

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞLETMELERDEKİ ALTI SİGMA
UYGULAMALARININ ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Banu ÜLGEN

İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

İşletme Mühendisliği Programı

MAYIS 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞLETMELERDEKİ ALTI SİGMA
UYGULAMALARININ ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Banu ÜLGEN
(507111002)**

İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

İşletme Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hatice CAMGÖZ AKDAĞ

MAYIS 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507111002 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Banu ÜLGEN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**İŞLETMELERDEKİ ALTI SİGMA UYGULAMALARININ ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Hatice CAMGÖZ AKDAĞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Selim ZAİM**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Sıtkı GÖZLÜ
Bahçeşehir Üniversitesi

Teslim Tarihi : **05 Mayıs 2014**
Savunma Tarihi : **27 Mayıs 2014**

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, Altı Sigma uygulayan işletmelerin etkinlikleri veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmiş ve etkin olmayan işletmeler için durum tespitleri yapılarak önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmam boyunca değerli fikirlerini paylaşarak çalışmama yön veren ve her konuda desteğini esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Hatice CAMGÖZ AKDAĞ’a,

Çalışmamda esin kaynağı olan ve Altı Sigma konusunda bilgi birikimlerinden yararlandığım başta yöneticimiz Engin HIZ ve eski yöneticimiz Bahadır AKIN olmak üzere Kalite Sistemleri ve Altı Sigma Yöneticiliği’ndeki çalışma arkadaşlarım Cengiz ERALP, Samim NEMLİOĞLU ve Şafak ÖZKAN’a,

Öğrenim hayatım boyunca her türlü imkânlarını bana sunan en büyük destekçilerim olan annem Nermin ÜLGEN, babam Mecit ÜLGEN ve kardeşim Atakan ÜLGEN’e,

Gerek tezin düzenleme aşamasındaki yardımları, gerekse hayattaki her daim manevi destekleri için Yusuf Tamer KARABAYIR’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2014

Banu ÜLGEN
(Endüstri Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. ALTI SİGMA NEDİR?	5
2.1 Altı Sigma'nın Tarihi Gelişimi	7
2.1.1 Dünyada Altı Sigma'nın tarihsel gelişimi	7
2.1.2 Türkiye'de Altı Sigma'nın tarihsel gelişimi.....	9
2.2 Altı Sigma'nın Sağladığı Faydalar	9
2.3 Altı Sigma'nın Temel İlkeleri.....	10
2.3.1 Müşteri odaklılık	10
2.3.2 Verilere dayalı yönetim	11
2.3.3 Süreç odaklılık.....	11
2.3.4 Proaktif yönetim	12
2.3.5 Sınırsız işbirliği	12
2.3.6 Mükemmelliğe yöneliş ve başarısızlığa karşı hoşgörü.....	12
2.4 Altı Sigma Uygulama Metodolojileri	12
2.4.1 Altı Sigma TÖİAK metodolojisi	13
2.4.2 Tanımlama	14
2.4.3 Ölçme	15
2.4.4 Analiz	15
2.4.5 İyileştirme.....	15
2.4.6 Kontrol.....	16
2.4.7 DFSS metodolojisi.....	17
2.5 Altı Sigma Uygulama Stratejileri ve Altı Sigma Organizasyonunda Roller	18
2.5.1 Altı Sigma uygulama stratejileri.....	18

2.5.2 Organizasyondaki Altı Sigma rolleri	19
2.5.2.1 Sponsor	20
2.5.2.1 Şampiyon	21
2.5.2.2 Uzman Kara Kuşak.....	21
2.5.2.3 Kara Kuşak	22
2.5.2.4 Yeşil Kuşak.....	23
2.6 Altı Sigma Eğitimleri ve Projeler	24
2.6.1 Altı Sigma eğitimleri	24
2.6.2 Altı Sigma projeleri	25
2.6.2.1 Proje seçimi	27
3. PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ	29
3.1 Performans Ölçümü ve Önemi	29
3.1.1 Etkinlik ölçümü ve önemi.....	30
3.2 Performans Ölçme Teknikleri.....	31
3.2.1 Oran analizi.....	31
3.2.2 Parametrik yöntemler.....	31
3.2.3 Parametrik olmayan yöntemler.....	32
3.3 Performans Ölçüm Tekniklerinin Karşılaştırması	32
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	35
4.1 VZA'nın Tanımı ve Tarihsel Gelişimi.....	35
4.2 VZA'nın Kullanım Alanları.....	36
4.3 VZA'nın Kullanım Amaçları	37
4.4 Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Temel Modeller	37
4.4.1 Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) modelleri.....	38
4.4.2 Banker, Charnes, Cooper (BCC) modelleri.....	42
4.5 Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri.....	44
4.6 Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri	44
4.7 VZA Sonuçlarının Yönetmelik Olarak Değerlendirilmesi.....	45
5. PROJE PERFORMANS DEĞERLENDİRME LİTERATÜR ÇALIŞMASI	47
5.1 Proje Performansını VZA ile Değerlendirme	47
5.2 Altı Sigma Proje Performansını VZA ile Değerlendirme.....	49
5.3 AS Uygulayan Organizasyonların Performansı.....	53
6. BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA.....	55
6.1 Firma Hakkında Temel Bilgiler	55
6.1.1 Altı Sigma yolculuğu	55
6.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	56
6.3 Çalışma Metodolojisi	57

6.4 Karar Birimlerinin Belirlenmesi	58
6.5 Karar Birimlerinin Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi	58
6.5.1 Eğitimli sayısı	62
6.5.2 Kara Kuşak sertifikalı sayısı.....	63
6.5.3 Proje süreleri.....	63
6.5.4 Getiri.....	64
6.5.5 Proje kalite puanı	65
6.5.5.1 Tanımlama fazı puanı	65
6.5.5.2 Ölçme fazı puanı.....	66
6.5.5.3 Analiz fazı puanı.....	66
6.5.5.4 İyileştirme fazı puanı	66
6.5.5.5 Kontrol fazı puanı.....	67
6.6 Verilerin Toplanması	67
6.7 Karar Birimlerinin Etkinlik Değerlendirmesi	67
6.8 Etkin Olmayan İşletmeler İçin Referans Kümeleri ve Hedef Değerler	68
6.9 Etkin Olmayan İşletmeler İçin İstatistiksel Analizler ve Yorumlar	71
6.9.1 Yurtiçi İşletme 1	71
6.9.2 Yurtiçi İşletme 2	74
6.9.3 Yurtiçi İşletme 4	76
6.9.4 Yurtiçi İşletme 5	78
6.9.5 Yurtiçi İşletme 9	80
6.9.6 Yurtiçi İşletme 10	81
6.9.7 Yurtdışı İşletme 2	82
6.10 VZA Sonuçlarının Yönetmelik Olarak Değerlendirilmesi.....	83
6.11 Genel Değerlendirme.....	85
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	91
EKLER.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	101

KISALTMALAR

MOHS	: Milyon Olasılıktaki Hata Sayısı
VZA	: Veri Zarflama Analizi
TÖAİK	: Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol
DFSS	: Tasarım İçin Altı Sigma (Design for Six Sigma)
SIPOC	: Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı, Müşteri (Supplier, Input, Process, Output, Customer)
CTQ	: Kalite İçin Kritikler (Critical to Quality)
DEA	: Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis)
YK	: Yeşil Kuşak
KK	: Kara Kuşak
PKP	: Proje Kalite Puanı
TP	: Tanımlama Fazı Puanı
ÖP	: Ölçme Fazı Puanı
AP	: Analiz Fazı Puanı
İP	: İyileştirme Fazı Puanı
KP	: Kontrol Fazı Puanı
Yİ	: Yurtiçi
YD	: Yurtdışı
USL	: Üst Spesifikasyon Limiti (Upper Specification Limit)
LSL	: Alt Spesifikasyon Limiti (Lower Specification Limit)
DMAIC	: Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol (Define, Measure, Analysis, Improve, Control)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	: Altı Sigma dönüşüm tablosu.	5
Çizelge 2.2	: Şirket bazında Altı Sigma'dan sağlanan kazançlar.	8
Çizelge 2.3	: Altı Sigma'nın adımları ve kritik süreçleri.	13
Çizelge 2.4	: Altı Sigma TÖAİK metodolojisi çıktıları.	14
Çizelge 2.5	: Altı Sigma sponsoru temel sorumlulukları.	20
Çizelge 2.6	: Altı Sigma şampiyonu temel sorumlulukları.	21
Çizelge 2.7	: Uzman Kara Kuşak temel sorumlulukları.	22
Çizelge 2.8	: Kara Kuşak temel sorumlulukları.	23
Çizelge 2.9	: Yeşil Kuşak temel sorumlulukları.	24
Çizelge 2.10	: Altı Sigma projelerinin seçim kriterleri.	27
Çizelge 2.11	: Somut ve soyut tasarruflar.	28
Çizelge 3.1	: Farklı yaklaşımlara göre performans tanımları.	29
Çizelge 3.2	: Etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması.	33
Çizelge 4.1	: Literatürdeki VZA çalışma sayıları.	37
Çizelge 4.2	: Girdi yönelimli CCR modelleri.	41
Çizelge 4.3	: Çıktı yönelimli CCR modelleri.	41
Çizelge 4.4	: Girdi yönelimli BCC modelleri.	43
Çizelge 4.5	: Çıktı yönelimli BCC modelleri.	43
Çizelge 5.1	: Proje seçimi ve değerlendirmesinde VZA yönteminin kullanıldığı çalışmalar.	51
Çizelge 6.1	: Karar birimleri.	58
Çizelge 6.2	: Literatürde yer alan girdi ve çıktı değişkenleri.	59
Çizelge 6.3	: Aday girdi ve çıktı değişkenleri korelasyon tablosu.	60
Çizelge 6.4	: Belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerinin korelasyon değerleri.	62
Çizelge 6.5	: Modelde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri.	62
Çizelge 6.6	: Proje kalite puanı kriterleri.	65
Çizelge 6.7	: İşletmelerin göreceli etkinlik değerleri.	68
Çizelge 6.8	: Analiz sonuçlarının istatistikleri.	68
Çizelge 6.9	: Referans işletmeler ve yoğunluk değerleri.	69
Çizelge 6.10	: Etkin işletmelerin referans olma sayıları.	69
Çizelge 6.11	: Etkin olmayan işletmeler için oluşturulan hedef değerler.	70
Çizelge 6.12	: Etkin işletmelerin girdi ve çıktı değerleri.	71
Çizelge 6.13	: Etkin olmayan işletmelerin proje başına ortalama kalite puanları.	72
Çizelge 6.14	: Yurtiçi İşletme 1'in kalite puanları temel istatistiği.	74
Çizelge 6.15	: Yurtiçi İşletme 2'nin kalite puanları temel istatistiği.	76
Çizelge 6.16	: Yurtiçi İşletme 4'ün kalite puanları temel istatistiği.	78
Çizelge 6.17	: Yurtiçi İşletme 5'in kalite puanları temel istatistiği.	80
Çizelge 6.18	: Yurtiçi İşletme 9'un kalite puanları temel istatistiği.	81
Çizelge 6.19	: Yurtiçi İşletme 10'un kalite puanları temel istatistiği.	82
Çizelge 6.20	: Yurtdışı İşletme 2'nin kalite puanları temel istatistiği.	83

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Altı Sigma ve organizasyonel performans arasındaki ilişkinin teorik modellemesi.	7
Şekil 2.2 : Altı Sigma'nın yararlandığı araçlar.	17
Şekil 2.3 : DFFS metodolojisinin temel adımları.	18
Şekil 2.4 : Altı Sigma rolleri ve ilişkileri.	20
Şekil 2.5 : Altı Sigma projesi akış diyagramı.	26
Şekil 4.1 : Geleneksel yöntem ile VZA yönteminin karşılaştırması.	46
Şekil 5.1 : Proje performans değerlendirmesi konusunda literatür akışı.	47
Şekil 6.1 : Çalışmanın akışı.	57
Şekil 6.2 : Yurtiçi İşletme 1'in Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği... 73	73
Şekil 6.3 : Yurtiçi İşletme 2'nin Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği. 75	75
Şekil 6.4 : Yurtiçi İşletme 4'ün Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği.. 77	77
Şekil 6.5 : Yurtiçi İşletme 5'in Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği... 79	79
Şekil 6.6 : Geleneksel performans ölçümü ile VZA performans ölçümü karşılaştırması.....	84

İŞLETMELERDEKİ ALTI SİGMA UYGULAMALARININ ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Pazarların küreselleşmesi, iletişimin artması, dünya çapında bilgi alışverişinin kolaylaşması ve teknolojide yaşanan gelişmeler rekabeti büyük ölçüde arttırmıştır. Benzer durumdaki şirketlerin birbirleriyle rekabet edebilmesi için, kaynaklarını etkin ve verimli şekilde kullanması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu nedenle günümüzde, gelişen pazar koşullarına ayak uydurabilmek ve rekabetçi olabilmek için mevcut kaynakların olabildiğince etkin kullanılması gerekmektedir. Bunu sağlamak için şirketlerin performanslarını değerlendirmeleri ve gerçekleştirdikleri özdeğerlendirmeler ışığında stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir.

Altı Sigma, konu, iş süreçlerinin iyileştirilmesi olduğu zaman akla ilk gelen, en değerli ve en kabul görmüş metodolojilerden biridir. Altı Sigma'nın TÖAİK (Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol) olarak bilinen süreç iyileştirme modeli ile gerçekleştirilen projeler şirketlerin ekonomik ve teknik olarak kazanımlar elde etmesini sağlamaktadır.

Bu tez çalışması, işletmelerdeki Altı Sigma uygulama performanslarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve ne derece etkin olduklarını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın temel amacı, değerlendirmeye tabi tutulan işletmelerin etkinliklerini belirlemek ve iyileştirme önerilerinde bulunmaktır.

Altı Sigma uygulayan işletmelerin etkinliklerini belirlemek ve kıyaslamada bulunmak amacıyla 10 yurtiçi işletme ile 2 yurtdışı işletmenin yer aldığı 12 işletme için Veri Zarflama Analizi (VZA) ile çıktı bazlı etkinlik değerlendirmesi yapılmıştır. Literatür araştırmaları ve şirketin Altı Sigma uygulamalarından beklentileri göz önüne alınarak üç girdi ve iki çıktıdan oluşan model oluşturulmuştur. Girdi değişkenleri olarak literatür taraması ve istatistiksel analizler neticesinde; Altı Sigma eğitim alan sayısı, Kara Kuşak sertifikalı sayısı ve proje süreleri belirlenmiş olup çıktı değişkenleri olarak ise projelerden sağlanan getiri ile proje kalite puanları alınmıştır. Bu işletmeler içerisinde 5 tanesinin Altı Sigma uygulamalarında etkin bir işleyişinin olduğu, 7 tanesinin ise etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Etkin olmayan işletmelerdeki temel problemin proje getirisi sağlanmaması ya da gerçekleştirdikleri projeler için doğru getiri hesabı yapılamaması olarak belirlenmiştir. Bu problemi aşmak için proje seçim sürecinde getiri analizi yapılmalı ve firma stratejileri ile uyumlu geniş katılımlı projeler tetiklenmelidir. Proje tiplerine göre getiri hesabı yapılmalı ve raporlanmalıdır. Bu sayede Altı Sigma ile sağlanan getirilerin ölçülmesi ve raporlanması ile hem çalışanların Altı Sigma'nın faydalarını daha net ve kolay görmelerini sağlayacak hem de üst yönetimin Altı Sigma çalışmalarına gösterdikleri desteği artıracaktır.

Proje kalite puanı düşük olan ve nitelikli proje üretmede sıkıntı yaşayan işletmelerde, proje üretme yetkinliğini ve TÖAİK 5 adımındaki eskikliği giderici yönde çalışmalar

yapılmalıdır. Bunların yanı sıra mevcuttaki yetişmiş insan kaynağından faydalanmak için hedef yayılımı Altı Sigma'yı kapsayacak şekilde genişletilmeli ve sorgulanabilir ve takip edilebilir bir yapıda izlenmesi sağlanmalıdır. Hedef yayılımın ve takibinin yapılmasının yanı sıra iyi uygulamaları teşvik edici takdir ve ödül mekanizmaları işletilerek motivasyon artırıcı unsurlarla da programın etkinliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar planlanmalıdır.

Literatürde, VZA ile Altı Sigma projeleri değerlendirmesi ile ilgili çalışmalar yer almasına rağmen, organizasyon bazında Altı Sigma uygulama etkinliğinin değerlendirilmesi anlamında bir çalışma yer almamasından dolayı literatürdeki öncü çalışmalardandır.

Çalışmada ilk olarak Altı Sigma ile ilgili genel bilgiler verilmiş, sonraki bölümde performans analizinin önemi ve performans analizi çeşitleri aktarılmış, yöntemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Dördüncü bölümde ise çalışmada kullanılacak yöntem olarak seçilen VZA detaylı olarak anlatılmıştır. Beşinci bölümde uygulama aşamasında ele alınacak çalışma için gerekli olan literatür çalışmasına yer verilmiştir. Altıncı bölümde ise, çalışmanın akışı tarif edilerek beyaz eşya sanayinin önde gelen şirketlerinden birinin sahip olduğu işletmeler için Altı Sigma uygulama etkinliğinin VZA ile değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca, istatistiksel analizler ile mevcut durum değerlendirmesi yapılmış ve işletmelerin etkin olabilmesi için yapması gerekenler belirtilerek genel durum değerlendirilmiştir.

THE EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF SIX SIGMA APPLICATIONS IN COMPANIES

SUMMARY

In today's competitive world, the globalization of the markets, communication tools, fast information distribution and technological improvements are rapidly increasing and effecting the intensive competition. Due to the increasing competition organizations and human needs and expectations are gradually increasing. On the other hand, unfortunately the world's resources are decreasing day by day. Hence, every organization or every people should avoid waste and should use product or service resources efficiently. It is necessary to achieve the most efficient use of existing resources. The organizations which have same situations of competition, must use resources effective and efficient. It is necessary to keep up evolving market conditions and to have sustainable competitiveness. The efficiency in resource utilization is one of the main components of sustainable development. Therefore, the companies must evaluate the performances and according to business results they are to develop strategies to be best.

In order to reach their goals, organizations process the resources that they obtain from the outside environment into products in the forms of goods and services benefiting from a certain production technology. The performance assessment of an organization in a period includes a review of how rational the process of processing inputs into outputs was carried out. In these performance assessments, issues like whether the highest output level was achieved from the used inputs or whether a certain output level was reached with the lowest amount are among the first in priority. Therefore, performance assessments providing results regarding these issues are of great importance to organizations.

In global competitive market, methods which improve products/services and systems come to the fundamental in organizations in order to provide sustainability. When the issue is improving the business, Six Sigma is accepted as one of the most vulnerable and most recognized methodology. It reduces defects and variations, enhances profitability and operational efficiency and provides continuous improvement. Six Sigma is the one of the most effective management approaches that have 3.4 defect per million and perfect orientation with an understanding of the firms to obtain successful results.

Companies are applying Six Sigma by Six Sigma deployment, trainings and by doing Six Sigma projects. When the project is realized via DMAIC model of Six Sigma methodology, the companies are happy to provide economic and technical benefits. The obtained Six Sigma gains in each company may be different. So, they must follow up their performance to be aware of the current situations.

For performance assessment various methods can be used. There are three different methods in the measurement of efficiency; namely, the ratio analysis, parametric and non-parametric methods.

First analysis of the efficient methods is ratio analysis. It is limited to one input and one output. Ratio analysis method is used easily. It calculates only one performance dimensions with single input and output, ignores the other performance indicators. Ratio analysis is the most appropriate assessment method due to its simplicity, but the method has many shortcomings to measure the overall performance.

In parametric methods, based on the application area, it is assumed that the function has an analytical structure. This technique is to try to identify the effects of independent variables that cause changes in the dependent variables. In contrast to the ratio analysis, efficiency is measured by investigating the correlation between multiple input and single output with regression techniques.

A non-parametric method commonly used in statistics to model and analyze ordinal or nominal data with small sample sizes. Non-parametric methods which uses mathematical programming as a solution technique is an alternative for parametric methods. These kinds of methods do not require any existence of analytic forms. Because of these properties, non-parametric methods are more flexible than parametric methods. In non-parametric methods more than one input and output can be located in model. In this way, it enables the measurement of the each dimension at the same time via reducing of independent variables to a single performance indicator.

Data envelopment analysis is a nonparametric method in operations research and economics for the estimation of frontiers related efficiency. It is used to empirically measure efficiency of decision making units. DEA is based on a linear programming technique which is used to determine to effective and ineffective units, performs in same subject and using similar inputs and outputs. It aims to assess the relative performances of decision making units when there are multiple inputs and outputs which are measured on different scale in benchmarking progress.

The purpose in this study is to measure the performance of the companies having same Six Sigma structure by using DEA and to determine each business unit effectiveness degree. The main purpose of this study is to determine the efficiency of Six Sigma applications of 12 companies and to give suggestions for improvements to business units.

To investigate the efficiency of Six Sigma applications and to benchmark 12 companies which consists 10 domestic and 2 overseas companies, output based efficiency evaluation is realized via DEA. Literature surveys and company expectations of Six Sigma applications are taken into consideration; a model is to be created by 3 inputs and 2 outputs. According to the results of literature surveys and statistical analysis, the number of person who has Six Sigma training, the number of blackbelt and Six Sigma projects time has been indicated as input variables. Return of projects and project quality scores have been determined as output variables. In the analysis results, only 5 companies have been efficient in Six Sigma applications among the 12 companies, the other 7 companies have been inefficient. Although in literature there are some studies about Six Sigma project evaluations with DEA, there has not been any DEA analysis used for measuring the efficiency of Six Sigma organizations. By this means, it is a pioneer study in the literature.

The main problem of the inefficient companies is that the companies which realized Six Sigma projects do not provided any return or do not calculate the return of the projects correctly. To overcome this problem, in the selection or prioritization level for Six Sigma projects return analysis should be done and the large scaled project which has different

project members in different departments should be triggered. Besides, the aims of projects need to be consistent with strategic goals of company.

According to project types, return calculation should be done and these calculations should be reported to the top management. In this way, the personnel who works in the company will be realized the benefits of Six Sigma clearly. Also, the support of top management will be increased continuously.

For the companies which have low project quality scores and do not produce qualified projects, workshops can be done to improve project qualifications especially in DMAIC (Define, Measure, Analysis, Improve, Control) five steps. Also, the goals related with Six Sigma needs to be assigned to qualified human resources, team leaders and managers. In performance analysis, these results of goals are taken into account by the top management. To encourage best projects and to improve the effectiveness of Six Sigma program, appreciate and reward mechanisms which increase the motivation should be planned.

First part of this study is named as introduction part in which detailed information about thesis is given.

In the second part, it is giving general information about Six Sigma methodology theoretically. At first, Six Sigma definitions and history of Six Sigma are mentioned. After that, the principles of Six Sigma and Six Sigma organizations in companies are explained. Lastly in this part, it is giving information about Six Sigma projects and trainings.

In the third part, efficiency concept is defined as introduction. The importance of effectiveness analysis and the performance analysis types are explained. After explaining this, performance analysis techniques are benchmarked with each other and it is giving information about their strengths and weaknesses.

The fourth part of the thesis gives place to data envelopment analysis (DEA). In this division, terms and concepts of DEA entirely explained. Afterwards, goals of DEA, strong and weak aspects of it are clarified. Due to DEA a mathematical method is, its mathematical logic and formulation are explained in detail. Finally, basic models of DEA, which are Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) and Banker, Charnes, Cooper (BCC), are showed with formulas and described entirely.

The literature research which is necessary for implementation phase has been given in fifth part. In this part, performance evaluation of projects, Six Sigma project and Six Sigma performance evaluation of organizations via DEA are explained respectively. It is stated that Six Sigma performance evaluation in organization via this method has not used in before.

In the sixth part, efficiency analysis has been done. DEA steps have been applied step by step. Data Envelopment Analysis has been done by using the data, which are the most recent data since today and we have full accessibility. In the analysis 12 companies have been evaluated. According to the results of the analysis, the following companies are identified as being efficient: Domestic Company 3 (Yİ 3), Domestic Company 6 (Yİ6), Domestic Company 7 (Yİ7), Domestic Company 8 (Yİ8) and Overseas Company 1 (YD1). The study then uses statistical analysis to investigate what needs to be done by inefficient companies which uses Six Sigma methodology to enable them to become efficient.

Following this, a general evaluation of the companies is made taking into consideration current Six Sigma efficiency. The conclusion and recommendations are given in the last part of the thesis.

1. GİRİŞ

Teknolojide yaşanan gelişmeler, pazarların küreselleşmesi, iletişimin ve ulaşımın kolaylaşması dünya üzerindeki rekabeti büyük ölçüde arttırmıştır. Bu nedenle, sürekli değişim gösteren pazar koşullarına ayak uydurabilmek ve artan pazar rekabetinde uzun süre yaşayabilmek amacıyla günümüz işletmeleri ellerinde bulundurdıkları kaynakları en etkin şekilde kullanmak zorundadırlar.

Çağdaş yöneticiler, işletmelerin çıktılarıyla girdileri arasındaki verimlilik düzeylerini doğru olarak ölçebildikleri oranda ileriye yönelik planlama faaliyetlerini etkin duruma dönüştürebilecekleri gerçeğini kavramışlardır. Her işletmenin kendi organizasyonel yapısına uygun olarak geliştirilecek kontrol sistemleri içerisindeki verimlilik ölçümleri gelecek dönem başarıları açısından önemli göstergelerdendir [1].

Değişen pazar koşullarına ayak uydurabilmek ve rekabetçi olabilmek için mevcut kaynakların olabildiğince etkin kullanılması gerekmektedir. Bunu sağlamak için şirketlerin performanslarını değerlendirmeleri ve gerçekleştirdikleri özdeğerlendirmeler ışığında stratejiler geliştirerek izlemeleri gerekmektedir.

Değişimin bu kadar hızlı olduğu bir dünyada yaşamlarını sürdürmek isteyen şirketler sürekli iyileştirmeler yapma ihtiyacı duymakta ve bunun için farklı süreç iyileştirme araçlarından yararlanmaktadırlar.

Bu anlamda Altı Sigma, konu, iş süreçlerinin iyileştirilmesi olduğu zaman akla ilk gelen, en değerli ve en kabul görmüş metodolojilerden biridir. Kurumsal bir değişim programı olarak değerlendirilen Altı Sigma'nın hayata geçirilmesi fark yaratmak yolunda atılacak önemli bir adım olmaktadır.

Projelere dayalı bir yaklaşım olan Altı Sigma'da, bu amaca ulaşmak için, en modern yönetim ve istatistiksel teknikleri kullanılarak süreçlerdeki değişkenliğin olumsuz etkileri ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Ürün için hata oranını azaltmak, belirli bir sürecin ürettiği çıktı oranını artırmak, ham maddenin daha etkin kullanımını sağlamak, maliyet azaltmak, teslimatın zamanında yapılmasını sağlamak, bir süreci, tasarımı veya kaliteyi iyileştirmek üst yönetimin onay verdiği projelerde ele

alınmaktadır. Gerçekleştirilen Altı Sigma projeleri neticesinde sıçramalı iyileştirmeler beklenmektedir.

Performans analizi, sistemlerin, kaynaklarını amaçları doğrultusunda ne kadar etkin ve verimli kullandığını belirleyen bir kavramdır. Performans ölçümü konusunda, “kaynakların en etkin kullanımı” önemli bir kriter olarak kabul edildiğinde, mevcut girdileri kullanarak en fazla çıktıyı üretmek veya belirli bir çıktıyı üretmek için en az girdiyi kullanmak olarak tanımlanabilen etkinlik kavramı, önemli bir performans göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada etkinlik, girdilerin ne derecede etkin biçimde kullanıldığını, işletmelerin kendilerini bu bakımdan nerede konumlandıklarını göstermesinden dolayı önemli bir performans ölçütü olarak kabul edilmektedir. Bu anlamda bakıldığında işletmelerin sıçramalı iyileştirmeler yapmak amacıyla kullandıkları Altı Sigma’nın da ne kadar etkin kullanıldığının belirlenmesi gerekmektedir.

Etkinlik ile ilgili olarak değişik amaç ve uygulama alanlarına yönelik oluşturulmuş birçok performans ölçüm modeli vardır. Temelde performans ölçüm teknikleri; oran analizleri, parametrik yöntemler ve parametrik yöntemler olmak üzere üç temel gruba ayrılmaktadır.

Organizasyonel performansın ölçümünde kullanılan yöntemlerden en basiti ve en yaygını oran analizidir. Tek girdi ve tek çıktı ile sınırlı olan bu analiz yönteminin, hala yaygın bir yöntem olarak kullanılmasının nedeni, oldukça kolay bir yöntem olması ve çok az bilgiye gereksinim duymasıdır. Fakat analizdeki oranlama, en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, bir performans iyileştirilmesine yönelik bir teknik değil, yalnızca bir durum belirlemesidir [2].

Parametrik yöntemler genellikle üretim ya da maliyet fonksiyonunu baz alan bir yaklaşımdır. Parametrik yöntemlerde, verimlilik ölçümü yapılan firmalara ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğunu varsaymaktadır. Üretim fonksiyonunun yapısal olarak tanımlanmasının güç olduğu durumlarda parametrik yöntemler performans ölçümünde oldukça yetersiz kalmaktadır [3].

Parametrik olmayan yöntemler etkinlik ölçütleri birçok girdi ve birçok çıktı ile üretim ortamlarında işletmenin değişik boyutlarını tek bir etkinlik ölçütüne indirgemeye olanak sağlar. Parametresiz etkinlik ölçütlerinin büyük bir çoğunluğu girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleriyle işletmenin değişik boyutlarının

aynı anda ölçülebilmesine imkân sağlamaktadır. Veri zarflama analizi yöntemi de parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılanıdır. Oran analizi ve parametrelili yöntemlerin işletmeler arası kıyaslama yapabilmekteki yetersizlikleri, en etkin işletmenin belirlenmesinde başarı sağlayamaması, karar vericileri karşılaştırmalı etkinlik ölçümünde parametresiz bir yöntem olan VZA tekniğini kullanmaya yöneltmiştir.

Bu tez çalışması, işletmelerdeki Altı Sigma uygulama performanslarının karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve ne derece etkin olduklarını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın temel amacı, değerlendirmeye tabi tutulan işletmelerin etkinliklerini belirlemek ve iyileştirme önerilerinde bulunmaktır. Mevcut kaynakların ne derece etkin kullanıldığını tespit edilmesi, etkinlik sınırına ulaşmak için gerekli olan çıktılarda ne denli bir artış sağlanması gerektiğini belirlenmesi ve organizasyonların Altı Sigma performans değerlendirmesinde farklı bir bakış açısı kazanılması çalışmanın diğer amaçları arasındadır.

Literatüre bakıldığında Altı Sigma projeleri için kaynakların ne denli etkin kullanıldığının tespiti için veri zarflama analizi ile gerçekleştirilen etkinlik ölçümü çalışmaları bulunmaktadır. Fakat işletmelerin sıçramalı iyileştirmeler yapmak amacıyla kullandıkları Altı Sigma'nın organizasyonlarda ne kadar etkin kullanıldığının analizi ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma işletmelerin Altı Sigma uygulama etkinliklerinin VZA ile değerlendirmesi konusunda literatürde öncü çalışma olma özelliğindedir.

Çıktı Yönelimli Veri Zarflama Analizi kullanılarak 12 adet işletme Altı Sigma uygulama etkinlikleri açısından karşılaştırılmıştır. Literatür araştırmaları ve firmanın Altı Sigma uygulanması sürecinden beklentileri göz önüne alınarak üç girdi ve iki çıktıdan oluşan model oluşturulmuştur. Girdi değişkenleri olarak Altı Sigma eğitim alan sayısı, Kara Kuşak sertifikalı sayısı ve proje süreleri belirlenmiş olup çıktı değişkenleri olarak ise projelerden sağlanan getiri ile proje kalite puanlarının toplamı alınmıştır.

Çalışmanın akışında giriş bölümünden sonra yer alan ikinci bölümde, Altı Sigma ile ilgili genel tanımlamalara yer verilmiş, metodoloji ve Altı Sigma'nın organizasyonlardaki yapısı anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, performans analizinin önemi ve performans analizi çeşitleri aktarılmış, yöntemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

Dördüncü bölümde ise çalışmada kullanılacak yöntem olarak seçilen VZA yöntemi detaylı olarak anlatılmıştır. Beşinci bölümde uygulama aşamasında ele alınacak çalışma için gerekli olan literatür çalışmasına yer verilmiştir. Altıncı bölümde ise, çalışmanın akışı tariflenerek beyaz eşya sanayinin önde gelen kuruluşlarından birindeki işletmeler için Altı Sigma uygulama etkinliği değerlendirmesi VZA yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, istatistiksel bazı analizler ile mevcut durum değerlendirmesi ve etkinliğe ulaşması için başlıca yapmaları gerekenler yorumlanmıştır. Analizler sonucunda işletmeler için genel bir değerlendirilmesi yapılmış ve son ve yedinci bölüm olan sonuç kısmında, yapılan çalışma değerlendirilerek, ileride yapılması gereken çalışmalar belirtilmiştir.

2. ALTI SİGMA NEDİR?

Altı Sigma 1980’lerde Motorola’nın öncülüğünde ortaya çıkan bir metedolojidir.

Teknik olarak Altı Sigma bir milyonda 3,4 hata olarak tanımlanan kalitenin spesifik bir ölçümüdür. “Sigma” terimi süreç ortalamasından sapmayı göstermek için kullanılan bir terimdir [4].

Kalite yönetimi ile ilgili bu anlayışının “Altı Sigma” diye adlandırılması, kaliteyi etkileyen süreçlerin değişiminin azaltılarak hatalı yani spesifikasyon limitleri dışında parça, ürün ya da sonuç üretiminin Altı Sigma, yani milyonda 3,4 veya daha az düzeye çekilmesi hedefiyle ilgilidir.

Benzer şekilde yine yapılan bir istatistiki ve matematiksel Altı Sigma tanımına göre tüm ürünlerde, niteliklerde veya hizmetlerde milyonda 3,4 hata spesifikasyonu ($\mu \pm 6\sigma$) ile yüksek kalitede sonuçlar elde etmeyi amaçlayan bir girişim olarak tanımlanmaktadır. Burada hata kelimesinden kasıt müşteri tatminsizliğidir [5].

Altı Sigma uygulamalarındaki sigma seviyesi Çizelge 2.1’de yer almaktadır [6].

Çizelge 2.1 : Altı Sigma dönüşüm tablosu.

Sigma Seviyesi	MOHS	Başarı Oranı (%)
1	691.500	% 30,85
2	308.500	% 69,15
3	66.800	% 93,32
4	6.200	% 99,38
5	230	% 99,997
6	3,4	% 99,99966

Çizelge 2.1’de yer aldığı gibi sigma seviyeleri ile milyondaki hata sayıları ile sigma değerleri arasındaki ilişki lineer değil, parabolik olarak artmaktadır. Örneğin tabloyu incelediğimizde 3 sigma seviyesinden 4 sigma seviyesine ulaşabilmek için yaklaşık 11 kat iyileşme gerekirken, 5 sigma seviyesinden 6 sigmaya geçiş için ise yaklaşık 68 kat iyileşme gerekmektedir. Çoğu şirket Altı Sigma seviyelerinden çok daha düşük sigma seviyelerinde performans göstermektedir. Klasik yöntemler ile süreçlerini 2 sigma seviyesinden 3 sigma seviyesine taşıyabilmekte, ancak bundan

sonraki sigma seviyelerine ulaşamamaktadırlar. Süreçlerin bu denli radikal oranlarda iyileştirilebilmesi ancak için klasik yöntemlerin dışında farklı bilimsel araçların ciddi bir şekilde kullanılması ile gerçekleşebilmektedir [7].

Altı Sigma düzeyine ulaşmadaki hedef, süreçteki değişkenliğin standart sapmalarının müşteri talepleri doğrultusunda belirlenmiş sınırlar içerisine çekilmesi yoluyla değişkenliği azaltmak ya da daraltmaktır. Sigma seviyesi arttıkça harcanması gereken çaba ve karşılaşılması muhtemel zorluklar üstel fonksiyonlara benzer şekilde bir artış göstermektedir [8].

Uygulamada Altı Sigma yaklaşımına bakıldığında temelde müşterinin ihtiyaçlarına odaklanan, performans göstergelerini kullanan proseslerdeki kalıtsal değişkenliğin azaltılmasıyla iş süreçlerinin iyileşeceğini vurgulayan, yapılandırılmış ve verilere dayalı olan problem çözme metodolojisi olarak tanımlanmaktadır [8,9].

Diğer bir tanımlamada ise tüm çalışanların benimseyeceği bir şekilde problemleri çözen ortak bir dil oluşmasını sağlayan ve organizasyonun tümüne yayılmış bir süreç iyileştirme metodolojisi olarak tanımlanmıştır [10].

Altı Sigma, müşteri ihtiyaçları ve beklentileri dahilinde şirket karlılığını arttırmak, maliyetleri azaltarak düşük kalite ve yüksek israfı önlemek, tüm operasyonlarda kurum etkililiğini maksimum seviyeye çıkarmak için geliştirilen uygulamalar bütünü olarak ta görülmektedir [11].

Literatürde yüksek üne sahip olan Pande ve arkadaşları tarafından yazılan “The Six Sigma Way” adlı kitapta Altı Sigma’yı uygulayan şirketlere ilişkin verilen kapsamlı bir tanım ise şu şekildedir;

Altı Sigma iş başarısının devamlılığını sağlamak ve en üst seviyeye çıkarmak için kullanılabilecek esnek ve kapsamlı bir uygulamalar bütünüdür. Altı Sigma, müşteri taleplerinin yakından anlaşılması ile beraber; olayların, verilerin ve istatistiksel analizlerin sistematik kullanımı ve operasyonlara bağlı süreçlerin yönetimi ve iyileştirilmesine yüksek önem gösterilmesi ile sağlanabilmektedir. [6]

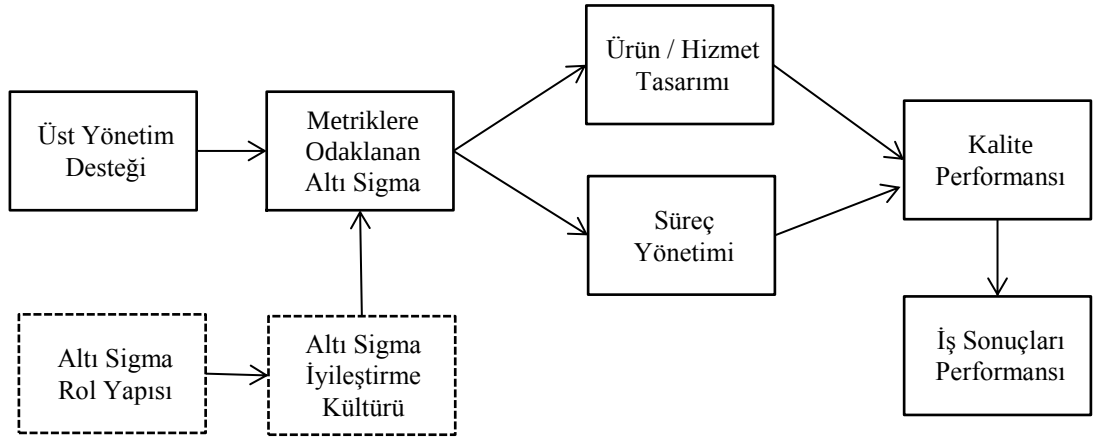
Goh yaptığı çalışmalarda konuya diğer akademisyenlerden farklı bir şekilde yaklaşmıştır.

Altı Sigma’nın ne olduğunu anlamak ve hakkında bir tanım yapabilmek için öncelikle Altı Sigma’nın neyi temsil etmediğinin kavranması gerekmektedir. Altı Sigma ISO 9000 veya ISO 14000 benzeri sertifikasyon programı değildir ve bu nedenle hiçbir organizasyon Altı Sigma sertifikasına sahip olduğunu veya uygun olduğunu söyleyememektedir. Bütün

bunların yanında kaliteyi arttırabilmek için bir çerçeve sağlayan, müşteri beklentilerini önemseyerek performans gelişimini sağlayan istatistiki süreçler bütünüdür. [12]

Yapılan tanımlamalar ve açıklamalardan anlaşılacağı gibi Altı Sigma, hata oranlarını en aza indirilmesi, süreçleri iyileştirilmesi ve yeni tasarımların yapılması ile kurumsal başarının arttırılmasına olanak sağlayan bir metedolojidir.

Şekil 2.1’de Altı Sigma ve Organizasyonel performans arasındaki ilişkinin modellenmesi yer almaktadır [13].



Şekil 2.1 : Altı Sigma ve organizasyonel performans arasındaki ilişkinin teorik modellenmesi.

2.1 Altı Sigma’nın Tarihi Gelişimi

2.1.1 Dünyada Altı Sigma’nın tarihsel gelişimi

1970’li yıllarda bir Japon şirketi, televizyon üreten Motorola fabrikasını devralarak fabrikanın operasyonel süreçlerinde köklü değişimler gerçekleştirmiştir. Bu değişimle birlikte hatalı ürün oranı eskiye kıyasla 20 kat azalmıştır. Japonlar bu başarıyı aynı işgücü, teknoloji ve tasarımı kullanarak gerçekleştirmişler aynı zamanda da maliyette iyileşme yaratmışlardır [14].

Bu durumu fark eden Motorola yönetim takımı, kalite ve yönetim sistemlerinin gözden geçirilme zamanı geldiğini bir değişime ihtiyaç olduğunu fark etmişlerdir. Bu arayışlar sonucunda, Altı Sigma kavramı 1980’lerde Motorola’da ortaya çıkmıştır. Motorola şirketinde çalışan Mikel Harry adındaki bir mühendis şirketin çıktılarındaki değişkenlikleri analiz etmeye başlamış ve değişkenliği ölçerek sistemlerde geliştirmeler yapılabileceğini fark etmiştir [15].

Birkaç yıl içinde, bu fikir “General Electric” ve “Allied Signal”de de yayılmaya başlamıştır. General Electric 1990’lı yılların ortalarında Altı Sigma’yı tüm organizasyonda uygulama kararı almıştır. General Electric bu yıllarda, bu uygulama aracılığıyla şirketi ve şirketin pek çok alt birimini kalitede çok etkileyici bir iyileştirmeye taşımıştır. Altı Sigma’nın uygulanması sonucu ilk iki yıl içindeki maliyetlerdeki düşüşün 320 milyon doları aştığı ve 1999 yılına kadar 1 milyar doları bulduğu tahmin edilmektedir [15].

1992 yılında ise Allied Signal şirket geneli talimatlarını Altı Sigma teknikleri üzerine kurmuş ve Altı Sigma eğitim seviyeleriyle uyumlu olarak iş pozisyonları oluşturmaya başlamıştır [16].

Motorola’nın 1988 yılındaki Genel Müdürü Bob Galvin’in, Malcolm Baldrige Kalite Ödülü’nü alırken, bu başarıyı Altı Sigma olarak adlandırdıkları bir yaklaşıma borçlu olduklarını söylemesi neticesinde Altı Sigma yaklaşımı çok sayıda şirketin ilgi odağı haline gelmiştir [17].

Altı Sigma’nın popülerleşmesindeki diğer bir önemli husus ise; 1995 yılında, “General Electric”in , “Altı Sigma Akademisi” ile kendi eğitim programlarını geliştirmek için sözleşme imzalamasıdır. Burada şirkette CEO konumunda olan Jack Welch, tüm kademelerdeki her çalışanını Altı Sigma eğitimleri ve problem-çözüm yaklaşımlarının bir parçası olmaya zorlamıştır [16].

Bununla birlikte GE ve Allied Signal şirketleri, pazar paylarındaki artışları Altı Sigma yaklaşımı ile yakaladıkları kalitelere dayandırmışlardır. Bu durum Altı Sigma’nın popülerliğini daha arttırmıştır.

Dünyadaki çoğu şirket, Altı Sigma yaklaşımını kullanarak çok kısa sürede başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Etkin şekilde Altı Sigma metodolojisini kullanarak büyük kazançlar sağlayan bazı firmalar Çizelge 2.2’ de gösterilmiştir [18].

Çizelge 2.2 : Şirket bazında Altı Sigma’dan sağlanan kazançlar.

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

GE, Allied Signal, Gillette, Eastman Kodak, ABB, Johnson Control, JP Morgan Chase, Johnson & Johnson, Bombardier, Sony, Caterpillar, American Express ve ayrıca Toshiba, Asea Brown Boveri, Black & Decker, Dupont, Dow Chemical, Federal Express, Navistar, Polaroid, Seagate Technologies, Siebe Appliance Controls gibi alanlarında lider olan şirketler Altı Sigma'yı uygulamaktadır [6,19].

2.1.2 Türkiye’de Altı Sigma’nın tarihsel gelişimi

1996 yılından itibaren süreçlerinde Altı Sigma metodolojisini kullanmaya başlayan Türkiye’deki ilk şirket Eskişehir’de faaliyet gösteren TEI (Turkish Engine Industry) firmasıdır. Şirketin hisselerinin büyük bir kısmı da General Electric’e aittir.

Türkiye’de Altı Sigma’yı ikinci olarak ve 1998 yılında uygulamaya başlayan firma ise Arçelik’tir. Arçelik Türkiye’de Altı Sigmayı uygulanan ilk Türk sermayeli şirkettir.

Şirket özellikle üretim temelli süreçlerinde Altı Sigma’yı oldukça geniş kapsamlı olarak uygulamıştır. Başlangıçta metodolojiyi üretim süreçleri ile sınırlı tutan firma, 2002 yılı itibariyle metodolojiyi hizmet süreçlerini de kapsayacak şekilde yeniden yapılandırmıştır [7].

Türkiye’deki firmaların Altı Sigma uygulamaya başlama nedenleri olarak verimlilik ve maliyet avantajı sağlamak, 2001 yılında ekonomik kriz yaşanması, ihracat yapılan firmaların istekleri gibi nedenler sayılabilmektedir. Türkiye’de, TEI, Arçelik, Eczacıbaşı Vitra, Borusan, Kordsa, Profilo, Çimtaş, Kalekim, Ford, Fırat Plastik, Bosch gibi firmalar Altı Sigma’yı başarı ile uygulayan firmalardandır. Bununla birlikte Türk firmaları için tahmin edilen sigma seviyeleri 2,5-3,5 sigma seviyesindedir [20].

2.2 Altı Sigma’nın Sağladığı Faydalar

Altı Sigma bu metodolojiyi uygulayan kuruluşların var olma amaçlarından olan kar sağlama ve büyüme hedeflerine ulaşabilmeleri için bulundukları sektörde rekabet üstünlüğünün arttırılmasında ve korunmasında büyük yararlar sağlamaktadır.

Altı Sigma üretim ve hizmet sektörlerinde kullanılmaktadır.

Altı Sigma uygulamalarının üretim sektörüne olan yararlarını şu şekilde özetlememiz mümkündür:

- Maliyetlerin düşmesini sağlar.

- Verimliliğin artmasını sağlar.
- İşletmenin pazar payını büyütür.
- Kurum kültürünün olumlu yönde gelişmesini sağlar.
- Çevrim süresini düşürür.
- Hataları en aza indirir.

Servis ya da hizmet sektörüne sağladıkları ise;

- Hizmetlerin dağıtımında gereksiz olan basamakların çıkarılması
- Dağıtımda gecikme, müşteri şikâyetleri, problemlerin yanlış çözümlenmesi gibi durumlar nedeniyle yaşanabilecek düşük kalite maliyetlerinin azaltılması
- Problem çözmede kullanılan teknikleri ve araçlarının yarattığı farkındalık ile çalışanlar üzerinde yüksek seviyede iş tatmini yaratması
- Proseslerdeki değişkenliği azaltarak servis kalitesinde uygunluğu artırması
- İçgüdüsel hisler ve kabullenmeler yerine gerçekler ve veriler ile hareket imkanı sağlaması nedeniyle yönetimin etkililiğine katkıda bulunması gibi faydalardır [21].

Ayrıca Altı Sigma uygulamalarının varlığı takım içerisindeki bireylerin alışlagelmiş basamaklar dışında çalışmalarını sağlamış olup ve özgür alanlarını yaratmak konusunda da organizasyona pozitif değerler katmaktadır.

2.3 Altı Sigma'nın Temel İlkeleri

Bir yönetim sistemi olarak tanımlanan Altı Sigma temel ilkeleri, altı başlıktan oluşmaktadır. Bu ilkelere yeterince uyulduğunda Altı Sigma uygulamasında başarılı olunmaktadır. Pande ve arkadaşlarının (2004) , tanımladığı bu ilkeler “müşteri odaklılık”, “verilere dayalı yönetim”, “süreç odaklılık”, “proaktif yönetim”, “sınırsız işbirliği” ve “mükemmele yönelik ve başarısızlığa karşı hoşgörü” olmak şeklinde altı başlık altında incelenmektedir.

2.3.1 Müşteri odaklılık

Mal veya hizmet üreten işletmeler müşterilerinin isteklerini, ihtiyaçlarını ve beklentilerini doğru olarak bilmek durumundadır. Bunları doğru olarak belirlemeyen işletmelerin pazarda başarılı olma şansları bulunmamaktadır.

Altı Sigma’da metodolojisi en büyük önem müşteriye odaklanmaya verilir. Altı Sigma performanslarının ölçümü müşteriyle başlar. Altı Sigma’nın sağladığı iyileşmeler ise müşteri memnuniyeti ve değeri üzerinde yaptığı etkiyle tanımlanır [23].

Müşterilerin sadece bugünkü değil ihtiyaçları değil, gelecekteki ihtiyaç ve istekleri de işletmeye rekabet avantajı sağlayacak şekilde ile de önceden tahmin edilmelidir. Müşteriyi anlamak, işin yarısından fazlasında başarılı olmak anlamına gelmektedir. “Bilgi” önemlidir fakat “müşteri” de çok önemlidir. Çünkü istenilen bilginin asıl kaynağı müşteridir [22].

2.3.2 Verilere dayalı yönetim

Çoğu şirkette kararlar varsayım ve tahmine dayalı olarak alınmaktadır. Eğer tahmin ve varsayımlar gerçeğe yakın ise alınan kararlar doğru ve isabetli olmaktadır. Fakat her durumda tahmin ve varsayımlar gerçeği yansıtmamaktadır. Bu yüzden son zamanlarda ölçmeye verilen önem artmıştır. Çünkü güvenilir verilerle dayalı kararlar çoğu zaman doğru ve isabetli olmaktadır.

Altı Sigma uygulamalarının temelinde iş performansını tahminlemek için gerekli anahtar değişkenlerin belirlenmesi yer almaktadır. Bu değişkenler daha sonra kritik değişkenleri anlamak ve sonuçları optimize etmek için kullanılmaktadır [23].

2.3.3 Süreç odaklılık

Klasik kalite kontrol yöntemlerinde hatalar olduktan sonra tespit edilmektedir. Toplam kalite kontrol bakış açısı ise süreç odaklı bir yaklaşımla çalışmaktadır. Hata kaynaklarının nedenlerini tespit edip önlemler alınmakta ve hatalar meydana gelmeden önlenmiş olmaktadır. Bu sayede Altı Sigma’nın hedefi olan sıfır hata ve mükemmelle yakın düzeyde kalite gerçekleştiği gibi maliyetlerde de önemli iyileşmeler mümkün olmaktadır. Çünkü hatalı ürünleri ayırıştırma, yeniden işleme veya hurdaya ayırma işlemleri gereksiz maliyet artışlarına sebebiyet vermemektedir.

Altı Sigma’ da süreçler sürekli olarak belgelenir, başkalarına duyurulur, ölçülür ve iyileştirilir. Ayrıca, müşteri gereksinimlerine ve işin koşullarına uyum sağlamak için belirli aralıklarla tasarlanır ya da tasarımları güncellenir [23].

2.3.4 Proaktif yönetim

“Proaktif” kelimesi hata ya da olumsuz bir durum oluşmadan önce önlem alma ve harekete geçme anlamına gelmektedir. Altı Sigma yaklaşımı da proaktif bir yönetimi temel almaktadır. Süreçte yaşanabilecek olumsuzlukları önceden doğru olarak tespit ederek, oluşmadan önlenmesini amaçlamaktadır [23].

2.3.5 Sınırsız işbirliği

İşletmelerde tedarikçiler, müşteriler ve çalışanların birbirleriyle kuracakları işbirliğinin sunacağı faydalar oldukça fazladır. Müşteriye değer yaratabilmek için ortak çalışılması gereken gruplar arasındaki rekabet ve itibarsızlıktan dolayı her gün milyarlarca dolar kaybedilmektedir [24].

Altı Sigma için sınırsız işbirliği, hem son kullanıcıların gerçek taleplerini, hem de bir süreç ya da üretim zincirindeki iş akışını iyice kavramayı gerektirir. Müşteri ve süreç hakkındaki bilgileri herkesin yararına kullanmayı hedefleyen bir yaklaşımla hareket etmeyi gerektirmektedir. Bu yaklaşımla Altı Sigma gerçek bir ekip çalışmasını destekleyecek ortamı ve yönetim yapısını oluşturabilmektedir [23].

2.3.6 Mükemmelliğe yönelik ve başarısızlığa karşı hoşgörü

Altı Sigma ile hata yapma hakkından vazgeçilmeden kusursuzluk hedeflenir. Altı Sigma düzeyinde olmayı hedefleyen her işletme, kendini sürekli olarak mükemmel olmaya zorlamalıdır. Bu noktada mükemmeliyetçi bir davranış biçimi sergilemek esastır. Fakat kusursuzluk istenen noktada, başarısızlığa karşı da tolerans gösterilmesi gerekmektedir. Başlık kendi içerisinde çelişkili görünmesine rağmen düşünceler birbirlerini tamamlamaktadır. Birtakım riskler içeren fikir ve yaklaşımları uygulamaya koymaksızın, kazanç elde etmek ve/veya hedeflenen noktaya ulaşmak ne yazık ki mümkün değildir. Hiçbir şirket, yeni düşünceler ve yaklaşımlar üretmeden eski kalıplarla Altı Sigma’ya yakın bir noktaya ulaşamaz. Daha iyi bir hizmete, daha düşük maliyetlere, yeni becerilere götüren bir yol olduğunu gören kişiler ya da şirketler oluşabilecek başarısızlıklardan ve sonuçlarından korkuyorsa, hiçbir zaman yeni bir yolu denemeye çalışmazlar [23].

2.4 Altı Sigma Uygulama Metodolojileri

Altı Sigma’da 2 temel metodoloji mevcuttur. Bunlar TÖAİK ve DFSS metodolojileridir. Literatürde daha çok TÖAİK metodolojisine yer verilmektedir.

TÖAİK metodolojisi daha çok var olan süreçlerin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. TÖAİK metodolojisi, var olan süreçlerin istenilen performans seviyesine ulaşılmasını sağlamakta büyük fayda sağlar.

Eğer yeni bir süreç üzerine çalışılacaksa DFSS (Design For Six Sigma) kullanılır. DFSS metodolojisinde TÖAİK'ten farklı olan yaratıcı problem çözme teorileri, aksiyomatik tasarım, kalite fonksiyon yayılımı gibi araçlar kullanır [25].

2.4.1 Altı Sigma TÖAİK metodolojisi

Altı Sigma programlarının temelinde, yönetimin yakın desteği ve takipçiliği ile yürütülen eğitim ve bununla bütünleşik proje çalışmaları bulunmaktadır. Söz konusu eğitim istatistiksel problem çözme araçlarının kullanımını esas alır. Süreç ve ürünlerdeki değişimin azaltılmasında Tanımla-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol (TÖAİK veya Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC)) aşamalarından oluşan bir metodoloji izlenir [26].

Altı Sigma süreci yol haritası olarak kabul edilen sistematik bir yaklaşımla yürütülmektedir. Altı Sigma yol haritası, uygulama metodolojisi veya TÖAİK iyileştirme modeli, birbirini sırasıyla izleyen ve beş aşamadan oluşan proje odaklı döngüsel bir yaklaşımdır. 5 adımdan oluşan TÖAİK adımları izlenerek proje yapılmaktadır [27]. TÖAİK modelindeki kritik adımları Çizelge 2.3'teki gibi özetlemiştir [28].

Çizelge 2.3 : Altı Sigma'nın adımları ve kritik süreçleri.

Altı Sigma Adımları	Kritik Süreçler
1. Tanımlama	- Müşteri beklenti ve ihtiyaçlarının tanımlanması - Proje kapsamının ve sınırlarının belirlenmesi - Sürecin iş akışları çizilerek tanımlanması
2. Ölçme	- Müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak süreç ölçümünün yapılması - Veri toplama planının oluşturulması
3. Analiz	- Süreçteki hata ve değişkenlik kaynaklarının belirlenmesi - İyileştirmeler için fırsatların önceliklendirilmesi
4. İyileştirme	- İyileştirmeleri devreye alma planının oluşturulması - Değişkenlikleri azaltacak şekilde sürecin iyileştirilmesi
5. Kontrol	- İyileştirilen sürecin ihtiyaçlarını karşılama derecesinin kontrolü - İyileştirilen sürecin sürekli olarak izlenmesi ve kontrolüne ilişkin stratejiler geliştirilmesi

2.4.2 Tanımlama

Tanımlama aşamasında problemin çıktı ve potansiyel girdilerinin tanımlanması ile birlikte projenin amaç ve kapsamı da tanımlanır.

Bu aşamada proje ekibi tarafından proje bildirisi oluşturulmakta, müşteri ihtiyaç ve beklentileri müşteri kritik gereksinimleri CTQ'lar (Critical to Quality) belirlenerek ile süreç haritaları çizilmekte ve pareto analizi ile önceliklendirmeler yapılmaktadır. Altı Sigma projeleri için tanımlama aşamasında, yaygın olarak müşterinin sesi analizi yapılmakta SIPOC haritası çizilmektedir.

Seçilen ve tanımlanan projenin daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması önemlidir. Bu aşamanın çıktısı planlanan iyileştirmenin ayrıntılı tanımı, müşteri için önemli olan faktörlerin listesi, üzerinde çalışılacak sürecin akış diyagramı olarak gösterimidir.

Tanımlama aşamasında dikkat edilmesi gereken noktalardan en önemlileri, seçilen projenin organizasyonun imkân ve kabiliyetlerine uygun olması, mevcuttan daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması ve problemin net olarak tanımlanmasıdır [27].

Çizelge 2.4'te Altı Sigma TÖAİK Metodolojisi ile her adımın sonunda yer alan çıktılar belirtilmiştir [29].

Çizelge 2.4 : Altı Sigma TÖAİK metodolojisi çıktıları.

Tanımlama	Ölçme	Analiz	İyileştirme	Kontrol
• Proje bildirisi • Ekip bildirisi • Aksiyon planı • Süreç haritaları • Hızlı kazanımlar • Kritik müşteri talepleri	• Süreç indikatörleri • Operasyonel tanımlamalar • Veri toplama planı • Mevcut performans-sigma seviyesi	• Veri analizi • Süreç haritası • İspatlanmış kök nedenler • Problem ifadeleri	• Çözümler • Süreç Haritaları • Uygulama planı • Getiriler • Değişim haritaları	• Proses kontrol sistemi • Standartlar • Çalışma talimatları • Eğitim • Pilot denemeler • Değişim planı • Getiriler

2.4.3 Ölçme

İkinci aşama olan “Ölçüm” aşaması üzerinde en ayrıntılı durulması gereken aşamalardan birisidir. Bu aşamada sürecin doğru ölçülüp ölçülemediği, ölçülüyorsa sürecin yeterliliğinin ne olduğu gibi sorulara yanıt aranır.

Ölçüm aşamasında değer akış şeması çizilir ve veri toplama planına göre veriler toplanır. Ölçüm yeterliliği için Gage R&R çalışması yapılır, ölçüm doğruluğu ve tutarlılığı değerlendirilir. Devamında grafiksel analizler ve yeterlilik analizleri yapılır. Mevcut durumun tespit edilmesi açısından bu grafiklerin yorumlanması önemlidir.

Bu aşamanın çıktısı sürecin mevcut performansı, problemi ya da problemin oluşumunu açıklayan veriler ile problemin daha özel ve detay bir tanımıdır [30].

2.4.4 Analiz

TÖAİK’in üçüncü ve en önemli aşaması “Analiz” aşamasıdır. Sürecin değişkenliğini yaratan önemli faktörlerin analizi ve belirlenmesi hataların nerede ve ne zaman oluştuğu analiz safhasında ortaya çıkartılmaktadır.

Analiz aşamasında, proses çıktılarını etkileyen anahtar proses girdilerinin belirlenmesi amacıyla veriler kullanılarak değişkenlik kaynakları veya kritik değişkenler belirlenir. Bu amaçla ayrıntılı proses haritası, beyin fırtınası, sebep-sonuç diyagramı, FMEA analizi, istatistiksel proses kontrol gibi araçlardan faydalanılır. Bu analizler hangi girdinin çıktıyı daha fazla etkilediği, ne kadar etkilediği, faktörler bir arada iken farklı etki olup olmadığı, faktörler değiştiğinde çıktıda değişkenlik olup olmadığı gibi konuların ortaya konmasını ve böylece çıktıyı etkileyen kritik değişkenlerin belirlenmesini sağlar [27].

Analiz aşamanın amacı, problemin asıl nedenlerini tanımlamak ve bunların nedenlerini doğrulamaktır. Birçok proje ekibi, problemin kök nedenini doğrulamadan proses iyileştirme aşamasına geçmek için aceleci davranmaktadır. Fakat kök nedene inilmeden belirlenen çözümler kalıcı olamamakta ve yeniden belirmektedir. Projelerin başarıya ulaşması için kök neden analizi detaylı yapılmalıdır.

2.4.5 İyileştirme

Bu aşamada proje ekibi tarafından çözümler üretilmekte ve sigma seviyesini yükseltecek çözüm uygulanmak üzere seçilmektedir. Eğer proje ekibi analiz

aşamasında iyi bir kök neden analizi yaparsa, TÖAİK'in iyileştirme aşaması hızlı ve ivmeli bir şekilde gerçekleşmektedir.

Süreç değişkenliğini yaratan önemli girdilerin hangi düzeylere ayarlanması gerektiği ve girdilerin test edilmesi bu aşamada yapılmaktadır.

Bu aşamada deney tasarımı ve regresyon analizi ile model belirlenerek çözüm önerileri oluşturulur. Çözümlerin sınanması için de pilot deneme planı yapılır. Çözümlerin uygulanmasını takiben sigma seviyesi yeniden hesaplanmaktadır. Çünkü çoğu zaman proje ekibi planladığı amaç ve hedeflere tüm önerilen çözümlerin uygulanmasına gerek kalmadan ulaşabilmektedir [31].

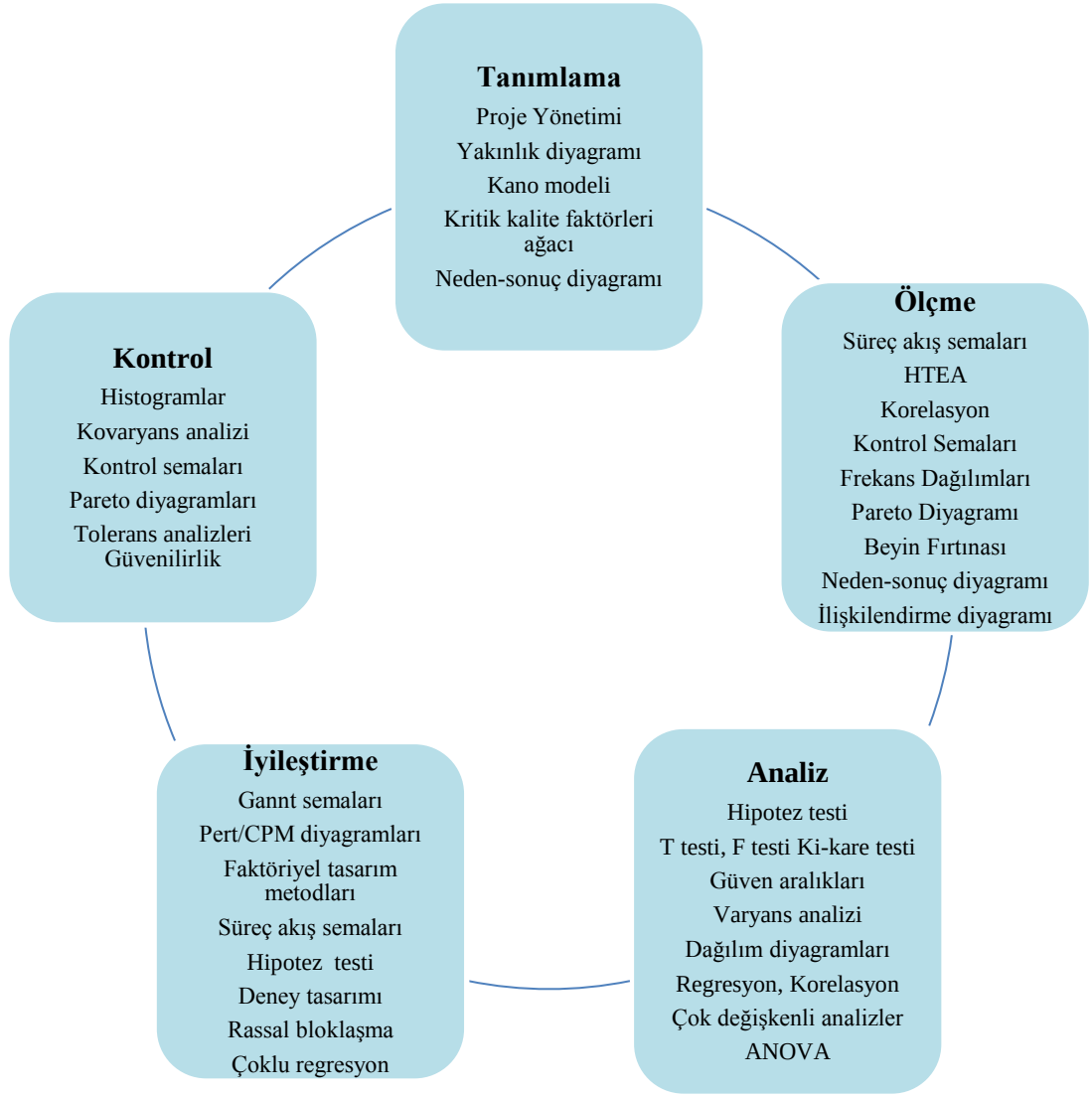
2.4.6 Kontrol

Bir süreci iyileştirmek kadar, elde edilen başarının sürekliliğini sağlayarak korumak ta önemlidir. Günümüz işletmelerindeki en temel problemlerden başlıca olanı nasıl başarılı olunacağından ziyade nasıl başarılı kalınacağıdır. Başarının sürdürülememesi neticesinde tüm çaba ve kaynakların boşa gitmesine yol açmaktadır. Bu nedenden dolayı “Kontrol” aşaması uzun vadede proje başarısı ve işletme başarısının sürdürülebilmesi gibi konular bakımından Altı Sigma'nın en önemli ve atlanmaması gereken aşamalarındandır [27].

TÖAİK metodolojisinin kontrol aşaması, kontrol yönteminin belirlenmesi ve kontrol planının oluşturulması olmak üzere iki adımdan oluşmaktadır. Kontrol yönteminin belirlenmesi ve planının oluşturulması; uygulanan iyileştirme planını ve elde edilen sonuçları değerlendirmek, aynı zamanda elde edilen kazançların sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemektir. Bu aşamada ölçülebilir ve sayılabilir değişkenler için kontrol grafiklerinden ve önce sonra analizlerinden yararlanarak yapılan proje neticesinde gerçekleştirilen iyileştirmeler sergilenmeli ve takibi devam ettirilmelidir.

Elde edilen kazanımların standartlaştırılarak kullanılmaya başlanması ve kullanılabilecek diğer birimlere de sonuçların yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Altı Sigma TÖAİK adımlarında kullanılan araçlara Şekil 2.2 'de yer verilmiştir [32].



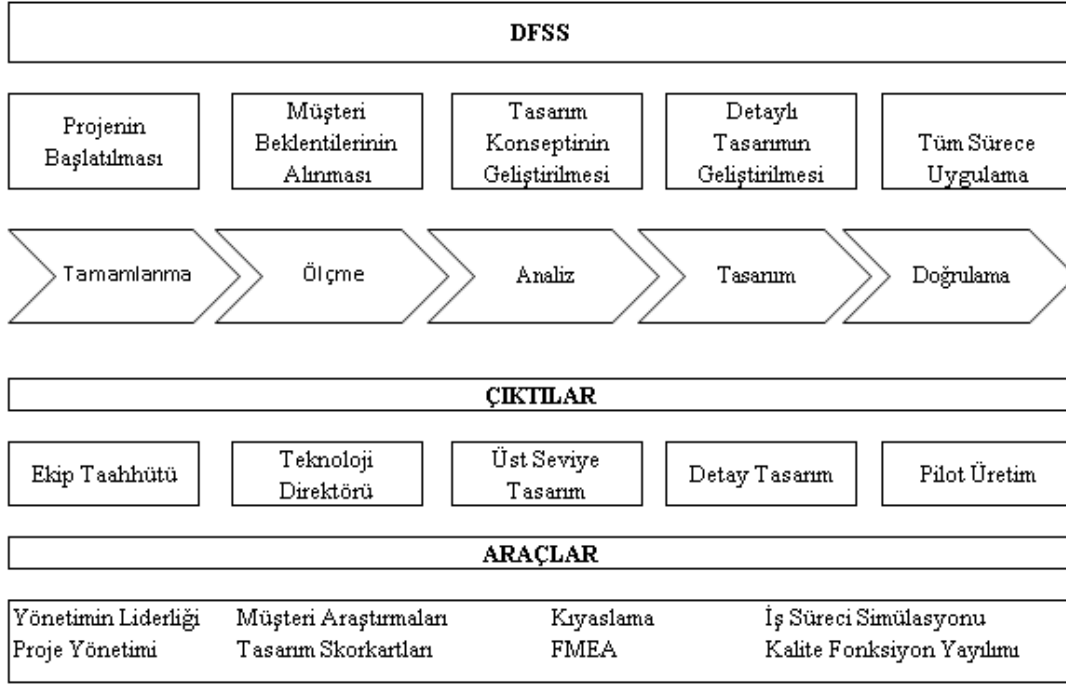
Şekil 2.2 : Altı Sigma'nın yararlandığı araçlar.

2.4.7 DFSS metodolojisi

DFSS (Design For Six Sigma), organizasyonun müşteri beklentilerini karşılayacak ve Altı Sigma kalite seviyesinde çalışacak ürünlerin ve süreçlerin tasarlanması sağlayan araç, eğitim ve ölçümleri kullanan sistematik bir metodolojidir.

DFSS'in 5 temel adımı Şekil 2.3' te yer almaktadır [28].

DFSS'in başlangıç noktası müşterinin sesidir ve odaklanılan müşteriye çok iyi analiz etmeyi ve tanımayı gerektirir. DFSS'in temelinde müşterinin ürün/hizmetle ilgili ihtiyaçlarının ve isteklerinin süreç beklentilerine dönüştürülmesi yaklaşımı bulunmaktadır.



Şekil 2.3 : DFSS metodolojisinin temel adımları.

Ürün ve hizmetlerin tasarımı şirketler için oldukça önemli olan ve rekabet üstünlüğü için vazgeçilmez kavramlardır. Bir ürünü en baştan tasarlamak veya yeniden tasarlamak zorunluluk haline geldiğinde DFSS gerçek anlamda bir ihtiyaçtır. DFSS uygulayan şirketlerin, ürünlerinin ve müşterilerinin beklentilerine göre şekillenen kendilerine has standartları ve teknikleri vardır. Bu açıdan bakıldığında DFSS bir kurumdaki iş yapma kültürünü geliştirmeye de yardımcı olmaktadır.

DFSS sayesinde müşteri beklentilerindeki ve ihtiyaçlarındaki değişimlerin daha erkenden farkına varılması, pazarın daha geniş bir bakış açısı ile analiz edilmesi, yeni ürün/hizmetin pazara daha kısa sürede sunulması ve daha düşük montaj süreleri gibi faydalar kazanılmaktadır [33].

2.5 Altı Sigma Uygulama Stratejileri ve Altı Sigma Organizasyonunda Roller

2.5.1 Altı Sigma uygulama stratejileri

Organizasyonlarda Altı Sigma farklı düzeylerde uygulanabilir. Bu uygulamaları Altı Sigma organizasyonu, Altı Sigma mühendislik organizasyonu, stratejik olarak seçilmiş projeler ve bireyler şeklinde üç kategoride incelemek mümkündür [34].

İlk Altı Sigma stratejisi olan Altı Sigma Organizasyonu, tüm organizasyon içerisine dahil olan bireylerin temel kavramlar ve araçlar konusunda eğitim almasıdır. Tüm

şirket bünyesinde yaratacağı motivasyon ve ortaya çıkaracağı ortak düşünce tarzı ile genel bir stratejidir. Kişilerde geliştirdiği içe ve dışa dönük farkındalık ve ortak dil ile ‘‘amaca sadakat’’ bu stratejinin başlıca gücüdür. Bu tarzda bir yaklaşımın benimsenmesi ortak hareket etmeyi sağlayacakken, maliyetli olması durumu dezavantaja dönüştürebilir.

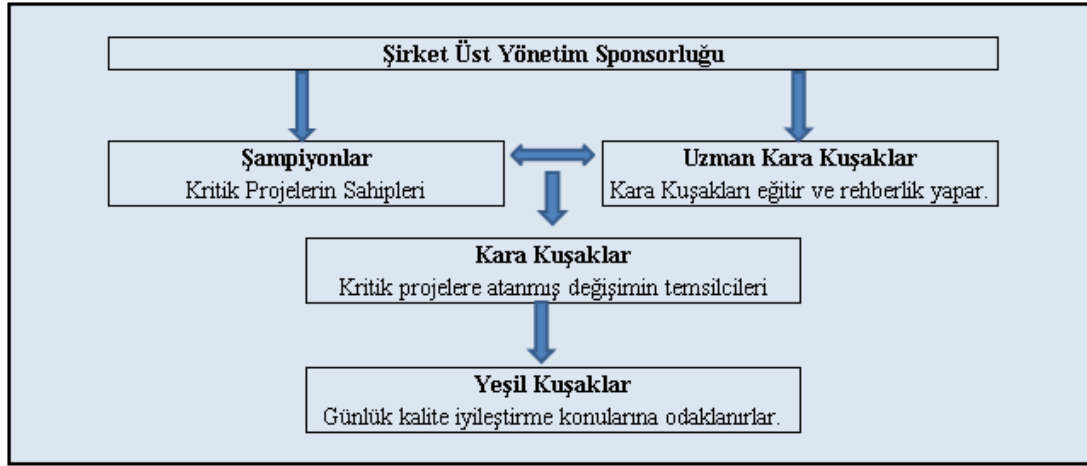
İkinci Altı Sigma stratejisi olan mühendislik organizasyonu ise sürece dahil olan işletme içerisinde üretim ve tasarımdan sorumlu mühendislerin yer aldığı departmanlara odaklanmayı amaçlamaktadır. Aynı dili konuşan çalışanların yer aldığı departmanlarda bu stratejinin uygulamaya konulması ile bireyler arasında ortak yaklaşımın oluşumuna imkan tanınabilmektedir. İlk stratejiden daha spesifik olması nedeniyle işletmenin genelinin stratejiye hakim olamaması ile sonuçlanabilme ihtimali, dezavantaj olarak ortaya çıkmaktadır.

Üçüncü strateji proje bazlı ilerlemeye olanak tanınması ve spesifik olması sebebiyle özel projelerde çalışacak iş görenlerin işe alımı ya da görevlendirilmesini kapsamakta olup, seçilen strateji sebebiyle kaynakların ve eğitimin projeye paralel olmasını gerektirmektedir. Departman ve proje bazında özelleşmenin bir önceki stratejide karşılaşılmaması muhtemel olan organizasyon dışında kalacak olan bireylerin soyutlanması problemini ortaya çıkarabilecek olması dezavantaj olarak gösterilebilir [34].

2.5.2 Organizasyondaki Altı Sigma rolleri

Altı Sigma uygulamalarının başarısında kişilerin rollerinin çok iyi tanımlanmış olması gerekmektedir. Başarının sağlanmasında insan faktörünün etkisi çok büyüktür. Gerçekleştirilen projeler başarılması gereken bir takım oyunu olarak algılanarak görev paylaşımı yapılmalıdır.

Organizasyonlarında çalışanlara aldıkları Altı Sigma eğitiminin türüne göre farklı sorumluluklar verilir. Altı Sigma uygulanan organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bazı şirketler genel kabul gören unvanlara sarı, mavi, beyaz gibi kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedir. Bu nedenle Altı Sigma uygulamalarına geçmeden önce şirket için uygun yapının belirlenmesi gerekmektedir. Şekil 2.4’de Altı Sigma rolleri ve ilişkileri yer almaktadır [35].



Şekil 2.4 : Altı Sigma rolleri ve ilişkileri.

2.5.2.1 Sponsor

Genellikle üst yönetim takımının üyelerinden oluşurlar. Çoğu kuruluşta Altı Sigma sponsoru olarak üst düzey bir yönetici bulunmaktadır. Sponsorlar Altı Sigma projelerini yöneten kişidir. Altı Sigma hedeflerinin akılda tutulmasını ve hedefe odaklı olmalarını sağlamaktadırlar. Ayrıca, proje ekip üyelerinin görevlerini iyi anladıklarını ve bunu nasıl başaracaklarını bildiklerinden emin olmak için bir denetleyici gibi hareket etmektedirler. Ek eğitim ve destek ihtiyacı söz konusu olduğunda sponsorlar bunu sağlamakla yükümlüdür. Takımı denetlemek ve eğitim ihtiyaçlarını sağlamak gibi görevleri mevcuttur. Başlanacak projeleri onaylarlar, projelere kaynak sağlarlar ve yaşanacak problemlerin çözülmesine yardımcı olurlar. Altı Sigma sponsorunun temel sorumlulukları Çizelge 2.5'te yer almaktadır [14,36].

Çizelge 2.5 : Altı Sigma sponsoru temel sorumlulukları.

Unvan	Rol	Sorumluluklar
Sponsor	Altı Sigma altyapısını ve kaynaklarını yöneten stratejik liderler	➤ Proje için yeterli kaynakları sağlamasını güvence altına almak ➤ İlerlemeyi kişisel olarak takip etmek ➤ Engellerin ve tartışmaların üstesinden gelmek ➤ Edinilen faydaları değerlendirmek ve onaylamak

2.5.2.1 Şampiyon

Şampiyonlar, bir veya daha fazla Altı Sigma projesinde sorumluluk alan yöneticilerdir. Şampiyonlar proje planlarını onaylamaktadırlar ve aynı zamanda Altı Sigma projesinin kaynaklarından sorumludurlar. Ekiplerin Altı Sigma projesinin stratejik hedeflerini daha iyi anlamalarını sağlamak için ekiplerle yakın ilişki içinde çalışmaktadırlar. Aynı zamanda ekiple düzenli toplantılar yapmakta, sonuçlarını gözden geçirmekte, onlara rehberlik etmekte ve öneriler sunmaktadırlar. Projelerle ilgili olarak işletme liderlerine ya da üst yöneticilere geribildirim sağlamaktadırlar [37].

Şampiyon olabilmek için iş tecrübesinin yanı sıra bulundukları şirketin kritik süreçlerini ve başarı faktörlerini de bilmesi gerekmektedir. Şampiyonların, iyileştirme projelerinin işletme amaçları ile uyumlu olmasını sağlamak, projelerinin tamamlanma sürelerini belirlemek ve iyileştirme takımları arasında koordinasyonu sağlamak gibi görevleri bulunmaktadır.

Altı Sigma şampiyonu temel sorumlulukları Çizelge 2.6 'da yer almaktadır [14,36].

Çizelge 2.6 : Altı Sigma şampiyonu temel sorumlulukları.

Unvan	Rol	Sorumluluklar
Şampiyon	Projeleri tanımlayan uzman yöneticiler	➤ Proje faaliyetleri ile firma amaçları ve hedefleri arasında bağlantı kurmak ➤ Altı Sigma projelerini seçmek ➤ İhtiyaç duyulduğunda engelleri kaldırmak ➤ Projelerin ilerlemesini izlemek tamamlanmasından sonra en iyi uygulamaları firma çalışanları ile paylaşmak ➤ Proje kazançlarını geçerli kılmak ve proje üyelerini ödüllendirmek

2.5.2.2 Uzman Kara Kuşak

Uzman Kara Kuşak Altı Sigma ile ilgili olarak en üst düzey bilgiye sahip kişidir. “Deneyimli Kara Kuşaklar” olarak nitelendirmekte mümkündür. Uzman Kara Kuşak işletme içinde tüm çalışanlara ve proje ekiplerine Altı Sigma konusunda sürekli hizmet içi eğitim vermektedirler. Proje ekiplerine koçluk yaparak proje bildirilerinin kontrolü, proje süresinin belirlenmesi, projede kullanılacak Altı Sigma araçlarının ve

yöntemlerinin seçilmesi konularında her türlü teknik desteği sağlamaktadırlar. Bu bağlamda Uzman Kara Kuşakları, Altı Sigma projelerinin teknik liderleri olarak da ifade edilebilmektedirler. Proje sonuçlarını bir araya getirip özetleyerek, çalışanları bilgilendirmek suretiyle Altı Sigma'nın organizasyon çapında benimsenmesine katkıda bulunmaktadır [6].

Ayrıca birçok Altı Sigma organizasyonunda Uzman Kara Kuşaklar'dan Altı Sigma eğitimi verilmesi konusunda da yararlanılmaktadır. Uzman Kara Kuşakların temel sorumlulukları Çizelge 2.7'de yer almaktadır [14,36].

Çizelge 2.7 : Uzman Kara Kuşak temel sorumlulukları.

Unvan	Rol	Sorumluluklar
Uzman Kara Kuşak	Altı Sigma metodolojisini kullanma konusunda son derece becerikli olan ve Altı Sigma eğitiminden, yayılımından ve sonuçlarından sorumlu eğitilmiş kalite liderleri	➤ Süreç iyileştirmenin farklı yönlerinde, Kara Kuşak seviyesinin ötesinde uzmanlık bilgisi sağlamak ➤ Firma çapında Altı Sigma yaklaşımını uygulamak için önemli fırsatları tanımlamak ➤ Temel Kara Kuşak eğitimi vermek ➤ Yeşil Kuşaklara eğitim vermek ➤ Kara Kuşaklara koçluk yapmak ➤ Kara Kuşak ve Yeşil Kuşakları sertifikalandırmak için sertifikasyon kuruluna katılmak

2.5.2.3 Kara Kuşak

Kara Kuşaklar, istatistiksel yöntemlerle ilgili olarak sıkı bir eğitimden geçmiş, projede ihtiyaç duyulan verileri toplayıp, analiz edecek, tam zamanlı bir Altı Sigma uygulayıcısıdır. En iyi Kara Kuşak adayları teknik bakımından donanımlı kişilerdir. Aynı zamanda, kuruluş genelinde projeyi yönetebilecek bilgi ve beceriye sahip olmalıdırlar. Bir koç ya da danışman gibi Yeşil Kuşaklara yön verebilmeli ve Altı Sigma projeleri için iyi adaylar belirleyebilmelidirler [37].

Proje ekibinin lideridir. Projenin seçiminden ve elde edilecek sonuçlardan birinci derecede sorumluluk üstlenmektedirler. Çalışmanın gereğinden fazla uzaması değişen şartlar gereği önemini yitirmesine neden olabileceğinden dolayı Kara Kuşakların tam zamanlı çalışması daha etkin sonuçlar alınmasını sağlamaktadır. Kara Kuşakların ilk projesinin kendi işiyle ilgili olmasına dikkat edilmelidir. Proje

ekibine gerektiğinde eğitim vererek koçluk yapmaktadırlar. Proje bitiminde ise aynı göreve devam edebileceği gibi daha üst bir göreve terfi edebilmektedirler. Altı Sigma metodolojisini bir yönetim felsefesi olarak kabul eden organizasyonlar üst kademe yöneticilerini siyah kuşaklardan seçmek eğilimindedirler [6].

Kara Kuşakların temel sorumlulukları Çizelge 2.8’de yer almaktadır [14,36].

Çizelge 2.8 : Kara Kuşak temel sorumlulukları.

Unvan	Rol	Sorumluluklar
Kara Kuşak	Altı Sigma konusunda tam eğitilmiş ve donanımlı teknik uzmanlar	➤ Altı Sigma yaklaşımının kullanıldığı süreç iyileştirme projelerine öncülük etmek ➤ Firmaya somut katkılar sağlayacak etkisi yüksek projeleri başarıyla tamamlamak ➤ Kara Kuşak Bilgi Seti konusunda uzman olmak ➤ Altı Sigma yaklaşımını uygulayarak somut sonuç alma konusunda gerekli yeterliliği göstermek ➤ Süreç iyileştirme girişimlerini yönetmek ➤ Fonksiyonel alanlar için danışmanlık yapmak Yeşil Kuşaklara koçluk ve eğitmenlik yapmak ➤ Sertifikasyon için Yeşil Kuşak adaylarını önermek

2.5.2.4 Yeşil Kuşak

Yeşil Kuşak genellikle yarı zamanlı Altı Sigma uygulayıcısıdır. Birçok organizasyon, prosesin ölçüm, analiz ve iyileştirme aşamalarında çoğunlukla Yeşil Kuşak’tan faydalanmaktadır. Yeşil Kuşaklara, Altı Sigma TÖAİK problem çözme metodolojisi ve temel istatistiksel araçları konularında eğitim verilmektedir. Yeşil Kuşaklar genellikle proje ekibinin üyelerindendir. Bazı kuruluşlarda ya da bazı projelerde Yeşil Kuşaklar proje lideri de olabilmektedirler [37].

Organizasyonlarda Altı Sigma yayılımı için Yeşil Kuşakların yetiştirilmesi şirkette Altı Sigma kültürünün yerleşmesi için önemlidir.

Yeşil Kuşakların temel sorumlulukları Çizelge 2.9’da yer almaktadır [14,36].

Çizelge 2.9 :Yeşil Kuşak temel sorumlulukları.

Unvan	Rol	Sorumluluklar
Yeşil Kuşak	Öğretme ve liderlik yeteneği olan iyi eğitilmiş kalite liderleri	➤ Yeşil Kuşak bilgi seti konusunda uzman olmak ➤ Altı Sigma yaklaşımını uygulayarak somut sonuç alma konusunda gerekli yeterliliği göstermek ➤ Altı Sigma projelerini yönetmek veya proje ekiplerine katılmak ➤ Yerel iyileştirme projelerinde ekiplere liderlik etmek ➤ Projelerde veri analiz yöntemlerini uygulamak için diğer iyileştirme ekipleriyle birlikte çalışmak ➤ Yerel ekiplere öğretmenlik yapmak ve Altı Sigma bilgisini paylaşmak ➤ Yeşil Kuşak belgesini korumak için yılda en az bir Yeşil Kuşak projesi yürütmek

2.6 Altı Sigma Eğitimleri ve Projeler

2.6.1 Altı Sigma eğitimleri

Altı Sigma projelerini gerçekleştirmek ve etkili sonuçlar alabilmek için çalışanların birçok bilgi ve beceriye sahip olması gerekmektedir. Etkin eğitim stratejilerinin oluşturulması ve eğitimin doğru çalışanlara verilmesi, Altı Sigma yaklaşımının neler içerdiğinin ve nasıl uygulanacağını anlatılması Altı Sigma uygulamalarında faydayı maksimize edebilmek açısından önemli etkiye sahiptir [38].

Altı Sigma’da kuşak sistemi üst yönetimden başlayarak organizasyonel hiyerarşi boyunca alt kademelere doğru yayılmaktadır. Kuşak sistemindeki eğitim müfredatları da şirketten şirkete değişkenlik göstermektedir [39].

Üst düzey yöneticiler ve şampiyonlara, süresi bir ile dört gün arasında değişen tanıtım ve giriş niteliğinde bir eğitim verilmektedir. Eğitimde ise Altı Sigma yaklaşımının temel özellikleri ve araçları, altyapının ve yönetimin bu süreçteki rolü, uygulayıcıların seçimi, proje yönetimi gibi konular anlatılmaktadır.

Yeşil Kuşak eğitimi diğer kuşak eğitimlerinde olduğu gibi süre ve içerik olarak firmadan firmaya farklılık göstermektedir. Genelde iki haftalık eğitim programları

şeklinde verilmektedir. Yeşil Kuşak projelerinden eğitimde öğrenilenlerin gerçek hayata uygulanabileceği şekilde daha çok pratik hayata dönük şekilde planlanmaktadır. Eğitimin içeriğinde temel kalite ve süreç iyileştirme araçları, proje yönetimi ve temel istatistik konular yer almaktadır.

Kara Kuşaklar, Yeşil Kuşak eğitim setine ek olarak, istatistiksel teknikleri ve ileri kalite tasarım tekniklerini daha detaylı biçimde öğrenmektedirler. Bu eğitim genellikle Yeşil Kuşak eğitimleri üzerine iki hafta şeklinde planlanmaktadır.

Uzman Kara Kuşaklar çalışanları Altı Sigma metodolojisi hakkında eğitime, ekip yetiştirme ve etkili bir ustalık ilişkisi sergileme konularında eğitim almaktadır. Bu kişiler firma çapında Altı Sigma felsefesini yayacak olan değişim ajanlarıdır. Ancak süreçlerini detaylı olarak bilen operatör düzeyindeki çalışanlar da temel düzeyde Altı Sigma uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Çünkü ürün ve hizmetlerde kalitenin oluşmasında en çok katkısı bulunanlardır [39].

2.6.2 Altı Sigma projeleri

Altı Sigma metodolojisinin temelinde “süreçlerle düşünme” kavramı vardır. Organizasyonun bütünü süreçler ile yönetilir ve bu süreçlerin çıktıları iç ve dış müşterilere aktarılır. Bu nedenle süreçler devamlı olarak gözden geçirilmeli ve müşteri memnuniyetini sağlamak için gereken iyileştirmeler yapılmalıdır. Altı Sigma projeleri, bu düşünce şeklini hayata geçirmek için proje ekiplerinin kullandığı araçlardır [40].

Üst yönetimin onay verdiği projelerde ürün hurda oranını azaltmak, belirli bir sürecin kapasiteyi artırmak, ham maddenin daha etkin kullanımını sağlamak, maliyet azaltmak, teslimatın zamanında yapılmasını sağlamak, bir süreci, tasarımı veya kaliteyi iyileştirmek gibi konular ele alınmaktadır.

Kara Kuşaklar veya Yeşil Kuşaklar, proje ekipleri ile birlikte iyileştirmeye konu olan problemleri ortadan kaldırmak için projeler yapmaktadırlar [41].

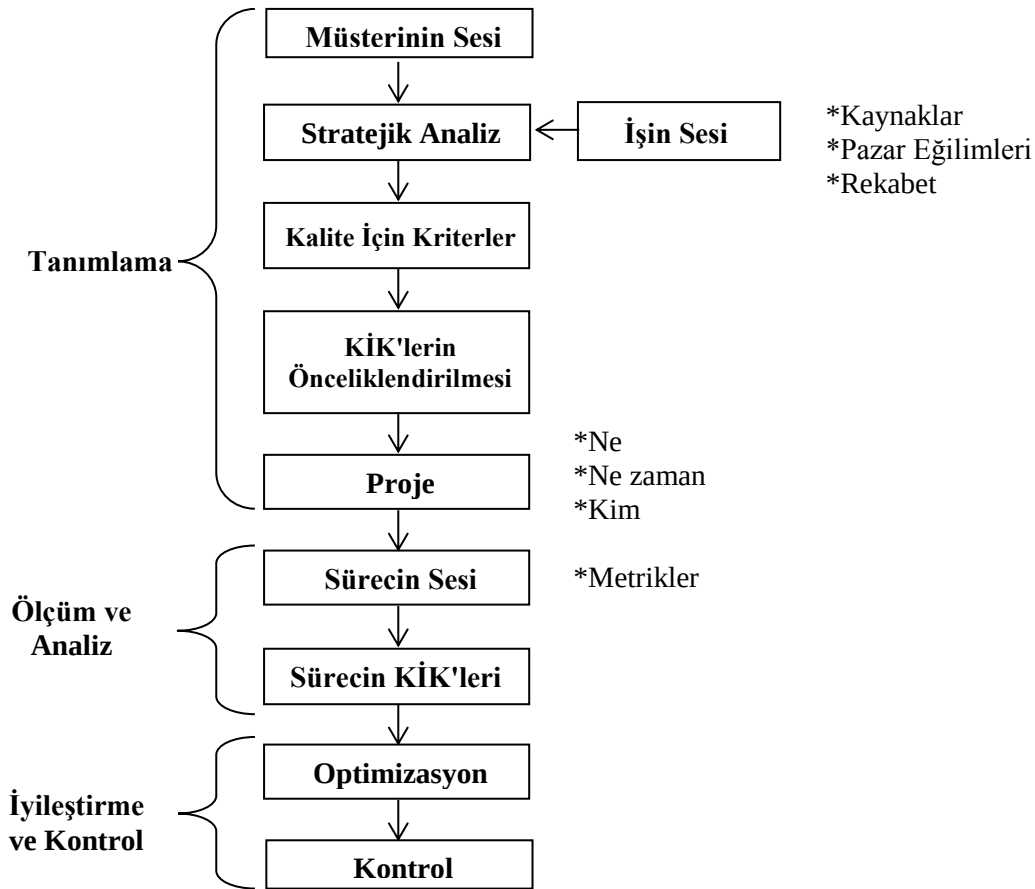
Altı Sigma uygulamasının başarılı olması için en temel bileşeni olarak doğru projelerin ve doğru kişiler ile yapılması görülmektedir [42].

İdealde Altı Sigma projesi, doğrudan stratejik hedefler ve operasyonel planlarla bağlantılı, firma çapında önemi anlaşılmış, genellikle 3 ve 6 ay arasında

tamamlanabilecek kapsamı belirli olan ve yönetim tarafından onaylanan ve desteklenen bir projedir [38].

Altı Sigma projesi, TÖAİK sürecini izlemekte ve maliyet azaltma veya kar artırma gibi finansal hedeflerle ölçülmektedir. Proje fikirleri müşterilerden, süreç analizlerinden veya önerilerden oluşabilmektedir. Ayrıca proje fırsatlarını görebilmek için bütçe kalemleri ve kalite maliyetine ilişkin çalışmalardan faydalanılmaktadır [43].

Şekil 2.5'te tipik bir Altı Sigma projesi için akış şeması yer almaktadır [40].



Şekil 2.5 : Altı Sigma projesi akış diyagramı.

Firmalar bir sorununu çözen, sayısallaştırılabilen ve makul bir zaman periyodu içerisinde tamamlanabilen bir projeyi iyi bir proje olarak görmektedirler [41].

Proje girişiminde bulunmadan önce çok açıdan kapsamlı analizlerin yapılması gerekmektedir. Bir iyileştirme ihtiyacının belirlenmesi, yani doğru Altı Sigma projesinin seçimi, tanımlama aşamasındaki kritik faaliyetlerden biridir ve her zaman proje seçimi ile ilişkili bir risk bulunmaktadır [40].

2.6.2.1 Proje seçimi

Literatürde proje seçimi ile ilgili yer alan kriterler altı başlıkta özetlenebilmektedir. Bu kriterleri altı genel başlıkta toplamak mümkündür. Bu kriterler;

- Müşteriye etkisi
- Finansal etkisi
- Üst yönetimin taahhüdü
- Ölçülebilir ve yapılabilir olması
- Öğrenmeye ve büyümeye olan katkısı
- Kurumsal stratejilerle bağlantısıdır.

Banuelas ve arkadaşları (2006) Altı Sigma projelerinin seçimi için kullanılabilecek kriterleri belirlemek için araştırma yapmışlardır. Çizelge 2.10'da bu kriterlerin özet aktarımı yer almaktadır [44].

Çizelge 2.10 : Altı Sigma projelerinin seçim kriterleri.

Altı Sigma projelerinin seçiminde kullanılan kriterler	Pande, Neuman ve Cavanagh (2000)	Harry ve Schroeder (2000)	Goldstein (2001)	Snee (2001)	Leavitt (2002)	Pyzdek (2000, 2003)	Coronada ve Antony (2002, 2004)	Kwak ve Anbari (2006)	Chakrabarty ve Tan (2007)
Finansal Etkisi	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍
Ölçülebilirliği ve Yapılabilirliği	👍	👍	👍	👍	👍	👍		👍	
Müşteriye Etkisi	👍	👍				👍	👍		👍
Üst Yönetim Taahhüdü	👍				👍		👍	👍	👍
Öğrenmeye ve Büyümeye Katkısı	👍						👍	👍	👍
Kurumsal Stratejilerle ve Temel Yetkinliklerle Bağlantısı	👍	👍		👍	👍	👍	👍		

Proje seçimi için seçimi için tek bir kriter bulunmamaktadır, fakat her Altı Sigma projesinde aranan kriter projenin firmaya finansal kazançlar cinsinden sağlayacağı faydalardır.

Finansal kazançlar, projelerin kurumsal stratejilerle ve temel yetkinliklerle bağlantılı olmasının sonucu olarak ortaya çıkmakta ve önemli bir gösterge haline gelmektedir. Bu yüzden proje seçiminden önce doğru şekilde finansal fayda hesaplanarak doğru projeler tetiklenmelidir [44].

Projeler, somut ya da soyut tasarruflar sağlarlar. Somut tasarruflar, yapılan harcamalardaki gerçek azalmaya; soyut tasarruflar ise, projeden elde edilmesi beklenen projeksiyonu yapılmış harcama miktarlarındaki azalmaya ifade etmektedir [14].

Soyut tasarrufları sayısallaştırmak ve görmek somut olan tasarruflara göre daha zordur. Çizelge 2.11’de tasarruf türlerine göre tasarruf kategorileri örneklendirilmiştir [45].

Çizelge 2.11 : Somut ve soyut tasarruflar.

Tasarruf Türü	Tasarruf Kategorisi	Tanım
Maliyet Azaltma	Somut	Önceki yılın harcamalarını temel alarak harcamaların azaltılması
Gelir Artırma	Somut	Çok fazla sermaye kaynağı kullanılmadan herhangi bir süreçte üretim kapasitesinin artırılması ve bu şekilde daha yüksek talep düzeyinin karşılanması
Nakit Akışlarını İyileştirme	Soyut	Stoklara, geç tarihli alacaklara ve erken tarihli ödemelere bağlanan nakit akışlarının miktarının azaltılması
Maliyet Artışının Önleme	Soyut	Gelecekteki harcamaların ertelenmesi veya ortadan kaldırılması
Sermaye Kullanımından Kaçınma	Soyut	Gelecekte sermaye kullanımının ertelenmesi veya ortadan kaldırılması

Somut ve soyut tasarruflarla çeşitli Altı Sigma proje alanları arasında bağlantı kurmak önemlidir. Bu bağlantı her zaman net şekilde kurulamamaktadır, çünkü bazı proje alanları birden çok kategoriye girebilmekte ve somut/soyut tasarruf ayrımı belli olmamaktadır. Soyut tasarruf sağlayan projeler için de farklı getiri hesabı yöntemleri ile projenin katkısı ortaya konulmalıdır.

3. PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

3.1 Performans Ölçümü ve Önemi

Performans genel anlamda amaçlı ve planlanmış bir etkinlik sonucunda elde edileni, nicel ya da nitel olarak belirleyen bir kavramdır. Bir işi yapan bireyin, grubun veya kuruluşun o iş ile ilgili amaçladığı hedeflere ne kadar ulaşabildiğini değerlendirmesini içeren bir orandır. Kısaca performans, sahip olunan olanaklarla amaçlara ulaşmadaki başarı ölçüsüdür denilebilir.

Performansı incelenecek sistemlerin veya bireylerin hangi işlevleri bakımından inceleneceği konusunda farklı performans tanımları ortaya çıkmaktadır. Çizelge 3.1’de farklı yaklaşımlara göre performans tanımları gösterilmektedir [46].

Çizelge 3.1 : Farklı yaklaşımlara göre performans tanımları.

Yaklaşım	Performans Tanımı
Amaç Yaklaşımı	Bir organizasyon, ifade ettiği amaçlara ulaştığı derecede başarılıdır.
Sistem Kaynakları Yaklaşımı	Bir organizasyon, gereksinim duyduğu kaynakları elde ettiği sürece başarılıdır.
İç Süreç Yaklaşımı	Bir organizasyon, iç bileşenleri arasında uyumluluk gösterdiği sürece başarılıdır.
Yüksek Performanslı Sistem Yaklaşımı	Bir organizasyon, benzerlerine göreceli olarak üstün olduğu derecede başarılıdır.

Performans ölçümü, teknik bir ifadeyle, bir kurumun kullandığı kaynakları, ürettiği ürünleri ve hizmetleri, elde ettiği sonuçları takip etmesi için düzenli ve sistematik biçimde veri toplaması, bunları analiz etmesi ve raporlaması süreci olarak tanımlanabilir. Uygulayıcılar açısından ise, bir kurum tarafından veya bir program içinde yürütülen faaliyetlerin sayısal olarak ifade edilmesidir [47].

Performans ölçümü doğru kararlar alabilmek adına organizasyonlar için önemlidir. Performans ölçüm sistemleri ile zayıf performanslar tespit edilir, kök nedenleri tanımlanır ve iyileştirme çalışmalarına başlanır.

Performans ölçümü sayesinde; yapılmakta olan faaliyetlerin izlenmesi, doğru işlerin yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi, hedeflerin ne ölçüde başarıldığının belirlenmesi, değişikliklere uyum gösterilmesi sağlanabilmektedir [48].

3.1.1 Etkinlik ölçümü ve önemi

Bazı çalışmalarda “etkenlik” olarak da ifade edilen etkinlik, en geniş anlamıyla istenilen çıktı miktarını en az düzeyde girdi kullanarak elde etmeyi amaçlayan bir kavramdır. Etkinlik var olan girdiden, gerçekten ihtiyaç duyulan çıktının sağlanma derecesini ve var olan kapasitenin kullanılma durumunu gösterir.

Etkinlik, çıktılar sabit kalırken girdilerin minimize edilmesi veya çıktılar maksimize edilirken girdilerin sabit tutulması ya da bunların kombinasyonu ile artırılabilir [49].

Etkinlik, hedeflere ulaşma derecesini ve istenilen etki ile gerçekleşen etki arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Etkinlik üzerinde durulurken çıktılarla, sonuçlar arasında ayırım yapmak önem arz etmektedir. Sonuçları ölçmek ve değerlendirmek, girdi-çıktıları ölçmek ve değerlendirmekten daha zordur [3].

Etkinlik ölçümü, çıktının girdiyle ilişkisini, kaynakların kullanılma derecesini açıklar. Bu gösterge verimsizliğin nerelerden kaynaklandığını ortaya koymalıdır [50].

Etkinlik ölçümü organizasyonel performansın temel parçalardandır. Etkinlik teorisi temelde kullanılan kaynaklar ve ulaşılan sonuçlar ile ilişkilidir. Kaynakların optimum kullanımı sayesinde organizasyonlar rekabet güçlerini korumuş olurlar. Bu yüzden etkinlik ölçümü rekabette başarı sağlamak ve iyileştirilebilecek noktaları belirlemek için organizasyonlarda hayati öneme sahiptir.

Kaynakların en iyi kullanımı amacı, performans değerlendirmesinde etkinlik kavramının geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Etkinlik ölçümü, teknik olarak bir üretim biriminin “en iyi uygulaması” ya da “teknik veya örgütsel aksaklıkların giderilmesi” açısından kazanımlar sağlamaktadır. Bu kazanımlar endüstri içi etkinlikte iyileşmelere yol açtığı gibi, daha etkin işletmelere doğru bir kaymaya da zemin hazırlamaktadır [51,52].

Etkinlik ölçümü, mevcut rekabet ortamı içinde firmanın nerede olduğunun belirlenmesine olanak sağlamakta ve eldeki girdilerden ne denli iyi bir biçimde çıktı üretebileceğini göstermektedir [1].

3.2 Performans Ölçme Teknikleri

Performans ölçme teknikleri; oran analizleri, parametrik yöntemler ve parametrik yöntemler olmak üzere üç temel gruba ayrılmaktadır.

3.2.1 Oran analizi

Organizasyonel performansın ölçümünde kullanılan yöntemlerden en basiti ve en yaygını oran analizidir. Tek girdi ve tek çıktı ile sınırlı olan bu analiz yönteminin, hala yaygın bir yöntem olarak kullanılmasının nedeni, oldukça kolay bir yöntem olması ve çok az bilgiye gereksinim duymasıdır [2].

Oran analizi, kapsam ve amaç açısından tek boyutlu analizleri içermektedir. Verimlilik ölçümünde hesaplanan değişik oranların ağırlıklandırılarak tek bir ölçüt elde edilmesi gereksinimi, bu yöntemin önemli bir eksikliği olarak ortaya çıkmaktadır [53].

Oran analizleri yönteminin en büyük özelliğini kıyaslanabilir olmasıdır. Fakat literatürde bu kıyaslama oranlarının yanlış sonuçlar doğurduğuna ilişkin çalışmalarda vardır. Örneğin; finansal analizlerde kullanılan oranlar (karlılık, likidite vs.) o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yapabilirler [2].

Analizdeki oranlama, en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, bir performans iyileştirilmesine yönelik bir teknik değil, yalnızca bir durum belirlemesidir.

3.2.2 Parametrik yöntemler

Parametrik yöntemler genellikle üretim ya da maliyet fonksiyonunu baz alan bir yaklaşımdır. Parametrik yöntemlerde, verimlilik ölçümü yapılan firmalara ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğunu varsaymaktadır. İşletmelerin etkinlikle yönetildikleri varsayımı altında ölçek ekonomilerini ve fonksiyonel karakteristiklerin tahminine odaklanmıştır. Çoklu regresyon analizleri ile bu etkinliklerin hesaplanmasına çalışılır.

Bu yöntemler, aralarında neden sonuç ilişkisi olduğu bilinen, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yapısını saptamaya yönelik yöntemlerdir. Parametrik yöntemlerde; herhangi bir sistemin etkinlik değeri, genel olarak ortalama etkinliği gösteren regresyon doğrusunun üzerinde ise o sistemin etkin, aksi halde etkin olmadığı söylenmektedir [54].

Regresyon analizi tek girdi tek çıktılı yapıyı, tek girdi çoklu çıktı ya da tek çıktı çoklu-girdi yapısına dönüştürmektedir [55].

Analiz sonucunda elde edilen regresyon doğrusu bir anlamda sınır fonksiyonu niteliğindedir. Regresyon doğrusu üzerinde kalan karar birimleri verimli, diğerleri ise verimsiz olarak değerlendirilirler. Oran analizi ile kıyaslandığında regresyon analizinin her karar birimi için ayrı bir etkinlik değeri hesaplanmasına olanak sağladığını görebiliriz.

Parametrik yöntemde üç farklı yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar; stokastik sınır yaklaşımı, serbest dağılım yaklaşımı ve kalın sınır yaklaşımıdır.

3.2.3 Parametrik olmayan yöntemler

Parametrik olmayan yöntemler ise üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmeyen esnek bir yapıya sahiptir ve çözüm yöntemi olarak genellikle matematiksel programlamayı kullanmaktadır [53].

Parametrik olmayan yöntemler birden çok çıktı ve girdi değişkenlerinin olduğu ve bunların farklı ölçü birimleriyle ölçüldüğü durumlarda kullanılmaktadır. Bu yöntemler sistemlerin üretim sınırına olan uzaklığını ölçen tekniklerdir. İki farklı parametrik olmayan etkinlik analiz yöntemi vardır. Bunlar; Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Serbest Atılabilir Zarf Analizidir [56].

3.3 Performans Ölçüm Tekniklerinin Karşılaştırması

Her tekniğin bir diğeri üzerinde güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Fakat önemli olan konu ölçülecek birimin doğasına en uygun tekniğin belirlenmesidir. Tekniklerden herhangi birinin en iyi sonuç verdiğini ve ideal olduğunu söylemek mümkün değildir.

Fakat VZA yönteminin farklı yapıya sahip olan ve çok girdili, çok çıktılı birimler için en iyi sonuçlar verdiği ve uygulama alanının da çok geniş olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.2’de Üte’nin (2002) etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması yer almaktadır [57].

Oran analizi, genel, performans ölçümünde birçok yetersizlikleri olmasına rağmen tek girdili ve tek çıktılı durumlar için basitliği sayesinde en uygun değerlendirme yöntemi olarak görülmektedir. Oran analizi performans iyileştirmesine yönelik bir teknik değil, yalnızca mevcut sayıların birbirlerine oranlanması ile durum tespiti yapılabilmesine imkân sağlamaktadır [57].

Çizelge 3.2 : Etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması.

Yöntem Sınıfı			
Karşılaştırma Ölçütleri	Oran Analizi	Parametrelili Yöntemler	Parametresiz Yöntemler
Çözüm Tekniği	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek Girdi ve Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi ve Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi ve Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
Veri Temini	Basit	Basit	Detaylı
Uygulama	Kolay	Kolay	Detaylı
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

Parametrelili değişkenlerden olan regresyon analizi ikiden fazla değişkenle değerlendirme yapabilme bakımından oran analizine göre daha kapsamlıdır. Fakat tek eşitlik denkleminde dayandığı için üç sakıncalı yönü bulunmaktadır. Bunlar;

- Sadece tek eşitlik denkleminde dayanan bir fonksiyonu kullanan birden çok bağımsız değişkene karşı ancak bir bağımlı değişkeninin analizini yapabilmektedir.
- Regresyon analizi en iyi performansa göre verimlilik analizi yerine ortalama performansa göre göreceli performansı ölçmektedir. Bu ise, en iyi karar birimlerine göre iyileştirmeye olanak tanımaz ve hatta onları bile ortalamaya çekme gibi bir sonuca götürür.
- Regresyon analizi, bir eşitlikte bulunan çıktılarla girdilerin nasıl ilişkilendirildiğine ilişkin parametrik bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmekte ve verimsiz birimleri belirleyememektedir.

Üretim fonksiyonunun yapısal olarak tanımlanmasının güç olduğu durumlarda regresyon analizi performans ölçümünde oldukça yetersiz kalmaktadır [3].

Parametresiz yöntemler ise matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak kabul ederler ve üretim fonksiyonu için herhangi analitik bir formun varlığına gerek duymazlar.

Parametrik olmayan yöntemler etkinlik ölçütleri birçok girdi ve birçok çıktıyı üretim ortamlarında işletmenin değişik boyutlarını tek bir etkinlik ölçütüne indirgemeye olanak sağlar. Parametresiz etkinlik ölçütlerinin büyük bir çoğunluğu girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdırlar. Bu özellikleriyle işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkan sağlamaktadır.

Parametresiz etkinlik ölçütleri her bir karar birimi için göreceli etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı en çoklar ve her bir karar birimi için en uygun çözüm kümesini belirlerler. Parametrelili yöntemler ise endüstri grubunun tümünü göz önüne alıp ortalama etkinliğe göre ölçüm yapmaktadırlar.

Parametresiz etkinlik ölçütleri gözlem kümesini etkin olanlar ve olmayanlar gibi iki ana gruba ayırırken, etkin olmayan her bir karar biriminin etkin hale dönüştürülebilmesi için ne çeşit önlemler alınmasına ilişkin önemli bilgiler ile yol gösterirler [1].

Parametresiz etkinlik ölçüm yöntemlerinin de tüm yöntemlerde olduğu gibi zayıf yönleri bulunmaktadır. Bu yöntemin başlıca zayıf yönleri aşağıda sıralanmıştır.

- Parametresiz etkinlik ölçütleri, esas olarak veri tabanlı yöntemler oldukları için, veri hatalarına karşı son derece duyarlıdırlar. Ayrıca, seçilen girdi ve çıktı bileşenlerinin üretim dönüşümünü iyi bir şekilde temsil edemediği durumlarda etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır.
- Parametresiz etkinlik ölçütleri belirli bir gözlem kümesinden hareketle göreceli etkinliği ölçmektedirler. Gözlem kümesindeki aşırı derecede büyük ya da küçük girdi ve çıktı değerlerine sahip olan bazı gözlemler etkinlik sınırının oluşmasında problem yaratabilirler.
- Parametresiz etkinlik yöntemleri ile etkin olan ve etkin olmayan karar birimlerini birbirlerinden ayrılabiliriyorsa da, sınıflandırılan birimlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında yetersiz kalmaktadırlar [1].

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

4.1 VZA'nın Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Veri Zarflama Analizi'nin geçmişi 1951 yılında Debreu'nun yaptığı çalışma kadar eskiye dayanmakta olmasına rağmen Farrell tarafından 1957 yılındaki ilk tanıtımına kadar pek bilinmeyen bir etkinlik ölçme tekniğidir. Farrell'in 1957'deki makalesi bir seminer çalışması olarak ele alınacak olursa, Boles'un 1966 yılında üretimde etkinliği ölçmede doğrusal programlama tekniklerini ilk kez kullanan kişi olması VZA'nın başlangıcı olarak kabul edilebilir. 1957 ve 1966'daki çalışmaların akabinde 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes'ın benzer mal veya hizmet üreten ekonomik karar birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile kullandığı yöntem bilinir olmuştur [58].

VZA, karşılaştırılmaları zor olan çoklu girdi ve çıktıları içeren örgütsel birimlerin göreceli performanslarını ölçmek için kullanılan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir. Yöntem, klasik regresyon tekniğinin doğrudan uygulanamadığı çoklu girdi ve çoklu çıktılar için üretim ilişkilerinde performans karşılaştırmalarında kullanılmaktadır [59].

Etkinlik ölçümlerinde üretim fonksiyonunda belli bir girdiyle maksimum çıktının elde edilmesi asıl hedeftir. Bu açıdan regresyon denklemi teknik olarak yetersiz kalmaktadır. Bu eksikliği gidermek için parametrik olmayan doğrusal programlama temelli DEA yöntemi oldukça sık kullanılmaktadır. Bu yöntem çok girdili ve çok çıktılı bir üretim sürecini değerlendirebilme ve üretim ekonomisinin teorik altyapısıyla uygun etkinlik bileşenlerini belirleyebilme yeteneğindedir.

1990'lı yıllara kadar kuramsal gelişimini büyük ölçüde tamamlayan yöntem deterministik yapıdaki girdi ve çıktılar için etkinlik analizinde kullanılırken, son yıllarda yapılan çalışmalarla olasılıksal değişkenlere yönelmiştir [60].

4.2 VZA'nın Kullanım Alanları

Hastane etkinliğinin ölçülmesinde (Banker vd., 1986), restoran etkinliğinde (Banker ve Morey, 1986), bankacılıkta (Sherman ve Gold, 1986, Tarım ve Cingi, 2000), elektrik dağıtım ve üretim alanında (Färe vd.1985), hizmet sektörünün verimlilik ölçümünde (McLaughlin ve Coffey, 1990), imalat sanayii alanında (Zhu vd., 1996), borsada işlem gören şirketlerde (Ulucan, 2000) ilk 500'e giren şirketlerde verimlilik ölçümünde (Zhu, 2000), sektörel bazda imalat sanayiinde (Deliktaş, 2002), üniversite ve fakültelerin performansında (Abbott vd., 2001, Dünder vd., 1995 ve Kutlar 2004) VZA yöntemi sıklıkla kullanılmıştır [52].

Veri Zarflama Analizi, girdi ve çıktılar arasında analitik bir yapı gerektirmemesi, doğrusal programlama ile çözülebilmesi ve kolay yorumlanabilmesi sayesinde yoğun ilgi görmüştür. Seiford (1997), 1978 yılından 1995 yılına kadar 800'ün üzerinde, Tavares (2002) ise, 1978 yılından 2001 yılına kadar 3200'ün üzerinde yayının literatürde yer aldığını belirtmiştir [60,61].

VZA son 30 yıldır geniş kullanıma sahip bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Emrouznejad, Parker ve Tavares (2008), 1978 ve 2007 yılları arasında VZA alanında yayınlanan referansların çoğu için bir derleme oluşturmuştur. Çalışma VZA'nın birçok alanda kabul edilen operasyonel bir araç olarak kullanımının arttığını göstermektedir. Toplamda 2500 yazar araştırılmış ve yayın başına yaklaşık 2 yazar ortalaması olduğu görülmüştür [62].

Emrouznejad ve diğerlerinin (2008) yaptığı çalışmada yer verdikleri literatür taraması Çizelge 4.1'de gösterilmektedir. Görüldüğü gibi VZA ile yapılan yayın sayısı oldukça fazladır. Bu da VZA'nın kabul gören bir yöntem olduğunu göstermektedir [62].

Çizelge 4.1 : Literatürdeki VZA çalışma sayıları

Yayın Sayısına göre En Popüler Konular			
Anahtar Kelimeler	Yayın Sayısı	Anahtar Kelimeler	Yayın Sayısı
Veri zarflama analizi	1637	Matematiksel programlama	118
Etkinlik	558	Optimizasyon	112
Karar birimleri	392	Sağlık ve hastahaneler	103
Lineer programlama	341	Üretim	84
Karar teorisi	269	Parametrik	80
Matematiksel modeller	216	Kıyaslama	78
Yöneylem araştırmaları	215	Regresyon analizi	76
Ekonomi	192	Üretim kontrol	73
Yönetim	181	İstatistiksel modeller ve methotlar	72
Performans	176	İnsan kaynağı dağıtımı	61
Parametrik olmayan	120	Eğitim	44
Teknik etkinlik	120	Parametrik olmayan istatistik	40

4.3 VZA'nın Kullanım Amaçları

Veri Zarflama Analizinin kullanım amaçları aşağıda yer aldığı şekilde özetlenebilir:

- Karşılaştırılan karar birimlerin her biri için göreceli etkinliğinin kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi,
- Karar birimlerinin etkinliğe göre sınıflandırılması,
- Karar birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi,
- Karar birimlerinin kontrolleri dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirmek ve program etkinliğiyle yönetsel etkinliği ayırt etmek,
- Değerlendirme altındaki karar birimleri için kaynakların yeniden atanması amacıyla niceliksel bir temel oluşturulması,
- Spesifik girdi-çıkı ilişkileri için geçerli standartlara göre incelenmesi,
- Benzer çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılabilmesidir [63].

4.4 Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Temel Modeller

VZA, doğrusal programlama yönteminin geliştirilmiş bir biçimidir ve her karar birimi için ayrı bir doğrusal program hesaplaması yapılır. Her karar birimi için ulaşılan sonuçlar modelin ilgili olduğu karar birimi için ağırlıklandırılmış değerleri ve modeldeki karar birimine ilişkin göreceli etkinliği vermektedir.

Eşitlik ve eşitsizlikten oluşan kaynak kısıtlılığı ve negatif olmama kısıtları amaç fonksiyonunun değerini sınırlarlar. Dolayısıyla negatif etkinlik ya da verimlilik oluşmaz.

Amaç fonksiyonunun optimize edilmesi demaksimizasyon ve minimizasyon şeklinde iki şekilde olabilir. Maksimizasyon; karı maksimize etmek; minimizasyon ise maliyeti en aza indirmek şeklinde düşünülebilir [64].

DEA yöntemi ilk kez Charnes, Coopeer ve Rhodes tarafından (CCR Modeli), Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) ile analiz yapan bir teknik olarak kullanılmıştır. Daha sonra Ölçeğe Göre Değişken Getiri ile analiz yapan Banker, Charnes ve Cooper tarafından kullanılan modeli (BCC) geliştirilmiştir [52].

Charnes, Cooper ve Rhodes'un geliştirmiş olduğu ve çözümlemelerde doğrusal programlamanın kullanıldığı matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu modeller girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki yönlü olarak kullanılabilir.

Eğer girdiler üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) çıktı yönelimli bir model; eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) girdi yönelimli bir model kurulmalıdır. Girdi yönelimli modellerde; mevcut çıktının üretilmesi için en az girdinin kullanılmasına, çıktı yönelimli modellerde ise mevcut girdi ile en fazla çıktının üretilmesine çalışılır. Eğer, en fazla çıktının en az girdi ile üretilmesi isteniyorsa, o zaman toplamsal veya yönelimsiz modeller kullanılmaktadır [65].

Etkinlikler VZA yönteminde en iyi performansa sahip karar birimine göre göreceli olarak tahminlenir [66].

VZA en etkin birimlere göre her bir etkin olmayan birimi mümkün olduğunca etkin hale getirmek için gerekli olan kaynak tasarrufunu maliyet tipini ve miktarını hesaplar [67].

En iyi performansa sahip karar birimine yüzde yüz olacak şekilde performans puanı atanır ve diğer karar birimlerinin performansı 0 ile 100 arasında bir yüzdelikte en iyi performansa sahip olana kıyasla belirlenir [66].

4.4.1 Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) modelleri

VZA'da n adet karar verme biriminin her birisine ait m adet girdi ve s adet çıktı varsa, j'inci karar verme biriminin i'inci girdi miktarı $X_{ij} \geq 0$ ve j'inci karar verme

birimi tarafından üretilen r'inci çıktı miktarı $Y_{rj} \geq 0$ olmak üzere, girdi yönelimli kesirli VZA modeli aşağıda verilmektedir.

$$Enb \frac{u_1 \cdot Y_{1k} + u_2 \cdot Y_{2k} + \dots + u_s \cdot Y_{sk}}{v_1 \cdot X_{1k} + v_2 \cdot X_{2k} + \dots + v_m \cdot X_{mk}} = Enb \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (4.1)$$

$$Enb \frac{u_1 \cdot Y_{1j} + u_2 \cdot Y_{2j} + \dots + u_s \cdot Y_{sj}}{v_1 \cdot X_{1k} + v_2 \cdot X_{2j} + \dots + v_m \cdot X_{mj}} \leq 1 \Rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot X_{ij}} ; j = 1, \dots, n \quad (4.2)$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 ; r = 1, \dots, s \quad (4.3)$$

$$v_i \geq \varepsilon > 0 ; i = 1, \dots, m \quad (4.4)$$

Modelde,

En_b : En büyükleme,

u_r : k karar birimi tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık,

v_i : k karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

Y_{rj} : j'inci KVB tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ij} : j'inci KVB tarafından kullanılan i'inci girdi,

ε : Pozitif çok küçük bir değer olarak ifade edilir.

VZA'da n tane karar birimi varsa, n tane model oluşturulur ve her bir karar biriminin görece etkinliğinin ölçülebilmesi için n tane en iyileme modelinin çözülmesi gerekir. İlgili modeldeki amaç fonksiyonu, k karar verme birimi için toplam ağırlıklandırılmış çıktıların, toplam ağırlıklandırılmış girdilere oranının en büyüklenmesidir [68].

Yukarıda tanımlanan kesirli modelin DP çözüm yöntemleri ile çözülebilmesi için Charnes ve Cooper 1962'de $\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$ dönüşümünü gerçekleştirmişler ve modeli;

$$Enb u_1 Y_{1k} + u_2 Y_{2k} + \dots + u_s Y_{sk} = Enb \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \quad (4.5)$$

$$v_1X_{1k} + v_2X_{2k} + \dots + v_mX_{mk} = 1 \Rightarrow \sum_{i=1}^m v_iX_{ik} = 1 \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} u_1Y_{1j} + u_2Y_{2j} + \dots + u_sY_{sj} &\leq v_1X_{1j} + v_2X_{2j} + \dots + v_mX_{mj} \\ \Rightarrow \sum_{r=1}^s u_rY_{rj} - \sum_{i=1}^m v_iX_{ij} &\leq 0 \end{aligned} \quad (4.7)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0; v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \Rightarrow u_r \geq 0; v_i \geq 0 \quad (4.8)$$

şeklinde ifade ederek doğrusal programlama modelini geliştirmişlerdir.

Girdi yönelimli CCR modeli denilen bu model; ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, görece toplam etkinliği ölçmekte ve kesirli modelle aynı en iyi çözümü vermektedir.

Veri zarflama analizinde, bir karar verme biriminin, görece toplam etkin olduğunu söyleyebilmek için, $\theta_k^*=1$ ile $S_i=0$ ve $S_r=0$ koşullarının birlikte sağlanması gerekir.

Si-: Doğrusal programlama modellerindeki eşitsizliklerin eşitlik haline dönüştürülmesi için fazla kullanılan girdilere ilişkin atıl değişkenleri

Sr+: Eksik üretilen çıktıları ilişkin atıl değişkenleri gösterir.

Girdi yönelimli modelde karar birimine ilişkin amaç fonksiyonu değeri 1'den küçük ($\theta_k^*<1$) ve/veya atıl değişkenler de sıfırdan farklı ise ($S_i \neq 0$ ve/veya $S_r \neq 0$) tam etkin olmadığı, çıktı yönelimli modelde ise amaç fonksiyonu değeri 1'den büyük ($\theta_k^*>1$) ve/veya atıl değişkenler de sıfırdan farklı ise tam etkin olmadığı söylenmektedir.

Literatürde yalnızca i'inci şartın sağlanması “zayıf” göreceli etkinlik; birinci şartın yanı sıra atıl değişken değerlerinin sıfıra eşit olduğunu gösteren ikinci şartın da sağlanması “tam” göreceli etkinlik olarak ifade edilir [69].

Görece toplam etkinlikler, girdi yönelimli CCR modelinin yanı sıra çıktı yönelimli CCR modelleriyle de hesaplanabilir. Ancak bir KVB'nin görece toplam etkinliğinin yalnızca bir yönetime göre hesaplanması yeterlidir. Çünkü girdi yönelimli CCR modelinden elde edilen görece toplam etkinlik değeri ile çıktı yönelimli CCR modelinden elde edilen görece toplam etkinlik değerleri birbirine eşittir [69].

Tüm doğrusal programlama modelleri gibi VZA modelleri de primal ve dual olmak üzere iki farklı formda ifade edilebilir. Çizelge 4.2’de girdi yönelimli CCR modelleri için primal ve dual modellere; Çizelge 4.3’ te çıktı yönelimli CCR modelleri için primal ve dual modellere yer verilmiştir [68].

Çizelge 4.2 : Girdi yönelimli CCR modelleri.

Girdi Yönelimli CCR Modelleri			
Primal		Dual	
$Enb \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$	(4.9)	$Enk \theta_k$	(4.13)
$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0$	(4.10)	$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} X_{ij} \leq \theta_k X_{ik}$	(4.14)
$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$	(4.11)	$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{rj} \geq Y_{rk}$	(4.15)
$u_r, v_i \geq 0$	(4.12)	$\lambda_{jk} \geq 0$	(4.16)

Çizelge 4.3 : Çıktı yönelimli CCR modelleri.

Çıktı Yönelimli CCR Modelleri			
Primal		Dual	
$Enk \sum_{i=1}^m v_i X_{ik}$	(4.17)	$Enb Z_k$	(4.21)
$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \geq 0$	(4.18)	$\sum_{j=1}^n \eta_{jk} X_{ij} \leq X_{ik}$	(4.22)
$\sum_{i=1}^m u_r Y_{rk} = 1$	(4.19)	$Z_k Y_{rk} - \sum_{j=1}^n \eta_{jk} Y_{rj} \geq 0$	(4.23)
$u_r, v_i \geq 0$	(4.20)	$\eta_{jk} \geq 0$	(4.24)

4.4.2 Banker, Charnes, Cooper (BCC) modelleri

CCR modelleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında yani bütün karar birimlerinin optimal ölçekte faaliyet gösterdikleri varsayımına ile göreceli toplam etkinliklerin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Ancak gerçek hayatta ölçeğe göre değişen getiriye sahip olan sistemlerde söz konusudur. Ölçeğe göre değişen getiri durumuna sahip sistemlerin etkinliklerini belirleyebilmek için, 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper kendi isimlerinin baş harfleri ile anılan BCC modelini geliştirmişlerdir [70].

Bunun için CCR modellerinin dualine konvekslik kısıtı denilen,

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1 \quad (4.25)$$

kısıtını eklemişlerdir. Bu kısıt sayesinde KVB'lerin ölçeğe göre getiri türleri de belirlenebilmektedir. Buna göre; bir KVB için hesaplanan λ_j 'lerin (ağırlıkların) toplamı birden büyük ise karar birimi ölçeğe göre azalan getiriye; birden küçük ise artan getiriye ve bire eşit ise sabit getiriye göre faaliyet gösteriyor anlamına gelmektedir [71].

Üretim (etkinlik) sınırının ölçeğe göre değişen getiri özelliği göstermesinden dolayı, girdi yönelimli BCC modeli ile hesaplanan görece teknik etkinlik değerleri, çıktı yönelimli BCC modeliyle hesaplanan görece teknik etkinlik değerinden farklı olabilir. Çünkü ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında herhangi bir KVB'nin girdiye göre ölçek getirisi artan olabilirken, çıktıya göre azalan özellikte olabilmektedir [72].

Çizelge 4.4'te girdi yönelimli, Çizelge 4.5'te ise çıktı yönelimli BCC Modelleri için primal ve dual modellere yer verilmiştir [72].

Çizelge 4.4 : Girdi yönelimli BCC modelleri.

Girdi Yönelimli BCC Modelleri	
Primal	Dual
$Enk\theta_k$ (4.26)	$Enkb \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_k$ (4.31)
$\theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{ij} \geq 0$ (4.27)	$\sum_{r=1}^s u_r X_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - u_k \leq 0$ (4.32)
$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{rj} \leq Y_{rk}$ (4.28)	$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$ (4.33)
$\sum_{j=1}^n X_{jk} = 1$ (4.29)	$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, u_k \text{ serbest}$ (4.34)
$\lambda_{jkr} \geq 0$ (4.30)	

Çizelge 4.5 : Çıktı yönelimli BCC modelleri.

Çıktı Yönelimli BCC Modelleri	
Primal	Dual
$Enb Z_k$ (4.35)	$Enk \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - v_k$ (4.40)
$Z_k Y_{rk} - \sum_{j=1}^n \eta_{jk} Y_{ij} \leq 0$ (4.36)	$-\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - v_k$ (4.41)
$\sum_{j=1}^n \eta_{jk} X_{ij} \leq X_{ik}$ (4.37)	$\sum_{i=1}^m u_r Y_{rk} = 1$ (4.42)
$\sum_{j=1}^m \eta_{jk} = 1$ (4.38)	$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, v_k \text{ serbest}$ (4.43)
$\eta_{jk} \geq 0$ (4.39)	

- Statik veya mukayeseli statik bir analiz yapabilmektedir, dinamik analize elverişli değildir.
- Uygun ve elverişli paket programlar kullanılmadıkça büyük boyutlu problemlerin çözümü uzun zaman alabilir [52].

4.7 VZA Sonuçlarının Yönetmel Olarak Değerlendirilmesi

Analiz sonuçların organizasyonlara içlerinden ve daha yakından bakabilmeyi sağlayan yönetmel bilginin gerçek yapı taşları olarak sunulması oldukça önemlidir. Bunun için kullanılabilir en hızlı ve en doğru yöntem karar verme birimlerinin görel etkinliklerine göre azalan bir sırada listelenmeleridir.

Yönetim takımı, özellikle diğer performans analizlerinin sonuçlarıyla VZA sonuçlarının birbirleriyle tutarlı olup olmadığını bilmek konusunda ısrarlı olmalıdır. VZA ile diğer teknikler arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılamasa da, bu tekniklerin bir arada kullanılarak yönetmel bilginin daha geniş bir bakış açısıyla değerlendirilmesi oldukça yararlı olacaktır [55].

Örneğin işletme, geleneksel performans ölçümlerini kullanarak kendisine ait birimlerin temel değerlendirmesini yapabilir. Bu sonuçlar ve VZA sonuçları, Şekil 4.1'deki gibi bir arada gösterilebilir. A' dan F' ye altı karar verme biriminden elde edilen sonuçlara işaret edilmektedir. Her biri için ilginç olan noktalar şöyle açıklanabilir:

Birim A: Geleneksel ölçümde oldukça yüksek bir sonuç sağlayan birim olmasına rağmen C bölümündeki birimler kadar görel etkinliğe sahip değildir.

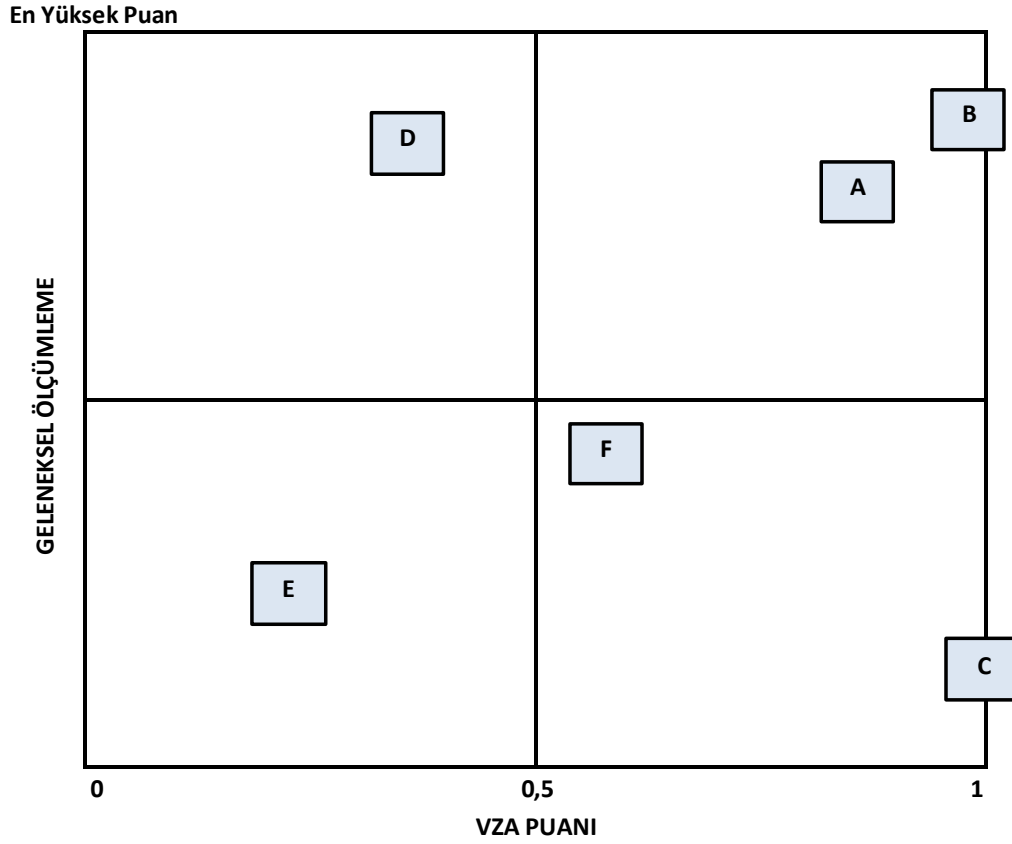
Birim B: Geleneksel yöntemlerle ve VZA ile aynı yönde sonuç alındığını göstermektedir.

Birim C: Bu ilginç bir durumdur ve VZA' nin güçlü yönünü vurgulamaktadır. Geleneksel olarak bakıldığında zayıf bir performansa sahip gibi görülebilir ama karşılaştırmalı olarak incelendiğinde etkin olduğu görülmektedir.

Birim D: Birim C' nin tersi olan bir durumdur. Geleneksel olarak yüksek performans gösterdiği bilinirken diğer kriterler devreye girdiğinde aynı başarıyı gösterememektedir.

Birim E: Geleneksel ölçülere göre oldukça zayıf olarak derecelendirilmesine gerekçe olarak muhtemelen diğer faktörleri gösterecektir. Fakat VZA, diğer faktörleri de dikkate alarak değerlendirme yaptığında bile bu birimin hala zayıf olarak değerlendirilmesi söz konusu olacaktır. Bu kategoriye giren birimlerin yönetim tarafından dikkatle incelenmesi gerekmektedir.

Birim F: Bu ilginç bir durumdur, çünkü yönetimin birkaç seçeneği vardır. Performansın geleneksel ölçüm yoluyla, toplam etkinliğin artırılması yoluyla ya da her iki yöntemin kullanılmasıyla birlikte artırılması istenebilir [55].



Şekil 4.1 : Geleneksel yöntem ile VZA yönteminin karşılaştırması.

5. PROJE PERFORMANS DEĞERLENDİRME LİTERATÜR ÇALIŞMASI

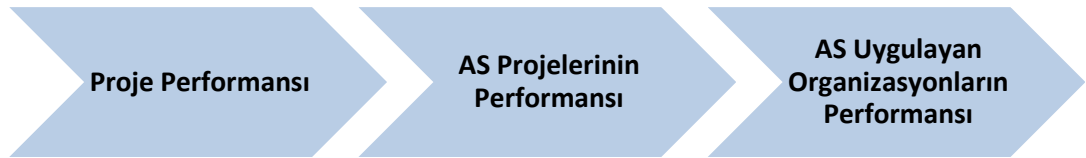
Projelerin performanslarının değerlendirilmesi, mevcut durumun tespiti ve gelecekte gerçekleştirilecek projelere yön verilmesi açısından önemlidir. Proje performansı, projenin öngörülen zamanda, öngörülen maliyette, istenilen çıktılarının elde edilmesine göre değerlendirilmektedir.

Proje performans değerlendirmesinde, proje için belirlenen performans göstergelerinden yararlanarak, veriler toplanır, ölçülür ve değerlendirilir.

Projelerin performansını değerlendirmek, düşük performanslı projelerin performansını potansiyel olarak arttırılmasına ve yüksek performansa sahip olan projelerden kıyaslama yapmak adına faydalı olmaktadır [74].

Bu bölümde Şekil 5.1’de gösterildiği gibi uygulama çalışmasına temel olması açısından literatürde yapılmış çalışmalar anlatılacaktır.

İlk olarak proje performanslarının ele alındığı çalışmalar sonrasında ise Altı Sigma proje performanslarının VZA ile değerlendirildiği çalışmalar anlatılacaktır. Son bölümde ise, uygulama çalışması hakkında bilgiler verilecektir.



Şekil 5.1 : Proje performans değerlendirmesi konusunda literatür akışı.

5.1 Proje Performansını VZA ile Değerlendirme

VZA organizasyonların performansını diğerlerine göre değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Nonparametrik bir yöntem olan VZA yöntemi literatürde ülkeler, eğitim kurumları, hastahaneler gibi birçok farklı karar biriminin performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Bunların yanı sıra, literatürde projelerin etkinliği ve verimliliğini değerlendirmek için VZA yöntemini kullanılan çalışmalar bulunmaktadır.

Veri Zarflama Analizi birden çok girdi ve çıktı faktörüne sahip projenin performansını göreceli olarak değerlendirmek amacıyla kullanılabilir [74].

VZA yöntemi projelerin tekliği paradigmasının üstesinden gelerek girdi karakteristiğinin farklılığını da gözeterek projelerin performans ölçümlemesinde kullanılmaktadır. Benzer girdi karakteristiğine sahip projelerden karşılaştırma grupları yaratarak en iyi türdeş projenin performansını gruptaki diğer her bir proje ile karşılaştırır. VZA yöntemini kullanmak için tüm projelerin girdilerinin tamamen aynı şekilde aynı çıktıyı oluşturması gerekmemektedir ki bu durum karmaşık bir sürecin analizi için esneklik sağlamaktadır [75].

Projenin performansına etki eden birçok girdi ve çıktı faktörünün etkisini gözeterek projelerin göreceli değerlendirilmesi için VZA etkili bir proje değerlendirme aracı olarak yaygın bir kullanım alanına sahiptir [74].

VZA yönteminin projelerin etkinliği ve performansının değerlendirilmesinde birçok avantajı bulunmaktadır. VZA projelerin göreceli performansını değerlendirmek için çoklu değişkenlerden değerlendirme kriterleri setini kullanarak, birden fazla farklı girdi ve çıktı değişkenleri içeren farklı birimlerle ölçülen faktörler ile çapraz proje karşılaştırması, etkin ve etkin olmayan projelerin ayrıştırılması gibi birçok avantaja sahiptir [74].

Bu değerlendirme prosesi ile göreceli performans etkinlik değerlerine göre projeleri sıralar, etkin projeleri tanımlar ve projelerin beklenen performans amaçlarına ulaşabilmesi için etkinlik önünde engel teşkil eden değişken değerlerini ve ne olması gerektiğini araştırır [74].

Xu ve Yeg (2011)'in yaptıkları çalışmada bir girdi ve üç çıktı faktörü belirleyerek 10 adet projenin etkinliğini çıktı yönelimli VZA modeli kurularak belirlemişlerdir. İlgili çalışmada, özel ve devlet sektöründeki organizasyonlara mühendislik hizmetleri sağlayan proje bazlı bir firmanın gerçekleştirdiği projeler değerlendirilmiştir. Girdi faktörleri olarak; kar, çalışan gelişim seviyesi, müşteri memnuniyet seviyesi belirlenmişken, çıktı olarak ta tüketilen efor seviyesi alınmıştır. Bir projedeki çalışan gelişim seviyesi; profesyonel öğrenme ve gelişim fırsatları, eğitim programlarının kalitesi ve kariyer gelişim fırsatları ile ölçümlenmiştir. Müşteri memnuniyeti seviyesi kriteri ise; servis kalitesi, müşteri şikâyetleri ve müşteri ortaklığı ile ölçümlenmiştir [74].

Busby ve Williamson (2000)'ın çalışmalarında mühendislik tasarım aktivitelerinin performans ölçümlemesinde VZA yöntemi kullanılmıştır [76].

Linton (2007)'ın yaptığı çalışmada, 469 adet olan araştırma ve geliştirme projesinin sıralaması ve değerlendirilmesinde VZA yöntemini kullanılmıştır. Yapılan çalışmada projeler öncelikle gruplara ayrılmış ve sonrasında gruplardaki projeler için analizler gerçekleştirilmiştir. Bu uygulanan yöntem sayesinde daha kapsamlı yönetsel bakış açısı ile daha sağlıklı kararlar verilmesi sağlanmıştır [74].

Başka bir çalışmada ise, endüstriyel araştırma departmanı projelerinin etkinliğinde VZA ve kurumsal karne (Balance Score Card) kombinasyonu önerilmiştir [77].

Chinubhai (2011) çalışmasında yazılım geliştirme projeleri etkinliğini belirlemek için VZA yöntemini kullanmayı önermiştir. Cao and Hoffman (2010) ise etkin olmayan ve etkin olan mühendislik projelerini belirlemek ve etkin olmayan projelerdeki nedenleri belirlemek ve etkin olan mühendislik projelerinde hangi faktörlerin projeyi etkin alana taşıdığını belirlemek adına VZA yöntemini kullanmıştır [78].

2012 yılında yapılan çalışmada ise elektronik haberleşme şirketindeki 39 tamamlanmış proje üç girdi ve bir çıktı değişkeni belirlenerek VZA yöntemine göre değerlendirilmiştir. Girdi değişkenleri; işgücü maliyeti, malzeme maliyeti, proje süresi olarak belirlenirken çıktı değişkeni olarak ise proje kontrat değeri alınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 3 adet etkin proje tespit edilirken kalan etkin olmayan projeler için ise girdi ve çıktı bazlı iyileştirmeler önerilmiştir [79].

Vinod Lall, Ruth Lumb ve Abel Moreno (2012) yaptıkları çalışmada proje seçimi ve önceliklendirilmesi amacıyla 10 projeyi VZA ile değerlendirmişlerdir. Girdi değişkenleri olarak, proje uygulaması için geçen zaman (saat) ve proje maliyeti belirlenmişken, çıktı değişkenleri olarak ise yatırım geri dönüşü (%) ve stratejiye uyum (1-5 arasında puan) değişkenleri belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda 3 proje etkin çıkarken 7 projenin etkin olmadığı görülmüştür. Karar vericiler tarafından gerçekleştirilecek en iyi projenin seçimi için yol gösterici bir çalışma olmuştur [80].

5.2 Altı Sigma Proje Performansını VZA ile Değerlendirme

VZA yöntemi Altı Sigma projelerinin performans değerlendirmesi için de kullanılabilir. Altı sigma projeleri neticesinde müşteri memnuniyet seviyesi

ve gelirler artarken maliyetlerin de azalması beklenmektedir. VZA ile Altı Sigma projelerinin performansları değerlendirilirken etkin ve etkin olmayan projelerin belirlenmesi, etkin olmayanların ise neden olmadıklarının nedenleri belirlenebilmektedir [78].

Altı Sigma projelerinin tümü yönetim kararı ile zaman, kaynak, maliyet ve performans gibi dört unsura sahiptir. Projenin faaliyetleri için başlangıç ve bitiş zamanları projenin teslim tarihini karşılayabilmek için bilinmelidir. Proje faaliyetlerine göre işgücü ve malzeme gereksinimleri tayin edilmelidir. Ayrıca bütçe ve maliyet takip edilmelidir. Çünkü tüm projelerin kısıtlı bir bütçesi olmaktadır ve kaynak tüketildikçe maliyetler artmaktadır. Proje performansı, projenin sonuçlarının müşteri gereksinimlerini ne kadar karşıladığının belirlenmesiyle değerlendirilebilmektedir [81].

Altı Sigma projeleri değişkenliğin azaltılması, hataların azaltılması, müşteri memnuniyetinin artırılması, maliyetlerin azaltılması, çevrim zamanının azaltılması, çıktı hızının artırılması, kayıp zamanın azaltılması, süreç performansının optimizasyonu ve tedarik zincirinin optimizasyonu gibi amaçlarından en az bir tanesine sahip olmalıdır [82].

Altı Sigma projesi, müşteriye pozitif etki yaptığı için seçilmektedir. Altı Sigma projeleri, firmaların kazançlarını ve etkinliklerini arttırmalarına imkan tanımaktadır. Müşteriye sunulan değer arttıkça kazançlar artar ve çevrim zamanı azalır, süreçteki kayıplar elimine edilir, kalite maliyetleri azalır ve prosesin etkinliği artar.

Birçok organizasyonda Altı Sigma sonuçlarının ölçülmesinde finansal getiriler önemli bir faktördür. Genellikle Altı Sigma programları maliyetlerin önlenmesi, maliyetlerin azaltılması, kapasitenin artırılması, gelirlerin artırılması ya da risk yönetimi ile ölçülür [83].

Altı Sigma projelerinin başarısı genellikle firmaya finansal kazanç sağlaması ve müşteri memnuniyetini artırmasıyla yakından ilişkilidir. Altı Sigma projelerinin firmalara önemli ölçüde kazanç sağlamasıyla birlikte projelerin gerçekleştirilmesi için önemli ölçüde zaman ve finansal kaynak da gerekmektedir. Bu yüzden firmalar ayırdıkları zaman ve finansal kaynağa karşılık olarak önemli ölçüde fayda sağlamayı istemektedirler.

Üretim ve servis işletmelerindeki Altı Sigma projelerinin popülaritesine rağmen başarılı olmayan Altı Sigma uygulamaları da bulunmaktadır. Araştırmalara göre havacılık endüstrisinde firmaların sadece yüzde ellisinden az bir kısmı Altı Sigma programlarından memnundur [84].

Angel ve Pritchard'a (2008) göre, Altı Sigma uygulayanların yüzde altmışı Altı Sigma uygulamalarından bekledikleri faydayı alamamışlardır [85].

Bu durumun ana sebebi yanlış Altı Sigma projesi seçimi ve hedeflerin tam olarak tanımlanmaması ile ilişkilidir [84].

Uygun olmayan Altı Sigma projeleri ve seçimi başarılı olmayan Altı Sigma projelerine neden olacaktır. Çünkü projelerden beklenen faydalar ile stratejik hedefler arasında ilişki kurulmamaktadır [86].

Altı Sigma projelerinin seçiminden sonra gerçekleştirilen proje performansının tespiti gelecekte gerçekleştirilecek projelere yön verilmesi açısından önemlidir.

Çizelge 5.1'de proje seçim ve değerlendirmesinde VZA yönteminin kullanıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Proje seçimi ve değerlendirmesinde VZA yönteminin kullanıldığı çalışmalar.

Sıra No	Çalışmayı Gerçekleştiren	Yıl	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Amaç
1	Linton, J.D., Walsh, S.T. ve Kirchhoff) [88]	2002	Ürün yaşam çevrimi Zihinsel özellikli yaşam döngüsü Gereken yatırım tutarı	İyimser Finansal Getirisi Normal Finansal Getirisi Kötümser Finansal Getirisi	R&D projeleri portfolyosundan proje seçimi
2	Farris J.A., Groesbeck R.L., Aken E.M.V., & Letens G. [75]	2006	Projede çalışan sayısı Projenin önemi Ofiste çalışan sayısı Projede harcanan adam gün	Proje tamamlanma süresi	Mühendislik tasarım projeleri görelî performans değerlendirme si

Çizelge 5.1 (devam) : Proje seçimi ve değerlendirmesinde VZA yönteminin kullanıldığı çalışmalar.

Sıra No	Çalışmayı Gerçekleştiren	Yıl	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Amaç
3	Kumar U. D, Saranga H., Ramiez Marquez J.E., ve Nowicki D. [87]	2007	Proje maliyeti Proje süresi Yeşil Kuşak sayısı Kara Kuşak Sayısı	Müşteri memnuniyeti İş stratejisine etkisi Sigma seviyesindeki artış Finansal Kazanç Üretkenlikteki artış	Altı Sigma Projeleri Seçimi
4	Lall V.,Lumb R. Ve Moreno A. [80]	2012	Proje Uygulama Zamanı Proje Maliyeti	ROI (%) Stratejilere Uyum Puanı	Projelerin seçimi ve önceliklendirilmesi
5	Yüksel H. [78]	2012	İşgücü saati Proje maliyeti	Finansal Getiri Sigma Seviyesindeki Yüzde Artışı Müşteri Memnuniyetindeki Yüzde Artışı	Altı Sigma Projelerinin Başarısının Değerlendirilmesi
6	Meza D., Jeong K. [62]	2013	Kritik Başarı Faktörleri Toplam Takım Saati	Süreç Sigma Değeri Maliyet Tasarrufu	Nasa'da yapılan Yalın Altı Sigma Projeleri için Performans Değerlendirme Modeli Oluşturulması

Farris, Groesbeck, Aken ve Letens (2006) yaptıkları çalışmada mühendislik tasarım projelerinin performansını VZA yöntemiyle değerlendirmiştir. Projedeki çalışan sayıları, projenin önemi, ofiste çalışan sayısı, projede harcanan adam gün girdi değişkeni olarak modelde yer alırken proje tamamlanma süresi ise çıktı değişkeni olarak alınmıştır [75].

Yüksel (2012) yaptığı çalışmada Altı Sigma projelerinin sabit getiri ölçeğine göre işlediğini kabul etmiş ve girdiye yönelik sabit getiri ölçekli modeli kullanmıştır. Çalışmada girdiye yönelik model (girdi minimizasyonu) kurulmasındaki temel

varsayım girdiye yönelik spesifik değerlerin teknik etkinlik ile belirlenebilmesi ve tüm projeler için girdi kontrolünün çıktı kontrolüne oranla daha kolay olmasından kaynaklanmaktadır.

Meza ve Jeong (2013) yaptıkları çalışmada NASA'da yapılan Yalın Altı Sigma projelerinin etkinliğini VZA yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada kritik başarı faktörlerini ve toplam takım saatini girdi değişkeni, süreç sigma değeri ve maliyet tasarrufunu da çıktı değişkeni belirleyerek Yalın Altı Sigma projeleri performans değerlendirme modeli oluşturmayı amaçlamışlardır. Kritik başarı faktörleri AHP yöntemiyle Kara Kuşaklar tarafından belirlenmiştir. Diğer faktörler ise Yeşil Kuşaklara yapılan anketler ve proje liderleri tarafından belirlenmiştir. 18 proje değerlendirilmiş ve sonuçları yorumlanmıştır.

5.3 AS Uygulayan Organizasyonların Performansı

VZA ile geçmiş yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında proje değerlendirmelerinde ve Altı Sigma proje değerlendirmelerinde kullanıldığı görülmektedir. Fakat VZA yöntemi Altı Sigma uygulayan organizasyonlar için Altı Sigma uygulama etkinlikleri değerlendirilmesinde kullanılmamıştır.

Altı Sigma metodolojisi proje tabanlı bir yaklaşımdır. Dolayısıyla, organizasyonlarda Altı Sigma'nın gelişimi ve yayılımı büyük ölçüde, eğitimli kişilerin artması ve gerçekleştirilen projeler ile sağlanmaktadır. Bu yüzden, bu çalışmada işletmelerin Altı Sigma uygulama etkinlikleri gerçekleştirilen projeler üzerinden değerlendirilerek Altı Sigma uygulamalarında etkin olan ve etkin olmayan işletmelerin belirlenmesi sağlanacaktır. Bununla birlikte değerlendirme sonucundaki etkinlik skorları Altı Sigma performanslarının değerlendirmesinde de kullanılabilir.

Benzer bir çalışma olmamasından dolayı bu çalışma literatürde öncü çalışma olma özelliğindedir.

6. BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

6.1 Firma Hakkında Temel Bilgiler

İstanbul'da kurulan firma dayanıklı tüketim ve tüketici elektroniği sektörlerinde üretim, pazarlama ve satış sonrası destek hizmetleri ile faaliyet göstermekte ve 14 üretim tesisi, dünyanın dört bir yanındaki satış ve pazarlama organizasyonu ve kendisine ait 10 markasıyla 100'den fazla ülkede ürün ve hizmet sunmaktadır.

1980'li yılların başında Kalite Çemberleri uygulamaları ile başlayan kalite çalışmaları, 1990'lı yılların başında Toplam Kalite şemsiyesi altında toplanmış ve sırasıyla; Kalite, Çevre, Laboratuvar ve Enerji Yönetim Sistemi, EFQM Mükemmellik Modeli, Altı Sigma ve Toplam Üretken Bakım (TPM) uygulamalarıyla geliştirilmiştir. Firma yurtiçinde sektörünün öncü kuruluşu olarak birçok ilki gerçekleştirmenin yanı sıra Toplam Kalite yolculuğunda kazandığı ödüllerle de uluslararası platformda ağırlığını arttırmaya devam etmektedir.

6.1.1 Altı Sigma yolculuğu

Sürekli iyileştirme yaklaşımı doğrultusunda verilere dayalı çalışmayı esas alan firma iş süreçlerindeki verimliliği uluslararası düzeyde rekabet edebilecek seviyeye yükselterek mükemmelliğe ulaşmak için Altı Sigma metodolojisini kullanmaktadır. Altı Sigma metodolojisinin kullanılmaya başlanması 1998 yılında üretim ve teknoloji süreçlerinde başlamıştır. 2002 yılından itibaren üretim süreci dışındaki süreçlere de yaygınlaştırılmaya devam edilmektedir. Firmadaki üretim ve üretim dışı süreçlerde gerçekleştirilen Altı Sigma faaliyetlerinin koordinasyonu merkezi yöneticilik tarafından sağlanmaktadır. Altı Sigma projelerinin belirlenmesi ve yürütülmesi işletme ya da birimlerdeki Altı Sigma Liderleri'nin koordinasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Firmada yapılan tüm Altı Sigma Projeleri merkezi yöneticiliğin değerlendirmesinden geçerek belirlenen kriterlere göre değerlendirilmektedir.

Altı Sigma yayılımının ve sürekliliğinin sağlanması için düzenli olarak eğitimler organize edilmektedir. Eğitimler sonucunda yapılan sınavda yeterli puanı alan ve

projelerini başarıyla tamamlayan kuşak adayları kuşak sertifikası almaya hak kazanmaktadır. Firmada 500'e yakın Altı Sigma kuşak sertifikasına sahip çalışan bulunmaktadır.

Firmada süreçleri iyileştirmek, verilere dayalı bir karar mekanizması sağlamak, sürekli kârlılık artırıcı bir platform yaratmak, organizasyon ve süreç hedeflerini uyumlu hale getirmek, müşteri odaklılığı sağlamak ve en önemlisi de firma içerisinde ortak bir dil oluşturmak amacıyla Altı Sigma uygulamaları yürütülmektedir.

Vizyonunu karlı ve uzun dönemli sürdürülebilir büyüme, pazar payının artırılması ve yenilikçi ürün ve uygulamalar olarak belirlemiş olan firmanın hedeflerini gerçekleştirmesinde Altı Sigma uygulamalarının önemli bir yeri ve katkısı bulunmaktadır.

6.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde işletmelerin içinde bulunduğu rekabet ortamında etkinlik ve verimlilik kavramlarının her zaman önemini koruduğu görülmektedir. Bu yüzden etkinliğin ölçümü ve etkinliğin artırılmasıyla ilgili çalışmalar popülaritesini korumaktadır. Etkinlik ölçümü firmanın nerede olduğunun belirlenmesine imkan sağlamakta ve mevcuttaki girdilerden ne şekilde daha iyi çıktı üretilebileceğini göstermektedir.

Çalışmada dayanıklı tüketim ve tüketici elektroniği sektörlerinde faaliyet gösteren firma çatısı altındaki işletmelerin Altı Sigma uygulama etkinlikleri değerlendirilecektir. Altı Sigma faaliyetleri için işletmelere kaynak ayrılmakta ve sonucunda firmaya katkı sağlayan çıktılar üretmeleri beklenmektedir. Altı Sigma metodolojisi proje tabanlı bir yaklaşımdır ve dolayısıyla işletmeler Altı Sigma faaliyetlerini projeler üzerinden yürütmektedirler.

Çalışmanın temel amacı, Altı Sigma uygulayan işletmelerin etkinliklerini belirlemek ve kıyaslamada bulunmaktır. Mevcuttaki kaynakların ne düzeyde etkin kullanıldığını belirlemek, etkin olmaları için mevcut girdiler ile çıktıda nasıl bir artış olması gerektiğini tespit ederek yönetsel kararlara öneri niteliği taşımasının yanı sıra işletmelerdeki Altı Sigma uygulamaları performans değerlendirmesine temel oluşturması çalışmanın diğer amaçlarındandır.

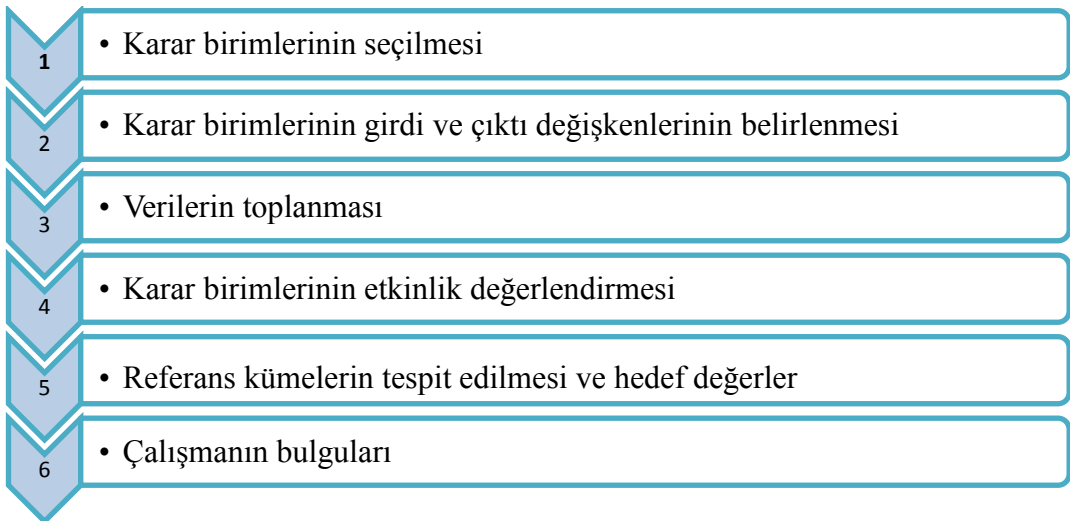
Literatüre bakıldığında Altı Sigma proje etkinliğini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma yer almasına rağmen, Altı Sigma uygulayan işletmeler bazında Altı Sigma

uygulama etkinliğinin VZA yöntemi ile değerlendirmesinin yer almamış olması yapılacak çalışmaya literatürde öncü olma özelliğini kazandıracaktır. Firmada ilgili yıl içerisinde üretim ve üretim dışı süreçlerde yaklaşık 350 adet Altı Sigma projesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 12 işletmenin Altı Sigma uygulamaları için göreceli etkinlik değerlendirmesi yapılacaktır.

6.3 Çalışma Metodolojisi

Çalışmada aynı girdileri kullanarak benzer çıktılar üreten karar birimlerinin göreceli etkinlik ölçülmesinde kullanılan Veri Zarflama Analizi kullanılacaktır. Bu yöntemin seçilmesindeki amaç, çalışmanın önceki bölümlerinde de aktarıldığı gibi karar birimlerinin farklı parametrelere sahip girdi ve çıktı faktörlerine sahip olması ve bir karar birimine ait birden fazla çıktının bulunmasıdır. Dolayısıyla karar birimleri arasında karşılaştırma yapılmasını kolaylaştıran bir yöntem olarak geliştiren, göreceli performans değerlendirmesi yapabilen doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi kullanılacaktır.

Analiz sonucunda Altı Sigma uygulamalarında etkin olan ve etkin olmayan işletmeler belirlenecek ve etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için referans işletmeler belirlenmiş olacaktır. Etkinliği bir olmayan yani tam etkin olmayan işletmeler için hedef değerlerin ne olması gerektiği ve ilgili hedef değerlere ulaşmaları için mevcut çıktıların ne düzeyde arttırmaları gerektiği yüzdesel ve rakamsal olarak belirtilecektir. Çalışmanın adımları Şekil 6.1’de sırasıyla aktarılmaktadır.



Şekil 6.1: Çalışmanın akışı.

6.4 Karar Birimlerinin Belirlenmesi

Karar birimleri etkinlik analizi yapılacak birimleri ifade etmektedir. Karar birimleri hastaneler, fabrikalar veya üniversiteler gibi kurum ve kuruluşlar olabileceği gibi ilçeler, şehirler veya ülkeler olarak ta belirlenebilmektedir. Etkinlik karşılaştırması yapılabilmesi için karar birimlerinin benzer girdilerden benzer çıktılar üreten aynı stratejik doğrultuda hareket eden birimler olmaları gerekmektedir.

m kadar girdi ve s kadar çıktıya sahip olan n sayıdaki karar birimi sayısı, $m+s+1$ 'den az olmamalı ve karar birimi değişken sayısının en az iki katı olmalıdır [52].

Çalışmada karar birimlerinin sayısı belirlenirken yukarıda bahsedilen iki kısıta da dikkat edilmiş olup Altı Sigma uygulayan 10 adet yurtiçi üretim işletmesiyle, 2 adet yurtdışı üretim işletmesi belirlenerek toplamda 12 adet üretim işletmesinin Altı Sigma uygulama etkinliği değerlendirilecektir.

Firma kendisine ait olan işletme isimlerinin açıklanmamasını talep etmiştir.

Çizelge 6.1 : Karar birimleri.

Yİ-İşletme 1	Yİ-İşletme 7
Yİ-İşletme 2	Yİ-İşletme 8
Yİ-İşletme 3	Yİ-İşletme 9
Yİ-İşletme 4	Yİ-İşletme 10
Yİ-İşletme 5	YD-İşletme 1
Yİ-İşletme 6	YD-İşletme 2

6.5 Karar Birimlerinin Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

VZA ile etkinlik analizi yapılırken farklı girdi ve çıktı setlerinin kullanılması sonuç üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Bu yüzden etkinlik ölçümünde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi önemli bir aşamadır. Girdi ve çıktı değişkenlerinin seçiminde fonksiyonel bir varsayım söz konusu olmamakla birlikte nedensel olarak bağıllık olmasına dikkat edilmelidir.

Literatürde daha önce Altı Sigma uygulama etkinliğinin belirlenmesi ile ilgili çalışma yapılmamıştır fakat Altı Sigma projelerinin VZA ile değerlendirildiği

alışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri izelge 6.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 6.2 : Literatürde yer alan girdi ve çıktı değişkenleri.

Literatürdeki Girdi Değişkenleri	Literatürdeki ıktı Değişkenleri
Proje maliyeti	İş stratejisine etkisi
Proje süresi	Finansal kazanç
Yeşil Kuşak sayısı	üretkenlikteki artış
Kara Kuşak sayısı	İyimser finansal getirisi
rn yaşam evrimi	Normal finansal getirisi
Zihinsel zellikli yaşam döngüsü	Finansal getiri
Gereken yatırım tutarı	Sigma seviyesindeki artış yüzdesi
Proje uygulama zamanı	Müşteri memnuniyetindeki artış
İşgücü saati	yüzdesi
Kritik başarı faktörleri	Proje tamamlanma süresi
Toplam takım saati	Maliyet tasarrufu

Çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmesi için ilgili literatür taranarak önceki çalışmalar göz önüne alınmış olmakla birlikte organizasyonun Altı Sigma uygulayan işletmelerden beklediklerine de yer verilmiştir.

Seçilecek girdi sayısı m , çıktı sayısı da s ise en az $m+s+1$ ve $2 \times (m+s)$ karar birimine ihtiyaç olduğu literatürde yer almaktadır [52].

Bu yüzden çalışmada değerlendirilecek karar birimi sayısının 12 olmasından dolayı girdi ve çıktı sayısının toplamının en fazla 6 olması, çalışmanın sonuçların güvenilirliği açısından önemlidir.

Girdi ve çıktı değişkenlerinin kendi aralarındaki korelasyonunu MINITAB 16.0 programı kullanılarak hesaplanmış ve korelasyonu yüksek çıkan değişkenler elenerek çalışmada kullanılacak değişkenler belirlenmiştir.

VZA’da girdi ve çıktı sayılarını azaltabilmek için çiftli korelasyonlar incelenmiştir. Eğer iki girdi yada iki çıktı arasında mkemmek bir korelasyon mevcutsa içlerinden biri, etkinlik değerlerinde değişime yol açmadan modelden çıkartılmıştır. Çizelge 6.4’de aday girdi ve çıktı değişkenleri için korelasyon değerleri yer almaktadır.

Çizelge 6.3 : Aday girdi ve çıktı değişkenleri korelasyon tablosu.

	Proje Sayısı	Eğitimli Sayısı	YK Sertifikalı Sayısı	KK Sertifikalı Sayısı	Eğitim Maliyeti	Proje Süreleri	Getiri	Proje Kalite Puanı	Tanımlama Fazı Puanı	Ölçme Fazı Puanı	Analiz Fazı Puanı	İyileştirme Fazı Puanı	Kontrol Fazı Puanı
Proje Sayısı	1												
Eğitimli Sayısı	0,874												
YK Sertifikalı Sayısı	0,939	0,849											
KK Sertifikalı Sayısı	0,588	0,642	0,395										
Eğitim Maliyeti	0,865	0,982	0,797	0,776									
Proje Süreleri	0,968	0,523	0,947	0,490	0,807								
Getiri	0,656	0,533	0,517	0,723	0,617	0,639							
Proje Kalite Puanı	0,937	0,834	0,877	0,688	0,857	0,848	0,605						
Tanımlama Fazı Puanı	0,949	0,819	0,869	0,713	0,851	0,874	0,729	0,977					
Ölçme Fazı Puanı	0,953	0,846	0,887	0,681	0,864	0,87	0,654	0,993	0,989				
Analiz Fazı Puanı	0,953	0,869	0,881	0,686	0,885	0,862	0,633	0,992	0,984	0,995			
İyileştirme Fazı Puanı	0,968	0,905	0,899	0,682	0,913	0,889	0,605	0,983	0,967	0,984	0,992		
Kontrol Fazı Puanı	0,968	0,865	0,897	0,694	0,884	0,899	0,649	0,992	0,981	0,993	0,992	0,991	1

Çıktı değişkenleri arasında korelasyona bakıldığında proje kalite puanı (PKP) ile projenin TÖAİK adımlarında alınan puanlar yüksek korelasyon göstermekte olduğu için çıktı değişkeni olarak proje metodolojisini değerlendirmek açısından sadece Proje Kalite Puanının modele dahil edilmesi yeterli görülmüştür.

Firma tarafından Altı Sigma projelerinde proje kalite puanının yüksek istenmesinin yanı sıra projelerden getiri sağlanması da istenmektedir.

Getiri ve proje kalite puanının korelasyona bakıldığında yüksek korelasyon olmadığı için iki değişken de çıktı değişkeni olarak modele alınmıştır.

Girdiler arasındaki korelasyona bakıldığında ise proje sayısı ile proje süreleri yüksek korelasyon gösterdiğinden iki değişken de modele dahil edilmemiştir. Projelere harcanan sürenin literatürde fazlaca yer almasından dolayı girdi değişkeni olarak projeye harcanan süre seçilmiştir.

Proje süreleri ile Yeşil Kuşak sertifikalı sayısı yüksek korelasyon gösterdiği için Yeşil Kuşak sertifikalı sayısı girdi olarak alınmamıştır.

Proje süreleri ile Kara Kuşak sertifikalı sayısı yüksek korelasyon göstermediği için ve Kara Kuşak sertifikalı sayısı getiriyi en çok açıklayan değişken olduğu için girdi değişkeni olarak modele eklenmiştir.

Eğitimli sayısı ile Kara Kuşak sertifikalı sayısı yüksek korelasyon göstermediği için eğitimli sayısı modele dahil edilmiştir.

Eğitim maliyeti ile eğitimli sayısı yüksek korelasyon gösterdiği için sadece eğitim alan sayısının yeterli olduğu görülmüştür.

Yapılacak çalışmada istatistiksel elemeler sonucunda, işletmelerin Altı Sigma uygulama etkinliğini değerlendirmek amacıyla, literatüre de bağlı kalınarak proje, eğitim ve finans alanlarından değişken seçilmesinin yanı sıra metodolojinin ne düzeyde içselleştirilerek projelere yansıtıldığını gösteren Altı Sigma metodolojisine uyumu temsil eden proje kalite puanına da çıktı değişkeni olarak yer verilmiştir. Çizelge 6.4'te belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerinin korelasyonlarının yer aldığı tabloya yer verilmiştir.

Çizelge 6.4 : Belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerinin korelasyon değerleri.

	Eğitimli Sayısı	KK Sertifikalı Sayısı	Proje Süreleri	Getiri	Proje Kalite Puanı
Eğitimli Sayısı					
KK Sertifikalı Sayısı	0,642				
Proje Süreleri	0,523	0,490			
Getiri	0,533	0,723	0,639		
Proje Kalite Puanı	0,834	0,688	0,848	0,605	

Çizelge 6.5’de analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine yer verilmiştir.

Çizelge 6.5 : Modelde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri.

Modelde Kullanılan Girdi Değişkenleri	Modelde Kullanılan Çıktı Değişkenleri
- Eğitimli sayısı - Kara Kuşak sertifikalı sayısı - Proje süreleri	- Getiri - Proje kalite puanı

6.5.1 Eğitimli sayısı

Altı Sigma yolculuğuna 1998 yılında başlayan firma ve o yıldan itibaren birçok çalışanına Altı Sigma eğitimi vermiştir. Eğitim verilmesi uygun görülen çalışanlara öncelikle 2 haftalık Yeşil Kuşak eğitimi verilmekte gerekli koşulları yerine getirerek Yeşil Kuşak sertifikasına hak kazanmalarının ardından ise uygun görüldüğü durumlarda Kara Kuşak eğitimine dahil edilerek 2 hafta daha eğitim verilmektedir.

Altı Sigma eğitimli sayısı içerisinde hem Yeşil Kuşak hem Kara Kuşak sertifikasına sahip olanlar hem de eğitim almış olup ta sertifikalanamayan fakat projelerde ekip üyesi olarak yer alabilen mevcut çalışanlar bulunmaktadır. Firma diğer eğitimlerde olduğu gibi Altı Sigma eğitimlerinde de çalışanına eğitim verebilmek için kaynak ayırmakta ve ayırdığı kaynak neticesine nitelikli projeler üretmesini beklemektedir. Belirli yetkinlikleri kazanmış bir çalışan olarak gerçekleştirdiği projeler aracılığıyla firmaya fayda sağlaması beklenmektedir. Belirtildiği gibi Altı Sigma eğitimi alan çalışanlar Altı Sigma metodolojisini projelerde uygulayarak firmaya katkı sağlayacak başlıca çalışanlardır. Bu yüzden girdi değişkeni olarak modelde yer verilmiştir.

Verilere bakıldığında 1998 yılı ile 2013 yılları arasında 533 adet Altı Sigma eğitimli çalışanı bulunmaktadır.

6.5.2 Kara Kuşak sertifikalı sayısı

Kara Kuşak sertifikasına sahip çalışanlar diğer Yeşil Kuşak eğitimi alanlara göre 2 hafta fazla eğitim almış, toplamda 4 hafta eğitim almış olan ve sonrasında gerekli sınav ve proje şartını yerine getirerek sertifikaya hak kazanmış olan kuşaklılardır.

Temel istatistik bilgisinin yanı sıra ileri istatistiksel araçları öğrenmişlerdir. Var olan zor problemlerin çözülmesinde görev almaktadırlar. Yeşil Kuşak adaylarından iyi bildikleri süreçlerinden bir iyileştirme projesi yapmaları beklenirken Kara Kuşak adaylarından daha nitelikli ve getirisi yüksek olan projeler üretmeleri ve fonksiyonlar arası gerçekleştirilecek projeleri yönetmeleri ve Yeşil Kuşak adaylarına eğitmeleri beklenmektedir.

12 birimde yer alan Kara Kuşak sertifikasına sahip çalışan sayısı 97'dir.

6.5.3 Proje süreleri

Proje yönetiminde en temel yönetilmesi gereken faktörler kaynak ve zaman yönetimidir. Projenin işin başlangıç ve bitiş zamanı belli olmalıdır. Belirlenen zaman dilimi içerisinde mevcut kaynaklar ile zamanında tamamlanmalıdır. Aksi takdirde kayıp her gün firmaya maliyet olarak yansımaktadır. Altı Sigma projeleri için bakıldığında ise iyileştirmenin planlanandan geç devreye alınması sırasında katlanılan maliyet firma için kayıptır. Bu anlamda her projede olduğu gibi Altı Sigma projelerinde de belirlenen zamanda projenin tamamlanması önemlidir.

Ürün için hata oranını azaltmak, belirli bir sürecin ürettiği çıktı oranını artırmak, ham maddenin daha etkin kullanımını sağlamak, maliyet azaltmak, teslimatın zamanında yapılmasını sağlamak, bir süreci, tasarımı veya kaliteyi iyileştirmek gibi iyileştirmeler, üst yönetimin onay verdiği projelerde ele alınmaktadır. Kara Kuşaklar veya Yeşil Kuşaklar, proje ekipleri ile birlikte iyileştirmeye konu olan problemleri ortadan kaldırmak veya bunların etkilerini minimize etmek amacıyla harekete geçmektedir [41].

İdeal bir Altı Sigma projesi, doğrudan stratejik hedefler ve operasyonel planlarla bağlantılı, firma çapında öneminin farkına varılan, makul bir zaman periyodunda

(genellikle 3 ve 6 ay arasında) tamamlanabilecek bir kapsamı olan ve yönetim tarafından desteklenen ve onaylanan bir proje olmalıdır [38].

Altı Sigma projeleri tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol adımlarının yer aldığı 5 aşamalı bir metodoloji izlenerek tamamlanmaktadır. Proje süresi içerisinde 5 adımın toplam süresi yer almaktadır.

Modele dahil edilirken ise ilgili işletmede yapılan tüm Altı Sigma projelerinin toplam süresi ay bazında dahil edilmiştir.

$$\sum_{k=0}^n PS_k = \sum_{k=0}^n (TS_k + \ddot{O}S_k + AS_k + \dot{I}S_k + KS_k) \quad (4.25)$$

n: İşletmede yapılan Altı Sigma projesi sayısı

PS: Proje süresi (ay)

TS: Tanımlama aşaması süresi (ay)

ÖS: Ölçme aşaması süresi (ay)

AS: Analiz aşaması süresi (ay)

İS: İyileştirme aşaması süresi (ay)

KS: Kontrol aşaması süresi (ay)

6.5.4 Getiri

Finansal getiri literatürde birçok Altı Sigma proje seçimi vadeğerlendirme çalışmasında yer bulmuş bir çıktı değişkenidir. Yapılan projeler neticesinde getiri elde edilmesi firmaların önemsendiği kriterlerin başındadır. Altı Sigma uygulayan işletmelerin uyguladıkları projelerle orantılı olarak sağlanan getirilerin de artması beklenmektedir.

İlgili birimlerde yapılan projelerden sağlanan değişik seviyelerdeki getirilerin toplamı Euro olarak modele dahil edilmiştir. Bu getiriler içerisinde doğrudan getiriler, işgücü tasarrufları ve memnuniyetten dolayı satışlara yansıyan artışların tümü yer almaktadır.

Bir yıl için bakıldığında 12 birimde tamamlanan Altı Sigma projelerinden toplamda 4,5 milyon Euro kazanç sağlanmıştır.

6.5.5 Proje kalite puanı

İşletmelerin Altı Sigma uygulama performansları değerlendirilirken kriter olarak belirlenen hedeflerinden biri de projelerden kazanılan proje kalite puanlarıdır. Bu yüzden çıktı değişkeni olarak modelde yer verilmiştir. Bu değişkeninin modelde yer alması çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır.

Proje kalite puanı literatürde yer almamasına firma tarafından rağmen işletmelerin Altı Sigma uygulama performansları değerlendirilmesinde kullanılan proje niteliğini gösteren spesifik bir performans göstergesidir. Projeler TÖAİK'in her adımı 1 puan olacak şekilde dip toplamda 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Proje değerlendirmeleri merkez yöneticilikteki Altı Sigma Uzmanları ve işletmelerdeki Altı Sigma Liderleri tarafından yapılmaktadır. Her proje 2 kez mevcut kriterler üzerinden değerlendirilmektedir. Eğer aradaki fark bir puandan fazla ise değerlendirme farkı bir puandan az olacak şekilde tekrarlanır ve son iki değerlendirmenin aritmetik ortalaması alınarak proje puanı hesaplanmış olur.

Proje kalite puanı belirlenmesinde kullanılan kriterler sayıları Çizelge 6.6'da yer almaktadır.

Çizelge 6.6 : Proje kalite puanı kriterleri.

Tanımlama	Tanımlama fazına ilişkin 4 adet kriter gere göre değerlendirme yapılmaktadır.
Ölçme	Ölçme fazına ilişkin 4 adet kriter gere göre değerlendirme yapılmaktadır.
Analiz	Analiz fazına ilişkin 3 adet kriter gere göre değerlendirme yapılmaktadır.
İyileştirme	İyileştirme fazına ilişkin 4 adet kriter gere göre değerlendirme yapılmaktadır.
Kontrol	Kontrol fazına ilişkin 3 adet kriter gere göre değerlendirme yapılmaktadır.

6.5.5.1 Tanımlama fazı puanı

Tanımlama aşaması için puanlandırma problemin ifadesi ve kapsamı tanımlanması, üst seviye süreç haritası oluşturulması, müşterinin yada işin sesi ile gösterge ve hedeflerin belirlenmesi gibi dört başlıktan oluşmaktadır.

Tanımlama için puanlama yapılırken özellikle dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Problem ifadesi ve proje kapsamı spesifik verilerle net olarak ortaya

konulmalı ve bu amaçla yapılan grafiksel sınıflandırmalara yer verilmelidir. Ayrıca yapılacak projenin neden seçildiği, neden önemli olduğu hangi süreçlere direkt ve dolaylı etkisi olduğu sayısal veriler ile sunulmalıdır.

Tüm iç ve dış müşteriler ile müşterinin ve işin sesi çalışması/çalışmaları yapılmalıdır. Tüm müşterilerin sıkıntıları, yaşadığı problemler ve beklentileri toplanmalıdır. Müşterinin ve işin sesi çalışmasına göre göstergeler oluşturulmalı ve belirlenen göstergeler için iyileştirme hedefleri konulmalıdır.

6.5.5.2 Ölçme fazı puanı

Ölçme fazı, olası nedenleri belirleme ve önceliklendirme matrisinin yapılması, veri toplama planı oluşturma, ölçüm sistemi analizi (ÖSA) çalışmaları ve mevcut durumun sayısal gösterimi gibi dört başlıktan oluşmaktadır.

Problem tüm detayları ve olası tüm sebepleri ile çalışılmalı ve önceliklendirme matrisi ile sıralanmalıdır. Çıktı üzerindeki değişkenliğin önemli bölümünü açıklayabilecek olası tüm nedenlere uygun kapsamda ve sayıda örnek, rastsallık gözetilerek toplanmalıdır.

ÖSA çalışmaları ile ölçümler uygun kırımlarla/detaylarla yapılmalı, big Y ve uygun little y'lar için ayrı ayrı zaman serileri bazında grafikler ile mevcut durum tespiti yapılmalıdır.

6.5.5.3 Analiz fazı puanı

Analiz fazı puanı, detaylı süreç haritası, uygun analiz araçların kullanılması, analiz araçlarının etkin kullanılması gibi üç kriterin değerlendirilmesi sonucunda oluşmaktadır.

Kapsama uygun olarak ele alınan tüm sürecin haritası, amaca göre detaylandırılmalı ve analiz için gerekli araçlar uygun şekilde etkin kullanılmalıdır.

6.5.5.4 İyileştirme fazı puanı

İyileştirme fazı puanı, olası çözümlerin belirlenmesi, fizibilite analizlerinin yapılması, pilot uygulama planı ve gerçekleştirilmesi, pilot uygulama iyileştirme sonuçları gibi başlıklardan oluşmaktadır.

Her bir planlanan iyileştirme faaliyeti için olası yan etkiler de değerlendirilerek ayrı ayrı amaca uygun ve detaylı şekilde fizibilite analizleri yapılarak her bir planlanan iyileştirme faaliyeti için olası yan etkiler de değerlendirilmeli ve doğrulanmalıdır.

6.5.5.5 Kontrol fazı puanı

Kontrol fazı puanı, proje hedeflerinin takibi, proje hedeflerinin doğrulanması, uygulamaların standartlaştırılması şeklinde üç başlıkta değerlendirilmektedir.

Projenin hedef göstergeleri (KİK'leri), süreç yeterliliği, t-test ile nereden nereye geldiği görsel ve sayısal olarak gösterilmeli ve yapılan iyileştirmeler standartlaştırılmalıdır.

6.6 Verilerin Toplanması

Çalışmada yer alan veriler belirli bir yıl içerisinde gerçekleştirilen Altı Sigma projelerine aittir. Altı Sigma Eğitimi alan çalışan sayısı haricindeki tüm girdi ve çıktı değişkenleri ilgili yıl içerisindeki Altı Sigma çalışmalarındandır.

Altı Sigma eğitimi alan çalışan sayısı ise 1998 yılından itibaren ilgili birimde eğitim alan çalışanların sayısını göstermektedir. Firma tarafından eğitim alan kişilere yatırım yapılmıştır ve sonucunda her yıl işletmesine katkı sağlayacak bir çıktı üretmesi beklenmektedir. Bu yüzden modelde yer alan Altı Sigma eğitimi alan çalışan sayısı eğitilen kümülatif çalışan sayısıdır.

6.7 Karar Birimlerinin Etkinlik Değerlendirmesi

Çıktı yönelimli model ile gerçekleştirilen etkinlik değerlerinin hesabı Lindo 6.1 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Toplamda 12 adet yurtiçi ve yurtdışı işletme için model oluşturularak çözümlenmiştir. Yurtiçi İşletme 1 için oluşturulan model örneği Ek B gösterilmiştir. Analiz sonucunda belirlenen her bir işletmenin göreceli etkinlik değerleri Çizelge 6.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 6.7 : İşletmelerin göreceli etkinlik değerleri.

İşletme	Etkinlik Değeri	İşletme	Etkinlik Değeri
Yİ-İşletme 1	0,6666	Yİ-İşletme 7	1
Yİ-İşletme 2	0,7703	Yİ-İşletme 8	1
Yİ-İşletme 3	1	Yİ-İşletme 9	0,4883
Yİ-İşletme 4	0,7167	Yİ-İşletme 10	0,5853
Yİ-İşletme 5	0,6597	YD-İşletme 1	1
Yİ-İşletme 6	1	YD-İşletme 2	0,8495

Çizelge 6.8’de ise etkinlik analizi sonuçlarının istatistikleri yer almaktadır.

Çizelge 6.8 : Analiz sonuçlarının istatistikleri.

Etkin Yurtiçi İşletme Sayısı	4
Etkin Yurtdışı İşletme Sayısı	1
Etkin Olmayan Yurtiçi İşletme Sayısı	6
Etkin Olmayan Yurtdışı İşletme Sayısı	1
Yurtiçi İşletmelerin Etkinlik Ortalaması	0,7426
Yurtdışı İşletmelerin Etkinlik Ortalaması	0,9186
Tüm İşletmelerin Etkinlik Ortalaması	0,7671
Etkin Olmayan İşletmelerin Etkinlik Ortalaması	0,6577
Etkin Olmayan İşletmelerde Minimum Etkinlik Değeri	0,4883
Etkin Olmayan İşletmelerde Maksimum Etkinlik Değeri	0,8495

6.8 Etkin Olmayan İşletmeler İçin Referans Kümeleri ve Hedef Değerler

Etkinlik analizi sonucunda Çizelge 6.7’de yer aldığı gibi 5 işletmenin etkin olduğu görülmekte iken 7 işletmenin ise Altı Sigma uygulaması alanında etkinlik sağlayamadığı görülmektedir. Etkin olmayan işletmeler için etkin olmaları için referans işletme kümeleri ve yoğunluk değerleri Çizelge 6.9’da belirlenmiştir.

Referans kümeleri etkin olmayan işletmelerin hangi işletmenin benzer yönetimini uygularsa etkin olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 6.9 : Referans işletmeler ve yoğunluk değerleri.

İşletmeler	Referans İşletmeler	Yoğunluk Değerleri
Yİ-İşletme 1	Yİ-İşletme 6, YD-İşletme 1	1,4; 0,1264
Yİ-İşletme 2	Yİ-İşletme 6, YD-İşletme 1	1,6;0,2908
Yİ-İşletme 4	Yİ-İşletme 7	1,6353
Yİ-İşletme 5	Yİ-İşletme 7	0,9032
Yİ-İşletme 9	Yİ-İşletme 7	0,097744
Yİ-İşletme 10	Yİ-İşletme 7	0,109023
YD-İşletme 2	YD-İşletme 1	0,078652

Etkin olan işletmeler etkin olmayan işletmeler için referans olmuşlardır. Etkin işletmelerin referans olma sayıları Çizelge 6.10’da verilmiştir.

Çizelge 6.10 : Etkin işletmelerin referans olma sayıları.

Yİ-İşletme 3	0
Yİ-İşletme 6	2
Yİ-İşletme 7	4
Yİ-İşletme 8	0
YD-İşletme 1	3

Referans kümelerindeki işletme yoğunluk değerleri hesaba katılarak etkin olmayan işletmelerin hedef değerleri belirlenerek Çizelge 6.11’de belirtilmiştir.

Çizelge 6.11 : Etkin olmayan işletmeler için oluşturulan hedef değerler.

KVB	Değişkenler		Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Yi-İşletme 1	Girdiler	Eğitimli Sayısı	48,00	48,00	0,00	0,00
		KK Sertifikalı Sayısı	7,00	7,00	0,00	0,00
		Projelere Harcanan Süre	255,00	255,00	0,00	0,00
	Çıktılar	Finansal Getiri	34,15	399,98	365,83	1071,24
		Proje Kalite Puanları	100,24	146,85	46,61	46,50
Yi-İşletme 2	Girdiler	Eğitimli Sayısı	70,00	61,00	-9,00	-12,86
		KK Sertifikalı Sayısı	8,00	8,00	0,00	0,00
		Projelere Harcanan Süre	337,00	337,00	0,00	0,00
	Çıktılar	Finansal Getiri	200,00	679,62	479,62	239,81
		Proje Kalite Puanları	144,12	183,89	39,77	27,59
Yi-İşletme 4	Girdiler	Eğitimli Sayısı	79,00	50,00	-29,00	-36,71
		KK Sertifikalı Sayısı	16,00	15,00	-1,00	-6,25
		Projelere Harcanan Süre	217,50	217,50	0,00	0,00
	Çıktılar	Finansal Getiri	297,82	962,34	664,52	223,13
		Proje Kalite Puanları	128,47	171,60	43,13	33,58
Yi-İşletme 5	Girdiler	Eğitimli Sayısı	28,00	28,00	0,00	0,00
		KK Sertifikalı Sayısı	13,00	8,00	-5,00	-38,46
		Projelere Harcanan Süre	136,00	120,13	-15,87	-11,67
	Çıktılar	Finansal Getiri	231,65	531,52	299,87	129,45
		Proje Kalite Puanları	63,39	94,78	31,39	49,52
Yi-İşletme 9	Girdiler	Eğitimli Sayısı	15,00	3,00	-12,00	-80,00
		KK Sertifikalı Sayısı	4,00	1,00	-3,00	-75,00
		Projelere Harcanan Süre	13,00	13,00	0,00	0,00
	Çıktılar	Finansal Getiri	12,75	57,52	44,77	351,13
		Proje Kalite Puanları	5,02	9,66	4,64	92,43
Yi-İşletme 10	Girdiler	Eğitimli Sayısı	23,00	4,00	-19,00	-82,61
		KK Sertifikalı Sayısı	2,00	1,00	-1,00	-50,00
		Projelere Harcanan Süre	14,50	14,50	0,00	0,00
	Çıktılar	Finansal Getiri	0,00	64,16	64,16	
		Proje Kalite Puanları	6,73	9,84	3,11	46,21
YD-İşletme 2	Girdiler	Eğitimli Sayısı	17,00	4,00	-13,00	-76,47
		KK Sertifikalı Sayısı	0,00	0,00	0,00	
		Projelere Harcanan Süre	16,50	16,50	0,00	0,00
	Çıktılar	Finansal Getiri	0,00	63,3	63,3	
		Proje Kalite Puanları	7,74	8,63	0,89	11,50

Etkin işletmeler için girdi ve çıktı değerleri ise Çizelge 6.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.12 : Etkin işletmelerin girdi ve çıktı değerleri.

İşletmeler	Girdi Değişkenleri			Çıktı Değişkenleri	
	Eğitimli Sayısı (Kişi)	KK Sertifikalı Sayısı (Kişi)	Proje Süreleri (Ay)	Finansal Getiri (Bin Euro)	Kalite Puanı
Yİ-İşletme 3	77	22	448,5	1600	200,02
Yİ-İşletme 6	30	5	154,0	278,43	94,98
Yİ-İşletme 7	31	9	133,0	588,465	104,94
Yİ-İşletme 8	69	11	363,0	1168,5	128,52
YD-İşletme 1	46	0	311,5	80,5	109,74

6.9 Etkin Olmayan İşletmeler İçin İstatistiksel Analizler ve Yorumlar

Çalışmanın bu bölümünde etkin olmayan karar birimleri analiz sonucuna bağlı olarak ek istatistiksel analizlerle değerlendirilecektir. Sonrasında ise genel bir değerlendirme yapılacaktır.

6.9.1 Yurtiçi İşletme 1

Yurtiçi İşletme 1 çıktı yönelimli modele göre değerlendirildiğinde Çizelge 6.11’de yer aldığı gibi Altı Sigma uygulamalarında etkin olmayan işletmelerdendir. Çıktı yönelimli modele göre bakıldığında mevcut girdilerini etkin şekilde kullanarak çıktıya dönüştürmediği için etkin olmadığı belirlenmiştir.

Yurtiçi İşletme 1 için en temel problem Altı Sigma projeleri sonucunda düşük getirili projeler yapılmasıdır. Mevcut durumda 34,15 bin Euro’luk getiri sağlayan işletmenin kendisine ayrılan kaynakları etkin bir şekilde yönetmesi için hedef değer olan 399,98 bin Euro’luk bir kazanç sağlaması gerekmektedir. Tamamlanan 35 adet projenin proje başına getirisinin ortalama minimum 11,43 bin Euro olması gerekmektedir. Etkinlik analizi sonucuna göre mevcut getirisini yüzdesel olarak en fazla arttırması gereken işletme Yurtiçi İşletme 1 olmuştur.

Bu noktada proje seçimi ön plana çıkmaktadır. Şirketin stratejik hedefleriyle bağlantılı olacak şekilde yüksek getiri sağlayan geniş yayımlı projeler başlatılmalıdır. Finansal kazançlar, projelerin kurumsal stratejilerle ve temel

yetkinliklerle bağlantılı olmasının sonucu ortaya çıkmakta olan önemli bir göstergedir [89].

Bu yüzden proje seçilirken önce doğru şekilde getiri hesaplanarak doğru projeler tetiklenmelidir.

Diğer bir çıktı değişkeni de işletmede gerçekleştirilen Altı Sigma projelerinin aldığı toplam kalite puanıdır. Yurtiçi İşletme 1'in projelerde aldığı kalite puanlarının toplamı 100,23 puandır. Fakat etkin olabilmesi için % 46,51'luk artışla 146,85 kalite puanına da sahip olması gerekmektedir.

Veri Zarflama Analizi sonucunda işletmelerin herbiri için proje başına ulaşılması gereken hedef kalite puanları Çizelge 6.13'de yer almaktadır. Bu analizdeki hedef değerlere göre mevcut proje sayısı kadar proje gerçekleştirerek kalite puanlarının ortalamasını Çizelge 6.13'te yer alan puan ortalamasına yükseltmeleri gerekmektedir.

Çizelge 6.13 : Etkin olmayan işletmelerin proje başına ortalama kalite puanları.

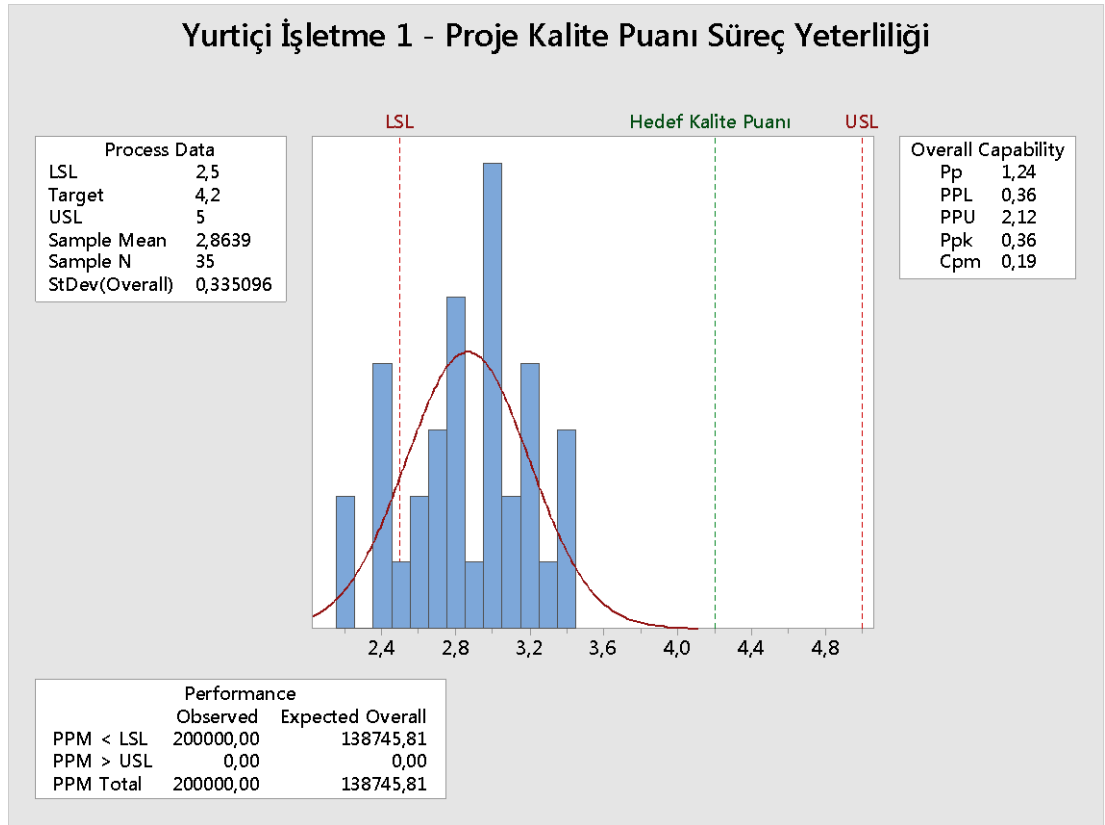
İşletmeler	Proje Sayıları	Hedef Proje Puanları	Ortalama Hedef Proje Puanları
Yİ-İşletme 1	35	146,85	4,20
Yİ-İşletme 2	49	183,89	3,75
Yİ-İşletme 4	37	171,60	4,64
Yİ-İşletme 5	21	94,78	4,51
Yİ-İşletme 9	2	9,66	4,83
Yİ-İşletme 10	2	9,84	4,92
YD-İşletme 2	2	8,63	4,31

Örneğin; Yurtiçi İşletme 1 için proje kalite puanlarının ortalamasının 2,86 olduğu ve olması gereken hedef puan 4,20'nin altında olduğu görülmektedir.

Yurtiçi İşletme 1, eğitimli sayısı, Kara Kuşak sertifikalı sayısı ve proje süreleri gibi girdilerinde herhangi bir azaltmaya gerek olmadan çıktılarını arttırarak etkin konuma gelebilmektedir.

Bunun yanı sıra şirketin tüm Altı Sigma projeleri için kalite puanı bazında belirlediği spesifikasyon limitleri mevcuttur. Buna göre bir projenin başarılı sayılabilmesi için şirket tarafından alt spesifikasyon limiti en küçük 2,5 en büyük ise 5 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 6.2’de Yurtiçi İşletme 1’in Altı Sigma proje üretme sürecinde firmanın belirlediği spesifikasyon limitlerine göre proje üretebilme yeteneğini ölçümlemek için süreç yeterliliği analizi yapılmıştır.



Şekil 6.2 : Yurtiçi İşletme 1’in Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği.

Bu grafiğe göre; Cp değeri 1’in üzerinde 1,24 olduğu için süreç spesifikasyon limitlerini karşılayacak nitelikte proje üretebilecek yeterliliktedir. Fakat Cpk değerine bakıldığında Cp değerinden küçük olduğu için mevcutta ürettiği projelerdeki kalite puanları spesifikasyonları karşılamamaktadır. Mevcut proje yetenekleri ile daha yüksek puana sahip projeler yükseltilerek spesifikasyon limitleri içerisinde proje üretmesi mümkün olacaktır.

Mevcut durumda işletmenin tamamladığı projelerden aldığı kalite puanlarının ve TÖAİK adımlarının herbirinde aldığı kalite puanlarının temel istatistiksel analizleri Çizelge 6.14’te verilmiştir.

Çizelge 6.14 : Yurtiçi İşletme 1'in kalite puanları temel istatistiği.

Değişken	PKP	TP	ÖP	AP	İP	KP
Örnek	35	35	35	35	35	35
Ortalama	2,8639	0,6084	0,5407	0,5900	0,5581	0,5667
Std.Sapma	0,3351	0,1082	0,0833	0,1207	0,0818	0,1045
Minimum	2,1900	0,4400	0,3500	0,4000	0,4000	0,3333
Medyan	2,9067	0,6000	0,5500	0,6000	0,6000	0,5333
Maximum	3,4117	0,8400	0,7000	0,8500	0,7333	0,8333

İşletmenin etkinlik analizi sonucunda hedef olarak aldığı 4,2 proje kalite puanına çıkabilmesi için Altı Sigma metodolojisinin beş adımında aldığı puanları arttırması gerekmektedir. Detay analizler ile her fazdaki ön plana çıkan eksiklikler belirlenmeli ve Altı Sigma liderlerinin yönlendirmesiyle tamamlanarak hedeflenen kalite puanına erişilmelidir.

Bunların yanı sıra Altı Sigma uygulamalarının en etkin şekilde işlemesindeki ana kriter yönetimin desteğidir. Üst yönetim gerekli faaliyetlere kaynak ayırarak destek olmasının yanı sıra hedef yayılımıyla da Altı Sigma uygulamalarının takibini tüm işletmelerinde gerçekleştirmelidir. Tüm işletmeler için eşit bir hedef yayılımı olmaması alınan sonuçlardan sorumluluk duyulmamasına neden olmaktadır. Eşit kademelere hedef yayılımı ile Altı Sigma projelerinden alınan neticelerde iyileşme sağlanması mümkün olabilecektir.

6.9.2 Yurtiçi İşletme 2

Yurtiçi İşletme 2 çıktı yönelimli modele göre değerlendirildiğinde Çizelge 6.11'de yer aldığı gibi Altı Sigma uygulamalarında etkin olmayan işletmelerdendir. Yurtiçi İşletme 2'nin etkin olabilmesi için proje getirilerini ve proje kalite puanlarını arttırması gerekmektedir.

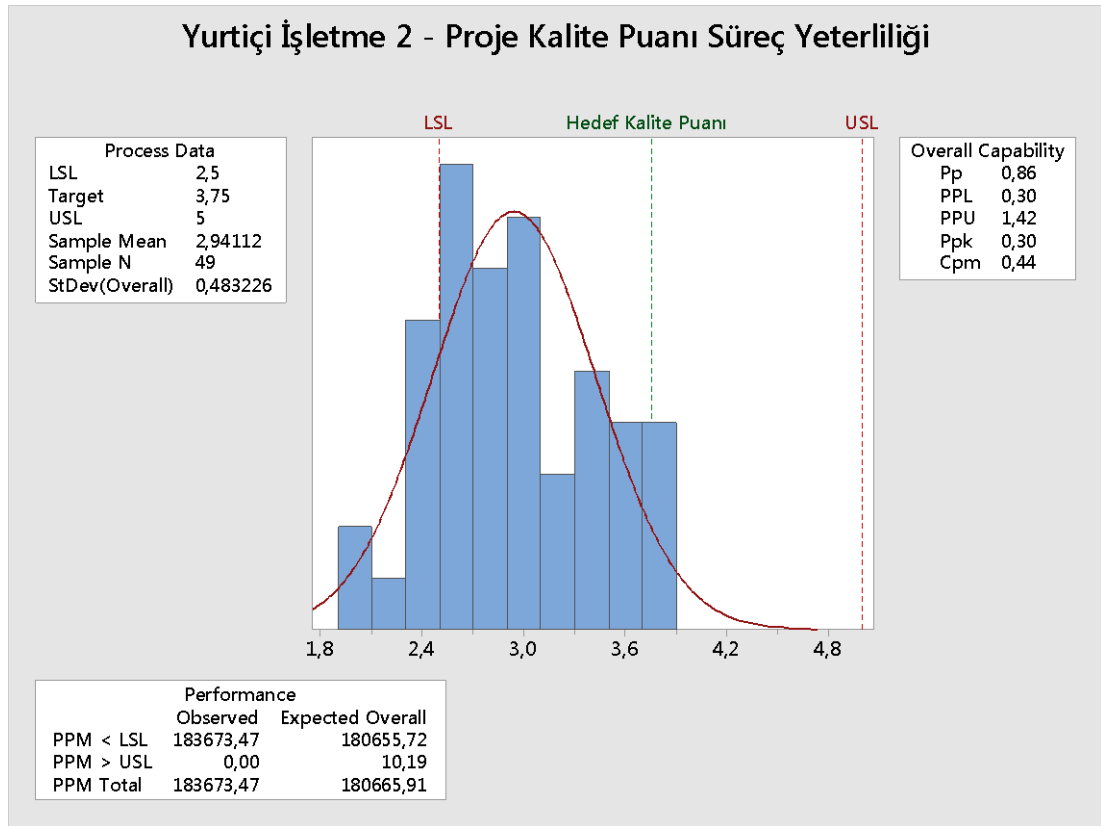
Mevcut durumda 200,00 bin Euro'luk getiri sağlayan işletmenin kendisine ayrılan kaynakları etkin bir şekilde yönetmesi için hedef değer olan 679,62 bin Euro'luk bir kazanç sağlaması için getirilerinde % 239,81'lik bir artış sağlanması gerekmektedir. 49 adet proje üreten işletmenin proje başına ortalama minimum 13,87 bin Euro getiri sağlamasına karşılık gelmektedir.

Diğer çıktı değişkeni olan işletmede gerçekleştirilen Altı Sigma projelerinin aldığı toplam kalite puanı ilgili işletme için Çizelge 6.11'de belirtildiği gibi 144,12 puandır. Yurtiçi İşletme 2'nin etkin olabilmesi için getirilerini istenilen seviyeye taşımasının yanı sıra projelerde aldığı kalite puanlarının toplamını % 27,59 oranında arttırarak

183,89 puana taşınması gerekmektedir. Mevcut proje sayısını arttırmadan aynı proje sayısında daha nitelikli projeler yaparak bu hedefe ulaşması gerekmektedir.

VZA çalışması sonucunda Çizelge 6.13’de belirtildiği gibi ortalama hedef proje puanı 49 proje için 3,75 olarak belirlenmiştir. İşletme etkin olurken çıktıları arttırması gerekirken girdi faktörlerinden olan eğitilmiş kişi sayısının 9 kişinin atıldığı tespit edilmiştir.

Şirketin Altı Sigma kalite puanı için belirlediği spesifikasyonlara oluşturulan göre Yurtiçi İşletme 2’nin süreç yeterliliği Şekil 6.3’te görülmektedir.



Şekil 6.3 : Yurtiçi İşletme 2’nin Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği.

Bu grafikte Cp 0,86 yani 1’in altında olduğu için mevcut süreç Altı Sigma projelerini istenilen spesifikasyon limitlerinde üretebilecek yeterlilikte değildir. Şekil 6.3’e bakıldığında ortalama kalite puanının 2,94 ile Yurtiçi İşletme 1’in kalite ortalama kalite puanından yüksek olduğu fakat Cp değerinin Yurtiçi İşletme 1’den küçük olduğu görülmektedir. Sadece ortalama tek başında anlam ifade etmemektedir. Bununla birlikte sürecin değişkenliği de önem taşımaktadır. Burada da Yurtiçi İşletme 2 sürecinin saçınıklığı yani değişkenliğinin daha fazla olduğu için Cp değerinin 1’in altında değer almıştır.

Bu yüzden öncelikle işletmede kalite puanını oluşturan alt adımlardan hangilerinde sıkıntı olduğu saptanarak o konuda kişilere ek eğitimler verilmeli örnek projeler ile ilgili konudaki eksiklikleri giderilmeye çalışılmalıdır. Proje yapacak kişilere daha fazla koçluk hizmeti verilmeli ve eksiklerini giderme konusunda destek verilmelidir. VZA’da yer aldığı gibi Yurtiçi İşletme 2 için eğitimli çalışan sayısının arttırılmasının yerine daha nitelikli eğitimli sayısının arttırılması gerektiği sonucu süreç yeterliliği analizi ile de doğrulanmıştır. Eğitimde nicelik değil niteliğin ön plana çıkması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Mevcut durumda Yurtiçi İşletme 2’nin tamamladığı projelerden aldığı kalite puanlarının ve TÖAİK adımlarının herbirinde aldığı kalite puanlarının temel istatistiksel analizleri Çizelge 6.15’te verilmiştir.

Çizelge 6.15 : Yurtiçi İşletme 2’nin kalite puanları temel istatistiği.

Değişkenler	PKP	TP	ÖP	AP	İP	KP
Örnek	49	49	49	49	49	49
Ortalama	2,9411	0,5478	0,5818	0,6112	0,5963	0,6041
Std.Sapma	0,4832	0,1124	0,1392	0,1542	0,1285	0,1340
Minimum	1,9267	0,3200	0,3333	0,3167	0,3000	0,3000
Medyan	2,8700	0,5400	0,5500	0,6000	0,6000	0,6000
Maksimum	3,8967	0,7800	0,9000	1,0000	0,9333	0,9500

Çizelge 6.15’e bakıldığında analiz fazı ortalama puanının diğer adımlara göre önde olduğu fakat yine de hedeflenen değeri yakalayabilmesi için çalışılması gerektiği sonucu doğmaktadır.

Altı Sigma uygulamaları sonucunda alınan neticeleri arttırmak için hedefleri değişik kademelere yayarak bağlayıcılık sağlanmalı ve proje seçimleri firmanın stratejik hedefleri ile bağlantılı olacak şekilde bütünsel bir bakış açısıyla seçilmelidir.

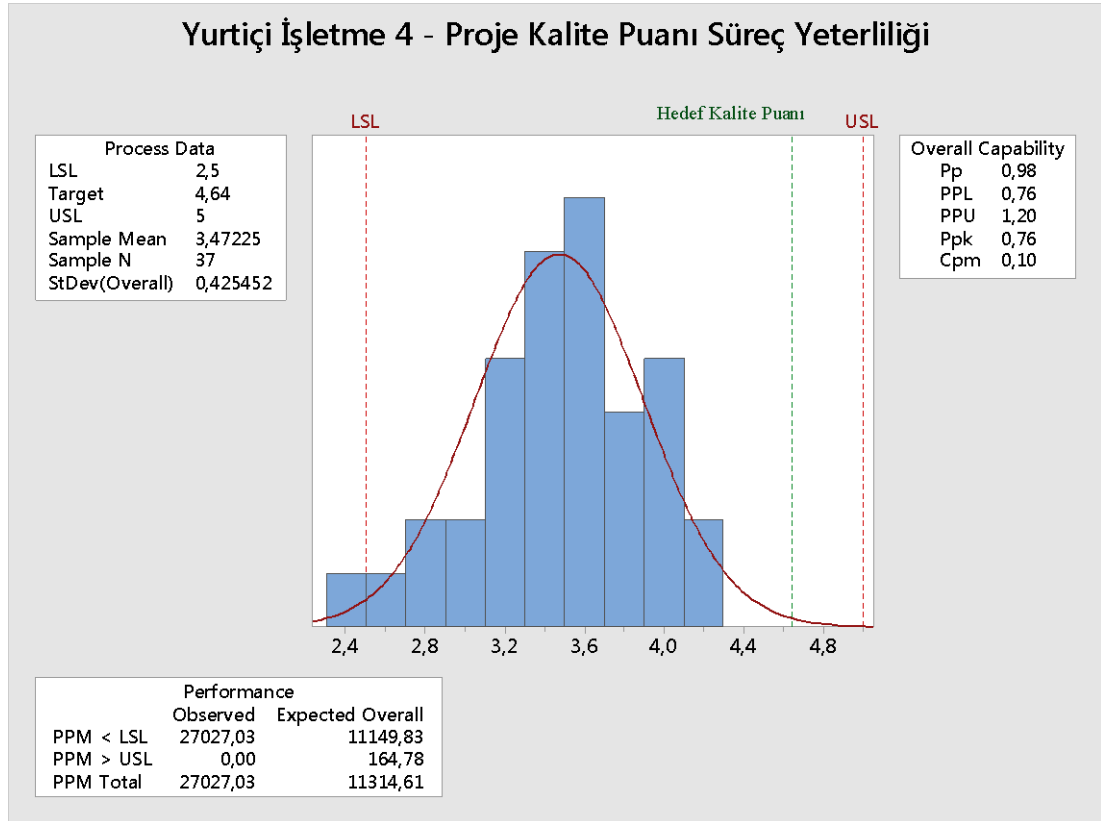
6.9.3 Yurtiçi İşletme 4

Yurtiçi İşletme 4, Altı Sigma uygulamalarında etkin olmayan işletmelerdendir. İşletmenin etkin olabilmesi için proje kalite puanını % 33,58 arttırması gerekirken projelerden sağladığı getiriye ise % 223,13 oranında arttırması gerekmektedir.

Buna göre gerçekleştirilen Yurtiçi İşletme 4 projeleri için Çizelge 6.13’te yer verildiği gibi proje başına ortalama hedef kalite puanı 4,64 olarak belirlenirken, proje başına getiri ise 26,01 bin Euro olarak belirlenmiştir. Yukarıda detaylı analizi yapılan Yurtiçi İşletme 1 ve Yurtiçi İşletme 2’de olduğu gibi Yurtiçi İşletme 4’te de

projelerden daha fazla getiri sağlanması konusunda çalışılması gerekmektedir. Bu da temelinde proje seçimi ve projeler bitiminde doğru ve detaylı şekilde getiri hesabı yapılması ve sistemin işleyişinin getiri hedefiyle takip edilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

Şirketin Altı Sigma kalite puanı için belirlediği spesifikasyonlara göre oluşturulan Yurtiçi İşletme 4'ün süreç yeterliliği Şekil 6.4'te görülmektedir.



Şekil 6.4 : Yurtiçi İşletme 4'ün Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği.

Altı Sigma projelerinin belirlenen spesifikasyonlara uyum sağlamış olduğu Cp değeri 1'e yakın olduğu için söylenebilir. Mevcut proje kalite puanları ile de Cpk 0,76 seviyesindedir. Mevcut süreç daha yüksek kalite puanına sahip projeler üretebilecek yeterliliktedir. Proje ekip lideri ve üyelerine kalite puanı hesaplanırken dikkat edilen kriterler anlatılmalı yönlendirmeler ve koçluğun arttırılması ile kalite puanının beklenen düzeye çıkartarak Altı Sigma uygulama etkinliği için puan beklenen seviyeye taşınmalıdır.

Yurtiçi İşletme 4'ün kalite puanları ve TÖAİK adımlarının her birinde aldığı kalite puanlarının temel istatistiksel analizleri Çizelge 6.16'da verilmiştir.

Çizelge 6.16 : Yurtiçi İşletme 4'ün kalite puanları temel istatistiği.

Değişken	PKP	TP	ÖP	AP	İP	KP
Örnek	37	37	37	37	37	37
Ortalama	3,4723	0,6876	0,7054	0,7212	0,6833	0,6748
Std.Sapma	0,4255	0,0714	0,1016	0,1430	0,1261	0,1064
Minimum	2,4267	0,5400	0,5250	0,4667	0,4333	0,4000
Medyan	3,5467	0,6800	0,7000	0,6667	0,6667	0,6667
Maksimum	4,1533	0,8000	0,8750	1,0000	1,0000	0,8667

İstatistiksel olarak bakıldığında analiz ve ölçüm fazından alınan puanların diğerlerine göre daha yüksek olduğu fakat hedeflenen puan için yetmediği görülmektedir. Çalışma yapılırken öncelikle diğer fazlara odaklanılarak eksikler kapatılmalıdır. Örneğin; projenin tanımlama aşamasında eksik yapılan bir faaliyet tamamlanmalı ve ileriki aşamalara daha sağlıklı şekilde geçilmesi sağlanmalıdır.

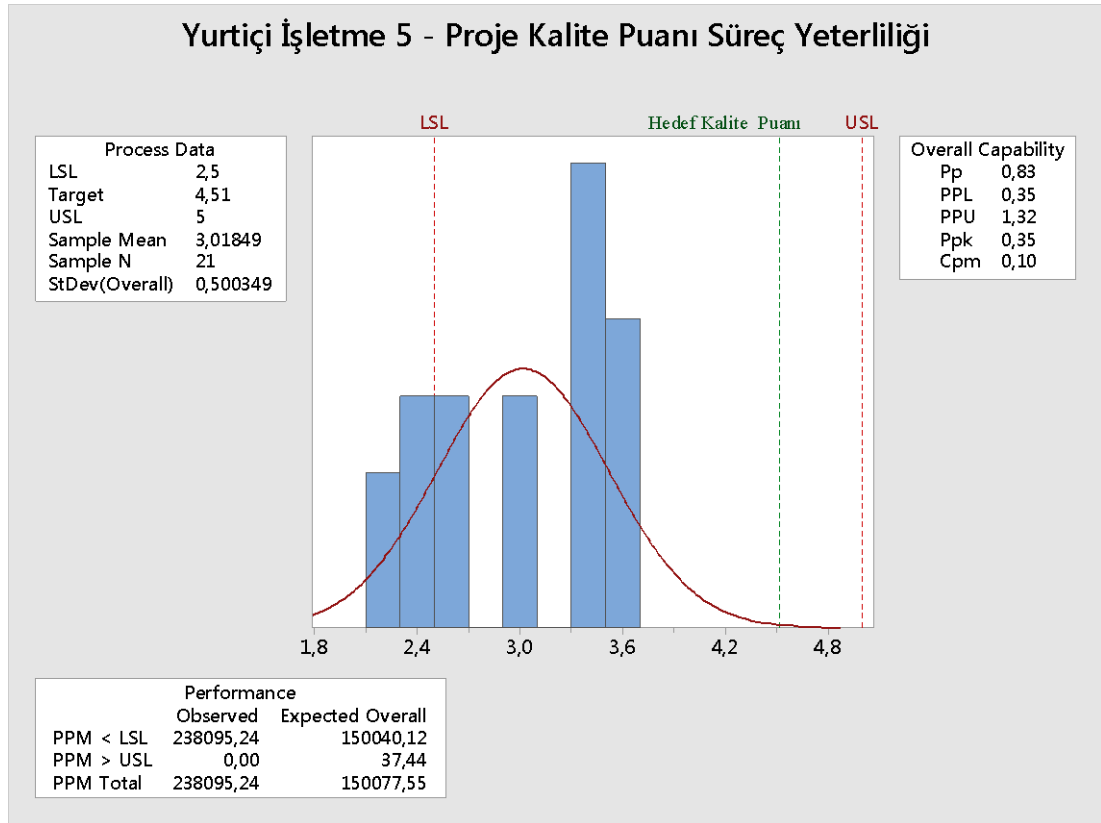
6.9.4 Yurtiçi İşletme 5

Veri Zarflama Analizi sonucunda Altı Sigma uygulamalarında etkin olmayan işletmelerden birisi de Yurtiçi İşletme 5 dir. İşletmenin etkin olabilmesi için proje kalite puanı toplamını % 49,52 arttırarak 63,39 puandan 94,78 puana taşınması gerekmektedir. Bu hedefe ulaşması için proje başına kalite puanını Çizelge 6.13'te yer aldığı gibi proje ortalama puanını 4,51'e yükseltmelidir.

Etkin bir birim olabilmesi için mevcut getirilerini % 129,45 oranında arttırması ve proje başına 25,31 bin Euro getiri sağlaması gerekmektedir.

Girdi değişkenlerinden eğitimli sayısı, hedeflenen çıktılar için yeterli iken Kara Kuşak sertifikasına sahip çalışan sayısının yaklaşık 5 kişi fazla olduğu ve projelere harcanan proje süresinin de 15 ay kadar fazla olduğu görülmektedir. Aslında işletmenin gerekenden fazla Kara Kuşak sertifikalı sayısına sahip olması geniş çapta, birçok bölümden farklı disiplindeki kişinin katılımıyla gerçekleştirilecek projeler için kaynağının olduğunu göstermektedir. Bu şekilde gerçekleştireceği projeler ile daha yüksek getirili ve hedefinin üzerinde getiri sağlayacak projeler gerçekleştirebilecektir.

Şirketin Altı Sigma kalite puanı için belirlediği spesifikasyonlara göre oluşturulan Yurtiçi İşletme 5'in süreç yeterliliği Şekil 6.5'te görülmektedir.



Şekil 6.5 : Yurtiçi İşletme 5'in Altı Sigma projeleri kalite puanı süreç yeterliliği.

İşletmenin Altı Sigma projeleri için belirlenen spesifikasyonlarda proje üretebilecek yetkinliğinin olmadığı Cp değerinin 0,83 olmasından dolayı söylenebilir. Ortalama hedef puan olan proje başına 4,51 puanına ulaşmadan önce temel olarak şirketin belirlediği nitelikte proje üretebilme yetkinlikleri artırılmalıdır. Bunun için kalite puanı beklenen seviyenin altında olan projeler analiz edilerek detayda sorunun neler olduğu, proje seçme ve uygulama aşamasında yaşanan zorlukların tespit edilmelidir. İşletme içi ve işletmeler arası Altı Sigma çalışmaları yapılarak ne gibi iyileştirmeler yapıldığında daha nitelikli projeler üretebileceği çalışılmalıdır. Eğitim alan kişilerin sahip oldukları yetkinliklerinin hatırlatılması amacıyla tazeleme eğitimleri yapılmalıdır. Projelerin çeşitli safhalarında Altı Sigma liderlerinin ve eğitimli kişilerin de katılımıyla proje sunumları yapılmalı projenin gidişatı ve nasıl zenginleştirilebileceği konularında fikir alışverişi yapılmalıdır.

Yurtiçi İşletme 5'in kalite puanları ve TÖAİK adımlarının her birinde aldığı kalite puanlarının temel istatistiksel analizleri Çizelge 6.17'de verilmiştir.

Çizelge 6.17 : Yurtiçi İşletme 5'in kalite puanları temel istatistiği.

Değişken	PKP	TP	ÖP	AP	İP	KP
Örnek	21	21	21	21	21	21
Ortalama	3,018	0,6419	0,6139	0,5810	0,5540	0,6278
Std.Sapma	0,500	0,1308	0,1266	0,0999	0,1108	0,1390
Minimum	2,160	0,3400	0,4000	0,4000	0,3667	0,4000
Medyan	3,093	0,6800	0,6250	0,6000	0,5667	0,6333
Maksimum	3,583	0,8200	0,8167	0,7333	0,8000	0,9000

Mevcut duruma bakıldığında işletmenin en çok sıkıntı yaşadığı konunun iyileştirme ve analiz aşamaları olduğu görülmektedir. Öncelikle analiz araçları hakkında daha detaylı bilgilendirme yapılarak ne tür problemlerde ne tür araçların kullanılacağı konusunda hatırlatıcı eğitimler yapılmalı sonrasında da iyileştirmelerin hayata geçirilmesi öncesindeki fizibilite analizleri ve pilot çalışmalar yapılması gerektiği örnek projeler ile aktarılmalıdır. Yapılan bu çalışmalar proje üretme yetkinliklerinde artış sağlayacaktır.

6.9.5 Yurtiçi İşletme 9

Yurtiçi İşletme 9 Altı Sigma uygulamalarında etkin olmayan işletmelerdendir. Çizelge 6.7'de yer aldığı gibi 0,4883 ile en düşük etkinlik skoruna sahip bir işletmedir.

İşletmenin etkin olabilmesi için Çizelge 6.11'de yer aldığı gibi proje kalite puanını % 92,43 arttırması gerekirken projelerden sağladığı getiriye ise % 351,13 oranında arttırması gerekmektedir.

İşletmenin mevcutta 13 ay gibi bir sürede gerçekleştirdiği proje sayısı 2 dir. Bu yüzden 12 eğitimli ve 3 Kara Kuşak sertifikalı çalışanın atıl durumda olduğu belirlenmiştir. İşletme öncelikli olarak mevcutta ürettiği proje sayısını eğitimli sayısı ile orantılı olarak arttırmalıdır. Mevcut eğitimli çalışanları ile daha fazla proje yapmaya yönelmeli ve Altı Sigma projeleri için daha fazla zaman ayırmalıdır. Sadece mevcutta üretmiş olduğu 2 proje için hedeflenen seviyeye gelmiş olması genele bakıldığında etkin olması için yeterli değildir.

Yurtiçi İşletme 9'un kalite puanları ve TÖAİK adımlarının her birinde aldığı kalite puanlarının temel istatistiksel analizleri Çizelge 6.18'de verilmiştir.

Çizelge 6.18 : Yurtiçi İşletme 9'un kalite puanları temel istatistiği.

Değişken	PKP	TP	ÖP	AP	İP	KP
Örnek	2	2	2	2	2	2
Ortalama	2,510	0,5100	0,4833	0,4833	0,5333	0,500
Std.Sapma	0,382	0,0990	0,1179	0,0236	0,0471	0,141
Minimum	2,240	0,4400	0,4000	0,4667	0,5000	0,400
Median	2,510	0,5100	0,4833	0,4833	0,5333	0,500
Maximum	2,780	0,5800	0,5667	0,5000	0,5667	0,600

Çizelge 6.18'de yer aldığı gibi proje kalite ortalaması 2,510'dur.

İşletmenin gerçekleştirmiş olduğu 2 proje için kalite puanları bazında süreç analizi çalışması örnek büyüklüğünün yetersizliğinden dolayı yapılmamıştır.

İşletme öncelikle daha fazla sayıda proje üretmesi gerekmektedir. Bunun için de Altı Sigma uygulamaları için işletmelere hedef verilmelidir. Hedef yayılımında öncelikli konu proje kalite puanı ve proje getirilerinden önce proje sayıları olmalıdır. Eğitim alan çalışanların Altı Sigma projeleri yaparak işletmelerine katkıda bulunmaları gerekmektedir.

6.9.6 Yurtiçi İşletme 10

Altı Sigma uygulamasında etkin olmayan işletmelerden birisi de Yurtiçi İşletme 10'dur. İşletmenin etkin olabilmesi için toplam proje kalite puanını % 48,21 arttırması gerekmektedir. Fakat en önemli problem işletmenin gerçekleştirdiği projeler için getiri sağlamamış ya da getiri hesabı yapmamış olmasıdır. İşletmenin gerçekleştirdiği 2 proje için baktığımızda toplamda 64,16 bin Euro'luk getiri sağlaması beklenmektedir.

İşletme 14,5 ay gibi bir sürede 2 proje gerçekleştirmiştir. Bu projelerde hedeflenen çıktılara sahip olması için 4 Altı Sigma eğitilmiş 1 adet ise Kara Kuşak sertifikalı çalışanın yeterli olduğu ve 19 eğitilmiş ve 1 Kara Kuşak sertifikalı çalışanın atıl durumda olduğu belirlenmiştir. İşletme öncelikli olarak Yurtiçi İşletme 9'daki probleme benzer olarak üreteceği proje sayısını eğitilmiş sayısı ile orantılı olarak arttırmalıdır. Mevcut eğitilmiş çalışanları ile daha fazla proje yapmaya yönelmelidir.

Yurtiçi İşletme 9'da bahsedildiği gibi öncelikle Altı Sigma projelerinin arttırılması ve kaynakların etkin şekilde kullanılabilmesi için eğitilmiş çalışanların Altı Sigma projeleri üretmeleri ve Kara Kuşak sertifikalı çalışanların ise onlara projelerinde yol

göstericilik yapmaları gerekmektedir. Bunun için de çeşitli kademelere proje sayısında artış sağlanması ile ilgili hedef verilmelidir.

Yurtiçi İşletme 10'un kalite puanları ve TÖAİK adımlarının her birinde aldığı kalite puanlarının temel istatistiksel analizleri Çizelge 6.19'da verilmiştir.

Çizelge 6.19 : Yurtiçi İşletme 10'un kalite puanları temel istatistiği.

Değişken	PKP	TP	ÖP	AP	İP	KP
Örnek	2	2	2	2	2	2
Ortalama	3,367	0,700	0,700	0,7667	0,600	0,600
Std.Sapma	0,801	0,141	0,141	0,0471	0,283	0,283
Minimum	2,800	0,600	0,600	0,7333	0,400	0,400
Medyan	3,367	0,700	0,700	0,7667	0,600	0,600
Maksimum	3,933	0,800	0,800	0,8000	0,800	0,800

Proje kalite ortalaması Çizelge 6.19'de yer aldığı gibi 3,367'dir. Buradaki temel problem iyileştirme ve kontrol aşamalarındadır.

Proje kalite puanları için süreç yeterliliği çalışması örnek hacminin yetersizliğinden dolayı yapılamamıştır. Öncelikle eğitilmiş sayısı ile orantılı olarak daha fazla sayıda proje üretilmesi gerekmekte ve eğitilmiş insan gücünden yararlanılmalıdır.

6.9.7 Yurtdışı İşletme 2

İki yurtdışı işletmesinden biri olan Yurtdışı İşletme 2 etkin olmayan Altı Sigma işletmelerindendir. İşletmenin etkin olabilmesi için Çizelge 6.11'de yer aldığı gibi toplam proje kalite puanını % 11,50 arttırması gerekmektedir. Fakat en önemli problem işletmenin gerçekleştirdiği projeler için getiri sağlamamış ya da getiri hesabı yapmamış olmasıdır. İşletmenin gerçekleştirdiği 2 proje için baktığımızda toplamda 63,3 bin Euro'luk getiri sağlaması beklenmektedir.

Bu projelerden hedeflenen çıktılara sahip olması için 4 Altı Sigma eğitilmiş çalışanın yeterli olduğu ve 13 eğitilmiş çalışanın atıl durumda olduğu belirlenmiştir. İşletme öncelikli olarak üreteceği proje sayısını eğitilmiş sayısı ile orantılı olarak arttırmalıdır. Mevcut eğitilmiş çalışanlar ile daha fazla proje yapmaya yönelmelidir ve bunun gerçekleşeceğini hedefler ile garanti altına almalıdır.

Yurtiçi İşletme 10'un kalite puanları ve TÖAİK adımlarının her birinde aldığı kalite puanlarının temel istatistiksel analizleri Çizelge 6.20'de verilmiştir.

Çizelge 6.20 : Yurtdışı İşletme 2'nin kalite puanları temel istatistiği.

Variable	PKP	TP	ÖP	AP	İP	KP
Örnek	3	3	3	3	3	3
Ortalama	2,578	0,5200	0,5583	0,5889	0,4889	0,4222
Std.Sapma	0,279	0,0800	0,1233	0,0839	0,0385	0,1018
Minimum	2,407	0,4400	0,4750	0,5000	0,4667	0,3333
Medyan	2,428	0,5200	0,5000	0,6000	0,4667	0,4000
Maksimum	2,900	0,6000	0,7000	0,6667	0,5333	0,5333

Gerçekleştirdiği projeler için değerlendirme yapıldığında işletmenin öncelikli olarak gerçekleştirdiği projelerin kontrol aşamasında yaşadığı sıkıntıların nelerden kaynaklandığını proje sonucundaki iyileştirmelerin takibinde nelerde sıkıntı çekildiği saptamalıdır.

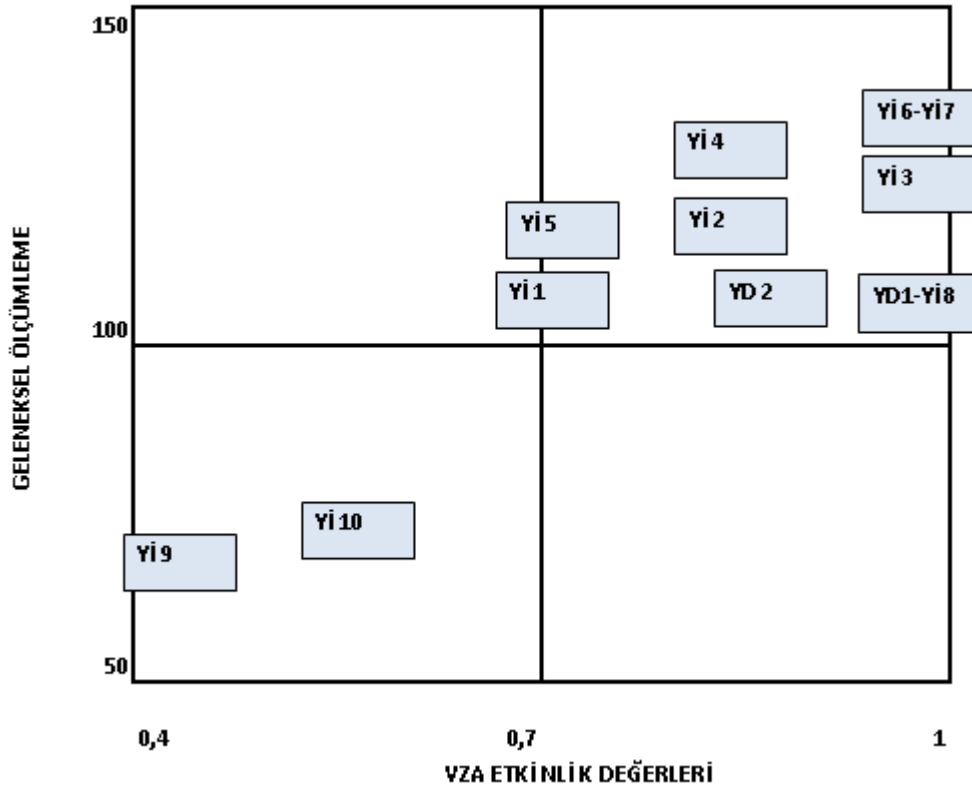
6.10 VZA Sonuçlarının Yönetmelik Olarak Değerlendirilmesi

Mevcutta firma işletmelerini kendi performans yöntemine göre değerlendirmekte ve 50 ile 150 arasında bir performans puanı belirlemektedir. Fakat VZA yöntemi sayesinde farklı bir bakış açısıyla performans değerlendirmesi yapılmıştır. Gerçekleştirilen analiz sayesinde firma sahip olduğu işletmelerdeki Altı Sigma uygulamalarındaki etkinlik durumuna daha yakından bakabilecek ve yönetsel anlamda bazı önemli ipuçları elde edilebilecektir. Yönetim bu yüzden mevcutta uyguladığı geleneksel performans ölçümlemesiyle VZA analizinin tutarlı olup olmadığı konusunda da gözlemlerde bulunmalı ve değerlendirme yapmalıdır.

Şekil 6.6'ya bakıldığında Yİ6, Yİ7 gibi işletmelerde iki yöntem arasında oldukça kuvvetli tutarlılık görülürken, Yİ1 ve Yİ5 gibi işletmelerde aynı tutarlılıkta sonuç alınmadığı görülmektedir.

Asıl yapılması beklenen doğrudan iki tekniğin karşılaştırılmasının yanı sıra yönetsel bilginin daha geniş bakış açısıyla değerlendirilmesidir. VZA ile daha geniş bakış açısıyla değerlendirmeler yapma fırsatı doğmaktadır.

Şekil 6.6'ya bakıldığında özellikle dört şekilde gruplaşmanın ön planda olduğu görülmektedir.



Şekil 6.6 : Geleneksel performans ölçümü ile VZA performans ölçümü karşılaştırması.

Yurtiçi İşletme 4, 2 ve Yurtdışı İşletme 2 firma içi performans değerlendirmesinde iyi durumda olmasına rağmen VZA sonucunda aynı orantıda başarılı olamayan işletmelerdendir. Geleneksel performans değerlendirmesinde yer verilmeyen getiri kriterine bu analizde yer verilmiş olması bu durumu açıklayan nedenlerdendir.

Yurtiçi İşletme 1 ve 5'e baktığımızda ise etkinlik anlamında Yurtiçi İşletme 4, 2 ve Yurtdışı İşletme 2 işletmelerinden ayrılarak daha düşük etkinlik değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Geleneksel ölçümlemede yakalanamayan bazı farklılıklar VZA ile ayrıştırılabilmektedir.

Yurtiçi İşletme 9 ve 10'a baktığımızda iki yönetime göre de oldukça zayıf performansa sahiptirler. İlgili işletmeler firma değerlendirmesinde düşük performans göstermelerinin nedeni olarak diğer faktörleri göstereceklerdir. Fakat VZA ile diğer faktörleri de dikkate alarak değerlendirme yaptığında bile bu birimin hala zayıf olarak değerlendirilmesi söz konusudur. Bu işletmelerin yönetim tarafından dikkatle incelenmesi ve performanslarını artırıcı çalışmalarda bulunulması gerekmektedir.

6.11 Genel Değerlendirme

Çalışmanın bu bölümünde, Altı Sigma uygulayan işletmelerin etkinliklerini belirlemek ve kıyaslamada bulunmak amacıyla 10 yurtiçi işletmesi ile 2 yurtdışı işletmesinin yer aldığı 12 işletme için VZA ile çıktı bazlı etkinlik değerlendirmesi yapılmıştır.

Bu işletmeler içerisinde 5 tanesinin Altı Sigma uygulamalarında etkin bir işleyişinin olduğu 7 tanesinin ise etkin olmadığına ulaşılmıştır. Etkin olmaları için mevcut girdiler ile çıktıda nasıl bir artış olması gerektiği tespit edilmiş ve yapılan çalışma ile mevcut işleyişte iyileşmeler sağlanarak etkin olabilmeleri için yönetsel kararlara öneri sağlanmıştır.

Etkin olmayan işletmelerin klasik performans değerlendirmesinden de farklı olarak en belirgin ortak özelliği getirilerinin düşük oluşu ya da hiç olmayışdır. Getirisi olmayan işletmeler bu yüzden etkin olmayan işletmeler arasında yerlerini almışlardır. Neredeyse tüm Altı Sigma projelerinde aranan kriterlerden birisi projenin firmaya finansal kazançlar cinsinden getireceği faydalar olmalı ve yönetsel olarak ta takibi yapılmalıdır.

Proje seçiminde stratejik hedeflerden başlayarak getirinin de dikkate alındığı doğru proje seçimi yapılmalıdır. Daha ciddi getiri sağlayan projelere kaynak ayrılması sayesinde sağlanan çıktılarda artış sağlanacak ve etkin projeler gerçekleştirilmiş olacaktır. Bunun yanı sıra Altı Sigma ile sağlanan getirilerin ölçülmesi ve raporlanması hem çalışanların Altı Sigma'nın faydalarını daha net ve kolay görmelerini sağlayacak hem de üst yönetimin Altı Sigma çalışmalarına gösterdiği desteği artıracaktır.

Tüm bunların gerçekleşebilmesi için temelde yönetimin iradesi şarttır. Yönetim hedef yayınlımlarıyla bu konuda ısrarcı olduğunu göstermeli ve takipçisi olmalıdır.

Getiriden farklı olarak ele alınan diğer çıktı değişkeni ise proje kalite puanıdır. Etkin olmayan işletmelere bakıldığında çoğu işletmenin proje yetkinlikleri konusunda beklenen düzeyde proje üretme yetkinliğine sahip olmadığı görülmektedir. Bu yüzden kalite puanı beklenen seviyenin altında olan projeler analiz edilmeli detayda sorunun neler olduğu, proje seçme ve uygulama aşamasında yaşanan zorluklar tespit edilmelidir. İşletme içi ve işletmeler arası Altı Sigma çalışmaları yapılarak ne gibi iyileştirmeler yapıldığında daha nitelikli projeler üretilebileceği çalışılmalıdır.

Eğitim alan kişilerin sahip oldukları yetkinliklerinin hatırlatılması amacıyla tazeleme eğitimleri yapılmalıdır. Projelerin çeşitli safhalarında Altı Sigma liderlerinin ve eğitimli kişilerin de katılımıyla proje sunumları yapılmalı projenin gidişatı ve nasıl zenginleştirilebileceği konularında fikir toplantıları yapılmalıdır.

Bir diğer önemli nokta ise mevcuttaki eğitimli ve sertifikalı çalışanlardan yeterince faydalanılamadığıdır. Altı Sigma konusunda yetkin çalışanlardan kuşak sertifikasına hak kazanması için gerçekleştirdiği proje dışında proje yapmaları hedef sistematiği çerçevesinde talep edilmeli ve firma kaynaklarının etkin kullanılması sağlanmalıdır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Teknolojide yaşanan gelişmeler, pazarların küreselleşmesi, iletişimin artması, dünya çapında hızlı bilgi alışverişinin ve ulaşımın kolaylaşması rekabeti büyük ölçüde arttırmıştır. Benzer durumdaki şirketlerin birbirleriyle rekabet edebilmesi için, kaynaklarını etkin ve verimli şekilde kullanması bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu nedenle günümüzde, gelişen pazar koşullarına ayak uydurabilmek ve rekabetçi olabilmek için mevcut kaynakların olabildiğince etkin kullanılması gerekmektedir. Bunu sağlamak için şirketlerin performanslarını değerlendirmeleri ve gerçekleştirdikleri özdeğerlendirmeler ışığında stratejiler geliştirerek izlemeleri gerekmektedir.

Altı Sigma da şirketlerin rekabeti sürdürebilmek adına uygulamaları gereken yönetim araçlarından birisidir. Projelere dayalı bir yaklaşım olan Altı Sigma, bu amaca ulaşmak için, en modern yönetim ve istatistiksel teknikleri kullanarak süreçlerdeki değişkenliğin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaya çalışmaktadır. Ürün için hata oranını azaltmak, belirli bir sürecin ürettiği çıktı oranını artırmak, ham maddenin daha etkin kullanımını sağlamak, maliyet azaltmak, teslimatın zamanında yapılmasını sağlamak, bir süreci, tasarımı veya kaliteyi iyileştirmek üst yönetimin onay verdiği projelerde ele alınmaktadır. Gerçekleştirilen Altı Sigma projeleri neticesinde sıçramalı iyileştirmeler beklenmektedir.

Bu tez çalışması, işletmelerdeki Altı Sigma uygulama performanslarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini ve ne derece etkin olduklarını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın temel amacı, değerlendirmeye tabi tutulan işletmelerin etkinliklerini belirlemek ve iyileştirme önerilerinde bulunmaktır. Mevcut kaynakların ne derece etkin kullanıldığını tespit edilmesi, etkinlik sınırına ulaşmak için gerekli olan çıktılarda ne denli bir artış sağlanması gerektiğini belirlenmesi ve organizasyonların Altı Sigma performans değerlendirmesinde farklı bir bakış açısı kazanılması çalışmanın diğer amaçları arasındadır.

Performans ölçümü için parametrik olmayan yöntemler içerisinde çok girdili ve çok çıktılı performans ölçümü yapabilmek için uygun yapıya sahip olan ve girdi ve çıktılar arasında birimsel eşitlik gerektirmeyen Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Mevcut girdiler ile çıktılarda artış sağlanması hedeflendiği için çıktı yönelimli veri zarflama analizi kullanılarak 12 adet işletme Altı Sigma uygulama etkinlikleri açısından karşılaştırılmıştır. Literatür araştırmaları ve firmanın Altı Sigma uygulanması sürecinden beklentileri göz önüne alınarak üç girdi ve iki çıktıdan oluşan model oluşturulmuştur.

Girdi değişkenleri olarak Altı Sigma eğitim alan sayısı, Kara Kuşak sertifikalı sayısı ve proje süreleri belirlenmiş olup, çıktı değişkenleri olarak ise projelerden sağlanan getiri ile proje kalite puanlarının toplamı alınmıştır.

Etkin olmayan işletmelerdeki temel problem proje getirisi sağlayamamalarından ya da gerçekleştirdikleri projeler için doğru getiri hesabı yapılmamasından kaynaklanmaktadır.

Bu problemi aşmak için proje seçim sürecinde getiri analizi yapılarak firma stratejileri ile uyumlu projeler tetiklenmelidir. Nitelikli proje üretmede sıkıntı yaşayan işletmelerde proje üretme yetkinliğini ve TÖAİK 5 adımını geliştirici yönde çalışmalar yapılmalıdır. Bunların yanı sıra mevcuttaki yetişmiş insan kaynağından faydalanmak için hedef yayılımı Altı Sigma'yı kapsayacak şekilde genişletilmeli ve sorgulanabilir ve takip edilebilir bir yapıda izlenmesi sağlanmalıdır. Hedef yayılımının ve takibinin yapılmasının yanı sıra iyi uygulamaları teşvik edici takdir ve ödül mekanizmaları işletilerek motivasyon artırıcı unsurlarla da programın etkinliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar planlanmalıdır.

Literatürde VZA ile Altı Sigma projeleri değerlendirmesi ile ilgili çalışmalar yer almasına rağmen, organizasyon bazında Altı Sigma uygulama etkinliğinin değerlendirilmesi anlamında bir çalışma yer almamasından dolayı literatürdeki öncü çalışmalardandır.

VZA ile yapılan bu çalışma sadece belirlenen yıldaki karşılaştırmalara imkan vermekte ve zamana bağlı değişimleri görmek adına yetersiz kalmaktadır. Zaman boyutunu dikkate alan Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi kullanılarak çalışma bir adım ileriye götürülebilecektir. Ayrıca, bu çalışmayı takip eder nitelikte gerçekleştirilecek olan diğer çalışmalarda başka kriterler de dikkate alınarak çalışma

geliştirilebilecektir. Çünkü her ne kadar çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri literatür araştırmaları ve firma beklentileri ile belirlense de yapılan seçimler değişmez olmayıp tartışmaya açık durumdadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Yolalan, R.** (1993). İşletmeler arası göreceli etkinlik ölçümü, Ankara, MPM Yayınları No: 483.
- [2] **Yeşilyurt, C. ve Alan, M. A.** (2003). Fen liselerinin 2002 yılı göreceli etkinliğinin veri zarflama analizi yöntemiyle ile ölçülmesi, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 4(2), 91-104.
- [3] **Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S. ve Esener, T.** (2004). Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin veri zarflama analizi yöntemiyle göreceli etkinlik analizi, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 5(2), 87-104.
- [4] **Banuelas, R.** (2005). An application of Six Sigma to reduce waste, Quality and Reliability Engineering International, 21, 553-570.
- [5] **Black, K. ve Revere, L.** (2006). Six Sigma arises from the ashes of TQM with a twist, International Journal of Health Care Quality Assurance, 19(3), 259-266.
- [6] **Pande, P., Neuman, R., ve Cavanagh, R.** (2000). The Six Sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance, McGraw-Hill, 53-131.
- [7] **Polat, A., Cömert, B. ve Arıtürk, T.** (2005).Altı Sigma nedir?, SPAC Altı Sigma Danışmanlık, Pelin Matbaacılık, 2. Baskı, Ekim, Ankara.
- [8] **Linderman, K. , Schoeder, R.G., Zaheer, S., ve Choo, A.S.** (2003). Six Sigma: a goal – theoretic perspective, Journal of Operations Management, 21,193-203.
- [9] **Hahn, G.J., Hill, W.J., Hoerl, R.W., Zinkgraf, S.A.** (1999) . The impact of Six Sigma improvement a glimpse into the future of statistics, The American Statistician 53 (3), 208–215.
- [10] **Roberts, C. M.** (2004). Six Sigma signals, Credit Union Magazin, January, 70(1).
- [11] **Banuelas, R.C. ve Antony, J.** (2001). A strategy for survival, Manufacturing Engineer, 119-121.
- [12] **Goh, T.N.** (2011). Six Sigma in industry: some observations after twenty-five years, Quality and Reliability Engineering International 27, 221-227.
- [13] **Shafer, S. ve Moeller, S.** (2012). The effects of Six Sigma on corporate performance: An empirical investigation, Journal of Operations Management, 30(7-8), 521–532.
- [14] **Pyzdek, T.**(2003) The Six Sigma handbook: a complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels, McGraw-Hill, New York.

- [15] **Thomsett, M.C.** (2005). Getting started in Six Sigma, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 9-11.
- [16] **Allen, T.T.** (2010). Introduction to engineering statistics and Six Sigma, Springer-Verlag London Limited, 11-19.
- [17] **Baş, T.** (2003). 6 Sigma, Kalite Ofisi Yayınları No:5.
- [18] **Uslu, L.** (2002). Altı sigma ve sanayi uygulamaları. (Yüksek lisans tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [19] **Thawani, S.** (2004). Six Sigma strategy for organizational excellence, Total Quality Management, 15(5-6), 655-664.
- [20] **Kansoy, O. ve Dirgar, E.** (2008). Altı Sigma Nedir?, E-Journal of New World Sciences Academy, 4(1), 14-23.
- [21] **Kumar, S. ve Sosnoski, M.** (2009). Reflective practice using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs, International Journal of Productivity and Performance Management 58(3), 254-273.
- [22] **Gürsakar, N.** (2005). Altı sigma müşteri odaklı yönetim, Nobel Yayınları, Ankara.
- [23] **Pande, P.S., Neuman, R. P. ve Cavanagh, R.R.** (2003). Six Sigma yolu, Çeviren: Nafiz Güder, Klan Yayınları, İstanbul.
- [24] **Little, B.** (2003). Six Sigma techniques improve the quality of e – learning, Industrial and Commercial Training, 35(3), 104 – 108.
- [25] **Chakrabarty, A. and Tan, K.** (2007). The current state of Six Sigma application in services, Managing Service Quality, 17(2), 194-208.
- [26] **Köksal, G.** (2009). Altı sigma ve yalın uygulamaları ile ilgili bir değerlendirme, Endüstri Mühendisliği Dergisi Altı Sigma-Yalın Özel Sayısı, 20 (4), 2-6.
- [27] **Işığışok, E.** (2005). Altı sigma kara kuşaklar için hipotez testleri yol haritası, 4 nokta grafik matbaacılık ltd. şti., İstanbul.
- [28] **Kwak, Y.H. and Anbari, F.T.** (2006). Benefits, obstacles and future of Six Sigma approach, Technovation, 26, 708-715.
- [29] **Under, M.** (2012). Kod adı: L 6 sigma, Borusan Holding, Bzd Yayın ve İletişim Hizmetleri, İstanbul, 43.
- [30] **Kurt, B.** (2006). Altı sigma ve istatistiksel uygulamaları, (Yüksek lisans tezi), İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [31] **Eckes, G.** (2003). Six Sigma for everyone, John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 61.
- [32] **George, M.L.** (2002). Lean Six Sigma: combining Six Sigma quality with lean speed, McGraw-Hill, 182-222.
- [33] **Tırpan, E.** (2010). Altı sigma ve çağrı merkezi sektöründe bir uygulaması (yüksek lisans tezi), İ.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [34] **Ingle, S. ve Roe, W.** (2001). Six Sigma black belt implementation, The TQM Magazine, 13(4), 273-280.

- [35] **Efe, R.**(2006). Altı sigma metodolojisi ve Türkiye’deki uygulamaları, (yüksek lisans tezi), Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [36] **Henderson, K. M. ve Evans, J. R.** (2000). Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company, Benchmarking: An International Journal, 7 (4): 260-281.
- [37] **Bremer, M., Daniels, L., Gupta, P. ve McCarty, T.**(2004). The Six Sigma blackbelt handbook, McGrawhill, USA.
- [38] **Leavitt, P.** (2002). Lessons Learned in Six Sigma Implementation. <http://www.providersedge.com/docs/leadershiparticles/LessonsLearnediin6SigmaImplementation.pdf>, Erisim Tarihi: 04/04/2014.
- [39] **Coronado, R. B. ve Antony, J.** (2002). Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in organizations, The TQM Magazine, 14(2), 92-99.
- [40] **Akpolat, H.** (2004). Six Sigma in transactional and service environments, Burlington: Gower Publishing, 43-45.
- [41] **Stamatis, D. H.** (2003). Six Sigma for financial professionals, Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons,19-21.
- [42] **Zinkgraf, S. A.** (1998). An overview of operational excellence and Six Sigma in Allied signal, 52th Annual Quality Congress Proceedings of the American Society for Quality, Philadelphia, 173-175.
- [43] **Conway, W.E.** (1992). The Quality Secret: The Right Way to Manage. Nashua, NH: The Conway Quality Inc,126.
- [44] **Kapucugil, A.K.** (2009). Altı sigma projelerinin değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım reel opsiyonlar,(Doktora tezi), Dokuz Eylül Üniveritesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [45] **Snee, R. D. ve Rodebaugh, W. F.** (2002). The project selection process, Quality Progress, 78-80.
- [46] **Lorcu, F.** (2008). Veri zarflama analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi, (doktora tezi), İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [47] **Yörüker, S., Karabeyli, L., Kaya, S. ve Özeren, B.** (2003). Sayıştayın performans ölçümüne ilişkin ön araştırma raporu, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Arş-Çeviri Dizisi: 28.
- [48] **Özeren, B. ve Aral, C. S.** (2002). Yönetim ve hesap verme sorumluluğu amaçları bakımından performans bilgisi raporu, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Arş-Çeviri Dizisi: 21.
- [49] **Özata, M. ve Sevinç, G.** (2010). Konya’daki sağlık ocaklarının etkinlik düzeylerinin veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi, Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 24 (1), 77-87.
- [50] **Prokopenko, J.** (1998). Verimlilik Yönetimi – Uygulamalı El Kitabı, (Çev.: Olcay Baykal vd.), MPM Yayınları, Ankara,43.
- [51] **Diewert, W.E. ve Lawrance, D.** (1999). Measuring New Zealand’s productivity, Treasury Working Paper, 99(5), 1-40.

- [52] **Bakırcı, F.** (2006). Sektörel bazda bir etkinlik ölçümü: vza ile bir analiz, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2, 199-217.
- [53] **Akan, Y. ve Çalmaşur, G.** (2011). Etkinliğin hesaplanmasında veri zarflama analizi ve stokastik sınır yaklaşımı yöntemlerinin karşılaştırılması, Atatürk Ü. İİBF Dergisi, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı.
- [54] **Sherman, H. D.** (1984). Data envelopment analysis as a new managerial audit methodology test and evaluation. auditing, A Journal of Practice and Theory, 35-53.
- [55] **Norman, M. ve Stoker, B.** (1991). Data Envelopment Analysis – The Assessment of Performance, John Wiley and Sons, New Jersey, 179-181.
- [56] **Cazals, C., Florens, J. P. ve Simar L.** (2002). Nonparametric frontier estimation: a robust approach, Journal of Econometrics 106, 1-25.
- [57] **Depren, Ö.** (2008). Veri zarflama analizi ve bir uygulama, (yüksek lisans tezi), Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [58] **Wheelock, D.C. ve Wilson, P.W.** (1995). Evaluating the Efficiency of Commerical Banks: Does Our View of What Banks to Matter?, Business Source-Magazine, Federal Research Bank of St. Louis Review (July-August).
- [59] **Yavuz, İ.** (2001), Sağlık sektöründe etkinlik ölçümü, veri zarflama analizine dayalı bir uygulama, MPM Yayınları, No: 654, Ankara.
- [60] **Seiford, L.M.** (1997). A bibliography for data envelopment analysis, Annals of Operations Research, 73, 393-438.
- [61] **Tavares, G.** (2002). A bibliography of data envelopment analysis, Rutcor Research Report, 01-02, 1-186
- [62] **Meza, D. ve Jeong, K.** (2013). Measuring efficiency of lean Six Sigma project implementation using data envelopment analysis at NASA, Journal of Industrial Engineering and Management 6(2), 401-422.
- [63] **Atan, M. ve Öztürk, D.T.** (2005). Avrupa Birliği'nin genişleme sürecinde üye ülkeler, Türkiye ve diğer aday ülkelerin borsa performans etkinliğinin karşılaştırılması, Kooperatifçilik Dergisi, 148, 53-65.
- [64] **Köksal, C.D.** (2001). Veri zarflama analizi ile bankacılıkta göreceli verimlilik ölçümü, (Doktora tezi), Süleyman Demirel Üni., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- [65] **Dinç, M. ve Haynes, K. E.** (1999). Sources of regional inefficiency: an integrated shift-share data envelopment analysis and input-output approach, The Annals of Regional Science, 33, 469-489.
- [66] **Ramanathan, R.** (2003). An introduction to Data Envelopment Analysis, a tool for performance measurement. sage publications, New Delhi, 26-35.
- [67] **Sherman, H.D., ve Zhu J.** (2006). Service productivity management, improving service performance using data envelopment analysis, Springer, 49-85.

- [68] **Cooper, W.W., Seiford, L. ve Zhu, M. J.** (2004). Handbook on data envelopment analysis, Kluwer Academic Publisher, New York, 1,8-21.
- [69] **Cooper, W.W., Seiford, L. M. ve Tone, K.** (2007). Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, application, references and dea-solver software, Springer Science, New York, 43-128.
- [70] **Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W.W.** (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, Management Science, 30(9), 1078-1092.
- [71] **Yıldız, A.** (2006). Yatırım fonları performanslarının vza ile değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 61(2), 211-234.
- [72] **Cooper, W.W., Seiford, L. ve Zhu, M. J.** (2004). Return to scale in data envelopment analysis, in handbook on data envelopment analysis, Kluwer Academic Publisher, New York, 2, 41-69.
- [73] **Altan, M. S.** (2010). Türk sigorta sektöründe etkinlik: veri zarflama analizi ile bir uygulama, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 12(1), 185-204.
- [74] **Xu, Y.ve Yeh, C.** (2010). A joint measurement of efficiency and effectiveness for non-storable commodities: integrated data envelopment analysis approaches, European Journal of Operational Research, 201(2), 477-489.
- [75] **Farris, J.A., Groesbeck, R.L., Van Aken, E.M., ve Letens, G.** (2006). Evaluating the relative performance of engineering design projects: a case study using data envelopment analysis, IEEE Transaction on Engineering Management, 53(3), 471-482.
- [76] **Busby, J. S. ve Williamson, A.**(2000). The appropriate use of performance measurement in non-production activities: the case of engineering design, International Journal of Operations & Production Management, 20(3), 336-358.
- [77] **Eliat, H., Golany, B. ve Shtub, A.** (2008). R&D project evaluation: an integrated dea and balanced scorecard approach, Omega, 35(5), 895-912.
- [78] **Yüksel, H.** (2012). Evaluation of the success of Six Sigma projects by data envelopment analysis, International Journal of Business and Management, 7(13), 75-84.
- [79] **Ku-Mahamud, K.R., Ahmad, F., Kasım, MM. ve Ghani, N.F.** (2012). Performance Modeling of Projects with Multi-Variate Input and an Output Using Data Envelopment Analysis, Wseas Transactions on Business and Economics, 2(9), 100-115.
- [80] **Lall, V., Lumb, R., ve Moreno, A.** (2012). Selection and prioritization of projects dea approach, Indian Journal of Economics & Business, 11(2), 359-372.
- [81] **Evans, J.R. ve Lindsay, W.M.** (2005). An Introduction to Six Sigma & Process Improvement, Thomson South Western, USA.

- [82] **Brue, G. ve Howes, R.** (2006). The McGraw Hill 36 hour course Six Sigma. McGraw Hill, USA.
- [83] **DeRuntz, B., ve Meier, R.** (2010). An evaluative approach to successfully implementing Six Sigma, Technology Interface Journal, 10(3).
- [84] **Zimmerman, J. ve Weiss, J.** (2005). Quality management: Six Sigma's seven deadly sins retrieved from <http://www.qualitymag.com/articles/84036-quality-management-six-sigma-s-seven-deadly-sins>, Erişim tarihi : 24. 04.2014
- [85] **Chakravorty, S.S.** (2009). Six Sigma failures: an escalation model, Operations Management Research, 2(1-4), 44-55.
- [86] **Gijo, E.V., ve Rao, T.S.** (2005). Six Sigma implementation-hurdles and more hurdles, Total Quality Management, 16(6), 721-725.
- [87] **Kumar U. D, Saranga H., Ramiez-Marquez J.E. ve Nowicki D.** (2007). Six Sigma project selection using data envelopment analysis, The TQM Magazine, 19(5), 419-441.
- [88] **Linton, J.D., Walsh, S.T. ve Morabito, J.** (2002). Analysis ranking and selection of R&D projects in a portfolio, R&D Management, 32,2, 139-148.
- [89] **Kapucugil, A.K.** (2009). Altı sigma projelerinin değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım reel opsiyonlar,(Doktora tezi), Dokuz Eylöl Üniveristesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

EKLER

EK A : VZA modelinde yer alan değişkenler

EK B : Yurtiçi İşletme 1 için oluşturulan VZA modeli

EK A

Araştırmaya tabii tutulan İşletmelerin VZA modelinde yer alan değişkenleri aşağıda gösterildiği şekilde tanımlanmıştır.

Girdi Değişkenleri:

X1: Altı Sigma eğitilmiş sayısı

X2: Karakuşak sertifikalı sayısı

X3: Proje süreleri

Çıktı Değişkenleri:

Y1: Getiri

Y2: Proje Kalite Puanı

EK B

Yurtiçi İşletme 1 için oluşturulan VZA modeli, örnek olarak aşağıda gösterilmiştir.

MIN

$$48 X_1 + 7 X_2 + 255 X_3$$

SUBJECT TO

80.5	Y1 +	109.74	Y2-	46 X1-	0 X2-	311.5 X3	<=0
0	Y1+	7.74	Y2-	17 X1-	0 X2-	16.5 X3	<=0
34.15	Y1+	100.24	Y2-	48 X1-	7 X2-	255 X3	<=0
200	Y1+	144.12	Y2-	70 X1-	8 X2-	337 X3	<=0
1600	Y1+	200.02	Y2-	77 X1-	22 X2-	448.5 X3	<=0
297.82	Y1+	128.47	Y2-	79 X1-	16 X2-	217.5 X3	<=0
231.65	Y1+	63.39	Y2-	28 X1-	13 X2-	136 X3	<=0
278.43	Y1+	94.98	Y2-	30 X1-	5 X2-	154 X3	<=0
588.465	Y1+	104.94	Y2-	31 X1-	9 X2-	133 X3	<=0
1168.5	Y1+	128.52	Y2-	69 X1-	11 X2-	363 X3	<=0
12.75	Y1+	5.02	Y2-	15 X1-	4 X2-	13 X3	<=0
0	Y1-	6.73	Y2-	23 X1-	2 X2-	14.5 X3	<=0

$$34.15 Y_1 + 100.24 Y_2 = 1$$

$$X_1 \geq 0.00001$$

$$X_2 \geq 0.00001$$

$$X_3 \geq 0.00001$$

$$Y_1 \geq 0.00001$$

$$Y_2 \geq 0.00001$$

END

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Banu Ülgen

Doğum Yeri ve Tarihi: Çanakkale, 29/09/1988

Adres: Sultantepe Mah. Yeşilbaşbayırı Sokak. Hilmi Eltekin Apt. No: 36/4

Üsküdar/ İstanbul

E-Posta: banulgn@gmail.com

Lisans: Dokuz Eylül Üniversitesi

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi

Banu Ülgen, lise öğrenimini Çanakkale Milli Piyango Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünü kazandı. 2011 yılında mezun olduktan sonra İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Mühendisliği Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen, 2012 yılında proje elemanı olarak çalışmaya başladığı Kalite Sistemleri ve Altı Sigma Yöneticiliği'nde Kalite Sistemleri Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

