramlar üretim sürecinden alınan gözlemlerin dağılımını ve sıklık değerini belirleyerek spesifikasyonlarla mevcut durumun karşılaştırılmasını sağlar.

Veri toplama (Çetele Tablosu)

Bir sürecin gözlemlenmesi ve süreci etkileyen parametreler ve bu parametrelerin ölçülmesi ile elde edilen bilgilere veri denir. Veri toplama, sistematik olarak verilerin toplanmasına yardımcı olur. İhtiyaç duyulan doğru verilerin bulunmasını ve toplanan verilerin uygun ve anlamlı olmasını sağlar [50]. İstatistiksel olarak veriler Sayılabilir (Kalitatif) ve Ölçülebilir (Kantitatif) olarak iki grupta incelenebilir. Veri toplamanın çeşitli yararları vardır. Örneğin, takımın zaman kazanmasını ve daha az çaba sarf etmesini sağlar. Ayrıca, verilerin gruplandırılmasına yardım eder ve verilerin nasıl toplanacağını planladığı için herkes hangi veriyi toplayacağını bilir. Yeterli, uygun, temsil eden, bağlamsal olmak üzere istenen dört veri karakteristiği vardır. Bu karakteristikler aşağıdaki Çizelge 3.2’de belirtilmektedir [24,34].

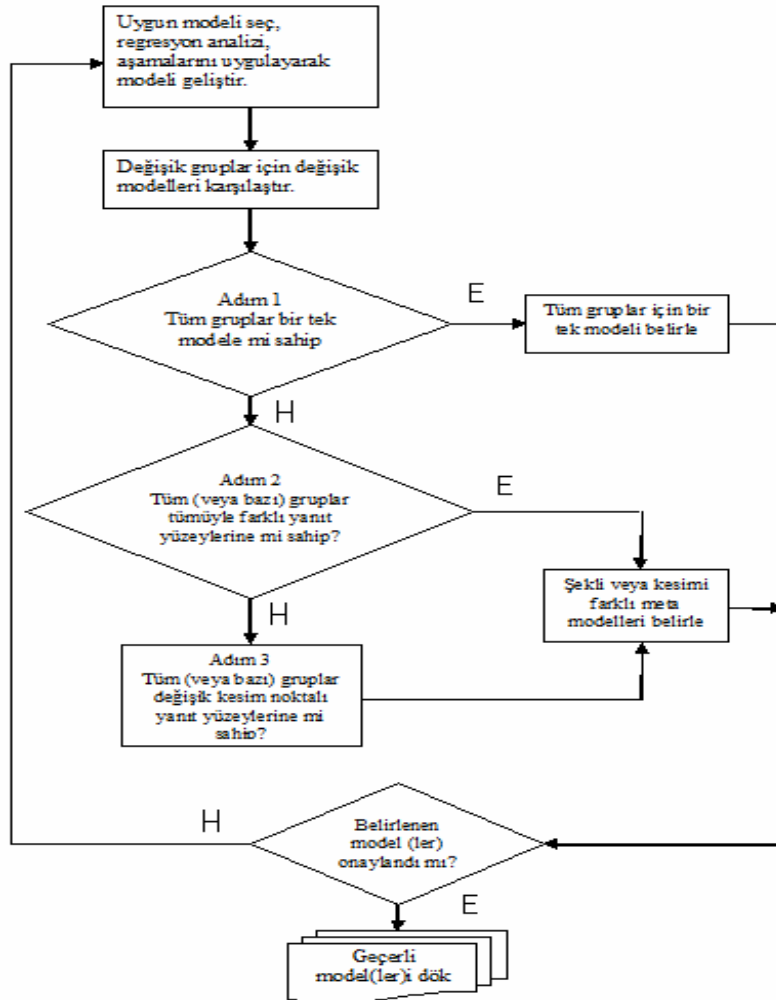
Çizelge 3.2. Veri Karakteristikleri

Faydalı ve Anlamlı Veriler	Tipik Problemler
Yeterli Yeterli veri olduğu için ortaya çıkan modeller gerçeğe çok yakındır	Yetersiz Güvenilir sonuçlara varmak için anlamlı veri yoktur
Uygun Veriler çözülmeye çalışılan problemin anlaşılmasına yardım eder	Konu dışı Veriler amaçladığınız problemi çözmek için yardım etmeyecek karakteristikleri açıklıyor
Temsil eden Verilerde tüm gerçek süreç şartları görülür	Önyargılı Sadece belirli süreç şartlarını temsil eder
Bağlamsal Süreçte bastan sona ne olduğuyla ilgili bilgilere yenilerini ekler	Ayrı Topladığınız veriler süreçle ilgili tek bilgidir

Veri Toplamanın beş aşaması vardır. Bu aşamalar aşağıda belirtilmektedir [51].

- Veri Toplamanın amaçları açıklanır.
- Operasyonel tanım ve prosedürler geliştirilir.
- Verileri toplamak.
- Ölçüm sistemini geçerli kılmak.
- Sürekli olarak ölçümleri geliştirmek.

Veri toplama esnasında nitel ve nicel değişkenlerin birlikte analiz süreci aşağıda Şekil 3.7’de gösterilmektedir [52].



Şekil 3.7. Nitel ve Nicel değişkenlerin birlikte analiz süreci [52]

Ölçüm Sistemi Analizi (Gage R&R)

Ölçüm sistemi operatörler ve ölçüm araçlarından oluşmaktadır. Bir ölçümde gözlenen değer, gerçek değer ile ölçüm hatasının toplamı olarak ifade edilebilir. Ölçüm hatası, gözlenen değerın gerçek değerden sapmasına neden olan tüm ölçüm değişkenliği kaynaklarının net etkisi anlamında istatistiksel bir terimdir. Bir süreçteki toplam değişkenlik ise süreç değişkenliği ve ölçüm değişkenliğinin toplamı olarak ifade edilebilir. Doğru bir süreç analizi ve iyileştirmesi yapabilmek için ölçüm değişkenliğinin süreç değişkenliğinden küçük olması gerekir. Bir ölçüm sisteminin güvenilirliğini belirlemede aşağıdaki etkenler göz önüne alınmalıdır [53].

- Ölçüm aracının yinelenabilirliğinin belirlenmesi,
- Ölçüm aracının türetilebilirliğinin belirlenmesi,
- Ölçümlemeler arasındaki zaman farklılığının ölçüm sonuçlarına etkisinin belirlenmesi,
- Farklı ölçüm araçları ile yapılan ölçümleme sonuçlarının karşılaştırılması,
- Ölçümleme planının oluşturulması,
- Ölçümlemelere etki edebilecek çevre faktörlerinin belirlenmesi.

R&R (Repeatability& Reproducibility), tekrar edebilirlik, yeniden üretilebilirlik, durağanlık ve doğruluk ölçüm sistemlerinde sürekli istenilen karakteristiklerdir.

Tekrar edebilirlik: Aynı insanın aynı parçayı ölçerken aynı sonuçları elde edebilmesidir.

Yeniden üretilebilirlik: Aynı kalite karakteristiği iki farklı kişi tarafından aynı cihaz kullanılarak ölçüldüğünde, aynı değerlerin bulunmasıdır.

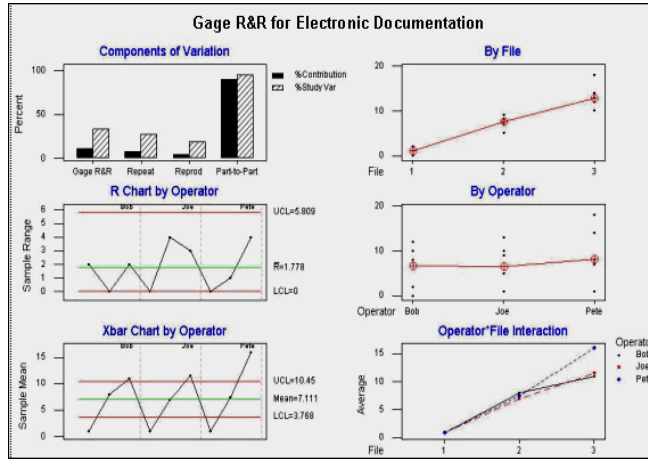
Durağanlık: Tek bir kişi tarafından aynı şekilde alınan ölçümlerin zaman karşısında az veya hiç değişim göstermemesidir.

Doğruluk: Bir ölçümün doğruluğu, yapılan bir dizi ölçüm değerlerinin ölçülen kalite karakteristiğine gösterdikleri uyumdur. Bir başka ifadeyle doğruluk, ölçüm

değerlerinin ortalaması ile ölçülen kalite karakteristiğinin gerçek değeri arasındaki farktır. Doğruluk genellikle tekrarlanan ölçümlerin ortalamasının, bilinen standart bir değer ile karşılaştırılması sonucu test edilir.

Çalışma sonuçlarındaki varyasyon analiz edilmeli ve bu varyasyonun ne kadarının operatördeki değişimlerden ne kadarının teknikler veya parçaların kendilerinden kaynaklandığına karar verilmelidir [54].

Minitab programından elde edilen örnek bir Gage R&R tablosu Şekil 3.10'da gösterilmektedir. Sol üstte yer alan grafikte en soldaki sütunlar Gage R&R değerini ve ölçüm sisteminin yeterli olup olmadığını göstermektedir. Aynı grafikte sapmanın nereden kaynaklandığı da izlenebilmektedir. Sistemdeki sorunun bir operatörden mi yoksa tüm operatörlerden mi kaynaklandığı sol ortadaki grafikte görülmektedir.



Şekil 3.10. Gage R&R Minitab çıktısı örneği

İşletmeler genellikle ölçümlerinin doğru olup olmadığına gerekli hassasiyeti göstermezler. Bir parçanın doğru olarak ölçülmemesi, doğru parçaların reddedilmesi, hatalı parçanın da kabul edilmesi demektir. Bu durum firmanın zarar etme ihtimalini doğurur. Matematiksel anlamda ölçüm sistemi, ölçüm varyansını ölçer. Ölçümdeki değişkenlik ölçülen parçanın değişkenliğine veya ölçüm sisteminin kendisine bağlanabilir. Bu durumda toplam değişkenlik;

$$\sigma^2_{ölçüm\ hatası} = \sigma^2_{operatör\ (yeniden\ üretilebilirlik)} + \sigma^2_{(test\ tekrar\ edebilirlik)} \quad (3.2)$$

değerlendirilmek üzere,

$$\sigma^2_{toplam} = \sigma^2_{ürün} + \sigma^2_{ölçüm\ hatası} \quad (3.3)$$

şeklinde ifade edilmektedir.

3.2.3. Analiz aşaması

Analiz aşamasının asıl amacı süreç içerisindeki problemin temel nedenlerini belirlemek ve bunların nedenleri doğrulamaktır. Sorunların analizinde kullanılacak istatistiksel metotlar hızlı ve güvenilir olmalıdır. Çünkü bu analizler neticesinde iyileştirilme yapılacak süreçler netlik kazanacaktır [55].

İyileştirme düşünülen süreçler için bir takım projeler hazırlanır. En uygun proje maliyet, uygunluk ve müşteri memnuniyeti açısından değerlendirilir. Bununla birlikte oluşan problemlerin nerede ve nasıl oluştuklarına dair cevaplar bulunabiliyorsa sürece hakim olunduğu düşünülebilir.

Analiz aşaması veri analizi, süreç analizi ve temel neden analizi olmak üzere üç şekilde ele alınmaktadır [22].

- *Veri analizi:* Proje takımı bazı müşterilerin gereksinimlerinin etkinliğini iyileştirme hedefine sahip ise, toplanan verileri analiz etmeye ihtiyaç vardır. Veri analiz türü, ölçme aşamasında toplanan verinin kesik veya sürekli olmasına bağlıdır. Kesik veri analizinde Pareto grafiği ve pasta grafik kullanılmaktadır. Sürekli veri analizinde frekans dağılım ve kontrol çizelgesi kullanılmaktadır.
- *Süreç Analizi:* Süreç analizi detaylı bir süreç haritası oluşturmayı ve en büyük yetersizliklerin mevcut olduğu yerler için söz konusu haritayı analiz etmeyi içermektedir. Süreç analizinde alt süreç haritalamasına gidilmekte ve çalışmanın niteliği irdelenmektedir.

- *Kök Neden Analizi*: Proje takımları Temel Neden Analizi'nde açık adım, dar adım ve kapalı adım şeklinde üç adımlık bir süreci gerçekleştirmektedir. Açık adımda proje takımı mevcut sigma performansı için tüm açıklamaları hakkında beyin fırtınası gerçekleştirir. Dar adım da mevcut sigma performansı için muhtemel açıklamalar listesini sınırlamaktadır. Kapalı adımda ise, proje takımı sigma performansını açıklayan sınırlı bir açıklamalar listesini onaylamaktadır.

Beyin fırtınası

Belli bir konuda çok sayıda yaratıcı ve verimli fikir yaratmak için kullanılan genel bir metodudur. İş görenlerin hayal gücünü geliştirmeye ilişkin çalışmaları esnasında oluşturduğu, bir grup çalışması yöntemidir. Amaç, hiçbir engelleme olmaksızın olabildiğince hayal gücüne dayalı öneriler oluşturmaktır. Grup üyeleri, hiçbir engelleme olmaksızın dilediğince öneri geliştirebilir ve söyleyebilir [56].

Klasik metotlarla düşünmeye sapanan takımı özgür düşünmeye teşvik ederek takım üyelerinin coşkulu katılımını sağlar. Böylece birkaç kişinin tüm takıma baskın hale gelmesi engellenir ve takım üyelerinin diğerlerinin yaratıcılığı sırasında kendi amaçlarına odaklanmasını sağlar. Her öneri, diğer üyeler tarafından bir uyarıcı olarak kabul edilir ve ortaya atılan öneriyi nitelik olarak geliştirmeleri beklenir. Oturum süresince eleştiri kabul edilemez [57].

Beyin fırtınası, bazı konularda çember üyelerinin problemi analizlerinde kolaylık sağlar. Bunlar şöyle sıralanabilir [17];

- Her şeyden önce istekli çalışma grubu, çeşitli konular hakkında bir liste tarif eder.
- Grup, bir sorunun incelenmesi evresinde yeni düşünceler ortaya çıkarmak için olayları araştırma, nedenleri araştırma, çözümleri araştırma ve ortaya konan araçların araştırılması fırsatını bulur.
- Çeşitli fikir ve bilgilerin elde olmaması halinde kalite kontrol çemberlerini devreye sokmak mümkün olur.

Beyin Fırtınasının kullanım alanlarından bazıları şunlardır;

- *Yeni ürün geliştirilmesi:* Yeni ürünlerin yaratılması veya varolanların geliştirilmesi için.
- *Reklamcılık:* Ürün kampanyası geliştirmek için.
- *Problem çözmek:* Temel nedenler, alternatif çözümler, etki analizi.
- *Üretim yönetimi:* İşin ve üretim aşamalarının geliştirilmesi.
- *Proje yönetimi:* Müşteri isteklerinin belirlenmesi, risklerin saptanması, kaynakların, görevlerin, yapılabilir olanların, sorumlulukların ve sorunların belirlenmesi.
- *Takım oluşturma:* Katılımcıları düşünmeye teşvik ederek fikirlerin paylaşılması ve tartışılması.

Beyin fırtınası, yaratıcı takım üyelerinin süreçler ve problemler üzerindeki perspektifinin gelişmesini sağlar. Beyin fırtınası ayrıca, deney tasarımıyla değerlendirilecek faktörlerin doğru bir şekilde belirlenmesinde de kullanılır.

Sebep-sonuç analizi

Bir olayın ortaya çıkmasına neden olan durumlar (sebebe) ile ilgilenilen olayın (sonuç) şekilsel gösterimi, sebep–sonuç (cause-effect) diyagramı olarak adlandırılır. Görünümleri nedeniyle Balık Kılçığı ya da bu diyagramları geliştiren Dr. K. Ishikawa'nın adıyla da anılır. İlgilenilen olayın nedenlerinin araştırılmasına sistematik bir yaklaşım getirmektedirler. Belirlenen sonuç kalınca çizilen yatay bir okun ucuna yazılır ve onu yaratacağı düşünülen temel nedenler de ince oklarla buna birleştirilerek Sebep- Sonuç Diyagramı oluşturulur [58].

Bir sorunun çeşitli nedenlerini belirlemeye, sıraya dizmeye ve göstermeye yarayan bir araçtır. Bir iş sürecini geliştirmek için süreç ve süreç sonunda elde edilen çıktılar hakkında yeterli ve gerekli bilgiye sahip olmak gerekir. Sebep-Sonuç Diyagramı bu amaca ulaşmak için önemli bir kalite aracıdır. Belirlenen bir sonuç ve onu etkileyen tüm etkenlerin ilişkileri grafiksel olarak gösterilir. Sebep-Sonuç diyagramı, "Balık

"Kılçığı Diyagramı" olarak da bilinmektedir. Şemanın yapısı problem üzerinde çalışanların sistematik bir şekilde düşünmesine yardımcı olmaktadır [59].

Bir sebep ve sonuç diyagramı aşağıdaki şekilde geliştirilir. Önce analiz edilecek çıktı ve sonuçlar belirlenir ve açıkça tanımlanır. Tanımlanan sonuç, diyagramın sonuç kutusuna yazılır. Daha sonra sonuç kutusunun sol tarafına yatay bir çizgi çekilerek incelenen sonucun temel sebepleri belirlenir ve bu yatay çizgiye dikey şekilde çizilmiş okların üzerine yazılır. Detay nitelikteki sebepler oluşturulan temel sebep kategorilerin altına yazılır. Tüm bu çalışma sonucunda, sorun şeklinde ortaya çıkmış bir olay ile bu sorunu sebepleri ayrıntılı ve kategorize edilmiş bir şekilde grubun tüm üyelerince açıkça görülür hale gelir. Sebep-sonuç diyagramı ayrıntılı bir şekilde oluşturulduktan sonra analiz aşamasına geçilebilir. Sebep-Sonuç Diyagramı aşağıdaki adımlar izlenerek oluşturulur [60]:

- * Analiz edilen sorun açık bir şekilde tanımlanmalı ve ekip üyelerinin tümü tarafından anlaşıldığından emin olunmalıdır.
- * Sayfanın ortasına soldan sağa, sağ tarafta kutu içinde sonuç (sorun) yer alacak şekilde ana kılçık çizilir. Sonuca etki eden farklı kategoriler bu ana kılçık üzerine, yine kutu içinde olacak şekilde çizilir. Belirlenen diğer sebepler küçük kılçıklar olarak temel kılçıklara eklenir.
- * Temel kılçıklar olarak, personel, çevre, malzeme, yöntem, yönetim, ölçülebilirlik kullanılabilir ya da beyin fırtınası uygulanarak daha uygun olanları da bulunabilir. Başlıkların konu ile uyumlu ve mantıklı olması önemlidir.
- * Beyin fırtınası ya da diğer analiz yöntemleri kullanılarak sebepler bulunur. Sebeplerin kısa ve özlü tanımlar haline getirilmesi önemlidir. Sebeplerin belli bir kategori içinde diyagrama yerleştirilmesi ve sıralanması sorunun net bir şekilde görülmesine yardımcı olacaktır.
- * İlk kılçıktan başlayarak sebepler eklenir ve diğer kılçığa geçilir. Her kılçık veya sebep birçok alt kılçıklara sahip olabilir. Sebepler ve alt sebepler sıralanırken "Bu

niçin oldu?” veya “Buna sebep olan nedir?” türü sorular sorulmalıdır. Balık iskeleti diyagramı çizildikten sonra, iskeletin başına problemin tanımlanması yazılır.

Örneğin;

“Personel sayısı yetersizdir.”

“Merkezden istenilen bilgiye cevap alınamamaktadır.”

“Merkezden istenilen bilgiye zamanında cevap alınamamaktadır.”

Birden fazla problemin bir cümlede ifade edilmesinden sakınılmalıdır. Bu nedenle, "Merkezden istenilen bilgiye cevap alınamamaktadır." İle "Merkezden istenilen bilgiye zamanında cevap alınamamaktadır." birbirinden ayrı ifade edilmiştir. Sorunun net bir şekilde belirlenmesi ve ifade edilmesinden sonra, soruna ilişkin sebeplerin tamamının düşünülmesi aşamasına geçilir. Problemlerin seçiminden sonra, problemin sebep ve sonuçları grup olarak belirlenir. "İstenilen bilgiye cevap alınamadı" örneğindeki sorunun sebeplerini grup aşağıdaki gibi sıralayabilir:

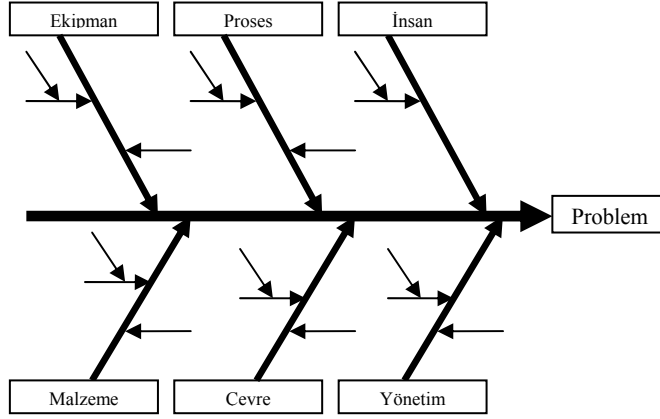
“Rica doğru insana gönderilmemiştir.” “İlgili kişiyle bağlantı kurulamamıştır.”

“Cevabın nasıl hazırlanacağı bilinmiyor.” “Halihazırda aşırı iş yükü var.”

Böyle bir çalışmada olabilecek bütün sebepleri düşünmek çok önemlidir. Çözümlerin liste olarak sunulması istenmemektedir. Bu aracın kullanılmasının amacı çalışanların karşısındaki sorunun sebeplerinden hangilerinin önemli olduğunu belirlemelerini sağlamalarıdır. Ancak böyle bir çalışmadan sonra soruna çözüm bulunabilir. Belli sorunların ayrı ayrı gözden geçirilmesi, farklı sorunlar içinde farklı çözümler gerektirir. Balık iskeleti alıştırmaları, çalışanların bir sorunu çözmede kullanabilecekleri bir yöntemdir. Çalışanların bu terimleri kullanmalarının teşvik edilmesi, çalışanların bu sorunlar karşısında kritik düşüncelerini ve sorun için çözüm üretmelerine imkan verir [61].

Kalite iyileştirmede bir hayli başarılı bir araç olarak kullanılan sebep-sonuç diyagramının oluşturulması için ilk önce ana nedenler belirlenir. Sebep-sonuç

diyagramını oluşturan ana nedenler, 4M olarak adlandırılan İnsan gücü (Manpower), Malzeme (Materials), Yöntem (Methods) ve Makine (Machinery), faktörlerinden oluşur [62]. Şekil 3.8’de ekipman, süreç, insan, malzeme, çevre, yönetim gibi faktörlere bağlı bir problemin balık kılçığı diyagramı örneği verilmiştir.



Şekil 3.8. Sebep-Sonuç (Balık kılçığı) diyagramı örneği [63]

Kalite fonksiyonu yayılımı (QFD)

Müşteri istekleri ile bunları karşılamaya yönelik olarak belirlenen kalite karakteristiklerini ilişkilendirmeye, ürün özelliklerini algılamaya dayalı olarak, kalite karakteristiklerini objektif ölçülere dayalı olarak karşılaştırmaya ve aralarındaki olumlu ya da olumsuz korelasyonları belirlemeye yarayan bir matrisler setidir [64]. Müşteriyi tatmin etmek ve müşterinin talep ettiklerini tasarım hedeflerine ve üretim sırasında kullanılacak başlıca kalite güvence noktalarına dönüştürmek amacıyla tasarım kalitesini geliştirmeyi amaçlayan bir yöntemdir. QFD yöntemi, ürünlerin ve hizmetlerin müşteri ihtiyaçlarına göre tasarlanması gerektiği felsefesine dayanmaktadır.

QFD, yeni ürün tasarımı veya hizmet sunumu, mevcut bir ürünün geliştirilmesi, yatırım planlama konusunda öncelikli alanların belirlenmesi, proses yönetimi uygulamalarının birçok alanları, teknoloji yönlendirmeli mühendislik çalışmaları, politika yönetiminde önceliklerin belirlenmesi gibi işletme faaliyetlerinin çeşitli aşamalarında uygulanabilir [65].

Ürün tasarımı için kullanılmış olan QFD, hizmet endüstrisi için de çok önemlidir. QFD, hem mal ve hem de hizmet temelli şirketlerde başarıyla uygulanmıştır. Şirketler, hizmetlerin geliştirilmesinde, eğitim programlarının oluşturulmasında, yeni iş görenlerin seçiminde ve yeni mal ve hizmetlerin tasarımında QFD metodunu kullanmışlardır. Ürün geliştirmede QFD metodunu kullanan firmalar, maliyetlerinde %50 oranında düşüş, ürün geliştirme zamanında %33 azalma ve verimlilikte %200 artış sağlamışlardır [66].

Temel kalite, müşteriler tarafından zaten ürün üzerinde bulunması gerektiği düşünülen ve bulunduğu varsayılan özelliklerdir. Ürünün veya hizmetin bileşenleridir. Bunların var olması düşük seviyede de olsa tatmine katkıda bulunur. Bulunmaması ise tatminsizliğe neden olur. Ürünün temel bir işlevsel gereksinimi yerine getirmemesi üründe sabit bir sorun olduğunu gösterir. Müşteriler temel gereksinimlerden nadiren söz ederler. Yeni alınan bir otomobilin çalışır olması ya da çizik olmaması, süper marketten alınan bir ürünün bozuk olamaması müşterilerce bir garanti olarak görülür. Bunlar ürünün ya da hizmetin işlevidir ve bir arıza olmadığı takdirde müşteriler normalde bu temel kalite konularından bahsetmezler. Bu temel unsurlar çoğunlukla müşteriler tarafından kalite olarak bile algılanmazlar [67].

Kalite fonksiyonu yayılımı (QFD) faydaları aşağıda sıralanmıştır;

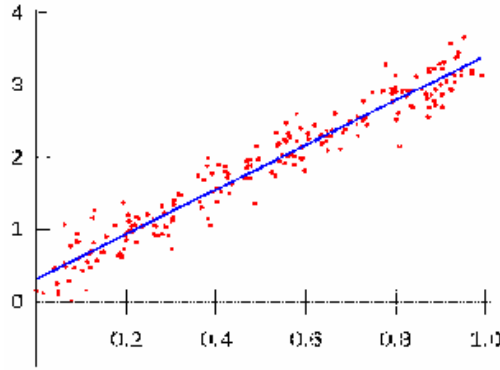
- QFD müşterinin sesini en doğru şekilde taşır. Müşterinin sesi tasarıma aktarıldıktan sonra, imalat, ürünün pazara sunumu ve servis ihtiyaçları da müşterinin istek ve ihtiyaçlarına uygun olarak gerçekleştirilir. Ürünün pazara sunumu da daha kısa sürede gerçekleşir ve müşteriler ihtiyaç duydukları ürünleri daha kısa sürede elde etmiş olurlar [68].
- QFD karmaşık ve çok unsurlu işletme problemlerini çözmede kullanılan ve farklı disiplinlerden insanların katılımıyla yürütülen bir süreç olduğundan sorunlara farklı perspektiflerden yaklaşımı da beraberinde getirir. Dolayısıyla bir problemin bir diğeriyle nasıl bir ilişki içinde olduğunu görmek, sorunun en önemli parçalarını

belirlemek ve en kolay nasıl çözülebileceğini belirtmek basit istatistiksel teknikler kullanılarak yapılabilmektedir [69].

- Üretimde ve süreç tasarımı QFD tekniği kullanılarak hem maliyetlerin aşağı çekilmesi, hem de maksimum performans elde edilmesi sağlanır. Ürün üzerinde yapılan değişikliklerin büyük bölümü tasarım aşamasında gerçekleştirilir. Bu, bütün tasarım kararlarının projenin başında alınmasıyla olur. Böylece sonradan anlaşılan hatalar nedeniyle acil olarak ve panik içinde yapılan değişikliklerin maliyetinden ve müşteri isteklerini göz önüne almamanın maliyetinden kurtulmuş olunur [69].
- Ürün ve süreç tasarımları yapılırken, kaynakların büyük bölümü müşterilerin en çok önem verdikleri ürün niteliklerini gerçekleştirmede harcanır. QFD ile tasarım sonrası değişiklikler ve uygulamadaki hatalar azaltılmakta, bu sayede bu nedenlerle kaybedilecek zaman kazanılmaktadır. Uygulanan takım çalışmaları ve yapılan planlamalar olası problemlerin önceden belirlenip, çözülmesinde önemli bir kolaylık sağlar [70].
- Operasyonlarda, teçhizat ve malzemede yapılan değişiklikler sayesinde, üretilen ürünlerin daha ucuza mal edilmesi ve yüksek kalitede yapılması sağlanır. Sürecin her aşamasından bir sonraki aşamaya geçerken, terimler herkesin anlayabileceği şekilde tercüme edilerek anlaşılabilir hale getirilir. Bu sayede bölümler arasında ortak ve anlaşılabilir bir dil oluşturulmuş olur. [71].
- İletişimi artıran en önemli unsurlar, müşteri ihtiyaçlarının dönüştürülmesinde kullanılan standart dil, duygulardan çok olaylara odaklanması ve karar sürecinin sürekli yenilenen ve modifiye edilebilen bir matris üzerinde gerçekleşmesidir. Verilerin görsel bir sunumunu oluşturan KFY, hem pazarlamacıların hem de mühendislerin kolayca anlayabilecekleri bir sunum oluşturmaktadır[68].

Regresyon analizi

Regresyon analizinin temelinde; gözlenen bir olayın değerlendirilirken, hangi olayların etkisi içinde olduğunun araştırılması yatmaktadır. Bu olaylar bir veya birden çok olacağı gibi dolaylı veya direkt etkileniyor da olabilirler. Regresyon analizi yapılırken, gözlem değerlerinin ve etkilenilen olayların bir matematiksel gösterimle yani bir fonksiyon yardımıyla ifadesi gerekmektedir. Kurulan bu modele regresyon modeli denilmektedir. Şekil 3.9'da Regresyon dağılımı örneği gösterilmektedir [72].



Şekil 3.9. Regresyon dağılımı örneği [72]

Regresyon analizi, y değerlerindeki değişkenliği açıklar ve süreç değişkenini (x) kontrol etmenin etkisinin tahminlenmesini sağlar. Regresyon analizinin bilinen amacı bir veya daha fazla girdi (x) faktörü ile çıktı (y) arasında bağlantı kuran denklemi oluşturmaktır. y ile x arasındaki ilişki doğrusal, polinomial ya da farklı çoklu genel fonksiyonlar olabilir. Ayrıca, belirli x değerleri için gelecek süreç performansını tahminlemeyi sağlar ve istenen sonuçları elde etmek için sürecin durumunun ayarlanmasına yardım eder [73].

Doğrusal regresyon için regresyon denklemi aşağıda belirtilmektedir [74];

$$y = a + bx + e \quad (3.4)$$

Bu denklemde, a kesişim, b eğim ve e hataları ya da gözlemlenen verilerin beklenmeyen sapmalarını ifade eder. Regresyon analizi a ve b 'nin hata kareler toplamını ($\sum e_i^2$) minimize edecek değerlerini hesaplar. Denklemdaki katsayıları tahminleyen yaklaşıma en küçük kareler yaklaşımı denir ve burada eşit değişkenlik

ile gözlemlerin bağımsız olduğu en küçük değişkenliğe sahip a ve b tahmin edilir [74].

Bir tek bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon tek değişkenli regresyon analizi, birden fazla bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon analizi de çok değişkenli regresyon analizi olarak adlandırılır.

Varyans analizi (ANOVA)

Varyans Analizi, esas itibariyle serilerin toplam varyansını, her biri ayrı bir değişim kaynağına bağlı unsurlara bölerek bunların arasında önemli bir fark bulunup bulunmadığını araştırmak, dolayısıyla çeşitli kaynakların önemini tespit etmek amacıyla kullanılır [75]. Bir başka deyişle, her bir faktörün ve hatanın ortalama değerden sapmalarının kareler toplamı aracılığıyla, ölçülen verilerin toplam değişkenliğini tespit edip ayırtmaktır [76].

ANOVA bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılır. Süreç performans karakteristiğindeki değişkenliğin hangi faktör ve etkileşimleriyle açıklanabileceğini dolayısıyla faktör ve faktör etkileşimlerinin etki düzeylerini belirlemek amacıyla varyans analizi gerçekleştirilir.

Tek yönlü varyans analizinde tek bir etkisi incelenen değişkenler söz konusudur. Örneğin, üç değişik markadaki kesici markasının talaş kaldırma esnasında ortaya çıkardığı ısı miktarı ortalamalarının araştırılması gibidir. İki yönlü varyans analizi ikiden fazla ana kütle ortalaması karşılaştırılırken, iki niteliğe göre etki farklılığının olup olmadığı tespit edilecekse, yani veriler iki kritere göre sınıflandırıldığında iki yönlü varyans analizi kullanılır. Örneğin X,Y,Z, marka kesicilerin aynı malzemenin kullanımı ile oluşan ısı miktarlarının değişik kesme parametrelerindeki farklılıklar araştırılırken iki yönlü varyans analizi yapılmış olur.

Aşağıdaki belirtilen varyans analizi genel tablosunda, varyans analizinde uygulanan işlemler ve parametrelerin neleri ifade ettikleri belirtilmiştir [77].

Çizelge 3.3. Varyans analizi genel tablosu [75]

Değişkenlik Kaynağı (Source)	Serbestlik Derecesi (Degrees of Freedom)	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	Kareler Ortalaması (Mean of Squares)	F Varyans Analizi Test İstatistiği	P Önem Derecesi
X	$V_X = x - 1$	SSX	$MSX = SSX / v_1$	MSX/MSH	
Y	$V_Y = Y - 1$	SSY	$MSY = SSY / v_2$	MSY/MSH	
XY Etkileşimi	$V_{XY} = (X-1)(Y-1)$	SSXY	$MSX = SSX / V_{XY}$	MSXY/MSH	
Hata	$V_H = xy(n-1)$	SSH	$MSH = SSH / V_H$		
Toplam	$V_T = xyn - 1$	SST			

Değişkenlik kaynağı, Source, ana faktörleri ve faktör etkileşimlerini içermektedir. Performans karakteristiğinin hangi faktör ve etkileşimleri tarafından açıklanabilirliğini analiz etmek için kullanılmaktadır. P; α anlam düzeyinde ilgili faktörün ya da faktör etkileşiminin kritik etki yaratabilme olasılığıdır.

$$SS, \text{ Kareler Toplamı}; SS = \sum (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.5)$$

$$MS, \text{ Kareler Ortalaması } SS = \sum (x_i - \bar{x})^2 / v \quad (3.6)$$

formülleri ile ifade edilmektedir.

3.2.4. İyileştirme aşaması

İyileştirme aşaması, süreç içerisindeki problemin ortadan kaldırılacağı veya etkilerinin azaltılacağı aşamadır. Ancak çözüm önerileri uygulamaya konmadan önce bundan önceki üç aşamadan elde edilen sonuçlar yeniden gözden geçirilmelidir. Bununla birlikte problem herkesçe anlaşılabilir bir şekilde ayrıntılı ve net olarak açıklanmalıdır [78].

Bu aşamada uygulanacak olan iyileştirme çalışmalarının önemi hataları ortadan kaldırmak süreç verimliliğini ve kapasitesini arttırmada en iyi teknikleri içermesidir.

Çizelge 3.4’de iyileştirme aşamasının hedefleri ve çıktıları ana hatlarıyla ortaya konulmaktadır [1].

Çizelge 3.4. İyileştirme aşamasının hedefleri ve çıktıları

HEDEFLER	ÇIKTILAR
İyileşme potansiyeli yüksek olan alanları belirlemek ve gerçek analizler ve yaratıcı düşüncenin de yardımıyla, süreç esaslı çözümler geliştirmek. Yeni çözüm ve süreçleri etkin bir biçimde uygulamak, ölçülebilir ve sürdürülebilir kazançlar elde etmek.	<u>İyileştirme öncelikleri</u>; Potansiyel Altı Sigma projelerinin etki ve olabilirlikleri dikkate alınarak değerlendirilmesi. <u>Süreç İyileştirmeleri</u>; Belli temel nedenlere yönelik çözümler, Sürekli ya da adım adım iyileşme. <u>Yeni ya da yeniden tasarlanmış süreçler</u>; Yeni talepleri karşılamak, yeni teknolojileri benimsemek, ya da çalışma hızında, hassasiyetinde, maliyet performansında artış sağlamak üzere oluşturulan yeni çalışmalar ve iş akışları.

İyileştirme uygulanırken proje ekibinin çözümleri, öncelik sırasına koyması, bunları gruplar halinde bir seferde uygulaması ve uygulamanın hemen ardından, sigma’nın yeniden hesaplanması tavsiye edilmektedir. Bunun nedeni çoğu zaman proje ekibinin hedef ve amaçlarına, önerilen çözümlerin hepsini birden uygulamaya gerek kalmadan, ulaşılabilecek olmasıdır [22].

İyileştirme aşamasında geliştirilmesi ve kaldırılması düşünülen süreçler, tespit edilir ve iyileştirme düşünülen süreçler için alternatif projeler ortaya konur. Ortaya konan bu projelerin seçimi, fayda analizi ile yapılır.

Deney tasarımı

Üretim süreçlerinde var olan hataların ve verimsizliklerin nedeni, üretim girdi parametrelerindeki değişkenliklerdir. Bu değişkenliklerin süreç çıktısına olan etkisinin ortaya konulabilmesi için, bilimsel tekniklerin kullanılması gereklidir. Altı sigma metodolojisinin en önemli araçlarından biri olan deney tasarımı sayesinde,

süreç çıktıları ile girdiler arasındaki ilişkiler araştırılır ve sürecin çıktısını etkileyen önemli girdiler bulunur. Şekil 3.11’de deney tasarımının 6 temel adımı gösterilmektedir.



Şekil 3.11. Deney tasarımının altı adımı

Endüstriyel uygulamalar, ekonomik ve zaman kısıtları dikkate alınarak en iyi uygulama şartlarının sağlanması ile en verimli düzeyin elde edileceği kombinasyonları gerektirir. Bu uygulamalarda, prosese etki eden faktörlerin bazıları kontrol edilebilirken bazıları edilemez. Bu aşamada deney tasarımı devreye girer ve proses çıktısının optimum seviyesinin tespitinde deney sayısını azaltarak prosesi etkileyen faktörlerden kritik olanları ve bunların proses çıktısına olan etkilerini tespit eder. Deney tasarımı sisteme yaklaşımda bulunurken istatistiksel yaklaşımları kullanır. Böylece faktörlerin çıktı üzerindeki etkilerini belirlemek ve varyasyon yaratan faktörlere karşı önlemler almak, tasarım aşamasında gerçekleştirilmiş olur [79].

İşletmelerde bir sorunun kaynağını bulmak için genelde iki yöntem izlenir. Bu yöntemlerden biri, iyileştirilmiş kontrol ve gözlemdir. Bu yöntemde, bir sorunun oluşması beklenir ve sorunun oluştuğu bazı ölçüm sistemleri ile fark edilir. Böyle bir

durumda, sorunun kaynağını bulmak için çok iyi bir kontrol sistemiyle, pasif olarak sorunun oluşması beklenir ve sorun oluşuktan sonra iyileştirme olanakları araştırılır.

Diğer bir yöntem ise deneylerdir. Bu yöntemde pasif olarak değil, aktif olarak sorunun oluştuğu durumlar, geri plandaki girdiler değiştirilerek yakalanmaya çalışılır. Deney tasarımı sebep ve etki ilişkisini belirlemek için planlanmış bir yaklaşımdır.

Deney tasarımında en önemli nokta, deney tasarımının dengeli olmasıdır, yani faktörlerin birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmesini sağlaması ve bunun için de tasarımda faktörlerin farklı seviyeleri için her test edilen şart altında eşit sayıda örnekleme yapılmasıdır [80].

Burada öncelikle varolan ve klasik olarak tanıdığımız deneylerle, yeni geliştirilen deney tasarımı arasındaki farkı açıklamakta fayda vardır. Klasik deneylerde incelenmek istenilen belirli bir olay ele alınır, olayı etkileyen faktörlerden birisi seçilir, olayla faktör arasındaki etkileme şekli hakkında bir hipotez yazılır, olayın gerçekleşmesini sağlayan bir deney tertibatı kurulur, deneyler yapılır ve elde edilen sonuçlardan hipotezin doğru olup olmadığı sonucuna varılır. Genelde deneylerde bir test grubu, bir de kontrol grubu bulunmaktadır. Klasik deneylerde bu iki grup üzerinde düzenlemeler yapılır, olayı etkileyen bir tek değişken incelenir. Ayrıca olay ile değişken arasında matematiksel bir bağıntı kurmak için belirli bir yöntem yoktur [30].

İstatistiksel deney tasarımının amacı minimum zaman, kaynak ve harcama ile maksimum anlamlı verileri toplamaktır. Bundan dolayı deney tasarımı geleneksel yöntemlerden uzak ve araştırmalara yeni bir yaklaşım getirir. Geleneksel deney tasarım yöntemleri yüksek malzeme maliyeti, uzun zaman ve kaynak gerektiren yöntemlerdir. Her bir parametrenin deney üzerindeki etkisini araştırmak için diğer bütün parametreler sabit tutularak her seferinde bir parametre denenir. Bu durumda parametrelerin aynı anda 4 ya da 5’den fazla seviyeleri olamaz. Örnek vermek gerekirse 5 parametrelili bir çalışmada her bir parametre 5 seviyeye sahip olursa

toplam $5^5=3125$ farklı kombinasyon denenmesi gerekmektedir. Eğer deneysel hataları azaltmak için her bir deney en az 3 sefer tekrar edilmiş olsa toplam $3125 \times 3=9375$ deney yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak klasik yada geleneksel yöntemlerle yapılan deney çalışmalarında eş zamanlı analiz mümkün olamamaktadır [81,82].

Taguchi yöntemi, parametre tasarımı, sistem tasarımı ve tolerans tasarımı üzerine kurulmuş bir deney tasarım ve optimizasyon yöntemidir. Taguchi'nin deney tasarım yöntemi, farklı parametrelerin, farklı seviyeleri arasından optimum kombinasyonu saptamak adına oldukça yararlı bir yöntemdir [83].

Taguchi yöntemi, üründe ve proseste, değişkenliği oluşturan ve kontrol edilmeyen faktörlere karşı, kontrol edilebilen faktörlerin düzeylerinin en uygun kombinasyonunu seçerek, ürün ve prosesteki değişkenliği en aza indirmeye çalışan bir deneysel tasarım metodudur. Bu metot; ürünlerin kalitesinin iyileştirilmesinde etkili olmasını yanı sıra, kalite geliştirmede çok daha az deneme ile daha iyi sonuç alma imkanı vermektedir. Bunun yanı sıra felsefe olarak, kalitenin tasarım ve proseste sağlanmasını öngörmektedir. Bu yöntemde faktör seviyelerinin tespit edilmesinde gözlem yöntemi, sıralama yöntemi, sütun farkları yöntemi, varyans analizi yöntemi ve faktör etkilerinin grafiksel gösterimi yöntemlerinden birisi uygulanmaktadır [84].

Taguchi deney tasarımı tekniğine göre yapılacak bir çalışmada izlenecek adımlar aşağıda sıralanmaktadır [85];

- i) Faktörlerin seçimi ve aralarındaki etkileşimlerin değerlendirilmesi (beyin fırtınası, akış diyagramı, sebep sonuç diyagramı gibi metotlar kullanılarak).
- ii) Faktörlerin seviyelerinin belirlenmesi.
- iii) Doğru dengeli tasarımın seçimi.
- iv) Faktörlerin ve/veya aralarındaki etkileşimlerin dengeli deney düzenindeki kolonlarla eşleştirilmesi.
- v) Deneylerin daha önceki adımlarda planlanan şekilde gerçekleştirilmesi.

- vi) Sonuçların analizi.
- vii) Onama deneylerinin yapılması.

Bu adımların izlenmesi sonucunda proses veya ürün için optimum performansın elde edileceği deney parametreleri belirlenecek, deneyde ele alınan faktörlerin kalite değeri üzerindeki etkisi tahmin edilebilecek ve optimum deney parametreleri sonucunda elde edilebilecek kalite değeri öngörülebilecektir.

Taguchi tekniğinde, ürünün tek bir kalite karakteristiğinin en iyilenmesine çalışılmaktadır. Ancak gerçek hayatta ürün geliştirme aşamalarında çoğu zaman birden çok sayıda cevap değişkenin eşzamanlı en iyilemesi problemi ile karşı karşıya kalınır. Bu işlem, uzman kişilerin deneyimlerinden veya çeşitli yöntemlerden yararlanılarak yapılabilmesine rağmen, genellikle birinci yolun tercih edildiği görülmektedir [86].

Deneyisel tasarımların en önemlileri faktöriyel deney tasarımı ve Kesirli faktöriyel deney tasarımıdır [87];

Faktöriyel deney tasarımı: Faktöriyel deneyler, faktörler arasındaki etkileşimin tahminini mümkün kılar. İki veya daha fazla faktörün varlığında etkileşimin etkilerini bilmek, deneyi yapan araştırmacı için çok önemlidir. İki faktör arasındaki etkileşim anlamlı olduğunda, bir faktörün düzeylerindeki değişime karşılık tepki değişkeninde meydana gelen farklılık diğer faktörlerin tüm düzeylerinde aynı olmayacaktır. Tepki değişkeni üzerinde her iki faktörün etkileri belirlenebiliyorsa, etkileşim etkileri göz ardı edilemeyecektir.

Kesirli faktöriyel deney tasarımı: Faktör sayısı arttıkça yapılması gereken deney sayısı artar. Her biri iki seviyeli üç faktör analiz edilmek istendiğinde, 8 deney yapılması gerekmektedir. Çalışmada maliyet yüksekliği, zaman yetersizliği gibi nedenlerle çok sayıda deney yapamama sınırlayıcısı varsa $\frac{1}{2}$ kesirli faktöriyel tasarımı uygulanabilir.

3.2.5. Kontrol aşaması

Kontrol aşaması en önemli aşama olarak görülebilir. Çünkü bu aşamada daha önceki dört aşamadan elde edilen başarılar değerlendirilir. Bu başarıların korunması artırılması ve yaygınlaştırılması da yine bu dönemde sağlanır [88]. Kontrol aşamasında iki temel faktör vardır. bu faktörler aşağıda belirtilmiştir [22];

- *Kontrolün teknik metodunun belirlenmesi:* Teknik kontrol metodu, yeni süreçten ne kadar çıktı geçtiğini ve yeni sürecin ne kadar standardizasyona sahip olduğunu baz alır. Çizelge 3.5’de çıktı ve standardizasyon düzeyinde hangi teknik aracın kullanılacağını belirten bir matris verilmiştir.

Çizelge 3.5. Süreç çıktısı – Standardizasyon matrisi

Yüksek Standardizasyon	Yüksek Standardizasyon
Düşük Çıktı % 15	Yüksek Çıktı % 80
Düşük Standardizasyon	Düşük Standardizasyon
Düşük Çıktı < % 1	Yüksek Çıktı % 80

- *Tepki planı oluşturulması:* İyileştirmelerin sonucunda oluşturulan yeni süreç haritasında, sürecin müşterileri tarafından doğrulanan spesifikasyonları ve hedefleri, hangi veri toplama şekillerinin kullanıldığını, ekip tarafından seçilen kontrol yöntemlerini verir.

Süreçler içerisinde kontrol, projelerin hayata geçirilmesi nedeniyle son derece önemli bir yere sahiptir. Kontrolü tamamlanmış ve süreçler içerisinde standartlaştırılmış olan projeler bu aşamada izlenir. İzleme değerlendirmenin ardından projelerin dokümantasyonu sağlanır.

Kontrol grafikleri

İstenilen kalite düzeyinde ürün üretebilmek için sürecin istatistiksel olarak kontrol ve analiz edilmesinde yarar vardır. Shewhart kontrol grafikleri bu anlamda yaygın bir

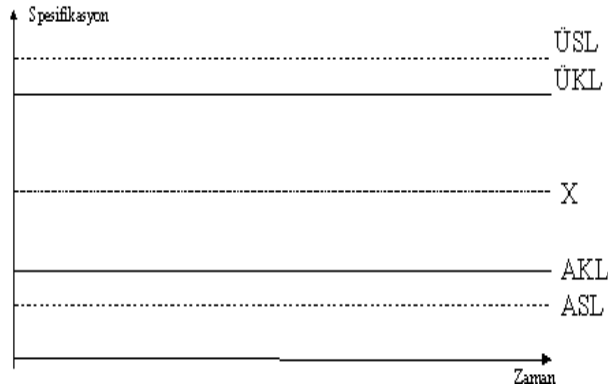
kullanıma sahiptir. Bir kontrol grafiği temel olarak üç çizgi içerir. Bu çizgiler; üst kontrol sınırı, ÜKS (UCL), orta çizgi, OÇ (CL) ve alt kontrol sınırı, AKS (LCL)'dir. Bir kontrol grafiğini oluşturmak için; ilgilenilen kalite karakteristiği W , ortalama $w \mu$ ve standart sapması $w \sigma$ olmak üzere, kontrol sınırlarının orta çizgiden olan uzaklığını standart sapma biriminden ifade eden katsayı k olarak kabul edildiğinde orta çizgi ve kontrol sınırları;

$$\text{ÜKS } w = w \mu + k \sigma w \quad (3.7)$$

$$\text{OÇ } w = w \mu$$

$$\text{AKS } w = w \mu - k \sigma w \quad (3.8)$$

olarak belirlenir [89]. Şekil 3.12'de örnek bir Shewhart kontrol grafiği gösterilmiştir [90].



Şekil 3.12. Shewhart kontrol grafiği örneği

Kontrol kartının tasarımı için ekonomik bir modelin formüle edilmesi, sürecin davranışı hakkında belirli tahminler yapmak için gereklidir. Sürece ait karakteristiğin kontrol altına alınmaya çalışıldığı durum düşünülürse, kontrol kartının, yapısı düzeltilebilir faktörlerin varlığı durumunda “Kontrol dışı” sinyalini oluşturmaya, sebebi belirlenebilir bir durumun yokluğunda ve düzeltme gerekliliğinin oluşmadığı durumlarda ise “Kontrol altında” sinyalini göstermeye yönelik olarak tasarlanmalıdır [91].

Kontrol grafiklerinin en önemli özelliği, süreçte meydana gelen ve kaliteyi etkileyen belirlenebilir nedenleri ayırabilmesidir. Böylece birçok üretim sorununun teşhisi ve düzeltilmesi mümkün olur. Sadece şans etkileri nedeniyle değişkenlik gözlenen bir

süreç, istatistiksel olarak kontrol altında olarak tanımlanır. Belirlenebilir nedenlerin varlığı altında çalışan bir süreç ise kontrol dışındadır. Kontrol altındaki bir süreç karardır. Kararlı bir sistemde iyileştirme, sadece, yönetim ve yetkilendirilmiş çalışanların sorumluluğunda olan sistem değişiklikleri yolu ile gerçekleştirilebilir. Kararsızlık ise belli özel bir sebep yüzünden oluşur. Bu özel sebepler, süreç sonuçlarının ortalamasını ve/veya yayılımını değiştirir. Bu tarz süreçlerin iyileştirilmesi, sistem düzeyini değiştirmeden de mümkündür. Bu nedenle, iyileştirme amacı ile sistemi değiştirmeden önce süreçleri kararlı hale getirmek gereklidir.

Sayılabılır değişkenler için kontrol diyagramları ile ölçülebilir değişkenler için kontrol diyagramlarının karşılaştırılması Çizelge 3.6'da verilmiştir [92].

Çizelge 3.6. Verilere göre kontrol grafiklerinin karşılaştırılması [92]

Sayılabılır değişkenler için kontrol diyagramları	Ölçülebilir değişkenler için kontrol diyagramları
Açık ve tartışmasız tanımlanmış hata kriterleri ve bu kriterlerin çalışanlara çok iyi öğretilmesi gerekir	Hata kriteri öngörülen bir parametre veya boyut toleransının çiğnenmesidir.
Hataların bulunması temeline dayanır.	Hataların önlenmesi temeline dayanır.
Belirli miktarda hata oluşmadan olumsuz bir proses değişikliğinin varlığını uyarır.	Hatalar görülmese bile olumsuz proses değişikliklerinin varlığı doğrultusunda uyarır.
Sadece oranları ve hatalı ürünlerin dağılımını gösterir.	Saçılmanın büyüklüğünü ve yönünü gösterir.
Proses hakkında doğru bilgi alabilmek için yüksek miktarda tesadüfi numune alınmalıdır.	Sadece örnekleme amacıyla (genellikle beş adet) alınan numunelerle proses hakkında güvenilir yorum yapılmasına olanak verir.

Ürünlerin belli özelliklerine ait ölçülebilir parametrelerin istenilen standartlara uygunluğu $\bar{X}$ ve S veya $\bar{X}$ ve R grafikleri ile kontrol edilir. Kontroller, üretilen malların tamamının muayene edilmesi yerine örnekleme yoluna gidilerek gerçekleştirilir. Bu diyagramlar ortalama ile birlikte standart sapma ($\bar{X}$ - S) veya ortalama ile birlikte dağılım aralığı ($\bar{X}$ - R) çiftleri şeklinde uygulanmasıyla işlemin hem ortalama hem de değişkenlik bakımından kontrol altında olup olmadığı analiz edilir.

X-R Grafikleri;

Ortalama $\bar{X}$ ile dağılım aralığı R 'nin dikey eksenlerde yer aldığı ve yatay eksenlerde ise belirli aralıklarla alınan numune gruplarının ardı ardına yazıldığı iki diyagramdan oluşur. R numune grubunda ölçülen değerlerden en büyük ve en küçük değer arasındaki farktır [93].

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (3.9)$$

X-S Grafikleri;

$X-S$ diyagramları $X-R$ diyagramlarına benzer olarak çizilirler fakat R değeri yerine standart sapma S değerleri hesaplanarak grafiğe yerleştirilir. Alt grupların standart sapmalarının aritmetik ortalamasının hesaplanmasıyla S diyagramı için orta çizgi aşağıdaki gibi hesaplanır Genel eğilim $X-R$ diyagramlarının kullanılması yönündedir Ancak sınıf hacminin büyüdüğü durumlarda standart sapma değerleri süreç özelliklerini daha sağlıklı biçimde ortaya koymaktadır [94].

Ortanca Değer Diyagramları

Ortanca değer, grupta ölçülen değerlerin ortasında yer alan değeri ifade eder. Çok basit olması ve hesap gerektirmemesi dolayısıyla avantajlı olmakla birlikte orta çizgi, çok değişken olabileceği için daha geniş kontrol limitleri kullanılması gerekir ve bu nedenle ortanca değer diyagramının süreç kontrol üzerindeki etkinliği yeterli değildir [95].

p Diyagramları

Bu tip diyagramlar bir yığındaki hatalı ürünlerin oranını veren, kontrol limitlerinin binominal dağılım temeline göre ayarlandığı, yığın hacminin sabit olmadığı durumlarda kullanılabilen diyagramlardır [95].

np Diyagramları

Bu tip diyagramlar p diyagramları ile benzerdirler. Onlardan farklı olarak uygun olmayan ürünlerin sayısını yine p diyagramları ile aynı değişkenleri kullanarak gösterirler. Yığın hacminin sabit olduğu durumlarda kullanılırlar [95]. P ve np diyagramlarında hatalıya bakılır

c Diyagramları

Belli bir hatalı oranını kabul edilebileceği durumlarda parti başına düşen hatalı sayısını gösteren diyagramlardır. p ve np diyagramlarına benzer şekilde oluşturulurlar. Alt grup hacmi tek bir ürün çeşidinden oluşuyorsa c diyagramları kullanılabilir [95].

u Diyagramları

c diyagramı ile benzer diyagramlar olup, aynı verileri kullanmakla birlikte süreklilik gösteren ölçüm skalası ve ürün bazında hatalı sayısı verileri ile oluşturulması açısından farklılıklar gösterir. Alt grup hacminin birden çok ürün çeşidinden oluştuğu durumlarda kullanılabilir [95]. C ve u diyagramlarında hataya bakılır.

CUSUM (Yığımlı Toplam) kontrol grafiği

Yığımlı toplam kontrol grafiği imalat prosesindeki küçük ölçekli değişimleri saptamada kullanılabilen bir kontrol tekniğidir. Oluşturulan grafikte yatay eksen gözlemleri, dikey eksen ise yığımlı değerleri gösterir. Dikey eksenin ölçeklendirilmesi için üç yaklaşım söz konusudur. Normal yaklaşım yığımlı değerlerin ortalamanın standart sapmasına bölümü ile elde olunacak büyüklüklere göre ölçeklemedir. Her yığımlı değer standart hataya bölünmesi işlem gerektirirken zaman kaybına da yol açar. İkinci bir yaklaşım yatay eksenindeki her aralığa karşılık dikey ekseninde $1/\sigma_x$ kadar aralıklar almaktır. Bu ölçeklendirme grafiğin boyunu büyütür. Üçüncü yaklaşım ise daha kolay ve kısa süreli ölçeklendirme sağlar, yatay eksenindeki aralık değerine karşılık dikey ekseninde aynı aralık ile k değerli aralıklar

alınır.(k standart hata cinsinden bir değer olup 1 ile 2 standart hata olarak seçilir)
Ölçeklendirme yapıldıktan sonra yığımlı değerler olduğu gibi grafiğe işlenir [96].

EWMA grafiği

EWMA(Exponentially Weighted Moving Average),üssel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama grafiği küçük değişimlerin hızlı bir şekilde ortaya çıkarılması için kullanılır. Hareketli ortalama varyasyonu düzleştirir [97].

4. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU

4.1. Altı Sigma'da Roller ve Organizasyonel Yapı

Altı Sigma yaklaşımının başarısı, işletmedeki her üyenin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Altı Sigma yaklaşımında tüm personele aldıkları eğitiminin türüne göre farklı unvan, yetki ve sorumluluklar verilmektedir. Altı Sigma yaklaşımında roller, Altı Sigma yürütme kurulu, sponsor (şampiyon), uzman siyah kuşaklılar, siyah kuşaklılar (ekip liderleri), yeşil kuşaklılar (ekip elemanları) ve finans direktörü şeklinde oluşmaktadır.

4.1.1. Altı sigma yürütme kurulu

Üst yönetim tarafından oluşturulan kurulun temel görevi; şirket bazında yürütülen Altı Sigma projelerinin etkinliğini sağlamaktır. Bu amaçla aylık dönemlerle toplanan kurulun, sistemin bütünü ve bütünü oluşturan Altı Sigma projelerini tartışması, uygulamalardaki hataları ve sapmaları belirleyerek düzeltmesi beklenmektedir. Kurul içinde süreç lideri olan şampiyonlar, Altı Sigma koordinatörü ve finans bölümünden yöneticilerin bulunması yararlıdır [16].

Bu konseyin başlıca görevleri [1];

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara ve işletmenin Altı Sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
- Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri çözmek,
- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,

- Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamak, seklinde özetlenebilir.

4.1.2. Sponsor (Şampiyon)

Sponsor, iyileştirme projesini “izleyen” üst düzey yöneticidir. Bu, hassas denge gerektiren önemli bir sorumluluktur. Ekipler, karar verme konusunda serbest bırakılmalıdır. Bununla birlikte, çalışmalarını yönlendirme konusunda iş liderlerinin rehberliğine ihtiyaç duyarlar. Sponsorun görevleri arasında şunlar sayılabilir [1];

- Yönetimleri altındaki iyileştirme projelerinin genel hedeflerini saptamak, korumak ve bu hedeflerin iş öncelikleriyle uyumlu olduğundan emin olmak
- Gerekli olduğu takdirde, bir projenin yönü ya da kapsamı konusunda yol göstermek, yapılacak değişiklikleri onaylamak
- Projeler için kaynak bulmak ve görüşmeler yapmak
- Ekibi, Liderlik Ekibi önünde temsil etmek ve ekibin savunuculuğunu yapmak
- Ekipler arasında ya da ekiplerle ekip-dışı kişiler arasında oluşan sorunların ve mükerrer çalışmaların ortadan kaldırılmasına yardımcı olmak
- Bir iyileştirme projesinin bitiminde, projenin sorunsuz bir biçimde devredilmesini sağlamak için süreç sahipleri ile çalışmak
- Süreç iyileştirmesi konusunda kazandıkları deneyimi, kendi yönetim süreçlerinde uygulamak

4.1.3. Uzman siyah kuşaklılar

Uzman Siyah kuşaklılar ekipleri ve ekip liderlerini veya siyah kuşakları desteklerler. Ekibin üyelerini ve amaçlarını belirlerler. Uzman Siyah kuşaklılar hem istatistiği iyi kullanabilmelidirler hem de grup çalışmalarına uygunluk ve iletişim yeteneğine sahip olmalıdırlar. Altı Sigma araçlarının yayılmasından ve kullanımından sorumludurlar ve projeleri başarıya yönlendirerek yönetirler. Ayrıca uzman siyah kuşaklılar aşağıda belirtilen görevleri üstlenirler [7];

- Altı Sigma’nın uzun dönem teknik vizyonundan sorumludur.

- Siyah kuşaklıların eğitilmesinden sorumludurlar.
- Teknik beceri, güçlü ve güvenilir liderlik özelliklerine sahiptir.
- Proje sponsoruna rapor verir.

Teknik bilgi olarak Altı Sigma hakkında en derin ve en fazla bilgiye sahip liderlerdir. İşletmede tam zamanlı olarak çalışmakta ve bütün zamanlarını Altı Sigma yöntemleri ve bu yöntemlerin uygulaması ile geçirmektedir. Siyah kuşaklara yol göstermekte ve danışmanlık yapmaktadır. Siyah kuşak adaylarına da Altı Sigma alanında eğitim vermektedir.

4.1.4. Siyah kuşaklılar (ekip liderleri)

Siyah kuşaklar, Altı Sigma projelerindeki her şeyi düşünen kişiler olmaları nedeniyle Altı Sigma'daki en kritik rolü üstlenen ekip liderleridir. Bunlar, müşteri isteklerini dikkate alıp aynı zamanda verimliliği arttıran kilit süreçleri tanımlama, ölçme, analiz etme, iyileştirme ve kontrol etme ile sorumludur. Siyah kuşaklar aktif bir şekilde örgütsel değişim ve geliştirme sürecine katılmaktadır. Siyah kuşaklar istatistiksel araçlar ve diğer problem çözme teknikleri üzerinde odaklaşan yeşil kuşakların eğitiminden sorumludur [23].

Siyah kuşakların görevleri aşağıda gösterilmiştir [7];

- * İyileştirme projesini belirleyerek kalite şampiyonuna teklif etmek,
- * İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini kalite şampiyonuna teklif etmek,
- * Takım üyelerini belirlemek ya da belirlenmesinde kalite şampiyonuna yardımcı olmak,
- * Takım üyeleri arasında iş/görev dağılımını yapmak,
- * İyileştirme projesini yönetmek ve projenin miadında tamamlanmasını sağlamak,
- * Bilgi ve kaynak ihtiyaçlarını belirlemek ve bu talepleri kalite şampiyonuna bildirmek,

* Takım üyelerine Altı Sigma araçlarını kullanımı ve proje görevlerinin yerine getirilmesi sırasında teknik destek sağlamak, şeklinde özetlenebilir.

4.1.5. Yeşil kuşaklılar

İyileştirme takımı üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Yeşil kuşakların, temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmeleri ve bilgisayar yazılımları yardımı ile analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmaları gerekmektedir [3].

Yeşil kuşaklar bir veya birden fazla ekipte yer alabilirler. Ekibin başarısı için çalışmaları, araştırma yapmaları ve katkıda bulunmaları beklenir. Yeşil kuşakların görevleri aşağıda belirtilmiştir [7];

- * Altı Sigma projelerinde siyah kuşakların hedeflerine ulaşmasını sağlamak için belirli alanlarda yarı zamanlı çalışırlar.
- * Altı Sigma yaklaşımını günlük işleriyle birleştirirler.
- * Mini projeleri bizzat üstlenirler.

Birçok organizasyonda Yeşil kuşaklar, sadece ekip üyesi olarak değil, proje lideri olarak da görev yapmaktadırlar.

5. ALTI SİGMA PROJELERİ UYGULAYAN BAZI İŞLETMELERİN ANALİZİ

5.1. Analizin Amacı

Bu analizin amacı, üretim ve yönetim süreçlerinde Altı Sigma projeleri uygulayan işletmelerin Altı sigma öncesi ve sonrasının karşılaştırılarak işletmenin kazanımlarının belirlenmesinin yanı sıra yöneticilerin Altı sigma ve rekabet unsurlarına karşı bakış açılarının tespit edilmesi ve işletmelerin kullandıkları teknolojilerin ve uyguladıkları Altı sigma projelerinin, teknik ve ekonomik kazanımlarının ne ölçüde etkilediğini ortaya koymaktır.

5.2. Analizin Önemi

İmalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin bu yapılanma içerisinde kalıcı ve başarılı olmaları, Altı Sigma yeniliklerini başarılı bir şekilde takip edip, etkin bir şekilde kullanmalarından geçecektir.

Sürekli artan rekabet koşullarında işletmeler yaşamlarını sürdürmek için mevcut teknolojileri korumak ve bununla birlikte yeni geliştirilen teknolojileri de takip etmek durumundadırlar. Bu nedenle işletmenin kendi iç yapısı ile birlikte, işletmeden bağımsız bir takım dış etkenleri de göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.

Yapılan çalışma işletmelerin uyguladıkları altı sigma projelerinin kazanımlarının artırılması için gerekli yöntemlerin belirlenmesi için önem arz etmektedir.

5.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Araştırma, imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelere yönelik yapılmıştır. Ankara, İstanbul, İzmir ve Kayseri bölgelerinden seçilen 19 işletmeyi kapsamaktadır. Ancak bu işletmelerin 11'inden gelen cevaplar değerlendirmeye alınmıştır. Sekiz işletme çeşitli nedenlerden dolayı (veri eksikliği vb.) araştırmaya katılmamıştır.

Araştırmanın yapıldığı işletmelerde cevaplamanın Altı Sigma ile ilgili yöneticilerle yapılmasına dikkat edilmiştir. Araştırmada dikkate alınan konular şu şekilde sıralanmıştır:

- i) İşletmenin İmalat yapıyor olması,
- ii) Altı Sigma uygulamalarının olması,
- iii) İşletmede en az bir Uzman Karakuşak veya Karakuşak bulunması,
- iv) Tamamlanmış ve sürmekte olan Altı Sigma projelerinin olması.

5.4. Araştırmanın Yöntemi

Araştırma evreni olarak Ankara, İstanbul, İzmir ve Kayseri bölgelerinden 11 işletme seçilmiştir. Hazırlanan anket formu bir işletme üzerinde pilot bir çalışma olarak uygulanmıştır. Bu aşamadan sonra anket, Altı Sigma uygulamaları ve imalat sektörüne uygun olarak yeniden düzenlenmiştir. Yüz yüze görüşmeler yoluyla bu 11 işletmede çalışma tamamlanmıştır. Anket formunda yer alan sorular işletmeler açısından gizlilik derecesi olmayan ve cevaplandırılmalarına engel teşkil etmeyen içeriklerde olmalarına dikkat edilmiştir.

Anket sorularının ilk kısmında işletmelerin demografik yapısı ve yöneticilerin durumu araştırılmıştır. Sonraki bölümlerde işletmenin Altı sigma çalışmaları, kazanımları stratejik hedefleri, teknolojik yapısı ve rekabet gücünü etkileyen işletme faktörlerine yönelik hazırlanmış sorular bulunmaktadır. Bu anket sonucunda elde edilen bulguların değerlendirilmesinde Minitab 15 programı kullanılmış ve ANOVA, korelasyon, frekans ve ortalama üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmada kullanılan likert ölçeğindeki aralıkların dağılımı aşağıda belirtilmiştir:

1,00-1,80	Hiç	3,41-4,20	Sıklıkla / Büyük oranda
1,81-2,60	Çok az	4,21-5,00	Tamamen / Her zaman
2,61-3,40	Orta		

Ayrıca soruların anlaşılabilirliği açısından açık uçlu sorulara yer verilmemiştir. Ankette hazırlanan soruların bazılarında birden fazla seçeneğin işaretlenmesine imkan sağlanmış, bu şekilde hangi faktörün daha önemli ve etkili olduğunun tespitine çalışılmıştır.

5.5. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmaya katılan işletmelerin, tamamlanmış ve devam eden altı sigma projeleri uyguladıkları varsayılmıştır. Bu bağlamda işletmelerin Altı sigma gerekli önemi veren ve işletmenin gelişimi için çalışan yöneticiler oldukları kabul edilmiştir. Araştırmanın uygulanışı sırasındaki görüşmelerde, yöneticilerin soruları cevaplandırabilecek gerekli bilgi birikimine sahip oldukları kabul edilmiş ve verilen cevapların gerçek olduğu varsayılmıştır.

5.6. Araştırmada Elde Edilen Bulgular

Araştırma evreni olarak tespit edilen Ankara, İstanbul, İzmir ve Kayseri bölgelerinden 11 işletme ile yapılan çalışmanın sonuçları Minitab 15 programında değerlendirilmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken çizelgeler, grafikler ve şekiller oluşturularak, sonuçların anlaşılabilirliği amaçlanmıştır.

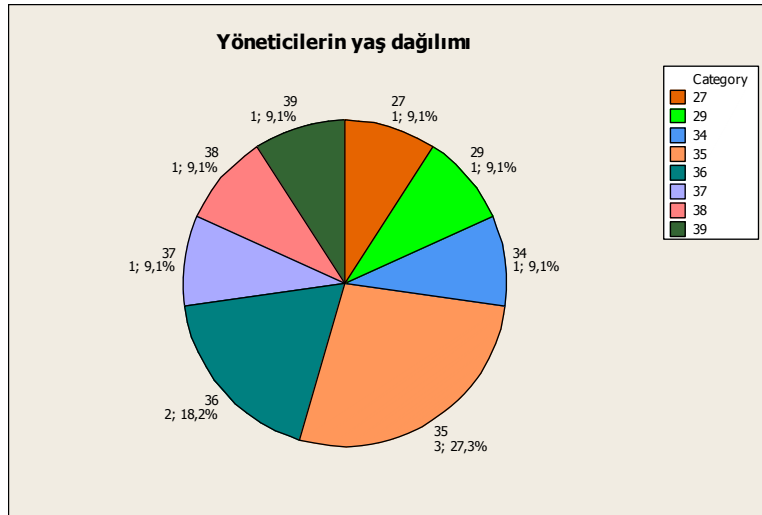
5.6.1. Yöneticilerin demografik yapısı

Araştırmaya katılan yöneticilerin yaş durumları incelendiğinde 27-29 yaş arasında bulunan yöneticilerin oranının % 18,2 ve 35 yaş grubundaki yöneticilerin oranı % 27,3'dür. 36 yaş grubundaki yöneticilerin oranı % 18.2 olarak belirlenmiştir. 37-39 yaş arası yöneticilerin oranı ise % 27,3 olarak tespit edilmiştir. Yöneticilerin yaş ortalamalarına bakıldığında tecrübeli yönetici sayısının fazla olduğu dikkat çekmektedir. Yaş ortalamaları ile ilgili dağılım Çizelge 5.1'de gösterilmektedir. Yöneticilerin eğitim düzeyi ve işletmedeki konumları ile birlikte değerlendirildiklerinde Altı sigma projelerine olumlu cevap verebilecek yöneticiler bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.1. Yöneticilerin yaş durumuna göre dağılımı

<i>Yaş</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
27	1	9,1
29	1	9,1
34	1	9,1
35	3	27,3
36	2	18,2
37	1	9,1
38	1	9,1
39	1	9,1
Toplam	11	100

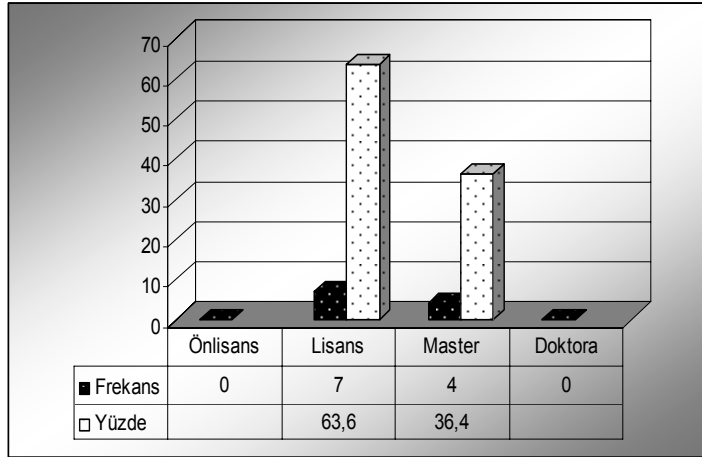
Araştırmaya katılan yöneticilerin yaş durumlarını belirten grafik minitab çıktısı olarak aşağıdaki Şekil 5.1’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Yöneticilerin yaş durumuna göre dağılımı

Çalışmaya katılan işletme yöneticilerinin eğitim durumuna bakıldığında önemli bir kısmı lisans derecesine sahip (% 63,6) yöneticilerin oluşturduğu görülmektedir. Yöneticilerin lisans ve master eğitim düzeylerine sahip olmaları işletmelerin Altı Sigma uygulamalarına karşı direncini azaltmasının yanı sıra daha kolay benimsenmesini de sağlamaktadır.

Araştırmaya katılan yöneticilerin eğitim durumlarını belirten ve minitab'den elde edilen grafikler çıktısı aşağıdaki Şekil 5.2' de gösterilmektedir.



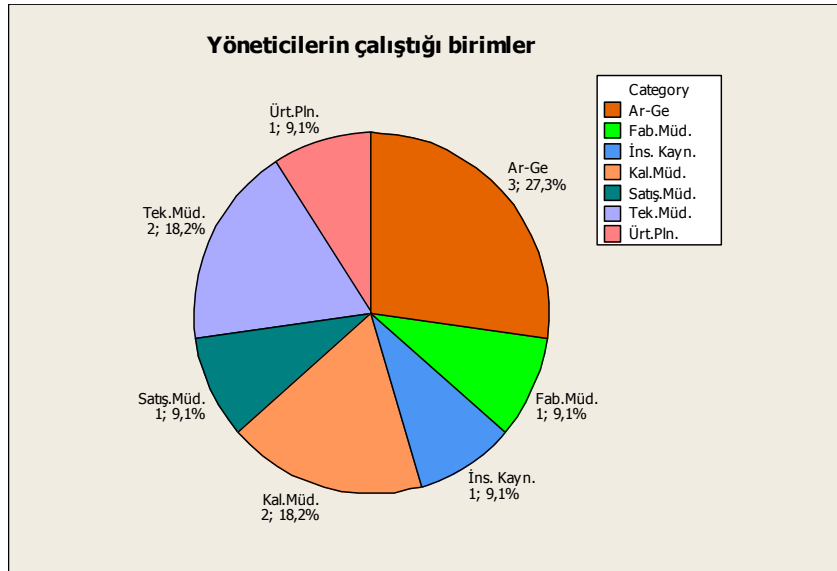
Şekil 5.2. Yöneticilerin eğitim durumları

Yöneticilerin çalıştığı birimler incelendiğinde % 27,3 gibi en büyük oranı Ar-ge almaktadır. Ar-ge ve kalite birimlerinde görev alan yöneticilerin teknolojiyi bire bir yönettikleri göz önünde bulundurulursa Altı sigmanın işletme tarafından benimsenip projelerin uygulanması önemli ölçüde etkili ve hızlı olacaktır. Çizelge 5.2 işletme yöneticilerinin çalıştığı birimlere göre dağılımlarını göstermektedir.

Çizelge 5.2. Yöneticilerin çalıştığı birimler

<i>Çalışılan Birim</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Ar-Ge	3	27,3
Fab. Müd.	1	9,1
İnsan Kaynakları	1	9,1
Kalite Müd.	3	18,2
Teknik Müd.	2	18,2
Üretim Planlama	1	9,1
<i>Toplam</i>	<i>11</i>	<i>100</i>

Araştırmaya katılan yöneticilerin çalıştığı birimlerin minitab programında elde edilen sonuçların grafiği aşağıdaki Şekil 5.3’ de gösterilmektedir.



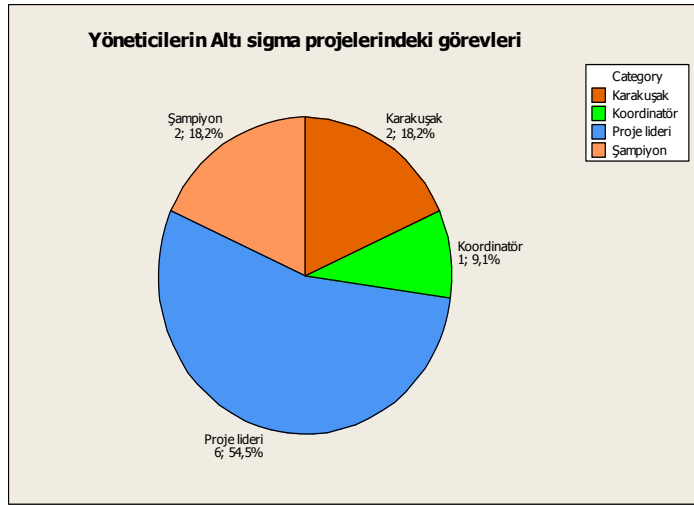
Şekil 5.3 Yöneticilerin çalıştığı birimler

Yöneticilerin Altı sigma projelerindeki görevleri ile ilgili dağılım Çizelge 5.3’de gösterilmektedir. Ayrıca aktif yönetim sürecinde karşılaşılan sorunların çözülmesi için uygulanacak yöntemlerin, üst ve tepe yönetimine aktarılması gibi görevler de orta düzey yöneticilerin görevleri arasındadır. Altı sigma konusunda alınan kararların, çalışanlar üzerinde meydana getireceği direnç ve olumsuz etkileri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek de yönetimin sorumluluğundadır.

Çizelge 5.3. Yöneticilerin Altı Sigma Organizasyonlarındaki Görevleri

Çalışılan Birim	<i>f</i>	%
Proje Lideri	6	54,5
Şampiyon	2	18,2
Karakuşak	2	18,2
Koordinatör	1	9,1
Toplam	11	100

Şekil 5.4’de bu frekans değerlerinin ve yüzde oranlarının grafiği verilmektedir.



Şekil 5.4. Altı sigma yöneticilerinin projelerdeki görevleri

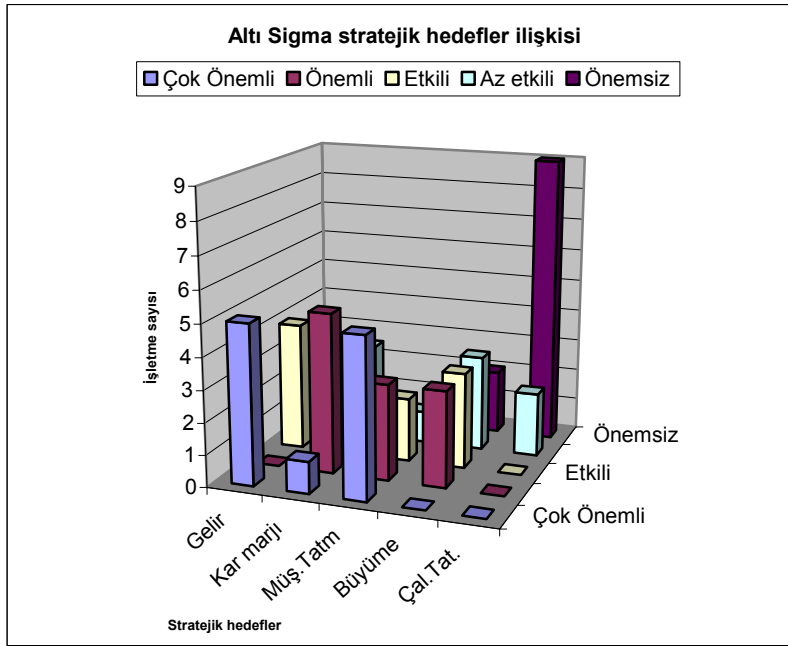
5.6.2. Altı sigma-stratejik hedefler ilişkisi

Araştırmaya katılan işletmelerin, Altı sigma projelerinin stratejik hedefleri nasıl etkilediği ile ilgili cevapların frekans değerleri ve bu cevapların yüzde oran dağılımları Çizelge 5.4’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.4 Altı Sigma – Stratejik hedefler ilişkisi

Stratejik Hedefler		Önem Derecesi					Toplam
		1	2	3	4	5	
Gelir	<i>f</i>	0	2	4	0	5	11
	%	0	18,2	36,4	0	45,5	100
Kar Marjı	<i>f</i>	0	3	2	5	1	11
	%	0	27,3	18,2	45,5	9,1	100
Müşteri Tatmini	<i>f</i>	0	1	2	3	5	11
	%	0	9,1	18,2	27,3	45,5	100
Büyüme	<i>f</i>	2	3	3	3	0	11
	%	18,2	27,3	27,3	27,3	0	100
Çalışan Tatmini	<i>f</i>	9	2	0	0	0	11
	%	81,9	18,2	0	0	0	100

İşletmelerin Altı sigma uygulamalarında daha çok müşteri tatmini (% 45,5) ve gelir (% 45,5) elde etmeyi göz önünde bulundurdıkları belirlenmiştir. Cevaplar arasındaki ikinci ağırlıklı oran ise kar marjı ve büyüme stratejileri olarak belirlenmiştir. En düşük öneme sahip stratejik hedef çalışan tatmini olarak belirlenmiştir. Ancak çalışan tatmini olmadan müşteri tatmininin olmasının çok güç olduğu gerçeği yöneticiler tarafından göz önünde bulundurulmamıştır.



Şekil 5.5. Altı Sigma-Stratejik hedeflerin önem dereceleri

İşletmeler altı sigma projeleri ile bu stratejik hedeflere ulaşması esnasında çalışan tatminini çok fazla önemsememektedirler. Stratejik hedeflerin Varyans analizi incelendiğinde, söz konusu stratejik hedeflerin, sonuçlar üzerinde birbirlerinden farklı olarak da etkili oldukları söylenebilir. Çünkü, ANOVA analizine göre 11 deneğin değişik kategorilere verdikleri cevapların ortalamaları birbirinden belirgin olarak farklıdır ($P < 0,00$).

Bu farklılığın temel nedenleri arasında, işletmelerin yaşadığı geçmiş deneyimler ve organizasyonlarda önceliklerinin algılanması değerlendirilebilir. Ayrıca söz konusu stratejik hedeflerin öncelik sırası, işletmenin faaliyet konusu ve tedarikçi ya da nihai

müşteriye ulaşabilmesi ile de yakından ilgilidir. Stratejik hedeflerin Minitab'de yapılan ANOVA testi sonuçları aşağıda Çizelge 5.5'da belirtilmiştir.

Çizelge 5.5 Stratejik hedeflerin varyans analizi

ANOVA: Gelir; Kar marjı; Müşteri Tatmini; Büyüme; Çalışan Tatmini

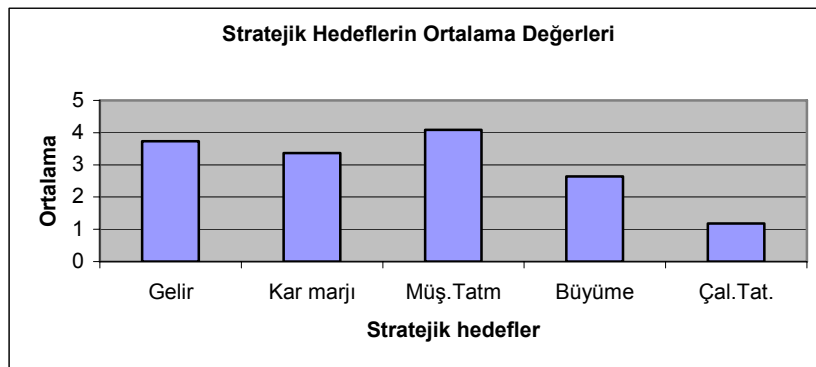
Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	4	58,18	14,55	14,04	0,000
Hata	50	51,82	1,04		
Toplam	54	110,00			

S = 1,018 R-Sq = 52,89% R-Sq(adj) = 49,12%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Gelir	11	3,727	1,272	(----*----)
Kar marjı	11	3,364	1,027	(----*----)
Müş.Tatm	11	4,091	1,044	(----*----)
Büyüme	11	2,636	1,120	(----*----)
Çal.Tat.	11	1,182	0,405	(----*----)

Pooled StDev = 1,018

Grafik ve varyans analizi incelendiğinde en yüksek ortalamaya sahip stratejik hedefin 4.091 ortalama değeri ile müşteri tatmini olduğu belirlenmiştir. 3,727 ortalama değer ile ikinci önemli stratejik hedef gelir elde etmektir. En fazla göz ardı edilen stratejik hedefin 1,182 ile çalışanların tatmini olduğu tespit edilmiştir. Stratejik hedeflerin ortalama değer etrafındaki grafiği Şekil 5.6'da gösterilmektedir.

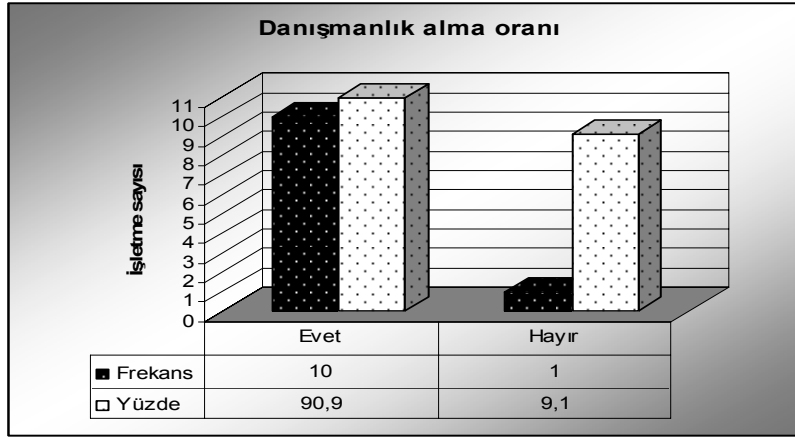


Şekil 5.6 Altı Sigma-Stratejik hedefler ilişkisi ortalama grafiği

İşletmenin stratejik amaçları ile süreçlerin başarıya ulaşmaları için süreç yeterliliklerinin sürekli olarak ve net bir şekilde yapan işletmeler, stratejik hedeflerine daha hızlı ulaşabilmektedir.

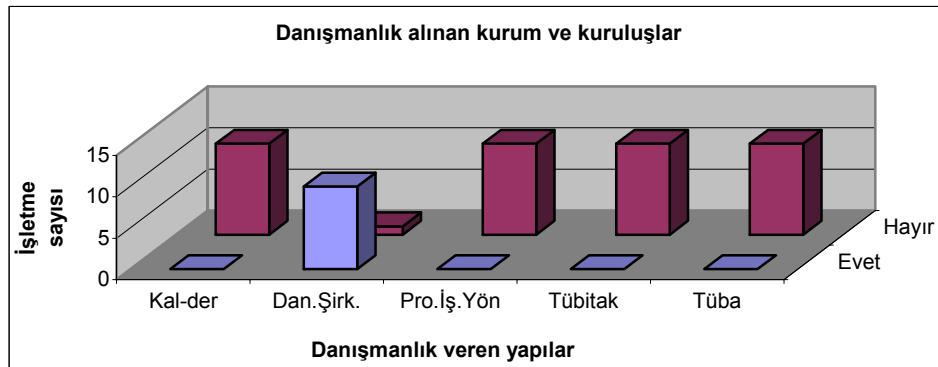
5.6.3. İşletmelerin danışmanlık hizmeti alma düzeyleri

Araştırmaya katılan yöneticilerin altı sigma uygulamalarında danışmanlık hizmeti alıp almadıklarına yönelik cevaplarının grafiği Şekil 5.7’de belirtilmektedir. İşletmelerin çok büyük bir çoğunluğu (%91.9), danışmanlık hizmeti aldıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 5.7. İşletmelerin danışmanlık hizmeti alma oranları

Danışmanlık hizmeti aldıkları kurum ve kuruluşlar için işletmeler Şekil 5.8’de gösterilen grafikte belirtildiği gibi en fazla özel danışmanlık şirketlerini tercih etmektedirler.

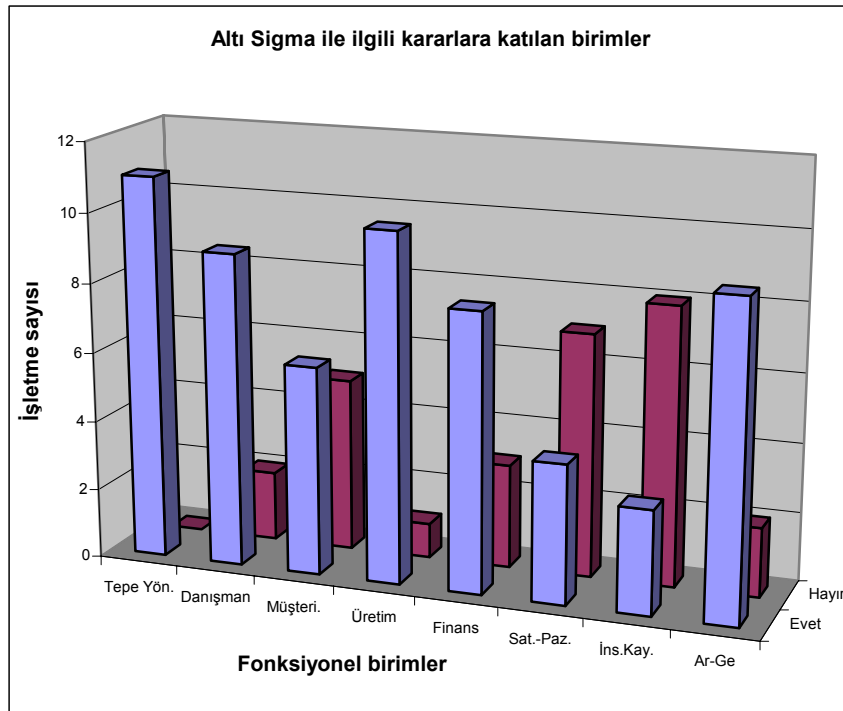


Şekil 5.8. Danışmanlık alınan kurum ve kuruluşlar

Ayrıca danışmanlık firmalarının, sadece eğitim vermeleri ya da uzun süreli ve etkin konularda danışmanlık da yapmaları firmaların başarısını önemli ölçüde etkileyecektir.

5.6.4. Altı sigma ile ilgili kararların alınmasında etkili olan birimler

Araştırmaya katılan yöneticiler, altı sigma projeleri ile ilgili olarak hangi birimlerin etkili olduğunu belirten cevapları Şekil 5.9'da gösterilmektedir. Ayrıca yöneticilerin tamamı tepe yönetiminin en etkili birim olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 5.9. Altı sigma proje uygulamalarında etkili birimler

Bunun yanı sıra üretim % 90,9 ile ikinci, danışmanlar ve ar-ge departmanı % 81,8 ile üçüncü sırada, Finans departmanı % 72,7 ile dördüncü sırada, müşteriler % 45,5 ile beşinci sırada, satış ve pazarlama departmanı % 36,4 ile altıncı sırada, insan kaynakları departmanı ise % 27,3 ile son sırada yer almaktadır. Altı sigma ile ilgili kararlara katılan birimlerin toplam frekansları ve yüzde dağılım oranları Çizelge 5.6'da gösterilmektedir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere tepe yönetiminin son

derece etkili olmakla beraber tüm fonksiyonel birimlerin altı sigmaya ihtiyaç duydukları ve altı sigma süreçlerinde etkili oldukları görülmektedir.

Çizelge 5.6. Altı sigma ile ilgili kararlara katılan birimleri

<i>Birimler</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Tepe yönetimi	11	100
Danışmanlar	9	81,8
Müşteriler	5	45,5
Üretim	9	90,9
Finans	8	72,7
Satış pazarlama	4	36,4
İnsan kaynakları	3	27,3
Ar-ge	9	81,8

5.6.5. Altı Sigma kullanım amaçlarının önem derecesi ve ulaşılabilirlik düzeyi

Araştırmaya katılan işletmelere yöneltilen en önemli sorulardan biri olan işletmenin altı sigma kullanım amaçlarının önem derecesi ve bu amaçlara ulaşılabilirlik düzeyine yönelik sonuçları aşağıda belirtilmektedir. Birinci varyans analizi testinde (Çizelge 5.7) faktörlerin önem derecelerini incelemektedir. Bu analiz neticesinde en yüksek ortalama değere sahip olan maliyetleri azaltmak faktörü en önemli amaç olarak görülmektedir.

Ayrıca $P=0.011$ değeri de $<0,05$ koşulunu sağladığı için bu faktörlerden maliyetleri azaltmanın yanı sıra öteki faktörlerin de sonuçları birbirlerinden farklı olarak etkiledikleri söylenebilir. Söz konusu farklılığın temelinde;

- İşletmelerinin kaynaklarının uygunluğu, yeterliliği ve kullanılabilirliği,
- Eğitim ve değişim ihtiyacı,
- Başarısızlıklara hazırlıklı planların yapılıp yapılmaması,
- Proje seçimi,
- İşletmeler arasındaki kültürel farklılıklar,

- İşletmelerin mali yapıları,
- İç ve dış müşterilerin süreçlere ne ölçüde katıldığı,
- Organizasyonların Altı Sigma dışındaki diğer projelerinin iş yüklerinin ne durumda olduğu

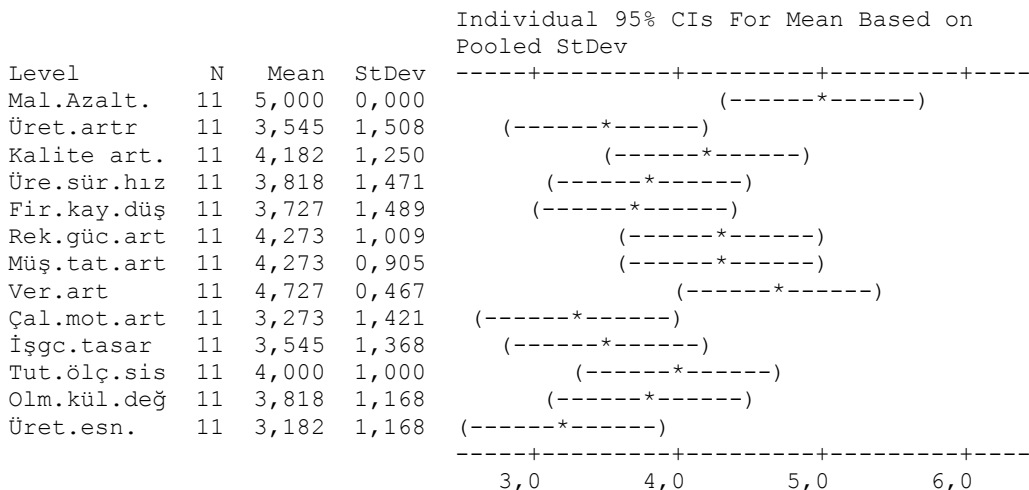
gibi faktörler yatmaktadır. Ayrıca kazanımları somutlaştırılmış Altı sigma projeleri de, işletmelerin bu kriterlere verdiği önemi ve ulaşılabilirlik düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir.

Çizelge 5.7. Altı Sigma kullanım amaçlarının önem derecesi ANOVA testi

ANOVA 1; Maliyetleri Azaltmak; Üretimi arttırmak; Kaliteyi arttırmak; Üretim sürecini hızlandırmak ve kısaltmak; Fire ve kayıp oranını düşürmek; Rekabet gücünü arttırmak; Müşteri tatmininin arttırılması; Verimliliğin arttırılması; Çalışanların motivasyonunun arttırılması; İş gücünden tasarruf; Tutarlı ölçüm sistemi; Olumlu kültürel değişim; Üretimde esneklik;

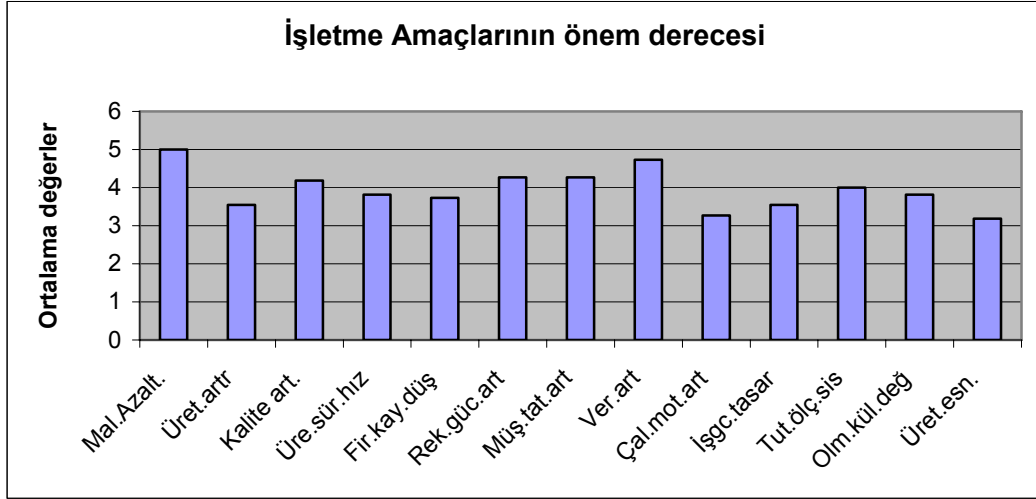
Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	12	37,75	3,15	2,29	0,011
Hata	130	178,91	1,38		
Toplam	142	216,66			

S = 1,173 R-Sq = 17,42% R-Sq(adj) = 9,80%



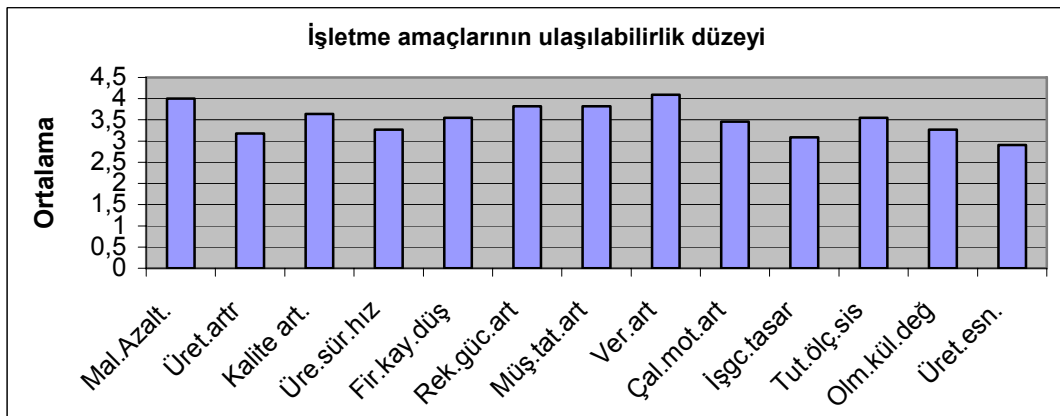
Aşağıda belirtilen Şekil 5.10'da söz konusu işletme kriterlerinin önem derecelerinin ortalama bir değer etrafındaki grafiği verilmektedir. Grafik incelendiğinde maliyetleri azaltmanın yanı sıra verimlilik artışı, rekabet gücünde artış, müşterilerin

tatmin edilmesi ve kalitenin artışı da diğer faktörlere göre önemli ölçüde olumlu farklı değerlere sahip oldukları gözlenmiştir.



Şekil 5.10. Altı sigma kullanımının işletme kriterleri açısından önem dereceleri

Minitab programında elde edilen işletmelerin amaçlara ulaşılabilirlik düzeylerine yönelik grafik aşağıda Şekil 5.11’de belirtilmektedir. Ortalama değer 3,5 olduğu grafikte fire ve kayıplardaki azalma faktörü bir önceki grafiğe göre ortalamanın üzerinde yer almıştır. Maliyetlerdeki azalma faktörü ise yerini verimlilik artışına bırakmıştır.



Şekil 5.11. Altı sigma kullanımının işletmenin amaçlarına ulaşılabilirlik düzeyleri

Araştırmaya katılan işletmelerin altı sigma projelerini kullanarak amaçlarına ulaşılabilirlik düzeyleri Çizelge 5.8’de belirtilen ANOVA 2 testi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Ulaşılabilirlik analizinde önceki ANOVA testinin aksine maliyetlerde azalma en önemli faktör olarak verimlilik artışından sonra yer almaktadır. Ancak $P=0,566$ değeri $P<0,05$ koşulunu sağlayamadığı için ulaşılabilirlik düzeyi analizinde faktörler arasında gözle görülür bir fark yok denebilir ve tüm faktörler birbirine yakın değerlerle işletmeler için ulaşılabilir düzeye sahiptir.

Çizelge 5.8. Altı sigma kullanımının amaçlara ulaşılabilirlik düzeyi ANOVA testi

ANOVA 2; Maliyetleri Azaltmak; Üretimi arttırmak; Kaliteyi arttırmak; Üretim sürecini hızlandırmak ve kısaltmak; Fire ve kayıp oranını düşürmek; Rekabet gücünü arttırmak; Müşteri tatmininin arttırılması; Verimliliğin arttırılması; Çalışanların motivasyonunun arttırılması; İş gücünden tasarruf; Tutarlı ölçüm sistemi; Olumlu kültürel değişim; Üretimde esneklik;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	12	17,01	1,42	0,88	0,566
Hata	130	208,73	1,61		
Toplam	142	225,73			

$S = 1,267$ $R-Sq = 7,53\%$ $R-Sq(adj) = 0,00\%$

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev		
Mal.Azalt.	11	4,000	1,265	-----+	

Altı sigma kullanımının işletme kriterleri açısından önem derecelerini, beş farklı düzeyde belirten frekanslar ve yüzde oranları Çizelge 5.9’da gösterilmektedir.

Çizelgelerde kullanılan rakamlardan; 1- Hiç , 2- Çok az , 3- Orta , 4- Sıklıkla , 5- Her zaman anlamını ifade etmektedir.

Çizelge 5.9. İşletme kriterlerinin önem dereceleri

<i>İşletme Kriterleri</i>		<i>Önem Derecesi</i>					<i>Toplam</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
Maliyetleri Azaltmak	<i>f</i>	0	0	0	0	11	11
	%	0	0	0	0	100	100
Üretimi Arttırmak	<i>f</i>	2	0	3	2	4	11
	%	18,2	0	27,3	18,2	36,4	100
Kaliteyi Arttırmak	<i>f</i>	1	0	3	3	4	11
	%	9,1	0	27,3	27,3	36,4	100
Üretim sürecini hızlandırmak ve kısaltmak	<i>f</i>	2	0	0	5	4	11
	%	18,2	0	0	45,5	36,4	100
Fire ve kayıp oranını düşürmek	<i>f</i>	2	0	1	4	4	11
	%	18,2	0	9,1	36,4	36,4	100
Rekabet gücünü arttırmak	<i>f</i>	0	1	1	3	6	11
	%	0	9,1	9,1	27,3	54,5	100
Müşteri tatmininin artırılması	<i>f</i>	0	0	3	2	6	11
	%	0	0	27,3	18,2	54,5	100
Verimliliğin artırılması	<i>f</i>	0	0	0	3	8	11
	%	0	0	0	27,3	72,8	100
Çalışanların motivasyonunun artırılması	<i>f</i>	1	3	2	2	3	11
	%	9,1	27,3	18,2	18,2	27,3	100
İşgücünden tasarruf	<i>f</i>	2	0	1	6	2	11
	%	18,2	0	9,1	54,5	18,2	100
Tutarlı Ölçüm sistemi	<i>f</i>	0	1	2	4	4	11
	%	0	9,1	18,2	36,4	36,4	100
Olumlu kültürel değişim	<i>f</i>	0	2	2	3	4	11
	%	0	18,2	18,2	27,3	36,4	100
Üretimde esneklik	<i>f</i>	1	2	3	4	1	11
	%	9,1	18,2	27,3	36,4	9,1	100

Altı sigma kullanımının işletme kriterlerine ulaşılabilirlik derecelerini, beş farklı düzeyde belirten frekanslar ve yüzde oranları da aşağıdaki Çizelge 5.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.10. İşletme kriterlerinin ulaşılabilirlik düzeyleri

<i>İşletme Kriterleri</i>		<i>Ulaşılabilirlik Düzeyi</i>					<i>Toplam</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
Maliyetleri Azaltmak	<i>f</i>	1	0	2	3	5	11
	%	9,1	0	18,2	27,3	45,5	100
Üretimi Arttırmak	<i>f</i>	2	2	0	6	1	11
	%	18,2	18,2	0	54,5	9,1	100
Kaliteyi Arttırmak	<i>f</i>	2	0	0	7	2	11
	%	18,2	0	0	63,7	18,2	100
Üretim sürecini hızlandırmak ve kısaltmak	<i>f</i>	3	0	0	7	1	11
	%	27,3	0	0	63,7	9,1	100
Fire ve kayıp oranını düşürmek	<i>f</i>	3	0	0	4	4	11
	%	27,3	0	0	36,4	36,4	100
Rekabet gücünü arttırmak	<i>f</i>	0	1	3	4	3	11
	%	0	9,1	27,3	36,4	27,3	100
Müşteri tatmininin artırılması	<i>f</i>	0	1	2	6	2	11
	%	0	0	18,2	54,5	18,2	100
Verimliliğin artırılması	<i>f</i>	1	0	0	6	4	11
	%	9,1	0	0	54,5	36,4	100
Çalışanların motivasyonunun artırılması	<i>f</i>	0	2	5	1	3	11
	%	0	18,2	45,5	9,1	27,3	100
İşgücünden tasarruf	<i>f</i>	2	2	1	5	1	11
	%	18,2	18,2	9,1	45,5	9,1	100
Tutarlı Ölçüm sistemi	<i>f</i>	0	2	3	4	2	11
	%	0	18,2	27,3	36,4	18,2	100
Olumlu kültürel değişim	<i>f</i>	0	3	5	0	3	11
	%	0	27,3	45,5	0	27,3	100
Üretimde esneklik	<i>f</i>	2	2	3	3	1	11
	%	18,2	18,2	27,3	27,3	9,1	100

Araştırmaya katılan yöneticilerin bu amaçlara verdikleri önem dereceleri ile ulaşılabilirlik düzeyleri arasındaki korelasyonun analizi aşağıda verilmektedir.

Korelasyon katsayıları +1.00 ile -1.00 aynı miktarda ilişki gösterir. Korelasyon katsayıları arasında miktar yönünden bir karşılaştırma yaparken, katsayıların salt sayısal değerleri yerine mutlak değerleri dikkate alınmaktadır. Mutlak değeri büyük olan sayı küçük olandan daha çok ilişki gösterir. Burada analizler yapılırken korelasyon katsayıları $-1 < |x| < 1$ olarak belirtilmektedir.

Maliyetleri azaltma faktörü hem önem derecesi olarak hem de ulaşılabilirlik düzeyi olarak aynı yönde ve aynı oranda olduğu için korelasyon bulunmamaktadır. Üretimi arttırmak, için söz konusu korelasyon katsayısı 0,800 olarak bulunmuştur. $-1 < |0,8| < 1$ koşulunu sağladığından bu faktörün önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında birbirini destekler nitelikte pozitif bir ilişki var olduğu sonucuna varılır. Yani bu faktörün önem derecesi arttıkça ulaşılabilirlik düzeyi de artmaktadır.

Kaliteyi arttırmak, için korelasyon katsayısı 0,689 olarak bulunmuştur. $-1 < |0,689| < 1$ koşulunu sağladığından kaliteyi arttırmanın önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. Yöneticiler için kaliteyi arttırmak önemli olduğu kadar kalitede sürekli bir artışa ulaşabilmek de bu derece önemlidir. Üretim sürecini hızlandırmak ve kısaltmak için söz konusu korelasyon katsayısı 0,801 olarak bulunmuştur. Bu sayı $-1 < |0,801| < 1$ koşulunu sağladığından bu faktörün önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında birbirini destekler nitelikte pozitif bir ilişkinin var olduğu söylenebilir. Yöneticilere göre üretim sürecini hızlandırmak ve kısaltmak ne kadar önemli ise bu faktöre ulaşabilmek de son derece önemlidir.

Fire ve kayıp oranını düşürmek, kriterine yöneticilerin verdiği cevaplar doğrultusunda korelasyon katsayısı 0,699 olarak tespit edilmiştir. $-1 < |0,699| < 1$ koşulunu sağladığından fire ve kayıp oranını düşürmenin önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu söyleyebiliriz. Rekabet gücünü arttırmak için söz konusu korelasyon katsayısı 0,055 olarak bulunmuştur. Bu

sayı $-1 < |0,055| < 1$ koşulunu sağladığından bu faktörün önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında birbiri ile aynı yönde pozitif bir ilişkinin var olduğu söylenebilir. Ancak bu değer zayıf bir ilişkinin olduğunu gösterir.

Müşteri tatmininin arttırılması, için korelasyon katsayısı 0,322 olarak bulunmuştur. $-1 < |0,322| < 1$ koşulunu sağladığından müşteri tatmininin arttırılmasının önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. Verimliliğin arttırılması, faktörüne yöneticilerin verdiği cevaplar doğrultusunda korelasyon katsayısı -0,137 olarak tespit edilmiştir. $-1 < |-0,137| < 1$ koşulunu sağladığından verimliliğin arttırılmasının önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında negatif bir ilişkinin olduğunu söyleyebiliriz. Verimlilik artışının işletmeler açısından önem derecesi veya ulaşılabilirlik düzeyi artarken diğerinde azaldığını göstermektedir. Analizler neticesinde elde edilen tek negatif korelasyon verimliliğin arttırılmasında gözlenmiştir. Netice itibariyle yöneticilerin verimlilik artışına gösterdikleri önem ne kadar artarsa artsın, verimlilik artışına ulaşabilmeleri aynı azalmaktadır.

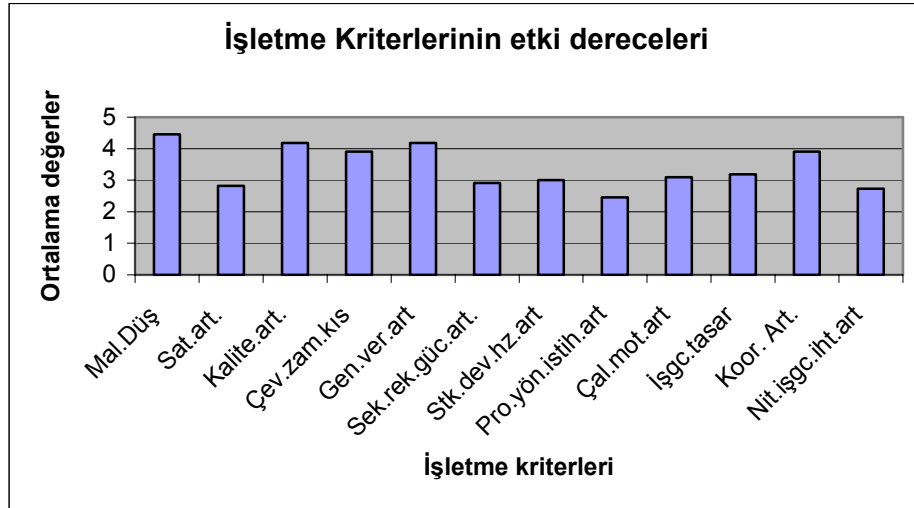
Çalışanların motivasyonunun arttırılması, için korelasyon katsayısı 0,289 olarak bulunmuştur. $-1 < |0,289| < 1$ koşulunu sağladığından çalışanların motivasyonunun arttırılmasının önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. İşgücünden tasarruf, için korelasyon katsayısı 0,821'dir. 0,821, $-1 < |0,821| < 1$ koşulunu sağladığından işgücünden tasarruf faktörünün önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. Tutarlı ölçüm sistemi kriterine yöneticilerin verdiği cevaplar doğrultusunda korelasyon katsayısı 0,290 olarak tespit edilmiştir. $-1 < |0,290| < 1$ koşulunu sağladığından tutarlı ölçüm sisteminin önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu söyleyebiliriz.

Olumlu kültürel değişim kriterine yöneticilerin verdiği cevaplar doğrultusunda korelasyon katsayısı 0,111 olarak tespit edilmiştir. $-1 < |0,111| < 1$ koşulunu sağladığından olumlu kültürel değişimin önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu söyleyebiliriz. Üretimde esneklik, için

korelasyon katsayısı 0,671 olarak bulunmuştur. $-1 < |0,671| < 1$ koşulunu sağladığından Üretimde esneklik önem derecesi ile ulaşılabilirlik düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz.

5.6.6. Altı sigma kullanımının işletme kriterlerine etki dereceleri

Araştırmaya katılan yöneticilerin, altı sigma projelerinin aşağıda belirtilen işletme faktörleri üzerinde etki derecelerine verdikleri cevapların ortalama değerleri Şekil 5.12’de gösterilmektedir. Bir önceki analize benzer şekilde maliyetlerdeki azalma, genel verimlilikteki artış ve kalitedeki artışın önemli ölçüde etkili oldukları görülmektedir. Bu kriterlerin yanı sıra çevrim zamanının kısılması ve koordinasyonun artması da etkili olmaktadır. Satışların artması, sektördeki rekabet gücünün artması, stok devir hızının artması; profesyonel yönetici istihdamının artması, çalışanların motivasyonunun artırılması, iş gücünden tasarruf sağlanması, nitelikli iş gücü ihtiyacının artması gibi kriterler en az öneme sahip kriterler olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.12. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkisi

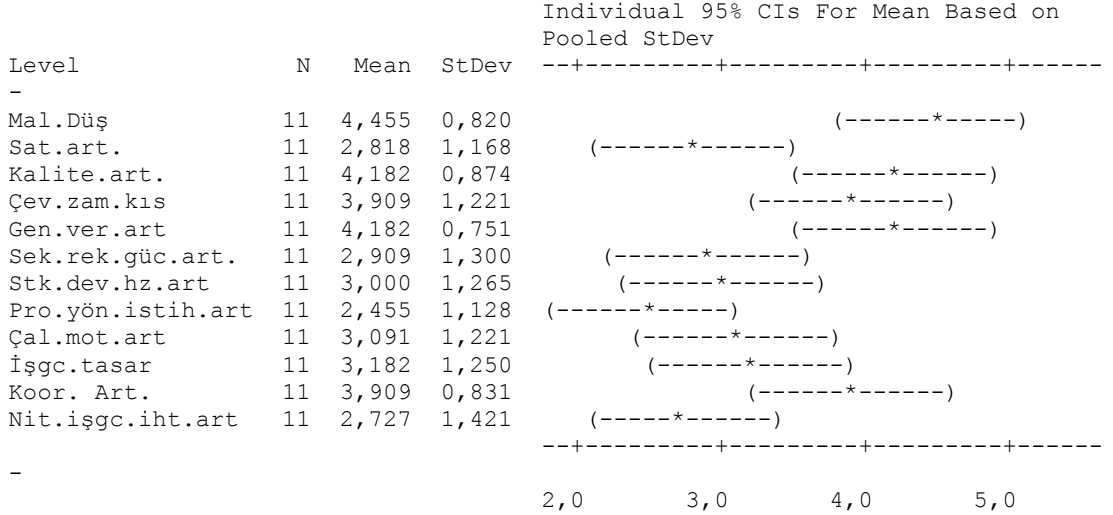
İşletme kriterlerinin etki dereceleri üzerine yapılan ANOVA testinde (Çizelge 5.11) P değeri 0,000 çıktığından kriterlerden maliyetlerin düşmesi ve öteki kriterlerin, sonuçları birbirlerinden farklı olarak etkiledikleri söylenebilir.

Çizelge 5.11. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkileri ANOVA testi

ANOVA: Maliyetlerin düşmesi; Satışların artması; Kalitenin artması; Üretim ve çevrim zamanının kısalması; Genel verimliliğin artması; Sektördeki rekabet gücünüzün artması; Stok devir hızının artması; Profesyonel yönetici istihdamının artması; Çalışanların motivasyonunun arttırılması; İş gücünden tasarruf sağlanması; Koordinasyonun artması; Nitelikli iş gücü ihtiyacının artması;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	11	55,90	5,08	4,02	0,000
Hata	120	151,82	1,27		
Toplam	131	207,72			

S = 1,125 R-Sq = 26,91% R-Sq(adj) = 20,21%



Pooled StDev = 1,125

İşletme kriterlerinin altı sigma ile ilişkilerinin frekans dağılımları ve yüzde oranları aşağıda Çizelge 5.12’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, maliyetlerin düşmesi kriterinin diğer analizlerde olduğu gibi yine en yüksek ortalamaya sahip olduğunu görmekteyiz. Diğer bir dikkat çekici durum ise, nitelikli iş gücü ihtiyacının artması ve profesyonel yönetici istihdamının artması gibi kriterlerin altı sigma projelerinde çok az önemseniyor olmalarıdır.

Çizelge 5.12. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkisi

<i>İşletme Kriterleri</i>		<i>Etki Derecesi</i>					<i>Toplam</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
Maliyetlerin düşmesi	<i>f</i>	0	0	2	2	7	<i>11</i>
	%	0	0	18,2	18,2	63,7	<i>100</i>
Satışların artması	<i>f</i>	2	2	3	4	0	<i>11</i>
	%	18,2	18,2	27,3	36,4	0	<i>100</i>
Kalitenin artması	<i>f</i>	0	0	3	3	5	<i>11</i>
	%	0	0	27,3	27,3	45,5	<i>100</i>
Üretim süresi / Çevrim zamanının kısalması	<i>f</i>	1	0	2	4	4	<i>11</i>
	%	9,1	0	18,2	36,4	36,4	<i>100</i>
Genel verimliliğin artması	<i>f</i>	0	0	2	5	4	<i>11</i>
	%	0	0	18,2	45,5	36,4	<i>100</i>
Sektördeki rekabet gücünüzün artması	<i>f</i>	2	2	3	3	1	<i>11</i>
	%	18,2	18,2	27,3	27,3	9,1	<i>100</i>
Stok devir hızının artması	<i>f</i>	2	1	4	3	1	<i>11</i>
	%	18,2	9,1	36,4	27,3	9,1	<i>100</i>
Profesyonel yönetici istihdamının artması	<i>f</i>	2	1	4	3	1	<i>11</i>
	%	18,2	9,1	36,4	27,3	9,1	<i>100</i>
Çalışanların motivasyonunun artırılması	<i>f</i>	1	2	5	1	2	<i>11</i>
	%	9,1	18,2	45,5	9,1	18,2	<i>100</i>
İşgücünden tasarruf sağlanması	<i>f</i>	2	0	4	4	1	<i>11</i>
	%	18,2	0	36,4	36,4	9,1	<i>100</i>
Koordinasyonun artması	<i>f</i>	0	0	4	4	3	<i>11</i>
	%	0	0	36,4	36,4	27,3	<i>100</i>
Nitelikli işgücü ihtiyacının artması	<i>f</i>	3	2	2	3	1	<i>11</i>
	%	27,3	18,2	18,2	27,3	9,1	<i>100</i>

5.6.7. Altı Sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterlerin önem derecesi

Araştırmaya katılan işletmelerin altı sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterlerin yüzde oranları ve frekans dağılımları Çizelge 5.13 göstermektedir.

Çizelge 5.13. Altı sigma uygulamada dikkate alınan kriterler

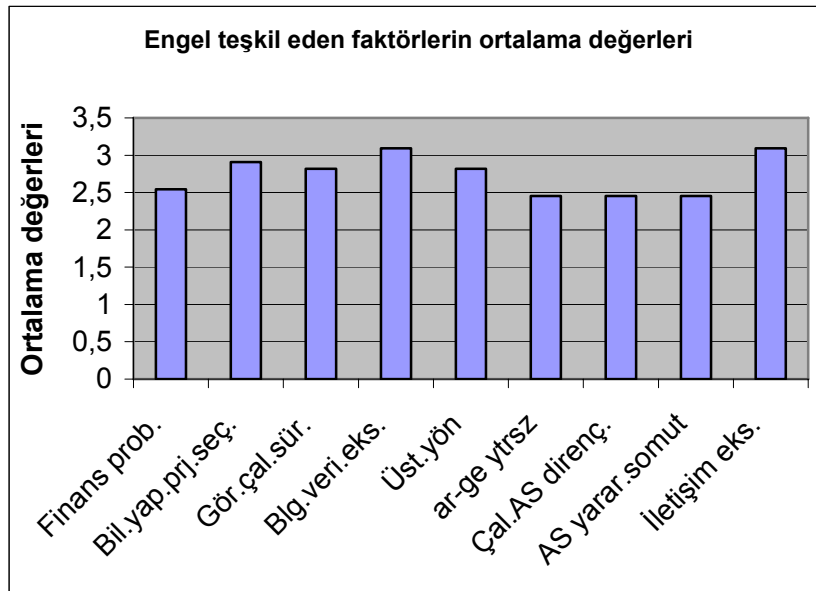
<i>Dikkate Alınan Kriterleri</i>		<i>Etki Derecesi</i>					<i>Toplam</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
Altı sigmanın uygulama maliyeti	<i>f</i>	3	0	3	2	3	11
	%	27,3	0	27,3	18,2	27,3	100
Üst yönetimin yoğun desteği	<i>f</i>	0	0	2	4	5	11
	%	0	0	18,2	36,4	45,5	100
Altı sigma uygulamalarının sosyal boyutu	<i>f</i>	3	2	2	4	0	11
	%	27,3	18,2	18,2	36,4	0	100
Altı sigmanın uyarlanması ve sürdürülmesi	<i>f</i>	0	1	2	5	3	11
	%	0	9,1	18,2	45,5	36,4	100
Altı sigmanın getireceği kolaylıklar	<i>f</i>	0	0	2	6	3	11
	%	0	0	18,2	54,5	27,3	100
Mevcut yönetim teknolojilerinin durumu	<i>f</i>	2	0	3	4	2	11
	%	18,2	0	27,3	36,4	18,2	100
Rakiplerinizin kullandığı yönetim teknolojileri	<i>f</i>	2	5	1	3	0	11
	%	18,2	45,5	9,1	27,3	0	100
Personelinizin sayı, bilgi ve tecrübeleri	<i>f</i>	1	1	6	2	1	11
	%	9,1	9,1	54,5	18,2	9,1	100
Devlet teşvikleri	<i>f</i>	5	2	3	1	0	11
	%	45,5	18,2	27,3	9,1	0	100

Altı sigma metodunu uygulamalarında en fazla önem verdikleri faktörlerin başında üst yönetimin desteği gelmektedir. Şekil 5.13 incelendiğinde altı sigmanın getireceği kolaylıklar ve altı sigma projelerini işletmeye uyarlaması ve sürdürülebilmesi de dikkate alınan önemli kriterlerdir. Ayrıca doğru projelerin seçimi ve en önemlisi sürdürülebilirliği de sonuçlardaki bu farklılığın oluşmasında etkili olmuştur.

Altı sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterlerin varyans analizinde ortaya çıkan farklılığın önemli sebepleri, işletmenin büyüklüğü, yöneticilerin ve diğer personelin eğitim düzeyleridir. Ayrıca gözlenen bir diğer kriter de devlet teşviklerinin, işletmelerin altı sigma uygulamalarına katkısının yok denecek kadar az olduğudur.

5.6.8. Altı Sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin önem derecesi

Araştırmaya katılan işletmelerin, altı sigma projelerini uygulamalarında engel teşkil eden faktörlere bakış açıları daha önceki kalite çalışmalarından biraz daha farklılık göstermektedir. Geleneksel kalite çalışmalarında ar-ge çalışmalarının yetersizliği, finansal problemler ve projelerin getirilerinin somutlaştırılamaması işletmeler için engel teşkil ederken, altı sigma çalışmalarında bu kriterler engel olması açısından önemli yer tutmamaktadır. Şekil 5.14'deki grafik incelendiğinde işletmelerin altı sigma uygulamalarında karşılaştıkları en önemli sorunların başında, bulgu ve veri eksikliği ile işletme içi iletişim eksikliği gelmektedir.



Şekil 5.14. Altı Sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin ortalama grafiği

Engel teşkil eden faktörler için ANOVA testi sonuçları aşağıda Çizelge 5.15'de verilmektedir. Değerler incelendiğinde $P=0,876$ sonucunun elde edildiği

görülmektedir. Bu değerden de anlaşılacağı üzere engel teşkil eden faktörlere verilen cevapların ortalama değerleri arasında gözle görülür önemli bir fark olmadığıdır. Yani tüm kriterlerin, birbirlerinden bağımsız olarak altı sigma uygulamalarına engel olabildikleri görülmektedir.

Çizelge 5.15. Altı Sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin ANOVA testi

ANOVA: Finansal problemler; Bilinçli yapılamayan proje seçimi; Görünmeyen çalışma süreçleri; Bulgu ve veri eksikliği; Üst yönetim/lider eksikliği; Ar-ge faaliyetlerindeki yetersizlik; Çalışanların AS karşı dirençleri; AS yararlarının somutlaştırılamaması; iletişim eksikliği;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	8	6,26	0,78	0,47	0,876
Hata	90	150,91	1,68		
Toplam	98	157,17			

S = 1,295 R-Sq = 3,98% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Finans prob.	11	2,545	1,293	(-----*-----)
Bil.yap.prj.seç.	11	2,909	1,640	(-----*-----)
Gör.çal.sür.	11	2,818	0,982	(-----*-----)
Blg.veri.eks.	11	3,091	0,944	(-----*-----)
Üst.yön	11	2,818	1,401	(-----*-----)
ar-ge ytrs.	11	2,455	1,128	(-----*-----)
Çal.AS direnç.	11	2,455	1,293	(-----*-----)
AS yarar.somut	11	2,455	1,293	(-----*-----)
İletişim eks.	11	3,091	1,514	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----
				1,80 2,40 3,00 3,60

Pooled StDev = 1,295

Altı sigma uygulamalarında işletmeler için engel teşkil eden faktörlerle ilgili olarak elde edilen frekans değerleri ve yüzde oranları Çizelge 5.16'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en yüksek ortalamalara bulgu ve veri eksikliği ile iletişim eksikliği olduğu görülmektedir. En düşük ortalamaya sahip yani en az engel teşkil eden faktörler ise Ar-ge yetersizliği, çalışanların altı sigmaya karşı dirençleri ve iş kaybı korkusu, altı sigmanın yararlarının somutlaştırılamaması olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 5.16. Altı sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörler

<i>Engel teşkil eden faktörler</i>		<i>Etki derecesi</i>					<i>Toplam</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
Finansal problemler	<i>f</i>	4	0	4	3	0	11
	%	36,4	0	36,4	27,3	0	100
Bilinçli yapılamayan proje seçimi	<i>f</i>	3	2	2	1	3	11
	%	27,3	18,2	18,2	9,1	27,3	100
Görünmeyen çalışma süreçleri	<i>f</i>	1	3	4	3	0	11
	%	9,1	27,3	36,4	27,3	0	100
Bulgu ve veri eksikliği	<i>f</i>	0	3	5	2	1	11
	%	0	27,3	45,5	18,2	9,1	100
Üst yönetim / Lider eksikliği	<i>f</i>	3	1	3	3	1	11
	%	27,3	9,1	27,3	27,3	9,1	100
Ar-Ge faaliyetlerindeki yetersizlik	<i>f</i>	3	2	4	2	0	11
	%	27,3	18,2	36,4	18,2	0	100
Çalışanların 6 S karşı dirençleri ve iş kaybı korkusu	<i>f</i>	4	1	3	3	0	11
	%	36,4	9,1	27,3	27,3	0	100
Altı Sigmanın yararların somutlaştırılamaması	<i>f</i>	3	3	3	1	1	11
	%	27,3	27,3	27,3	9,1	9,1	100
İletişim eksikliği	<i>f</i>	2	2	3	1	3	11
	%	18,2	18,2	27,3	9,1	27,3	100

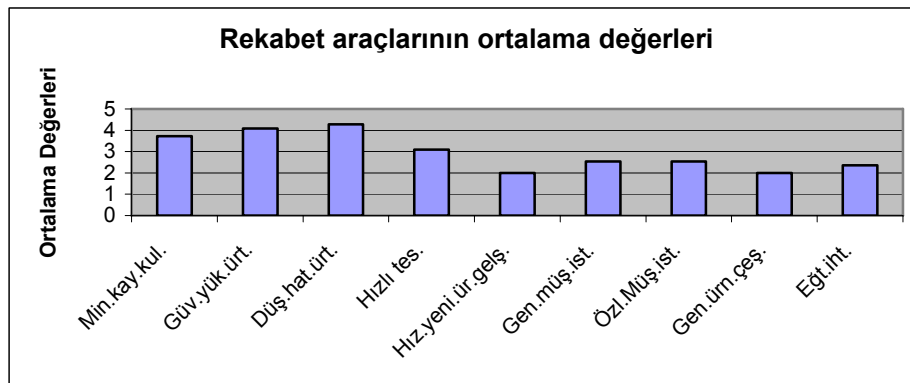
5.6.9. Altı Sigma uygulamalarının rekabet araçları üzerindeki etkinin derecesi

Yöneticilerin işletmelerinde uygulamaya koydukları altı sigma projelerinin rekabet araçlarına etkileri incelendiğinde elde edilen frekans değerleri ve yüzde oranları Çizelge 5.17’de detaylı olarak gösterilmektedir. Minimum kaynak kullanımı ile üretim yapmak, güvenilirliği yüksek üretim yapmak, düşük hatalı üretim yapmak, hızlı teslimat, hızlı yeni ürün geliştirme, genel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme, özel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme, geniş ürün çeşitliliği sunabilme ve doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı gibi rekabet araçlarının içerisinde en etkili kriterler, düşük hatalı üretim yapmak, güvenilirliği yüksek üretim yapmak ve minimum kaynak kullanımı ile üretim yapmak olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.17. Altı sigma uygulamalarının rekabet araçları üzerindeki etkileri

Rekabet araçları		Etki derecesi					Toplam
		1	2	3	4	5	
Minimum kaynak kullanımı ile üretim yapmak	<i>f</i>	0	0	5	4	2	11
	%	0	0	45,5	36,4	18,2	100
Güvenilirliği yüksek üretim yapmak	<i>f</i>	0	1	3	1	6	11
	%	0	9,1	27,3	9,1	54,5	100
Düşük hatalı üretim yapmak	<i>f</i>	0	0	3	2	6	11
	%	0	0	27,3	18,2	54,5	100
Hızlı teslimat	<i>f</i>	2	1	3	4	1	11
	%	18,2	9,1	27,3	36,4	9,1	100
Hızlı yeni ürün geliştirme	<i>f</i>	5	2	3	1	0	11
	%	45,5	18,2	27,3	9,1	0	100
Genel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme	<i>f</i>	3	2	3	3	0	11
	%	27,3	18,2	27,3	27,3	0	100
Özel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme	<i>f</i>	1	5	3	2	0	11
	%	9,1	45,5	27,3	18,2	0	100
Geniş ürün çeşitliliği sunabilme	<i>f</i>	4	3	4	0	0	11
	%	36,4	27,3	36,4	0	0	100
Doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı	<i>f</i>	2	4	4	1	0	11
	%	18,2	36,4	36,4	9,1	0	100

Araştırma esnasında işletmelerin altı sigma uygulamalarının rekabet araçları ile ilgili cevapların ortalama değerleri Şekil 5.15’de grafik olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.15. Altı sigma rekabet araçları ilişkisi

Ancak ANOVA testi (Çizelge 5.18) incelendiğinde $p=0,00$ olduğundan bu kriterlerin diğer kriterlere göre sonuçları farklı olarak etkiledikleri belirlenmiştir. Çünkü, ANOVA analizine göre 11 denneğin değişik kategorilere verdikleri cevapların ortalamaları birbirinden belirgin olarak birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 5.18. Altı sigma rekabet araçları ilişkisi ANOVA testi

ANOVA: Min. Minimum kaynak kullanımı ile üretim yapmak; Güvenilirliği yüksek üretim yapmak; Düşük hatalı üretim yapmak; Hızlı teslimat; Hızlı yeni ürün geliştirme, Genel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme; Özel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme; Geniş ürün çeşitliliği sunabilme; Doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	8	67,66	8,46	7,91	0,000
Hata	90	96,18	1,07		
Toplam	98	163,84			

S = 1,034 R-Sq = 41,29% R-Sq(adj) = 36,08%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
-				-----+-----+-----+-----+-----+-----
Min.kay.kul.	11	3,727	0,786	(-----*-----)
Güv.yük.ürt.	11	4,091	1,136	(-----*-----)
Düş.hat.ürt.	11	4,273	0,905	(-----*-----)
Hızlı tes.	11	3,091	1,300	(-----*-----)
Hız.yeni.ür.gelş.	11	2,000	1,095	(-----*-----)
Gen.müş.ist.	11	2,545	1,214	(-----*-----)
Özl.Müş.ist.	11	2,545	0,934	(-----*-----)
Gen.ürn.çeş.	11	2,000	0,894	(-----*-----)
Eğt.iht.	11	2,364	0,924	(-----*-----)
-				-----+-----+-----+-----+-----+-----
				2,0 3,0 4,0 5,0
Pooled StDev = 1,034				

Altı sigma rekabet araçları ilişkisinin varyans analizinde $p<0,05$ olduğundan yöneticilerin verdiği cevapların farklılık göstermelerinin altında yatan temel nedenler arasında, işletmelerin rekabet türü önemli rol oynamaktadır. Örneğin işletmelerden bazıları firma düzeyinde rekabet ederken bazı işletmelerde endüstri düzeyinde rekabet etmektedirler. Ayrıca bu farklılığın oluşmasında etkili diğer faktörler ise işletmenin ar-ge yapısı, teknolojik yapısı ve pazar boyutu olarak değerlendirilebilir. Son olarak firmaların yurt içi ve yurt dışı rekabet durumları da bu farklılığın ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

5.6.10. Altı Sigma uygulamalarının maliyeti ve getirisi arasındaki ilişki

İşletmeler, uyguladıkları altı sigma projeleri için yaptıkları yatırımı proje tamamlandığında elde ettikleri kar/zarar ile karşılaştırdıklarında ortaya çıkan sonuçlar Çizelge 5.19’da yüzde oran ve frekans değerleri olarak verilmiştir.

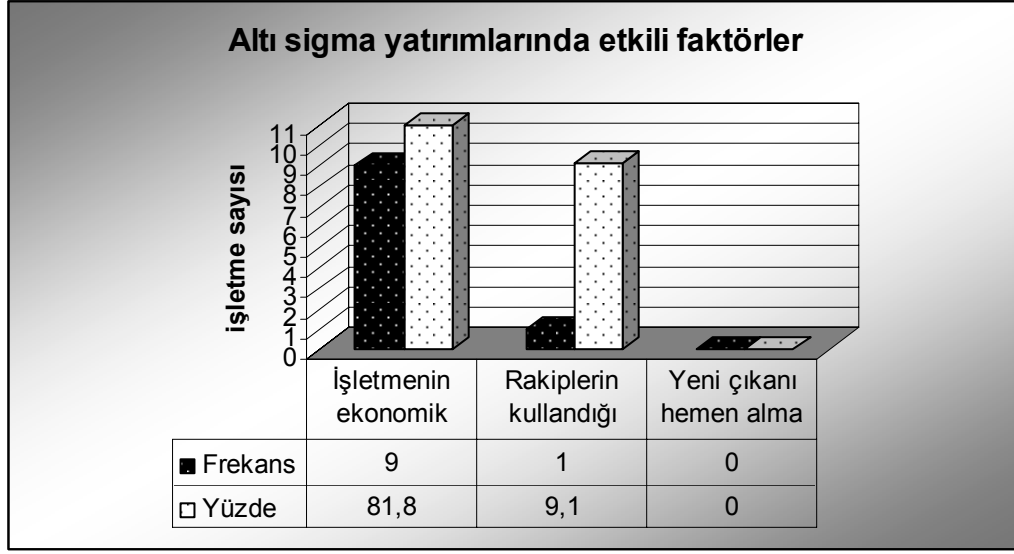
Çizelge 5.19. Altı sigma’nın maliyeti ile getirileri arasındaki ilişki

<i>Maliyet-getiri ilişkisi</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Maliyetini karşılayıp, kar sağlamaktadır.	9	81,8
Sadece maliyetini karşılamaktadır	1	9,1
Öngörülen sürede maliyetini karşılamamaktadır	1	9,1
Toplam	11	100

Bu bağlamda yöneticilerin % 81,9’u uygulanan projelerin kendi maliyetlerini karşılayıp artı olarak işletmelerine kar sağladıklarını elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yöneticilerin % 9,1’i projelerin sadece kendi maliyetlerini karşıladıklarını, % 9,1’i ise projeden elde edilen gelirin proje maliyetlerinin altında kaldığını belirtmişlerdir.

5.6.11. Altı Sigma yatırımlarına karar vermede etkili yöntemler/faktörler

Araştırmaya katılan işletmeler, altı sigma yatırımlarına karar verirken bazı faktörleri göz önünde bulundurlar. Altı sigmanın işletmelerine uyarlanmasında ve sürdürülebilmesinde bu yöntemlerle hareket ederler. Yapılan araştırmada elde edilen bilgiler neticesinde bu faktörlerin frekans dağılımları ve yüzde oranları ise Şekil 5.16’da detaylı olarak gösterilmektedir. Grafikler incelendiğinde varılan sonuç; uygulanacak altı sigma projesinin en önemli özelliği işletmenin ekonomik yapısına uygun olarak seçilmesidir. Tüm yöneticiler (%100) bu sonuca varmışlardır. Ancak rakiplerin kullandığı yönetim sistemlerinin de etkili olduğunu belirten yöneticilerin oranı % 9,1’dir.



Şekil 5.16. Altı Sigma yatırımlarına karar vermede etkili yöntemler

5.6.12. İşletmenin içinde bulunduğu sektördeki rekabet durumunun analizi

Araştırmaya katılan işletmelerin çok büyük bir çoğunluğu kendi sektörlerinde hem yurt içinde hem de yurt dışında rekabet içindedirler. Bu çalışmada yurtiçi rekabet durumu ve yurt dışı rekabet durumu ile ilgili frekans değerleri ve yüzde oranları Çizelge 5.20’de birleşik olarak verilmiştir.

Çizelge 5.20. İşletmenin içinde bulunduğu sektördeki rekabet durumu

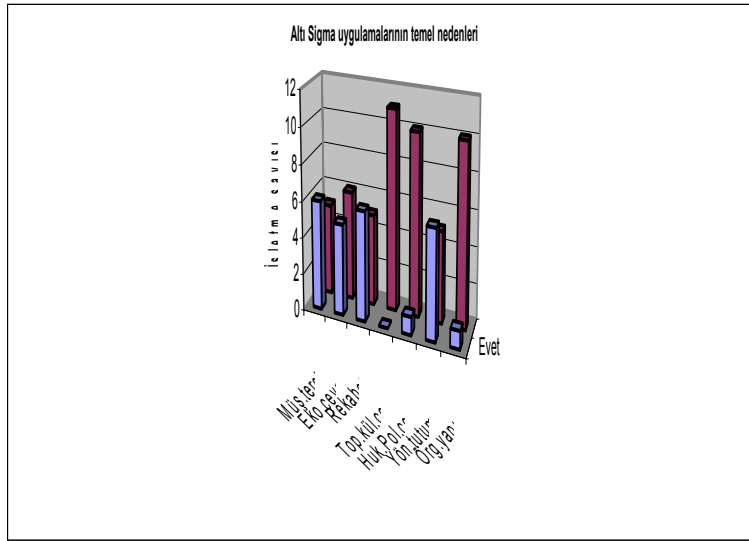
<i>Rekabet durumu</i>		<i>Rekabet edilen bölge</i>	
		<i>Yurt içi</i>	<i>Yurt dışı</i>
Rekabet Yoğun	<i>f</i>	5	10
	<i>%</i>	45,5	90,9
Rekabet Düşük	<i>f</i>	4	1
	<i>%</i>	36,4	9,1
Rekabet Yok	<i>f</i>	2	0
	<i>%</i>	18,2	0

Ancak işletmelerin yurt içi ve yurt dışı rekabet analizleri, anlaşılabilirliği kolaylaştırması açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çizelgeden anlaşılabacağı üzere araştırma evrenindeki işletmelerin % 45,5'i yurt içinde yoğun bir rekabete maruz kalmaktadır. İşletmelerin % 36,4'ü rekabetin düşük olduğunu, %18,2'sininde rekabet olmadığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak Altı sigma uygulayan işletmeler yurt içinde rekabet hissetmemekte, daha ziyade yurt dışındaki firmaları kendilerine rakip olarak görmektedirler.

5.6.13. Altı Sigma uygulamalarına yönelik yatırımların temel nedenleri analizi

Araştırmaya katılan işletme yöneticileri, altı sigma projeleri ile ilgili yatırım kararı alırken en fazla dikkate alınan nedenlerin, % 54,5 ile müşteri tercihleri, rekabet ve yönetimin tutumu olarak belirlenmiştir. Ayrıca % 45,5 ekonomik çevrelerin etkili olduğunu belirlenmiştir. Bu temel nedenler Şekil 5.17'deki grafiklerle gösterilmektedir.



Şekil 5.17. Altı Sigma uygulamalarına yönelik yatırımların temel nedenleri

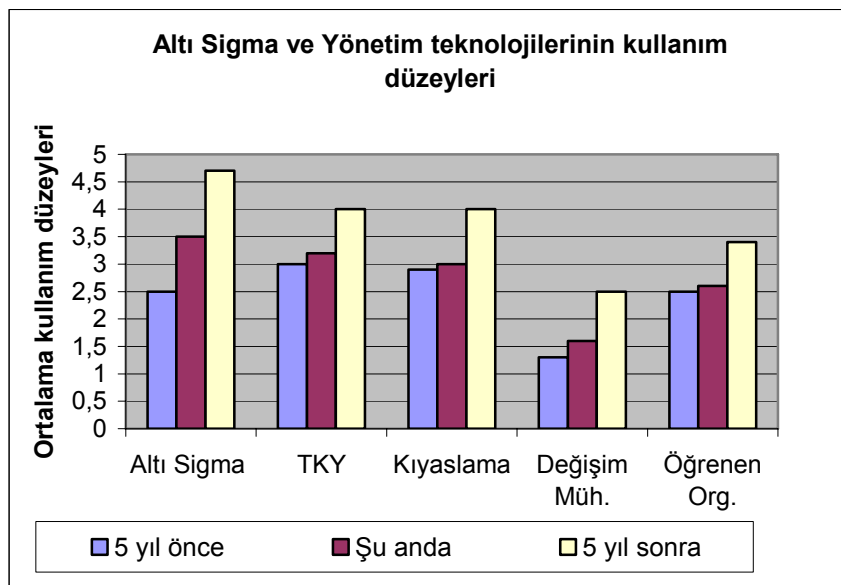
Aşağıda gösterilmekte olan Çizelge 5.21'de bu temel nedenlerin işletme yöneticileri tarafından tercih edilme frekans ve yüzdeleri verilmektedir.

Çizelge 5.21. Altı sigma yatırımlarının temel nedenleri

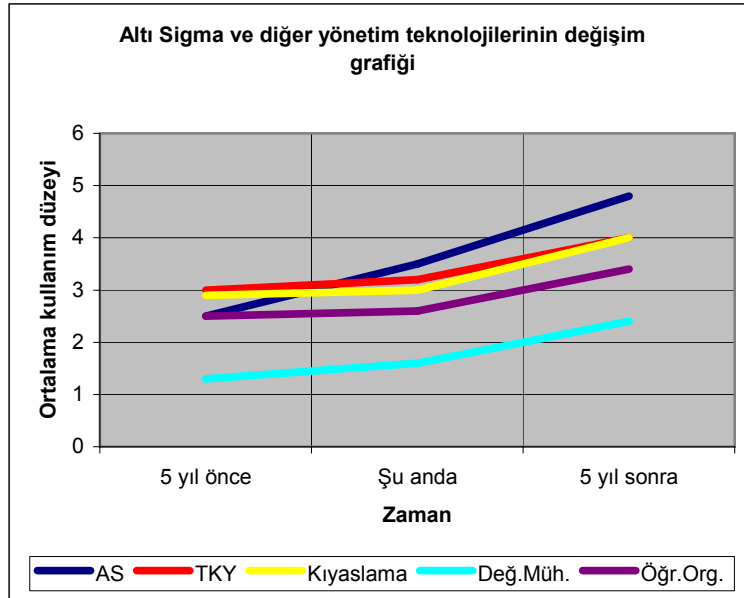
<i>Temel nedenler</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Müşteri tercihleri	6	54,5
Ekonomik çevre	5	45,5
Hukuki ve politik çevre	1	9,1
Toplumsal ve Kültürel çevre	0	0
Rekabet	6	54,5
Örgütün yapısı	1	9,1
Yönetimin tutumu	6	54,5

5.6.14. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin kullanım düzeyleri

Altı sigma uygulamaları, toplam kalite yönetimi çalışmalarının bir parçası olmasına karşın, bu çalışmada ayrı ayrı değerlendirilerek, geleneksel kalite anlayışı ile altı sigma felsefesinin farklarının daha belirgin bir şekilde ortaya konulması hedeflenmiştir. Aşağıda belirtilen Şekil 5.18'deki grafikte altı sigma, toplam kalite yönetimi, kıyaslama (Benchmarking), öğrenen organizasyon gibi yönetim teknolojilerinin beş yıl önce, şu anda ve beş yıl sonraki öngörülen kullanım düzeyleri gösterilmektedir.



Şekil 5.18. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin ortalama değerleri



Şekil 5.19. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin değişim grafiği

Şekil 5.19 incelendiğinde altı sigma metodunun önemli sıçramalar yapmış olması, işletmeler açısından diğer metotlara göre çok daha önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca diğer bir önemli nokta da değişim mühendisliğinin artan bir grafik izlemesine karşın ortalama değerlerin altında kalmasıdır. Radikal ve köklü değişiklikler içeren bir yönetim modeli olan değişim mühendisliğinin altı sigma metoduna göre tercih edilen bir sistem olmadığı değerlendirilmesini yapabiliriz. Aşağıda Çizelge 5.22’de araştırmaya katılan yöneticilerin altı sigma kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir.

Çizelge 5.22. Altı sigma kullanım düzeyleri

Altı sigma	5 yıl önce		Şu anda		5 yıl sonra	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1	2	18,2	0	0	0	0
2	6	54,5	3	27,3	0	0
3	0	0	2	18,2	0	0
4	1	9,1	3	27,3	3	27,3
5	2	18,2	3	27,3	8	72,7
Toplam	11	100	11	100	11	100

Aşağıda Çizelge 5.23’de araştırmaya katılan yöneticilerin Toplam kalite yönetiminin kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir.

Çizelge 5.23. Toplam kalite yönetimi kullanım düzeyleri

TKY	5 yıl önce		Şu anda		5 yıl sonra	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1	0	0	0	0	0	0
2	3	27,3	4	36,4	1	18,2
3	6	54,5	2	18,2	3	27,3
4	0	0	3	27,3	1	9,1
5	2	18,2	2	18,2	6	54,5
Toplam	11	100	11	100	11	100

Aşağıda Çizelge 5.24’de araştırmaya katılan yöneticilerin Kıyaslama (Bencmarking) kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir.

Çizelge 5.24. Kıyaslama (Bencmarking) kullanım düzeyleri

Kıyaslama	5 yıl önce		Şu anda		5 yıl sonra	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1	1	0	1	9,1	0	0
2	4	36,4	3	27,3	0	0
3	3	27,3	4	36,4	4	36,4
4	1	9,1	1	9,1	3	27,3
5	2	18,2	2	18,2	4	36,4
Toplam	11	100	11	100	11	100

Aşağıda Çizelge 5.25’de araştırmaya katılan yöneticilerin değişim mühendisliğini kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir.

Çizelge 5.25. Değişim mühendisliği kullanım düzeyleri

<i>Değişim Mühendisliği</i>	<i>5 yıl önce</i>		<i>Şu anda</i>		<i>5 yıl sonra</i>	
	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
1	8	72,7	5	45,5	5	45,5
2	2	18,2	5	45,5	0	0
3	1	9,1	1	9,1	2	18,2
4	0	0	0	0	3	27,3
5	0	0	0	0	1	9,1
Toplam	11	100	11	100	11	100

Aşağıda Çizelge 5.26’da araştırmaya katılan yöneticilerin Öğrenen Organizasyon metodunu ullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir.

Çizelge 5.26. Öğrenen Organizasyon metodu kullanım düzeyleri

<i>Öğrenen Organizasyon</i>	<i>5 yıl önce</i>		<i>Şu anda</i>		<i>5 yıl sonra</i>	
	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
1	3	27,3	3	27,3	3	27,3
2	4	36,4	4	36,4	0	0
3	1	9,1	0	0	1	9,1
4	1	9,1	2	18,2	3	27,3
5	2	18,2	2	18,2	4	36,4
Toplam	11	100	11	100	11	100

Yönetim teknolojilerinin beş yıl önce, şu anda, beş yıl sonraki kullanımlarının ANOVA testleri ayrı ayrı yapılmıştır. Burada amaç altı sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin arasındaki varyansın belirtilmesidir. Analizlerin hepsinde $p<0,05$ sonucunun elde edilmesiyle 11 deneğin verdiği cevapların birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık, işletmelerin geçmiş deneyimleri ve yöneticilerin söz konusu teknolojilere inancı ile yakında ilişkilidir.

Çizelge 5.27. Beş yıl önce Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerin ANOVA testi

5 YIL ÖNCE; ANOVA: AS; TKY; Kıyaslama; Değişim Mühendisliği; Öğrenen Organizasyon;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	4	19,93	4,98	3,29	0,018
Hata	50	75,82	1,52		
Toplam	54	95,75			

S = 1,231 R-Sq = 20,81% R-Sq(adj) = 14,48%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+-----	
AS	11	2,545	1,440	(-----*-----)	
TKY	11	3,091	1,044	(-----*-----)	
Kıyaslama	11	2,909	1,300	(-----*-----)	
Değ.Müh.	11	1,364	0,674	(-----*-----)	
Öğr.Org.	11	2,545	1,508	(-----*-----)	
				-----+-----+-----+-----+-----	
				1,0 2,0 3,0 4,0	

Pooled StDev = 1,231

Beş yıl önce yönetim teknolojilerinin ANOVA testine (Şekil 5.27) bakıldığında $p=0,018$ 'dir. Bu bağlamda ($p<0,05$) söz konusu yönetim teknolojileri sonuçlar üzerinde etkilidir. Bu değerler incelendiğinde, değişim mühendisliğinin diğer metotlara göre daha belirgin bir farkla az kullanıldığını söyleyebiliriz.

Ayrıca analiz incelendiğinde işletmelerin büyük bir çoğunluğu beş yıl önce altı sigma'dan daha çok toplam kalite yönetimini kullanmışlardır. Yine kıyaslanan beş yıl önceki kullanım düzeyi altı sigma'dan daha fazladır.

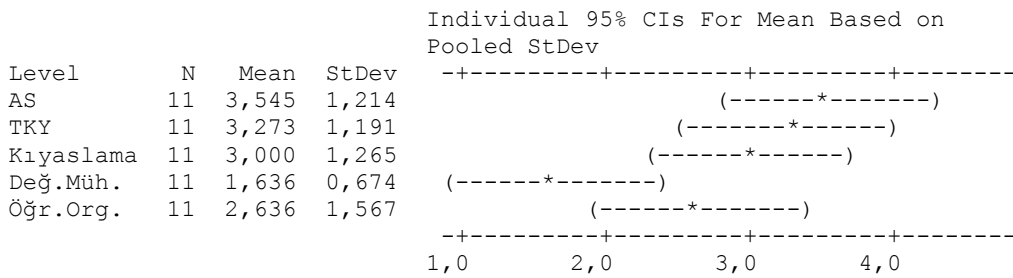
Yönetim teknolojilerinin bugünkü kullanımlarına bakıldığında (Şekil 5.28) altı sigma metodunun kullanım düzeyinin diğer metotlara göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca $p=0,006$ değeri de bu teknolojilerin kullanım düzeylerinin birbirinden çok bağımsız ve farklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.28. Şu anda Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerin ANOVA testi

ŞU ANDA; ANOVA: AS; TKY; Kıyaslama; Değişim Mühendisliği; Öğrenen Organizasyon;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	4	24,18	6,05	4,08	0,006
Hata	50	74,00	1,48		
Toplam	54	98,18			

S = 1,217 R-Sq = 24,63% R-Sq(adj) = 18,60%



Pooled StDev = 1,217

Beş yıl sonra işletmelerin altı sigma ve yönetim teknolojilerini kullanım düzeylerine yönelik ANOVA testi (Şekil 5.29) incelendiğinde, altı sigma ve diğer tüm teknolojilerin ön görülen kullanım düzeylerinin hepsinin gözle görülür bir şekilde arttığı görülmektedir. Ancak en önemli değişimin altı sigma tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Yine bu analizde de p değeri 0,002 olduğu için bu faktörlerin ortalama değerleri arasında belirgin bir sayısal fark vardır.

Beş yıl önce altı sigma kullanımının şu andaki kullanım düzeyi ile arasındaki korelasyon katsayısı 0,385 olarak tespit edilmiştir. Şu andaki altı sigma kullanım düzeyinin beş yıl sonraki öngörülen kullanım düzeyi ile ilgili korelasyon katsayısı ise 0,465 olarak tespit edilmiştir. Korelasyon katsayıları her iki durumda da pozitif olduğundan dönemsel değişimlerin arasında pozitif bir ilişki vardır. Ancak mutlak değer itibarıyla, şu andaki altı sigma kullanım düzeyi ile beş yıl sonraki öngörülen kullanım düzeyi arasında ilişki daha fazladır.

Çizelge 5.29. Beş yıl sonra Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerin ANOVA testi

5 YIL SONRA; ANOVA: AS; TKY; Kıyaslama; Değişim Mühendisliği; Öğrenen Organizasyon;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	4	29,38	7,35	4,80	0,002
Hata	50	76,55	1,53		
Toplam	54	105,93			

S = 1,237 R-Sq = 27,74% R-Sq(adj) = 21,96%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
AS	11	4,727	0,467	(-----*-----)
TKY	11	4,091	1,136	(-----*-----)
Kıyaslama	11	4,000	0,894	(-----*-----)
Değ.Müh.	11	2,545	1,572	(-----*-----)
Öğr.Org.	11	3,455	1,695	(-----*-----)

Pooled StDev = 1,237

Araştırmaya katılan işletme yöneticilerinin verdiği cevaplar doğrultusunda, beş yıl önce, şu andaki altı sigma kullanım düzeyleri ile beş yıl sonra öngörülen altı sigma kullanım düzeyleri arasında bir korelasyon olup olmadığı incelenmiştir.

5.6.15. Altı Sigma uygulamalarında kullanılan istatistiksel araçların analizi

Araştırmaya katılan işletmelerin, altı sigma uygulamaları esnasında kullandıkları bazı istatistiksel yöntemler; Beyin fırtınası, deney tasarımı, Gage R&R, histogram, HTEA (Hata türü ve etkileri analizi), pareto grafiği, QFD(Kalite fonksiyonu yayılımı), sebep-sonuç diyagramları ve varyans analizi olarak belirlenmiştir. Yöneticilerin bu yöntemleri kullanım düzeyleri ile ilgili ANOVA testi yapılmış ve sonuçları aşağıda Çizelge 5.30'da değerlendirilmiştir. ANOVA incelendiğinde $p=0,00$ olduğundan söz konusu istatistiksel araçların kullanımlarının ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Bu farklılığın temel nedenleri, işletmenin teknolojik yapısına ve iyileştirme düşünülen projelerin yapısına bağlıdır.

Çizelge 5.30. Altı Sigma uygulamalarındaki istatistiksel araçların ANOVA testi

ANOVA: Beyin fırtınası; Sebep-Sonuç Diyagramı; Histogram; Deney Tasarımı; Kalite fonksiyonu yayılımı QFD; Pareto analizi; HTEA; Gage R&R; Varyans Analizi;

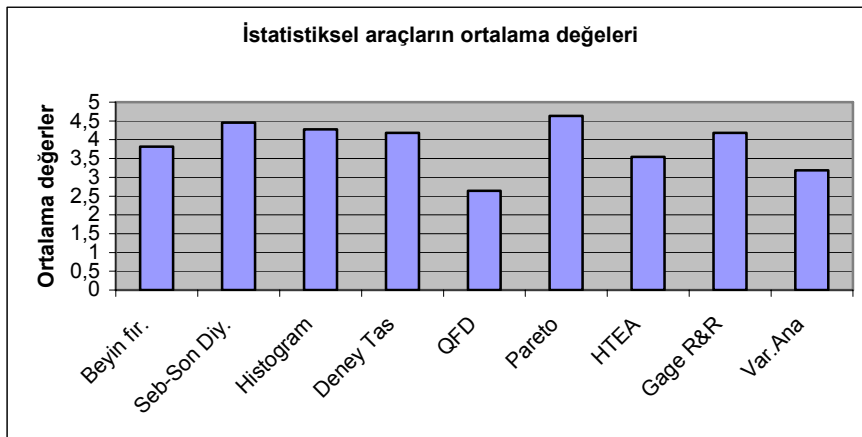
Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	8	37,273	4,659	5,29	0,000
Hata	90	79,273	0,881		
Toplam	98	116,545			

S = 0,9385 R-Sq = 31,98% R-Sq(adj) = 25,94%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Beyin fır.	11	3,8182	1,3280	(-----*-----)
Seb-Son Diy.	11	4,4545	0,5222	(-----*-----)
Histogram	11	4,2727	0,7862	(-----*-----)
Deney Tas	11	4,1818	0,6030	(-----*-----)
QFD	11	2,6364	1,2060	(-----*-----)
Pareto	11	4,6364	0,6742	(-----*-----)
HTEA	11	3,5455	1,0357	(-----*-----)
Gage R&R	11	4,1818	0,7508	(-----*-----)
Var.Ana	11	3,1818	1,1677	(-----*-----)

Pooled StDev = 0,9385

Netice itibariyle her değişik iyileştirme metoduna uygun olarak değişik istatistiksel araçlar kullanılmaktadır. Ayrıca üretim konusu da bu farklılığın oluşmasında etkili olmuştur. Şekil 5.20 incelendiğinde QFD (Kalite fonksiyonu yayılımı) çok nadir olarak kullanılırken, pareto grafiği ve sebep-sonuç diyagramları her işletmede en fazla kullanılan istatistiksel araçlar oldukları görülmektedir.



Şekil 5.20. Altı Sigma uygulamalarında kullanılan istatistiksel araçlar

İstatistiksel araçların kullanım yüzde oranları ve kullanım frekansları aşağıdaki Çizelge 5.31’de gösterilmektedir. Pareto grafiği % 72,7’lik bir oranla ilk sırada yer almaktadır. Pareto grafiğini, % 45,5’lik bir oranla sebep-sonuç diyagramı izlemektedir. Ayrıca ortalama değerin üzerinde bulunan diğer istatistiksel araçlar ise % 45,5 ile histogram, % 36,4 ile Gage R&R ve % 27,3 ile deney tasarımıdır.

Çizelge 5.31. Altı Sigma uygulamalarında kullanılan İstatistiksel araçlar

<i>İstatistiksel Yöntemler</i>		<i>Kullanım Düzeyleri</i>					<i>Toplam</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
Beyin Fırtınası	<i>f</i>	1	1	1	4	4	<i>11</i>
	<i>%</i>	9,1	9,1	9,1	36,4	36,4	<i>100</i>
Sebep - Sonuç Diyagramı	<i>f</i>	0	0	0	6	5	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	0	0	54,5	45,5	<i>100</i>
Histogram	<i>f</i>	0	0	2	4	5	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	0	18,2	36,4	45,5	<i>100</i>
Deney Tasarımı	<i>f</i>	0	0	1	7	3	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	0	9,1	63,6	27,3	<i>100</i>
Kalite Fonksiyonu Yayılımı	<i>f</i>	2	4	1	4	0	<i>11</i>
	<i>%</i>	18,2	36,4	9,1	36,4	0	<i>100</i>
Pareto Şeması (Analizi)	<i>f</i>	0	0	1	2	8	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	0	9,1	18,2	72,7	<i>100</i>
Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)	<i>f</i>	1	0	3	6	1	<i>11</i>
	<i>%</i>	9,1	0	27,3	54,5	9,1	<i>100</i>
Ölçüm Sistemi Analizi (Gage R&R)	<i>f</i>	0	0	2	5	4	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	0	18,2	45,5	36,4	<i>100</i>
Varyans Analizi (ANOVA)	<i>f</i>	1	2	3	4	1	<i>11</i>
	<i>%</i>	9,1	18,2	27,3	36,4	9,1	<i>100</i>

Ayrıca istatistiksel araçlar, değişkenlik kaynaklarının süreç çıktılarını nasıl etkilediğini ortaya koyacak metotları da sunmaktadır.

5.6.16. Altı Sigma uygulamalarında yetiştirilen uzman kara kuşakların, kara kuşakların ve yeşil kuşakların sayısı

Altı sigma projelerinin uygulandığı süreçlerde yetiştirilen kuşak sahibi çalışanların sayısı Çizelge 5.32, 5.33 ve 5.34 'de verilmektedir. Araştırmaya katılan işletmelerde uzman kara kuşak sahibi çalışanların az olması, işletmelerin danışmanlık hizmeti almalarını çok daha önemli kılmaktadır.

Çizelge 5.32. İşletmedeki uzman kara kuşakların sayısı

<i>Uzman Karakuşak</i>	<i>5 yıl önce</i>		<i>Şu anda</i>		<i>5 yıl sonra</i>	
	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
1-3	11	100	11	100	10	90,9
4-8	0	0	0	0	1	9,1
9+	0	0	0	0	0	0
Toplam	11	100	11	100	11	100

Çizelge 5.36'de işletmede çalışan kara kuşakların sayısı verilmektedir. İşletmedeki tüm kuşakların sayılarında beş yıl öncesinde günümüze ve öngörülen beş yıl sonrasına kadar bir artış gözlenmiş olsa da en başarılı artış kara kuşaklarda olmuştur.

Çizelge 5.33. İşletmedeki kara kuşakların sayısı

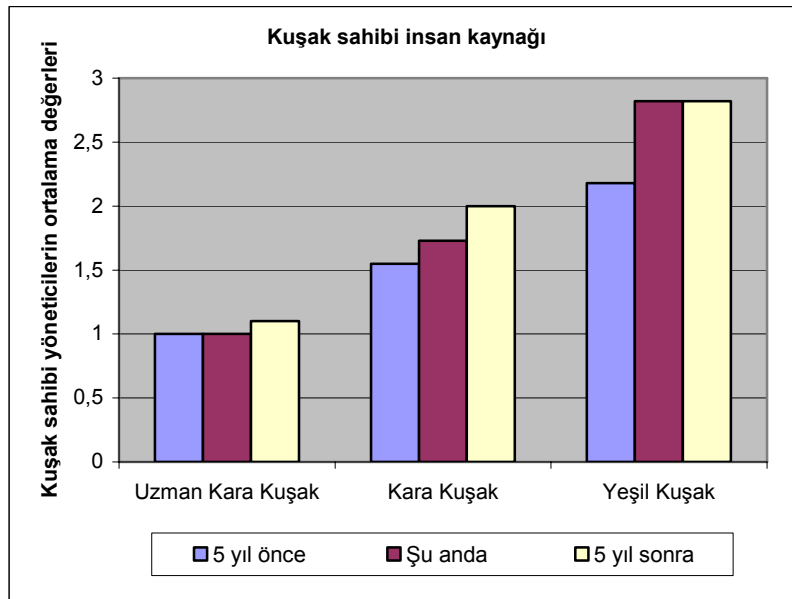
<i>Karakuşak</i>	<i>5 yıl önce</i>		<i>Şu anda</i>		<i>5 yıl sonra</i>	
	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
1-3	5	45,5	3	27,3	3	27,3
4-8	6	54,5	8	72,7	5	45,5
9+	0	0	0	0	3	27,3
Toplam	11	100	11	100	11	100

Çizelge 5.37'de işletmede çalışan yeşil kuşakların sayısı verilmektedir. İşletmedeki tüm kuşaklar içerisinde sayısal olarak en fazla yeşil kuşaklar vardır. Araştırmaya katılan işletmelerin % 90,9'unda 9 ve üzeri yeşil kuşak sahibi insan kaynağı mevcuttur.

Çizelge 5.34. İşletmedeki yeşil kuşakların sayısı

<i>Yeşilkuşak</i>	<i>5 yıl önce</i>		<i>Şu anda</i>		<i>5 yıl sonra</i>	
	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
1-3	4	36,4	1	9,1	1	9,1
4-8	1	9,1	0	0	0	0
9+	6	54,5	10	90,9	10	90,9
Toplam	11	100	11	100	11	100

Ayrıca Şekil 5.21’de verilen grafikte verilen bilgilerin sayısal değişimleri çok daha gözlenebilmesi için beş yıl önce, bugün ve beş yıl sonra olmak üzere değerlendirilmiştir.



Şekil 5.21. İşletmelerdeki tüm kuşakların ortalama değerleri

Kuşak sahibi çalışanların beş yıl önce, şu anda ve beş yıl sonraki sayılarının ortalama değerleri ve birbirleri ile ilgili ilişkileri aşağıda belirtilen ANOVA ve korelasyon analizlerinde gösterilmektedir. Çizelge 5.35 incelendiğinde $P=0,000$ değeri bize farklılığın önemli ölçüde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.35. İşletmelerdeki tüm kuşakların ANOVA testi

ANOVA: Uzman KaraKuşak; KaraKuşak; Yeşil Kuşak; Uzman KaraKuşak _1; KaraKuşak _1; Yeşil Kuşak _1; Uzman KaraKuşak _2; KaraKuşak _2; Yeşil Kuşak _2

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	8	45,232	5,654	17,71	0,000
Hata	90	28,727	0,319		
Toplam	98	73,960			

S = 0,5650 R-Sq = 61,16% R-Sq(adj) = 57,71%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----+			
Uzm.KK	11	1,0000	0,0000	(----*----			
KK	11	1,5455	0,5222	(----*-----)			
YK	11	2,1818	0,9816		(----*-----)		
Uzm.KK_1	11	1,0000	0,0000	(----*----			
KK_1	11	1,7273	0,4671		(----*-----)		
YK_1	11	2,8182	0,6030			(----*-----)	
Uzm.KK_2	11	1,0909	0,3015	(----*----			
KK_2	11	2,0000	0,7746		(----*-----)		
YK_2	11	2,8182	0,6030			(----*-----)	
				+-----+-----+-----+-----+			
				0,70 1,40 2,10 2,80			

Pooled StDev = 0,5650

Kuşakların korelasyon katsayıları incelendiğinde uzman kara kuşakların beş yıl önce, bugün ve beş yıl sonraki sayıları arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Ancak kara kuşakların beş yıl önce ile şu andaki sayıları arasında pozitif bir ilişki vardır ve korelasyon katsayısı 0,671'dir.

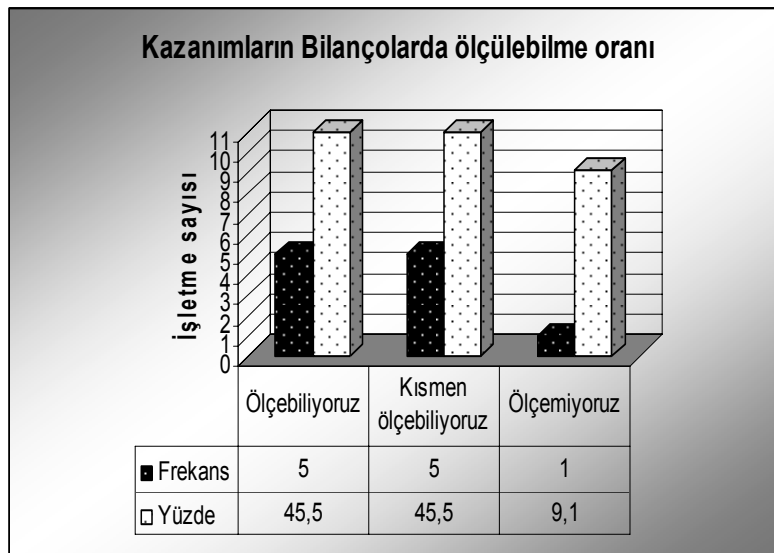
Kara kuşakların beş yıl sonra öngörülen sayıları ile şu andaki sayıları arasındaki korelasyon katsayısı 0,829'dur. Bu sonuç mutlak değer olarak analizde elde edilen en büyük korelasyon katsayısıdır. Bu nedenle en önemli pozitif ilişki bu iki değer arasındadır. Bu bağlamda işletmeler, kara kuşak sayılarındaki artışın, başarılı sonuçlar elde etmelerinde son derece etkili olduğu anlayışına sahiptirler.

Yeşil kuşakların beş yıl önce ile şu andaki sayıları arasında pozitif bir ilişki vardır ve korelasyon katsayısı 0,399'dur. Ayrıca yeşil kuşakların beş yıl sonra öngörülen sayıları ile şu andaki sayıları arasındaki korelasyon katsayısı da 1,00 olarak tespit

edilmiştir. Sonuç olarak, bu iki dönem arasında bir değişim söz konusu olamayacaktır.

5.6.17. Altı Sigma uygulama getirileri şirket bilançolarında ölçülebilme durumu

Araştırmaya katılan işletmeler, altı sigma uygulamaları neticesinde elde ettikleri maddi kazanımları bilançolarında ölçebilmelerinin frekansları ve yüzde oranları aşağıdaki Şekil 5.22’de verilmektedir.

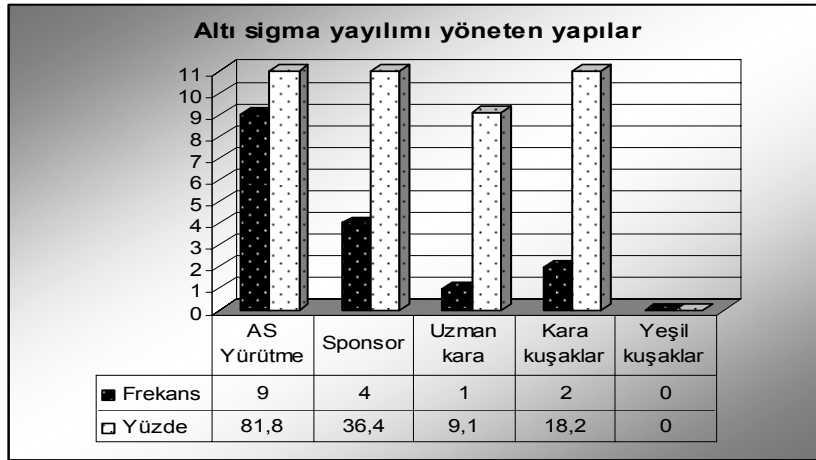


Şekil 5.22. Altı sigma getirilerinin bilançolarda ölçülebilmesi

Yöneticilerin % 45,5’i kazanımları ölçebildiklerini, % 45,5’i kısmen ölçebildiklerini belirtmişlerdir. Ölçemiyoruz cevabını veren işletmelerin oranı ise % 9,1 olarak tespit edilmiştir.

5.6.18. İşletme içerisinde Altı Sigma yayılımını kim yönetiyor?

Araştırmaya katılan işletmelerde, başarılı altı sigma uygulamaları neticesinde işletmedeki yayılımı yöneten birimler ve/veya kişilerin dağılımını gösteren grafik Şekil 5.23’de gösterilmektedir.

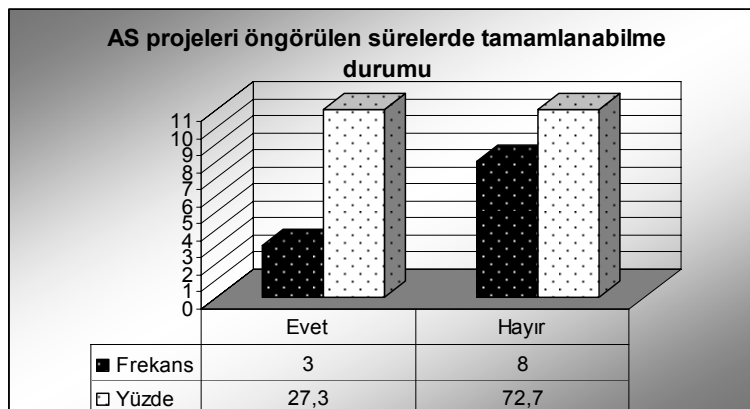


Şekil 5.23. Altı sigma yayılımını yöneten kişi ve/veya kurumların grafikleri

Grafiklerden de görüldüğü üzere işletme içerisinde altı sigma yayılımını büyük oranda altı sigma yürütme kurulu (% 81,8) üstlenmektedir. İkinci büyük orana sahip kişiler ise % 36,4 ile sponsorlardır. Ayrıca bu yayılım süreçlerinde yeşil kuşakların hiçbir etkisi olmadığı sonucuna da varılmıştır.

5.6.19. Altı Sigma projeleri öngörülen sürede tamamlanabiliyor mu?

İşletmelerde uygulamaya konulan altı sigma projelerinin öngörülen sürelerde tamamlanmasına dair cevapların frekansları ve yüzde oranları Şekil 5.24 verilmektedir.

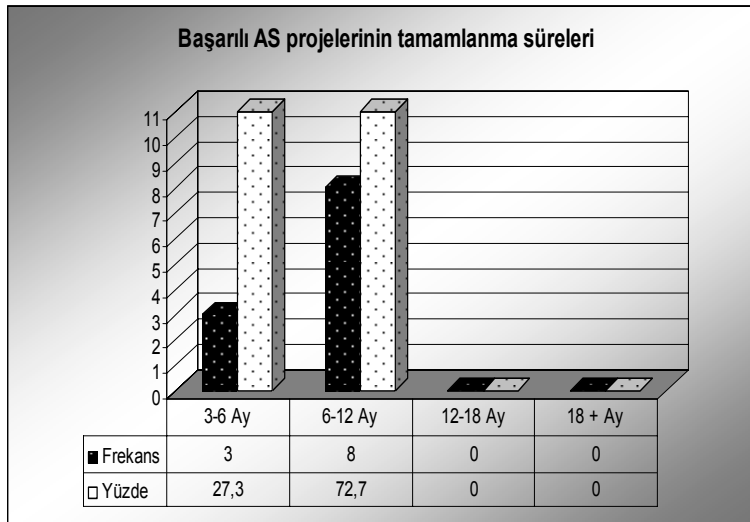


Şekil 5.24. Altı sigma projelerinin öngörülen sürede tamamlanma oranları

Yöneticilerin % 72,7'si projelerin sürelerinde tamamlanamadığını belirtmişlerdir. Ayrıca Şekil 5.25'de projelerin tamamlanma süreleri ile ilgili grafik gösterilmektedir.

5.6.20. Başarılı sonuçlanmış altı sigma projelerinin ortalama sürelerinin analizi

İşletmelerin uyguladığı ve başarı elde ettikleri altı sigma projelerinin ortalama süreleri bu çalışmada dört grupta değerlendirilmiştir. Birinci grup 3-6 ay, ikinci grup 6-12 ay, üçüncü grup 12-18 ay ve son olarak 18 ay'dan daha uzun süre proje çalışmalarıdır. Aşağıdaki Şekil 5.25 incelendiğinde başarılı altı sigma projelerinin %72,7'si 6-12 ay içerisinde tamamlanmaktadır. Bunun yanı sıra başarılı projelerin %27,3'ünün 3-6 ay süresinde tamamlandığı sonucuna ulaşılmıştır.



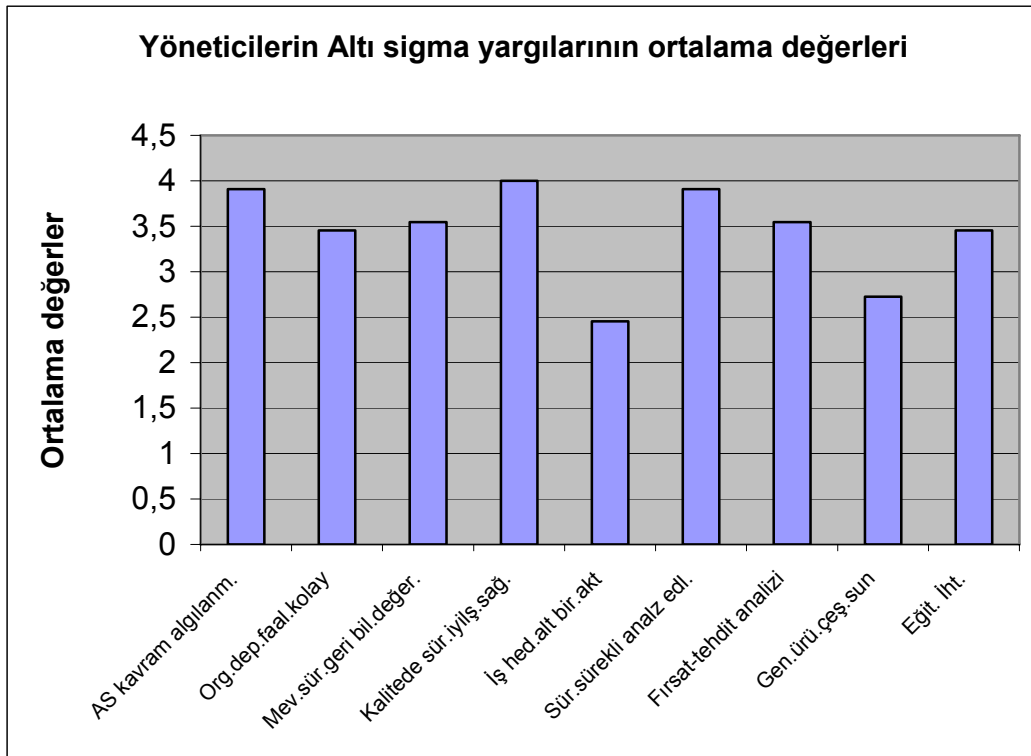
Şekil 5.25. Başarılı altı sigma projelerinin ortalama süreleri grafiği

Ayrıca dikkat çeken önemli bir nokta da 12 ve 18 aydan daha uzun sürelerde tamamlanmış başarılı altı sigma projelerinin olmamasıdır.

Sonuç olarak başarılı altı sigma projeleri için optimum bir tarih aralığı söz konusu olduğunda, ideal sürenin 6-12 ay arasında olduğunu söyleyebiliriz.

5.6.21. Yöneticilerin Altı sigma yargılarına ilişkin görüşlerinin analizi

Altı sigma uygulayan işletmelerin yöneticileri, bazı kavramları ve görüşleri kendi organizasyonlarıyla doğru ve yeterli olarak paylaşamamaktadırlar. Bunun sonucunda mevcut süreçlerde veya yeni gelen bir metotta sürekli bir iyileştirme sağlamak mümkün olamamaktadır. Süreçlerin en iyi performansı yakalayabilmesindeki en önemli koşullardan biri de şirket içindeki birimler ve/veya faaliyetler arası iletişimidir. Yöneticilerin altı sigma ile ilgili yargılarının ortalama değerleri Minitab programında elde edilen grafikte Şekil 5.26’da verilmiştir.



Şekil 5.26. Yöneticilerin altı sigma yargılarının ortalama değerleri

Grafik incelendiğinde en önemli yargının, kalitede sürekli iyileştirme yapabilmek için gerekli kaynakların sağlanması olduğu görülmektedir. Ayrıca yöneticilerin etkili bulunduğu diğer yargıları, süreçlerin en iyi performansa sahip olup olmadığı süreç ölçümleri ile sürekli analiz edilmesi ve altı sigmanın tanımlanarak çalışanlar tarafından önemli bir kavram olarak algılanmasıdır.

Çizelge 5.36’de belirtilen değerler ve yüzde oranları, araştırmaya katılan yöneticilerin altı sigma ile ilgili bazı yargılarına aittir.

Çizelge 5.36. Yöneticilerin altı sigma yargıları

<i>Yöneticilerin altı sigma yargıları</i>		<i>Etki derecesi</i>					<i>Toplam</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
Altı sigma tanımlanarak çalışanlar tarafından önemli bir kavram olarak algılanmaktadır.	<i>f</i>	0	0	5	2	4	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	0	45,5	18,2	36,4	<i>100</i>
Organizasyon yapımız departmanlar ve faaliyetler arası ilişkileri kolaylaştırıcı şekilde oluşturulmuştur.	<i>f</i>	1	1	3	4	2	<i>11</i>
	<i>%</i>	9,1	9,1	27,3	36,4	18,2	<i>100</i>
Mevcut süreçlerde iyileştirmeyi içeren fikirler ve geri bildirimler en kısa sürede değerlendirilmektedir.	<i>f</i>	0	2	3	4	2	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	18,2	27,3	36,4	18,2	<i>100</i>
Kalitede sürekli iyileştirme yapabilmek için gerekli kaynaklar (zaman, eğitim, finans) sağlanmaktadır.	<i>f</i>	0	1	2	4	4	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	9,1	18,2	36,4	36,4	<i>100</i>
İş hedefleri ve başarılar alt birimlere aktarılır, başarılı ekipler ödüllendirilir.	<i>f</i>	4	3	1	1	2	<i>11</i>
	<i>%</i>	36,4	27,3	9,1	9,1	18,2	<i>100</i>
Süreçlerin en iyi performansa sahip olup olmadığı süreç ölçümleri ile sürekli analiz edilmektedir.	<i>f</i>	0	0	4	4	3	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	0	36,4	36,4	27,3	<i>100</i>
Bir proje ekibinin çözümlerine ihtiyaç yaratmak için çözümler uygulandığında (fırsatlar) ve uygulanmadığında (tehditler) ne olacağına dair tehdit ve fırsatların analizi son derece önemlidir.	<i>f</i>	1	0	5	2	3	<i>11</i>
	<i>%</i>	9,1	0	45,5	18,2	27,3	<i>100</i>
Geniş ürün çeşitliliği sunabilme	<i>f</i>	2	4	1	3	1	<i>11</i>
	<i>%</i>	18,2	36,4	9,1	27,3	9,1	<i>100</i>
Doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı	<i>f</i>	0	1	6	2	2	<i>11</i>
	<i>%</i>	0	9,1	54,5	18,2	18,2	<i>100</i>

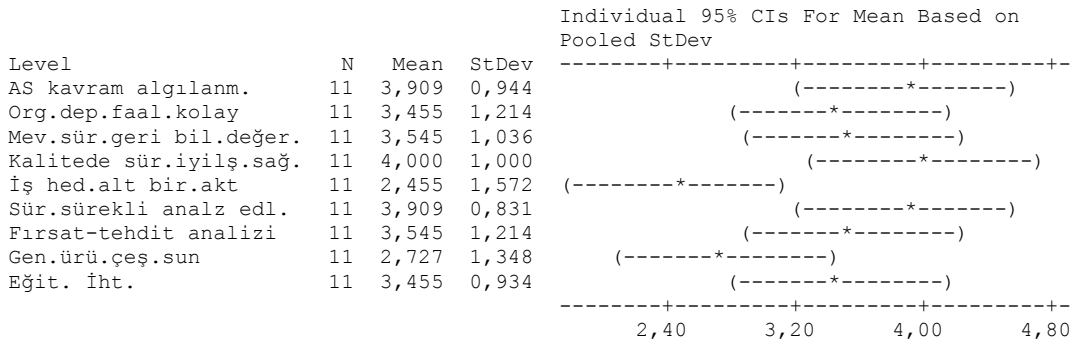
Yöneticiler altı sigma ile ilgili yargılarının süreçleri etkilemesine yönelik cevaplarının ANOVA testi aşağıda Çizelge 5.37’de verilmektedir. ANOVA testinde p değeri 0,023 olarak bulunmuştur ve $p < 0,05$ koşulunu sağladığı için yargıların etki dereceleri arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılığa neden olan temel etkenler, yöneticilerin değişik vizyonlara sahip olmaları ve organizasyonların dinamik yapıları olmuştur.

Çizelge 5.37. Yöneticilerin altı sigma yargılarının ANOVA testi

ANOVA: AS Altı sigma tanımlanarak çalışanlar tarafından önemli bir kavram olarak algılanmaktadır;
Organizasyon yapımız departmanlar ve faaliyetler arası ilişkileri kolaylaştırıcı şekilde oluşturulmuştur;
Mevcut süreçlerde iyileştirmeyi içeren fikirler ve geri bildirimler en kısa sürede değerlendirilmektedir;
Kalitede sürekli iyileştirme yapabilmek için gerekli kaynaklar (zaman, eğitim, finans) sağlanmaktadır;
İş hedefleri ve başarılar alt birimlere aktarılır, başarılı ekipler ödüllendirilir;
Süreçlerin en iyi performansa sahip olup olmadığı süreç ölçümleri ile sürekli analiz edilmektedir;
Bir proje ekibinin çözümlerine ihtiyaç yaratmak için çözümler uygulandığında (fırsatlar) ve uygulanmadığında (tehditler) ne olacağına dair tehdit ve fırsatların analizi son derece önemlidir;
Geniş ürün çeşitliliği sunabilme;
Doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı;

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	8	24,81	3,10	2,37	0,023
Hata	90	117,64	1,31		
Toplam	98	142,44			

S = 1,143 R-Sq = 17,42% R-Sq(adj) = 10,08%



Araştırmanın 5.6.4. ve 5.6.7. bölümlerinde ifade edilen üst ve tepe yönetiminin sürece bağlılığı ve desteği, altı sigma uygulamalarının başarıya ulaşmasındaki en temel faktör olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda üst ve tepe yönetiminde görev alan yöneticilerin altı sigmaya dair yargılarının önemi çok daha artmaktadır.

5.6.22. Altı Sigma uygulamalarını geliştiren ayrı birim/bölüm analizi

Araştırmaya katılan işletmelerin altı sigma uygulamalarını geliştiren birimlerinin olup olmadığı ile ilgili soruya cevapları % 81,9 oranında “evet” olmuştur. Hayır cevabını veren işletmelerin oranı ise % 18,2 olarak tespit edilmiştir. İşletmenin altı sigma uygulamalarını geliştiren birimlerinin olup olmadığı ile ilgili verilen cevapların frekansları ve yüzde oranları Çizelge 5.38’de verilmiştir.

Çizelge 5.38. İşletmelerin altı sigma geliştirme birimleri

<i>Altı sigma geliştiren birim var mı?</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Evet	9	81,9
Hayır	2	18,2
<i>Toplam</i>	<i>11</i>	<i>100</i>

Evet cevabını veren yöneticilerden iki kişi, işletmelerinde ayrı bir Altı sigma koordinatörlüğünün olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca üç işletmenin altı sigma uygulamalarının geliştirilmesi ise Ar-ge birimi tarafından yapılmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada; Üretim ve yönetim süreçlerinde Altı Sigma projeleri uygulayan işletmelerin Altı sigma öncesi ve sonrasının karşılaştırılarak işletmenin kazanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Yöneticilerin Altı sigma ve rekabet unsurlarına karşı bakış açılarının tespit edilmesi ve işletmelerin kullandıkları teknolojilerin ve uyguladıkları Altı sigma projelerinin, teknik ve ekonomik kazanımlarının ne ölçüde etkilediğini ortaya konulmuştur.

Yöneticilerin değerlendirmeleri ile Altı sigma uygulamalarının stratejik iş hedefleri ile ilişkileri incelenmiş ve en etkili stratejik hedeflerin; Müşteri tatmini ve Gelir elde etmek olduğu sonucuna varılmıştır.

İşletmeler, Altı sigma projelerini hayata geçirirken, Üst yönetimin tutumu ve sürece bağlılığının son derece önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tepe yönetimi ile birlikte tüm fonksiyonel birimlerin altı sigma projelerini, işletmelerine uyarlamaları ve sürdürebilmelerinde etkili oldukları tespit edilmiştir.

Altı sigma proje uygulamaları çok etkili ve popüler bir model olması nedeniyle, işletmelere adaptasyonunda, danışmanların rolünün çok önemli olduğu görülmüştür. varılmıştır.

Yöneticilerin değerlendirmelerinin analizleri ile, altı sigma proje uygulamalarının işletmelerde meydana getirdiği önemli kazanımlar;

- Maliyetlerde azalma;

Stratejik projeler seçilerek, fire ve kayıp oranları düşürülerek hurda maliyetlerinin azaltılması, stokların azaltılması ve işçiliklerin azaltılması gibi servis ve üretim maliyetleri azaltılmıştır.

- Verimlilikte artış,

Süreç yönetiminden sorumlu üst yönetimin, tüm süreçlerin performansını önemli ölçüde etkileyecek stratejik hedefler konulmuş ve ara yüzey problemleri çözülerek şirket verimliliğinin artışı gözlenmiştir.

- Olumlu örgütsel kültür değişimi;

Üst yönetim ve tüm birimlerdeki çalışanlar tarafından, süreçlerin net bir şekilde sahiplenildiği ve altı sigmanın benimsendiği gözlenmiştir.

- Kalitede artış;

İşletmeler, üretimde her bir birim için geçerli olan çevrim zamanını kısaltarak, üretim süreçlerini hızlandırmıştır. Hataları önceden tespit ederek hata sayılarında azalma sağlanmıştır. İşgücünden tasarruf etmiş ve makine teçhizat kullanımında kapasitelerini arttırmışlardır. Bu faktörlere bağlı olarak ürün ve süreç kalitesinde artış sağlanmıştır.

- Müşteri tatmininin arttırılması;

İşletmeler altı sigma projeleri yardımıyla, ürettikleri ürünlerde hata oranlarını azalttıklarını ve güvenilirliği yüksek ürünler ürettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca hızlı ürün teslimatı ve müşteri isteklerine bağlı olarak ürün geliştirme yöntemleri de uygulanmıştır. Bunun sonucunda müşteri beklentilerini karşılayabildikleri ve müşteri tatmininin sürekli olarak arttığı gözlenmiştir.

- Sürekli ve etkin eğitim;

İşletmelerin, etkin bir altı sigma eğitimi ve danışmanlığı ile kaynakları verimli kullandıkları ve bu şekilde rekabet güçlerinde önemli kazançlar elde ettikleri belirlenmiştir. Eğitim ve danışmanlık destekleri ile birlikte tam zamanlı kara kuşak ve yeşil kuşakların yetiştirilmesi sağlanmıştır. Bu alandaki eksiklikler son beş yıl içerisinde giderilerek kuşak sahibi insan kaynaklarında hızlı bir artış gözlenmiştir. Tam zamanlı kara kuşak ihtiyacının uzun döneme yayılması işletmeleri son beş yıl içerisinde önemli ölçüde kara kuşak yetiştirmeye yönlendirmiştir.

İşletmelerin altı sigma proje uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin başında, geleneksel kalite çalışmalarından farklı olarak bilinçli yapılamayan proje seçimi ve bulgu veri eksikliği olduğu tespit edilmiştir. İşletmeler için bu faktörlerin önemi, proje sonunda belirgin bir iyileşme sağlaması ve parasal kazanç ortaya koymasına bağlıdır. Ayrıca işletme içerisindeki iletişim eksikliği, altı sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin başında gelmektedir. Toplam kalite yönetimi modelinin en önemli sorunlarından olan çalışanların yeni gelen sisteme karşı dirençleri, yararlarının somutlaştırılamaması ve ar-ge yetersizliği, altı sigma için en az engel teşkil eden faktörler olması, altı sigmanın farkını bir kez daha kanıtlamaktadır.

Altı sigma proje uygulamalarının ekonomik sonuçlarına bakıldığında, işletmeler için maliyetlerini karşılamakla kalmayıp kar sağladıkları gözlenmiştir. Analiz sonuçları işletmelerin önemli bir kısmının elde ettikleri bu kârı şirket bilançolarında ölçülebildiğini göstermiştir.

İşletmelerin uyguladıkları altı sigma projelerinin süreleri incelenmiş ve başarı bağlamında en etkili sonuçların 6 ay–12 ay arasında süren projelerden elde edildiği tespit edilmiştir. Başarılı projelerin ve sistemlerin süreçlere yayılımının yönetiminde ise en etkili birimin ve/veya kişinin altı sigma yürütme kurulu ve sponsorlar olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda üst yönetimin altı sigma süreçlerindeki etkisi bir kez daha kanıtlanmıştır.

Altı sigma, temelde istatistiksel araçlar ile problemlerin temellerine inerek bilimsel bir yaklaşımı olarak, ölçüm ve iyileştirme yapmıştır. Bu çalışmada işletmelerin en çok kullandığı ve en etkili sonuçları elde ettikleri istatistiksel araçlar, pareto diyagramı ve sebep-sonuç diyagramlarıdır. Ayrıca ANOVA ve regresyon analizleri ile histogram ve deney tasarımı da önemli istatistiksel araçlar olarak ön plana çıkmaktadır.

İşletmeler Altı sigma metodunu işletmelerine uygularken, dikkate aldıkları kriterlerin başında, getireceği kolaylıklar, üst yönetimin desteği ve altı sigmanın işletmeye uyarlanması ve sürdürülmesinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca altı sigma

uygulamanın maliyetinin çok önemli olmamasına karşın, işletmenin ekonomik yapısına uygun projelerin seçilmesi önem kazanmıştır. Bu seçimlerin nedenleri incelendiğinde, yönetimin tutumu ve müşteri tercihlerinin önemli olduğu tespit edilmiştir.

İşletmelerin faaliyet gösterdikleri sektörlerdeki yurt içi ve yurt dışı rekabet durumları incelenmiş, yurt dışında daha yoğun bir rekabete maruz kaldıkları belirlenmiştir. Ancak hem yurt içindeki hem de yurt dışındaki rekabet koşullarıyla mücadele etmenin araçlarından birinin başarılı altı sigma metotlarının uygulanması ve daha da önemlisi sürdürülebilmesidir.

Altı sigma uygulamaları ile işletmelerin organizasyonlarındaki elde ettikleri kazanımlardan bazıları değerlendirildiğinde;

- Kalitede sürekli iyileştirme yapabilmek için gerekli olan finans, zaman ve eğitim gibi kaynaklar sağlanması,
- Süreçlerin en iyi performansa sahip olup olmadığı, süreç ölçümleri ile sürekli olarak analiz edilmesi,
- Altı sigma tanımlandıktan sonra, çalışanlar tarafından önemli bir kavram olarak algılanması,
- Mevcut süreçlerde iyileştirmeyi içeren fikirler ve geri bildirimler en kısa sürede değerlendirilmesi,
- Bir proje ekibinin çözümlerine yönelik tehditler ve fırsatlar analizinin son derece önemli olduğu,
- Organizasyon yapısının departmanlar ve faaliyetler arası ilişkileri kolaylaştıracak şekilde oluşturulması,

gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

İşletmelerin altı sigma geliştirme birimlerinin; ağırlıklı olarak, altı sigma koordinatörlüğü ve ar-ge birimi olduğu belirlenmiştir.

Altı sigma metodunun kullanım düzeyi, beş yıl önce toplam kalite yönetimi, kıyaslama, değişim mühendisliği ve öğrenen organizasyon gibi yönetim modellerin gerisinde olmasına karşın bugün, bu modellerin ötesindedir ve çok daha etkin ve popüler bir yaklaşım olduğunu göstermiştir. Ayrıca yöneticilerin cevapları doğrultusunda, altı sigmanın gelecek yıllarda da etkisinin artarak devam edeceği ön görüşüne varılmıştır. Bu nedenle etkili bir altı sigma modelinin oluşturulması, bilimsel literatüre ve endüstriye katkıları açısından daha da önem kazanmıştır.

Elde edilen veriler neticesinde, bazı çarpıcı sonuçlara da ulaşılmıştır. İşletmelerde uygulanan projelerin tamamlanma süreleri, projelerin getirilerinin bilançolarda ölçülebilme durumu ve Altı sigma çalışmalarını geliştiren bağımsız birimlerinin olup olmadığı birlikte değerlendirilmiştir. Bu işletmelerden iki tanesi, projelerini hem öngörülen sürede tamamlayamadıklarını hem de sadece maliyetini karşılayabildiğini belirtmiştir. Ayrıca bu işletmelerden biri Altı sigma çalışmalarını geliştiren ayrı bir birimlerinin olmadığını da belirtmişlerdir. Sonuç olarak, projelerini süresinde tamamlayamayan işletmeler, hem kar sağlayamamaktadır hem de bilançolarında sonuçları sağlıklı bir şekilde ölçememektedirler. Bu bağlamda projelerin maliyetlerinin karşılanması, kar sağlama ve bu sonuçların bilançolarda ölçülebilmesi, bu projelerin öngörülen sürelerde tamamlanması ile kesinlikle ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçların neticesinde Ek-4'teki tablo oluşturulmuştur.

İşletmelerin uyguladıkları projelerden bazıları, tamamlanma süreleri, sigma seviyelerindeki iyileşme, gecikme nedenleri ve mali getirileri ile birlikte Ek-3'te gösterilmektedir.

6.2. Öneriler

Bu çalışmada elde edilen veriler neticesinde, daha etkin altı sigma araştırmaları için bazı öneriler getirilmiştir.

- İşletme sayısının arttırılarak yapılacak analizler daha etkin sonuçlar elde etmeye katkı sağlayacaktır.
- Bu çalışmada imalat sanayi incelendiğinden, sonraki çalışmalarda imalat ve hizmet işletmelerinin birlikte değerlendirilmesi altı sigma çalışmalarının farklarını da ortaya koymak adına daha fazla katkı sağlayacaktır.
- Öngörülen sürelerde tamamlanan projelerin analiz edilmesi, altı sigma metodunun yararlarını çok daha net bir şekilde ortaya koyacaktır.
- Yapılacak Altı sigma çalışmalarında verilerin normal dağılıma uygunluğu test edildikten sonra analizlerin yapılması da sonuçların güvenilirliğini önemli ölçüde etkileyecektir.
- Altı sigma çalışmaları hakkında yapılacak akademik çalışmalardan önce en az yeşil kuşak düzeyinde eğitim alınması, çalışmanın analizi ve değerlendirilmesi açısından yararlı olacaktır.
- Ek-4 incelenerek söz konusu faktörler ayrıca bir araştırmada analize tabi tutulabilir ve spesifik kazanımlar gözlenebilir.
- Maliyetleri azaltmanın en etkili yöntemi süreçleri tasarım aşamasından itibaren kontrol etmektir. Bu nedenle yapılacak çalışmalara ilaveten tasarım süreçlerine özel altı sigma çalışmalarının analiz edilmesi literatürü destekler nitelikte olacaktır.
- Altı sigma uygulamalarında, proje seçimine uygun istatistiksel yöntemler önceden tespit edilerek uygulanacak proje çalışmaları ayrıca bir kazanç yolu ortaya koyulmasına yardımcı olacaktır. tümü kullanılabilir.

Sonuç olarak, bugün 6σ gelecekte 7σ , 8σ çalışmaları yapılacaktır. Felsefesi ve metotları günümüzde popüler bir yaklaşımdır. Sonuçlarda sıfır hatadan daha çok tüm süreçlerde sıfır hata hedeflenmelidir ve tüm süreçler bu anlayışa göre yeniden yapılandırılmalıdır. Ayrıca araştırmaların yalın altı sigma üzerine yoğunlaşması, sonuçların analizi ve elde edilecek kazanımlar açısından da son derece yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Pande, P.S., Neuman, R. P., Cavanagh, R.R., “Six Sigma Yolu”, Çev: Nafiz Güder, **Klan Yayınları**, İstanbul, 12 (2003).
2. Ada, E., Aracıoğlu, B., Kazançoğlu, Y., “ Türk İşletmelerinde Verimlilik Artışı İçin Altı Sigma Yönetim Sistemi Modeli”, **Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi**, 1 (2004).
3. İnternet: Türker Baş “Altı Sigma”
<http://www.kaliteofisi.com/download/e-kitap.asp> (2008).
4. Kwak, Y.H., Anbari, F.T., “Benefits, Obstacles and Future of Six Sigma Approach”, **Technovation**, 1-8 (2004).
5. Antony, J., , “Some Pros and Cons of Six Sigma: An Academic Perspective”, **The TQM Magazine**, Vol: 16 (4): 303-306 (2004).
6. Polat, A., “Altı Sigma Nedir?”, **S.P.A.C. Danışmanlık**, Ankara, 23 (2003).
7. Gürsakal, N., Oğuzlar, A., “Altı Sigma”, **Vipaş A.Ş.**, Bursa, 175 (2003).
8. Yavuz, S., “Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama”, Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Erzurum, 42-90 (2006).
9. Goh T.N., Xie M. “Improving on The Six Sigma Paradigm”, The TQM Magazine, Volume 16, Number 4, 235-240 (2004).
10. Holpp, L., Pande, P., “What is Six Sigma?”, **McGraw-Hill**, New York, 40 (2000).
11. Forrest, W., Breyfogle, III. “Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods, 2nd Edition”, **John Wiley and Sons. Inc.**, 10 (2003).
12. Söndürmez, G., Özveri, O., “Süreç Yeterlilik Analizi Tekniklerinin Bir Tekstil İşletmesinde Uygulanması”, **V.Ulusal Ekonometri Sempozyumu**, 30-65 (2001).
13. Karagöz, İ., “Altı Sigma Yönteminin Orta Ölçekli İşletmelerde Uygulanabilirliğinin Analizi ve Örnek İşletme Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Sakarya, 28-34 (2006).
14. Montgomery, D.C., “Introduction to Statistical Quality Control”, 4th Edition, **John Wiley and Sons. Inc.**, 350-365, 812-820 (2001).
15. Gürsakal, N., “Altı Sigma Müsteri Odaklı Yönetim”, 2.Baskı, **Nobel Yayın Dağıtım**, Ankara, 25-45 (2005).

16. S. P. A. C. Danışmanlık, “Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?”, **S. P. A. C. Danışmanlık**, Ankara, 12-88 (2003).
17. Şimşek, M., “Toplam Kalite Yönetimi”, **Alfa Yayınları**, İstanbul, 220-232 (2004).
18. Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S., “Six Sigma: a goal-theoretic perspective”, **Journal of Operations Management**, 21 (2): 193-203 (2003).
19. Hahn G.J., “Six Sigma: 20 Key Lessons Learned”, **Quality and Reliability Engineering International**, 21: 225–233 (2005).
20. Aslan D., Demir S., “Laboratuar Tıbbında Altı Sigma Kalite Yönetimi”, **Türk Biyokimya Dergisi**, 30 (4): 272-278 (2005).
21. Zhang, Q., Gao, J., “Machine Learning-The Six Sigma Way”, **Proceedings of the 5.th World Congress on intelligent Control and Automation**, 35-78 (2004).
22. Eckes, G., “Herkes İçin Altı Sigma”, **MediaCat Kitapları**, İstanbul, 33-90 (2005).
23. Pyzdek, T., “The six sigma handbook”, **McGraw-Hill**, London, 185-242 (2001).
24. Can, N., “Altı Sigma Yaklaşımı Kullanılarak Diferansiyel Kovan Üretimi Sürecinin İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İzmir, 43-149 (2006).
25. Polat, A., Cömert, B., Arıtürk, T., “Altı Sigma Vizyonu”, **S.P.A.C. Danışmanlık**, Ankara, 83-133 (2005).
26. Albayrak, B., “Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı: Petek Yapılı Malzeme Üretim Sürecinde Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, **Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü**, Eskişehir, 21-44 (2007).
27. Brussee, W., “Statistics For Six Sigma Made Easy!”, **McGraw-Hill**, New York, 37-40 (2004).
28. Harrington, H. J., “Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness”, **Mc Graw Hill**, New York, 15 (1991).
29. Damelio R., “The Basics Of Process Mapping”, **Productivity Pres**, New York, 280-360 (1996).
30. Akkurt, M., “Kalite Kontrol-Excel Destekli”, **Birsen Yayınevi**, İstanbul, 68-448 (2002).

31. Evren, E., "Altı Sigma Metodolojisi ve Bir İşletmede Örnek Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 48-90 (2006).
32. Akın, B., "Hata Türü ve Etkileri Analizi", *Bilim Teknik Yayınevi*, İstanbul, 42 (1998).
33. Gevirtz C., "Developing New Products with TQM", *McGraw-Hill*, New York, 308 (1994).
34. Rath & Strong Management Consultants, "Six Sigma Pocket Guide", *Rath & Strong Management Consultants*, Massachusetts 35-60 (2004).
35. Tan, K.C., Shen, X.X., "Integrating Kano's model in the planning matrix of quality function deployment", *Total Quality Management*, 11(8): 1141-1151 (2000).
36. Brassard, M., Finn, L., Ginn, D. Ritter, D. "The Six Sigma Memory Jogger II.", *QPC*, ABD, 5 (2002)
37. Delice, E.K., Güngör, Z., "Müşteri İsteklerinin Sınıflandırılmasında Kano Model Uygulaması" *Akademik Bilişim 2008, Onsekiz Mart Üniversitesi*, Çanakkale, 2-5 (2008).
38. Berger, C., "Kano's Methods for Understanding Customer-Defined Quality," *Center for Quality Management Journal*, 2(4): 3-35 (1993).
39. Matzler, K., Hinterhuber, H. H., "How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment," *Technovation*, 18(1): 25-38 (1998).
40. Banuelas, R., Antony, J., Brace M., "An Application of Six Sigma to Reduce Waste", *Quality and Reliability Engineering International*, 21: 553-570 (2005).
41. Akın, B., "İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol Teknikleri", *Bilim Teknik Yayınevi*, İstanbul, 35-36 (1996).
42. Montgomery, D.C., "Introduction to Statistical Quality Control", *John Wiley. Inc.*, New York, 310-345 (1991).
43. Burr, J.T., "Going With The Flow (Chart)", *Total Quality Management, The Dryden Pres*, 312 (1994).
44. Ann, W., "Six Sigma Enigma", *Report on Bussines Magazine*, 4 (1997).
45. Burnak N., "Toplam Kalite Yönetimi İstatistiksel Süreç Kontrolü", *Tekam Yayınları*, Eskişehir, 165-222 (1997).

46. Joglekar, A.M., “Statistical Methods for Six Sigma In R&D and Manufacturing”, *John Wiley and Sons. Inc*, New Jersey, 8-44 (2003).
47. Newbold, P., “İşletme ve İktisat için İstatistik, Çeviri: Ümit Şenesen”, *Literatür Yayınları*, İstanbul, 36-45 (2000).
48. Kartal, M., “İstatistiksel Kalite Kontrolü”, *Şafak Yayınevi*, Erzurum, , 35 (1999).
49. Çetin, C., Akın, B., Erol, V., “Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi”, Beta Yayım, İstanbul, 410-420 (2001).
50. Bircan, H., Özcan, S., “Excel Uygulamalı Kalite Kontrol”, *Yargı Yayınları*, Ankara, 120 (2004).
51. Snee, D. R., “Six Sigma Improves Both Statistical Training and Processes”, *Quality Progress*, 70-72 (2000).
52. Batmaz, İ., “Nitel ve Nicel değişkenlerin birlikte modellenmesi ve analizi”, Altı Sigma Forum, Ankara, 1 (2): 55-58 (2005).
53. Kolarik W.J., “Creating Quality”, *McGraw-Hill*, Singapore, 780-800, (1995).
54. Rath&Strong Management Consultants., “Six Sigma Pocket Guide”, 2nd Printing, *Rath & Strong Management Consultants*, Massachusetts, 40-45 (2001).
55. Goh, T.N., “The role of Statistical Design of Experiments in Six Sigma: Perspectives of practioner”, *Quality Engineering*, 14(4): 661-673 (2002).
56. Ertuğrul, İ., “Toplam Kalite Kontrol ve Teknikleri”, *Ekin Kitabevi*, Bursa, 10-75 (2004).
57. Rungtusanatham, M., “Beyond improved quality: the motivational effects of statistical process control” *Journal of Operations Management*, 19: 653-673 (2001).
58. Eckes, G., “The Six Sigma Revolution”, *John Wiley. Inc.*, New York, 30-90 (2001).
59. Breyfogle, F., “Implementing Six Sigma: The Smarter Solutions Using Statistical Methods”, *John Wiley. Inc.*, New York, 25-110 (1999).
60. Köksal, G., “Problem Çözme Teknikleri”, *Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi Semineri*, Yalova, 55-80 (2001).

61. İşbilir, F., “Takım Ömrünün Sebep-Sonuç Diyagramları ile Açıklanması, Yüzey Pürüzlülüğü Ve Takım Ömrüne Etkili Faktörlerin Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü**, Ankara, 5-6 (2007).
62. Breyfogle III., Forrest, W., “Implementing Sig Sigma: Smarter Solution Using Statistical Methods”, **John Wiley and Sons Inc.**, New York, , 250-270 (1999).
63. Boca,G.,D., Gökkaya, H., Nalbant, M., “Eco age a new provocation for TQM”, **Uluslararası 7. Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi**,
64. Guinta, L.R., Praizler, N.C., “The QFD Book: The Team Approach To Solving Problems And Satisfying Customers Through Quality Function Deployment”, **Amacom**, New York, 62-87 (1993).
65. Akbaba, A., “Kalite fonksiyon göçerimi metodu ve hizmet işletmelerine uygulanması”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2(3): 1-15 (2000).
66. Olcay, E., “TS EN ISO IEC 17025 Standardının Kalite fonksiyonu Yayılımı ve çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri ile Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü**, Ankara, 9-24 (2007).
67. Savas, H., Ay, M., “Üniversite kütüphanesi tasarımında kalite fonksiyon göçerimi uygulaması”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 7(3): 80-98 (2005).
68. Akbaba, A., “Kalite fonksiyon göçerimi metodu ve hizmet işletmelerine uygulanması”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2(3): 1-15 (2000).
69. Yenginol, F., “Yeni ürün geliştirmede müşteri istek ve ihtiyaçlarını teknik karakteristiklere dönüştürmeyi sağlayan bir yöntem: Kalite fonksiyon göçerimi”, Doktora Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İzmir, 55-87 (2000).
70. Güllü, E., Ulcay, Y., “Kalite fonksiyonu yayılımı ve bir uygulama”, **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 7(1): 284-301 (2002).
71. Uysal, F., “Kalite Fonksiyon Yayılımının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi **Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bursa, 20-35 (2000).
72. İnternet : Doğrusal Regresyon.
<http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:LinearRegression.svg> (2009).
73. Arıcı, H., “İstatistik. Yöntemler ve Uygulamalar”, **Meteksan**, Ankara, 131-159 (2006).

74. Spiegel, M.R., Stephens, L.J., "İstatistik", Çev: Alptekin Esin, Salih Çelebioğlu, **Nobel Yayın Dağıtım**, Ankara, 89-494 (2005).
75. Aytaç M., "Matematiksel İstatistik", **Ezgi Kitabevi** Yayınları, Bursa, 380-415 (1999).
76. Bendell A., Disney J., Pridmore W. A., "Taguchi Methods: Applications In World Industry", **Springer Verlag**, Berlin, 134-138 (1989).
77. Çömlekçi, N., "Temel İstatistik İlke ve Teknikleri", **Bilim Teknik Yayınevi**, İstanbul, 20-88 (1998).
78. Little, B., "Six Sigma Techniques Improve the Quality of e-Learning", **Industrial and Commercial Training**, 35(3): 104-108 (2003).
79. Kasman, Ş., " Lazer Mikro İşleme Parametrelerinin Yüzey Kalitesine Etkisinin Deney Tasarım Yöntemiyle Belirlenmesi", **5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)**, Karabük, 1-5 (2009).
80. Savaşkan, M., Taptık, Y., Ürgen, M., "Deney tasarımı yöntemi ile matkap uçlarında performans optimizasyonu", **İTÜ dergisi / d mühendislik**, İstanbul, 3 (6):117-128 (2004).
81. Lazic, Z.R., "Design of Experiments in Chemical Engineering a Practical Guide", **Wiley**, 150-168 (2004).
82. Gökçe, B., Taşgetiren, S., "Kalite İçin Deney Tasarımı", **Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 6 (1):71-83 (2009).
83. Şirvancı, M., "Kalite için Deney Tasarımı Taguchi Yaklaşımı", **Literatür Yayıncılık**, 15-58 (1997).
84. Canyılmaz, E., Kutay,F., "Taguchi Metodunda Varyans Analizine Alternatif Bir Yaklaşım", **Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 18 (3): 51-63 (2003).
85. Yang W. H., Tarng Y. S., "Design optimization of cutting parameters for turning operations based on the Taguchi method", **Jounal of Materials Processing Technology**, 84: 122- 129 (1998).
86. Baynal, K., Boran,S., "Taguchi Yöntemi'nin Çok Yanıtlı Problemlerde AHP ile Kullanımı ve Kayıp/Uygun Olmayan Verilerin Değerlendirilmesi", **YA/EM 2006 Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği – XXVI. Ulusal Kongresi**, Kocaeli, 102 (2006).
87. Çömlekçi, N., "Deney Tasarımı İlke ve Teknikleri", **Alfa Yayınevi**, İstanbul, 20-408 (2003).

88. Brue, G., Howes, R., “Six Sigma”, **McGraw-Hill**, New York, 43-370 (2006).
89. Gümüőoğlu, Ş., “İstatistiksel Kalite Kontrolü”, **Beta Basım Yayım**, İstanbul, 90-105 (1996).
90. Oktay, E., “Kalite Kontrol Grafikleri”, **Şafak Yayınevi**, Erzurum, 7-35 (1998).
91. Firuzan, A.R., “Shewhart Kontrol Kartlarında Tasarım Parametrelerinin Seçimi Üzerine Bir Uygulama”, **Yönetim ve Ekonomi**, Manisa, 12(1): 1-9 (2005).
92. İnternet: “Altı Sigma” <http://www.kageme.itu.edu.tr> (2009).
93. Smith, G.M., “Statistical Process Control and Quality Improvement”, **MacMillan Publishing**, 35-63 (1993).
94. Montgomery, D.C., “Design and analysis of Experiements”, **John Wiley. Inc.**, New York, 310-345 (1991).
95. Feigenbaum, A.V., “Total Quality Control”, **Mc Graw Hill**, New York, 15-78 (1991).
96. Harry, M. J., Schroeder, R., “Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing The World’s Top Corporotions”, **Current Newyork**, 7-39 (2000).
97. Gupta, P., “Six Sigma Business Scorecard : Ensuring Performance For Profit”, **Mc Graw Hill**, New York, 35-68 (2004).

EKLER

EK-1 Sigma Dönüşüm Tablosu

<i>Süreç Sırası</i>	<i>Hata Oranı</i>	<i>Başarı Yüzdesi</i>
1	697672.15	68.2689480
1.1	660082.92	72.8667797
1.2	621378.38	76.9860537
1.3	581814.88	80.6398901
1.4	541693.78	83.8486577
1.5	501349.97	86.6385542
1.6	461139.78	89.0401421
1.7	421427.51	91.0869136
1.8	382572.13	92.8139469
1.9	344915.28	94.2567014
2	308770.21	95.4499876
2.1	274412.21	96.4271285
2.2	242071.41	97.2193202
2.3	211927.71	97.8551838
2.4	184108.21	98.3604942
2.5	158686.95	98.7580640
2.6	135686.77	99.0677556
2.7	115083.09	99.3065954
2.8	96809.10	99.4889619
2.9	80762.13	99.6268240
3	66810.63	99.7300066
3.1	54801.40	99.8064658
3.2	44566.73	99.8625596
3.3	35931.06	99.9033035
3.4	28716.97	99.9326038
3.5	22750.35	99.9534653
3.6	17864.53	99.9681709
3.7	13903.50	99.9784340
3.8	10724.14	99.9855255
3.9	8197.56	99.9903769
4	6209.70	99.9936628
4.1	4661.23	99.9958663
4.2	3467.03	99.9973292
4.3	2555.19	99.9982908
4.4	1865.88	99.9989166
4.5	1349.97	99.9993198
4.6	967.67	99.9995771
4.7	687.20	99.9997395
4.8	483.48	99.9998411
4.9	336.98	99.9999040
5	232.67	99.9999426
5.1	159.15	99.9999660
5.2	107.83	99.9999800
5.3	72.37	99.9999884
5.4	48.12	99.9999933
5.5	31.69	99.9999962
5.6	20.67	99.9999979
5.7	13.35	99.9999988
5.8	8.55	99.9999993
5.9	5.42	99.9999996
6	3.4	99.9999998

EK-2 Anket Formu

**ALTI SİGMA PROJE UYGULAMALARININ İŞLETMELERİN
KAZANIMLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ'NE İLİŞKİN
ANKET FORMU**

Sayın Yönetici;

Bu anket formu “**Altı Sigma Proje Uygulamalarının İşletmelerin Kazanımları Açısından Karşılaştırmalı Analizi**” adlı Doktora tez çalışmasının uygulama bölümü için hazırlanmıştır. Türkiye’de imalat sanayinde faaliyet gösteren işletmelerin Altı sigma uygulamalarının, işletmelere kazanımlarını ortaya koymak ve işletmelere sağladığı olumlu etkileri belirlemek amaçlanmıştır.

Anket formu iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde işletme ile ilgili temel sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde ise işletmenin teknolojik yapısı ve altı sigma uygulamaları ile ilgili sorular bulunmaktadır. Bu bölümde likert ölçeğine göre düzenlenmiş sorular ve seçmeli sorular bulunmaktadır ve gerekli açıklamalar sorulardan önce yapılmıştır.

Elde edilecek bilgilerin değerlendirilmesi bilimsel amaçlar için yapılacak, işletmelerin adları kesinlikle gizli tutulacaktır. Bilgiler toplu olarak değerlendirilip yorumlanacaktır. Değerlendirme sonucunda elde edilen bilgiler işletme yöneticilerine aktarılacaktır. Soruların cevaplandırılmasında gerekli hassasiyeti göstermeniz, sonuçların anlamlı ve güvenilir olarak değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Gösterdiğiniz ilgiye teşekkür eder, çalışma hayatınızda başarılar diler, saygılarımızı sunarız.

Mehmet ALTUĞ
Gazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
e-posta: mfaltug@gmail.com
Tel:0555 8033300

Prof. Dr. Muammer NALBANT
Gazi. Üni. Teknik Eğitim Fakültesi
Makine Eğitimi Anabilim Dalı

EK-2 (Devam) Anket Formu

ANKET SORULARI
BÖLÜM 1

- 1- İşletmenizin adı:
 2- Anketi cevaplayan yöneticinin
 Yaşı:
 Çalıştığı Birim:
 Eğitim Durumu:
 Önlisans : ☐ Lisans : ☐ Master : ☐ Doktora : ☐
 3- İşletmenizin kuruluş yılı :
 4- İşletmenizin Faaliyet konusu :
 5- İşletmenizin Personel Sayısı :
 6- İşletmenizde çalışanların eğitim durumlarına göre sayısal dağılımı

	İlköğr.	Lise	Önlisans	Lisans	Master Doktora
Çalışan Sayısı					

BÖLÜM-2

İŞLETMENİZDE ALTI SİGMA UYGULAMALARI İLE
İLGİLİ BİLGİLER

Lütfen cevaplama sırasında sorulardan önceki not olarak ifade edilen kısımları okuyunuz.

- 1- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarında stratejik hedefiniz nelerdir ?
 (Lütfen öncelik sıralaması yapınız)
 ☐ Gelir
 ☐ Kar Marjı
 ☐ Müşteri Tatmini
 ☐ Büyüme
 ☐ Çalışan Tatmini
 ☐ Diğer (.....)
- 2- İşletmeniz Altı Sigma konusunda çalışmalar yapan kuruluşlardan danışmanlık hizmeti almakta mıdır?
 ☐ Evet ☐ Hayır
- 3- Danışmanlık alıyorsa hangi kurum/kuruluşlardır ?
 (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)
 ☐ Kal-Der ☐ TÜBİTAK
 ☐ Danışmanlık Şirketleri ☐ TÜBA
 ☐ Profesyonel işletme yöneticileri ☐ Diğer (.....)
- 4- İşletmenizde Altı Sigma ile ilgili kararların alınmasında örgütünüzün hangi bölümlerinin katılımı sağlanmaktadır?
 ☐ Tepe Yönetimi
 ☐ Danışmanlar
 ☐ Müşteriler

EK-2 (Devam) Anket Formu

- () Fonksiyonel Birimler
 () Üretim
 () Finans
 () Satış-Pazarlama
 () İnsan Kaynakları
 () AR-GE
 () Diğer (.....)

Not : Tablolarda kullanılan rakamlardan;
1- Hiç , 2- Çok az , 3- Orta , 4- Sıklıkla , 5- Her zaman
anlamını ifade etmektedir.

5- İşletmenizde Altı Sigma kullanım amaçlarının önem derecesi ve bu amaçlara ulaşılabilirlik düzeyi;

Önem Derecesi					Amaç	Ulaşılabilirlik Düzeyi				
1	2	3	4	5	Maliyetleri azaltmak	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Üretimi arttırmak	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Kaliteyi arttırmak	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Üretim sürecini hızlandırmak ve kısaltmak	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Fire ve kayıp oranını düşürmek	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Rekabet gücünü arttırmak	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Müşteri tatmininin artırılması	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Verimliliğin artırılması	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Çalışanların motivasyonunun artırılması	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	İşgücünden tasarruf	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Tutarlı Ölçüm sistemi	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Olumlu kültürel değişim	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Üretimde esneklik	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Diğer (.....)	1	2	3	4	5

6- İşletmenizde Altı Sigma kullanımının işletme kriterleri üzerindeki etkinin derecesi;

İşletme Kriterleri	Etki Derecesi				
Maliyetlerin düşmesi	1	2	3	4	5
Satışların artması	1	2	3	4	5
Kalitenin artması	1	2	3	4	5
Üretim süresi / Çevrim zamanının kısalması	1	2	3	4	5
Genel verimliliğin artması	1	2	3	4	5
Sektördeki rekabet gücünüzün artması	1	2	3	4	5
Stok devir hızının artması	1	2	3	4	5
Profesyonel yönetici istihdamının artması	1	2	3	4	5
Çalışanların motivasyonunun artırılması	1	2	3	4	5
İşgücünden tasarruf sağlanması	1	2	3	4	5
Koordinasyonun artması	1	2	3	4	5
Nitelikli işgücü ihtiyacının artması	1	2	3	4	5
Diğer (.....)	1	2	3	4	5

EK-2 (Devam) Anket Formu

7- İşletmenizde Altı Sigma metodunu uygulamada dikkate alınan kriterlerin önem derecesi;

Dikkate alınan kriterleri	Etki Derecesi				
Altı Sigmanın uygulama maliyeti	1	2	3	4	5
Üst yönetimin yoğun desteği	1	2	3	4	5
Altı Sigma uygulamalarının sosyal boyutu	1	2	3	4	5
Altı Sigmanın uyarlanması ve sürdürülmesi	1	2	3	4	5
Altı Sigmanın getireceği kolaylıklar	1	2	3	4	5
Mevcut yönetim teknolojilerinizin durumu	1	2	3	4	5
Rakiplerinizin kullandığı yönetim teknolojileri	1	2	3	4	5
Personelinizin sayı, bilgi ve tecrübeleri	1	2	3	4	5
Devlet teşvikleri	1	2	3	4	5
Diğer (.....)	1	2	3	4	5

8- İşletmenizde Altı Sigma metodunu uygulamada engel teşkil eden faktörlerin önem derecesi;

Engel olan faktörler	Etki Derecesi				
Finansal problemler	1	2	3	4	5
Bilinçli yapılamayan proje seçimi	1	2	3	4	5
Görünmeyen çalışma süreçleri	1	2	3	4	5
Bulgu ve veri eksikliği	1	2	3	4	5
Üst yönetim / Lider eksikliği	1	2	3	4	5
Ar-Ge faaliyetlerindeki yetersizlik	1	2	3	4	5
Çalışan 6 S karşı dirençleri / iş kaybı korkusu	1	2	3	4	5
Altı Sigmanın yararların somutlaştırılamaması	1	2	3	4	5
İletişim eksikliği	1	2	3	4	5
Diğer (.....)	1	2	3	4	5

9- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarının rekabet araçları üzerindeki etkinin derecesi;

Rekabet araçları	Etki Derecesi				
Minimum kaynak kullanımı ile üretim yapmak	1	2	3	4	5
Güvenilirliği yüksek üretim yapmak	1	2	3	4	5
Düşük hatalı üretim yapmak	1	2	3	4	5
Hızlı teslimat	1	2	3	4	5
Hızlı yeni ürün geliştirme	1	2	3	4	5
Genel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme	1	2	3	4	5
Özel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme	1	2	3	4	5
Geniş ürün çeşitliliği sunabilme	1	2	3	4	5
Doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı	1	2	3	4	5
Diğer (.....)	1	2	3	4	5

10- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarının maliyeti ve getirisi arasındaki ilişki nasıldır?

- () Maliyetini karşılayıp, kar sağlamaktadır.
 () Sadece maliyetini karşılamaktadır.

EK-2 (Devam) Anket Formu

- () Öngörülen sürede maliyetini karşılamamaktadır.
 () Diğer (.....)

11- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarına yönelik yatırım kararlarını verme yöntemleri nedir?

- () İşletmenin ekonomik yapısına uygun olması,
 () Rakiplerin kullandığı yönetim sistemlerine göre,
 () Yeni çıkanı hemen alma,
 () Diğer (.....)

12- İşletmenizin içinde bulunduğu sektördeki rekabet durumunu nasıl değerlendiriyorsunuz?

	Yoğun	Düşük	Rekabet yok
Yurt içi			
Yurt dışı			

13- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarına yönelik yatırımların temel nedeni hangisi / hangileridir ?

- () Müşteri tercihleri () Ekonomik çevre
 () Rekabet () Toplumsal ve kültürel çevre
 () Hukuki ve politik çevre () Örgütün Yapısı
 () Yönetimin tutumu () Diğer (.....)

14- İşletmenizde Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin kullanım düzeyleri;

Yönetim Teknolojileri	5 yıl önce					Şu anda					5 yıl sonra				
Altı Sigma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Toplam Kalite Yönetim	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Kıyaslama (Bencmarking)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Değişim Mühendisliği	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Öğrenen Organizasyon	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Diğer (.....)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

15- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarında kullanılan İstatistiksel yöntemlerin etki derecesi;

İstatistiksel yöntemler	Etki Derecesi				
Beyin Fırtınası	1	2	3	4	5
Sebe- Sonuç Diyagramı	1	2	3	4	5
Histogram	1	2	3	4	5
Deney Tasarımı	1	2	3	4	5
Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)	1	2	3	4	5
Pareto Şeması (Analizi)	1	2	3	4	5
Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)	1	2	3	4	5
Ölçüm Sistemi Analizi (Gage R&R)	1	2	3	4	5
Varyans Analizi	1	2	3	4	5
Diğer (.....)	1	2	3	4	5

EK-2 (Devam) Anket Formu

16- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarında yetiştirilen uzman kara kuşakların, kara kuşakların ve yeşil kuşakların sayısı nedir?

	5 yıl önce			Şu anda			5 yıl sonra		
Uzman karkuşak	1-3	4-8	9+	1-3	4-8	9+	1-3	4-8	9+
Karkuşak	1-3	4-8	9+	1-3	4-8	9+	1-3	4-8	9+
Yeşilkuşak	1-3	4-8	9+	1-3	4-8	9+	1-3	4-8	9+

17- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarının getirileri şirket bilançolarında ölçülebilmekte midir?

() Ölçebiliyoruz () Kısmen ölçebiliyoruz () Ölçemiyoruz

18- İşletme içerisinde Altı Sigma yayılımı kim yönetiyor?

() Altı Sigma yürütme kurulu () Uzman kara kuşaklılar
() Sponsor (Şampiyon) () Kara kuşaklılar
() Yeşil kuşaklılar

19- Altı Sigma Projeleri öngörülen sürede tamamlanabiliyor mu?

() Evet () Hayır

20- İşletmenizde uygulanan başarılı Altı Sigma projelerinin ortalama süreleri ne kadar?

() 3 Ay – 6 Ay () 6 Ay – 12 Ay
() 12 Ay – 18 Ay () 18 Ay +

21- Yöneticilerin Altı sigma yargılarına ilişkin görüşleri ve etki dereceleri;

Altı Sigma Yargıları	Etki Derecesi				
Altı sigma tanımlanarak çalışanlar tarafından önemli bir kavram olarak algılanmaktadır.	1	2	3	4	5
Organizasyon yapımız departmanlar ve faaliyetler arası ilişkileri kolaylaştırıcı şekilde oluşturulmuştur.	1	2	3	4	5
Mevcut süreçlerde iyileştirmeyi içeren fikirler ve geri bildirimler en kısa sürede değerlendirilmektedir.	1	2	3	4	5
Kalitede sürekli iyileştirme yapabilmek için gerekli kaynaklar (zaman, eğitim, finans) sağlanmaktadır.	1	2	3	4	5
İş hedefleri ve başarılar alt birimlere aktarılır, başarılı ekipler ödüllendirilir.	1	2	3	4	5
Süreçlerin en iyi performansa sahip olup olmadığı süreç ölçümleri ile sürekli analiz edilmektedir.	1	2	3	4	5
Bir proje ekibinin çözümlerine ihtiyaç yaratmak için çözümler uygulandığında (fırsatlar) ve uygulanmadığında (tehditler) ne olacağına dair tehdit ve fırsatların analizi son derece önemlidir.	1	2	3	4	5
Geniş ürün çeşitliliği sunabilme	1	2	3	4	5
Doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı	1	2	3	4	5
Diğer (.....)	1	2	3	4	5

EK-2 (Devam) Anket Formu

22- İşletmenizde Altı Sigma uygulamalarını geliştiren bir birim / bölüm var mı?

☐ Evet

☐ Hayır

Cevabınız Evet ise lütfen kısaca bilgi veriniz:

(.....)

Ek-3 Proje Uygulamalarının Tamamlanma Süreleri ve Sigma Düzeyleri

Proje	Öngörülen süre (Ay)	Tamamlanan süre (Ay)	Gecikmenin nedenleri	Proje öncesi mevcut sigma düzeyi	Proje sonrası ulaşılan sigma düzeyi	Elde edilen tahmini kazanç (USD/yl)
Alçı kalıp dayanımlarının artırılarak, kalıp kullanım süresinin artırılması	6	9	İyileştirme implementasyonlarının uzaması	2,2	2,6	40,000
Satış ve Servis müşteri veri kalitesinin artırılması	6	8	Bilgi teknolojileri kaynaklı iyileştirme implementasyonlarının uzaması	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı
A bölgesi gecikmiş tahsilat oranının % 5,19'dan % 2'ye indirilmesi	6	8	İyileştirme implementasyonlarının uzaması	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	60,000
Kaplama makinesi duruş ve hazırlık sürelerinin % 40'dan % 25'e indirilmesi	6	6	-	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	120,000
1. Bant hata oranlarının azaltılması	6	8	Proje liderinin önceliklerinin değişmesi	2,24	2,73	60,000
Lehim Hatalarının azaltılması	6	6	-	3,13	3,44	200,000
Hammadde stoklarının azaltılması	7	10	Yaz aylarındaki üretim yoğunluğu	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	250,000
Conta su akıttırma probleminin giderilmesi	6	7	İyileştirme implementasyonlarının uzaması	2,5	3,5	400,000

Ek-4 Firmaların AS Uygulama Faktörleri ve Kazanımları İlişkisi

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
AS Geliştiren ayrı bir birim	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Danışmanlık desteği	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ön görülen sürede tamamlama	✓				✓				✓		
Bilançolarda ölçülebilme	✓				✓	✓		✓	✓		
Bilançolarda kısmen ölçülebilme		✓		✓			✓			✓	✓
Bilançolarda ölçemiyoruz			✓								
Maliyet + Kar sağlanıyor	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Sadece maliyet karşılanıyor							✓				
Maliyetini karşılamıyor			✓								

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ALTUĞ, Mehmet
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 28.03.1978 Malatya
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (422) 326 39 17 0 (555) 803 33 00
 Faks : 0 (422) 326 39 94
 e-mail : mfaltug@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Makine Eğt. Böl.	2005
Lisans	Gazi Üniversitesi / Makine Eğt. Böl.	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2003-	Gazi Üniversitesi (Yarı zamanlı)	Öğr. Gör.
2005-	Altug Isı Sistemleri Ltd.Şti.	Genel Müdür

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Asal, Ö., **Altug, M.**, “Küçük Ve Orta Ölçekli İşletmelerde (Kobi) Rekabet Gücünü Belirlemede Ürüne Yönelik Yöntemlerin Değerlendirilmesi”, Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9 (3): 179-190, 2005.

2. Aydoğan, E., **Altug, M.**, “Küçük Ve Orta Ölçekli İşletmelerin (Kobi) Rekabet Gücünün Artırılmasında İleri Yönetim Teknolojilerinin Rolü, Makine İmalat

Sektörüne Yönelik Bir Uygulama”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16: 7-110, 2006.

3. Altuğ M., Nalbant M., “Makine İmalat Sanayinde Faaliyet Gösteren Küçük Ve Orta Ölçekli İşletmelerin Rekabet Gücünün Artırılmasında İleri İmalat Teknolojileri ve Bir Alan Araştırması”, Politeknik Dergisi, 11 (2): 19-29 2008.

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Sinema, Spor