



**EVALUATION OF CRITICAL SUCCESS FACTORS EFFECT ON SIX SIGMA
PROJECT SUCCESS IN TURKEY'S MANUFACTURING SECTOR**

Yusuf Sait TÜRKAN*¹, Ekrem MANİSALI², Mahmut Fahrettin ÇELİKKOL³

¹*Beykent Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şişli-İSTANBUL*

²*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Avclar-İSTANBUL*

³*Yüksek Endüstri Mühendisi, İSTANBUL*

Received/Geliş: 17.12.2008 Revised/Düzeltilme: 02.03.2009 Accepted/Kabul: 15.04.2009

ABSTRACT

Today, a lot of firms throughout the world are applying Six Sigma Projects in order to reach their targets. It is observed that most of the projects are successful however some of these are unsuccessful. Researches about the success of Six Sigma Projects represent the fact that there are many factors which affect the success of the projects. In this respect, researches regarding the determination of the factors importance in different countries are being gotten much importance.

In this paper, evaluation of critical success factors of Six Sigma methodology used in Turkey's manufacturing sector has been aimed. In this respect, the importance level of success factors have been examined from Turkish firms point of view by the interview of the managers of Six Sigma projects. In addition, in which level these factors are carried out in Turkey's manufacturing sector has been analyzed. Beside the analysis of critical success factors, the relationship between the acquisition of the projects and critical success factors have been investigated.

Keywords: Six sigma, six sigma critical success factors, correlation analyse, cultural change.

**TÜRK İMALAT SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMA PROJE BAŞARISINA ETKİ EDEN KRİTİK
BAŞARI FAKTÖRLERİNİN ANALİZİ**

ÖZET

Günümüzde dünya genelinde pek çok firma, hedeflerine ulaşabilmek amacıyla Altı Sigma projeleri gerçekleştirmektedir. Gerçekleştirilen projelerin bir çoğu başarılı olurken, bazı projelerin ise başarısız olduğu görülmektedir. Altı Sigma projelerinin başarısı konusunda yapılan araştırmalar, projelerin başarısını etkileyen pek çok faktör olduğunu ortaya koymuştur. Bu kapsamda farklı ülkeler için bu faktörlerin önem düzeylerinin belirlenmesine dönük araştırmalar büyük önem kazanmıştır.

Bu çalışmada Altı Sigma kritik başarı faktörlerinin, Türkiye imalat sektöründe faaliyet gösteren firmalardaki Altı Sigma Projeleri esas alınarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Altı Sigma proje yöneticileri ile görüşülerek başarı faktörlerinin önem dereceleri, Türk Firmaları açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca bu faktörlerin Türk İmalat sektöründe gerçekleştirilme düzeyleri incelenmiştir. Kritik Başarı Faktörlerinin analizi dışında, projelerden elde edilen faydalar ile kritik başarı faktörleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Altı sigma, altı sigma kritik başarı faktörleri, korelasyon analizi, kültürel farklılıklar.

*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: ysturkan@gmail.com, tel: (505) 761 43 46

1. GİRİŞ

Altı Sigma, karlılığı arttıran, gereksiz işlemleri ortadan kaldıran, düşük kalitenin yol açtığı maliyetleri azaltan, müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak hatta aşmak üzere işlemlerin etkinlik ve verimliliğini yükselten bir gelişme stratejisidir [1]. Altı Sigmanın temel ilkesi, hataların azaltılması ve süreçlerin iyileştirilmesinden elde edilen finansal kazançların görünür kılınması ve sürekli izlenmesidir. Altı Sigmanın ana itici gücü ise istatistiksel araç ve yöntemlerin disiplinli ve anlaşılır bir metot içinde, işlevsel şekilde uygulanmasıdır. Bu metodoloji ve araçlar, üretim süreçleri dışında, diğer iş süreçlerinde de (satış, satın alma, lojistik, planlama, vb.) uygulanabilmekte ve başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.

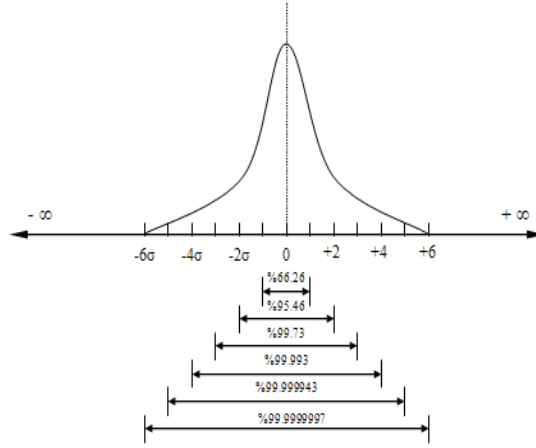
Altı Sigma metodolojisinin ilk olarak uygulandığı Motorola firmasında, kalite maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir. İlk projelerden elde edilen başarı kısa zamanda ses getirmiş, Altı Sigma uygulamaları hızlı şekilde yaygınlaşmıştır. Altı Sigma Metodolojisi yardımı ile iyileştirme faaliyetleri gerçekleştiren Türk firmalarının sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde özellikle imalat sektöründeki büyük firmaların bir çoğunda Altı Sigma projeleri gerçekleştirilmektedir. Bunun dışında kurumsallaşma sürecinde olan pek çok firmanın da Altı Sigma metodolojisini ile ilgili araştırmalar yaptığı bilinmektedir. İşletmelerin Altı Sigma projeleri konusundaki araştırmalarına paralel olarak, akademik alanda da Altı Sigma konusunda bir çok çalışma yayınlanmıştır.

Altı Sigma konusunda yapılan akademik çalışmalar, Altı Sigma felsefesi-Altı Sigma esasları, Altı Sigma uygulamaları ve Altı Sigma başarısına etki eden konular olmak üzere üç başlık altında toplanabilir. Altı Sigma felsefesi ve esasları konusunda son yıllarda yapılan araştırmalar incelendiğinde Schroeder ve arkadaşlarının [2] kapsamlı bir kavramsal tanımlama çalışması yaptığı görülmektedir. Kwak ve Anbari [3] ise yaptıkları çalışmayla, Altı Sigma proje kazançları ile projelerde yaşanabilecek problemleri ortaya koymuş, Altı Sigma uygulamalarının geleceği konusunda tahminlerde bulunmuşlardır. Son yıllardaki Altı Sigma uygulama çalışmalarına ise Su ve Chou'nun [4] yapmış oldukları araştırma örnek olarak verilebilir. Altı Sigma projelerinin başarısını etkileyen kriterler, "Altı Sigma Kritik Başarı Faktörleri" (KBF) olarak ifade edilmektedir. Literatürde kritik başarı faktörleri konusunda farklı araştırmalar bulunmaktadır [5,6,7,8]. Bu araştırmalarda ortaya konan kriterler genel başarı kriterleridir. Akademik yayınlarda kriterlerin genel olarak benzer maddelerden oluştuğu görülmektedir. Bununla birlikte çalışmalarda bazı kriterler birleştirilerek, ya da ayrılarak toplam başarı kriteri sayısı değişebilmektedir. Kriterlerin proje başarısına etki düzeyleri ise, kültürel farklılıklar nedeni ile ülkelere göre değişebilmektedir [7]. Ülkemizde son yıllarda Altı Sigma projelerindeki artış, kritik başarı faktörlerinin, Türk firmaları açısından sorgulanması ihtiyacını doğurmuştur [9]. Yapılan çalışma ile ülkemiz imalat sektöründe Altı Sigma projelerini etkileyen başarı faktörleri ve projelerden elde edilen faydalar analiz edilmiş, kritik başarı faktörleri ile proje başarıları arasındaki ilişkiler istatistiksel analizler kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca Altı Sigma birim yöneticiliğinin ve firmaların Altı Sigma proje tecrübesinin, Altı Sigma proje başarıları ile olan ilişkisi de incelenmiştir.

Çalışmada giriş bölümünden sonra, Altı Sigma metodolojisi ele alınmış, kısaca Altı Sigmanın aşamaları ve bu aşamalarda kullanılan yöntem ve araçlardan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, Altı Sigma Kritik Başarı Faktörleri ile bu konuda yapılmış çalışmalar sunulmuştur. Dördüncü bölümde, Türk İmalat Sektöründe, Altı Sigma proje başarısına etki eden faktörlerin analiz çalışması anlatılmıştır. Bu kapsamda yapılan anket çalışması ve kullanılan istatistiksel metotlara yer verilmiştir. Son bölümünde ise analizler neticesinde elde edilen sonuçlar verilmiş, proje başarısı ile faktörlerin ilişki seviyeleri incelenmiştir. Ayrıca başarıya etki eden faktörler yorumlanarak Altı Sigma metodolojisini uygulamayı düşünen üreticiler için çeşitli öneriler sunulmuştur.

2. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ

Altı Sigma, operasyonel mükemmelliği başarmak ve sürdürmek amacıyla süreçleri tanımlamak, ölçmek, analiz etmek, iyileştirmek ve kontrolünü gerçekleştirmek için, firmaların basit ve güçlü istatistiksel araçları kullanmalarını sağlayan etkili bir iyileştirici iş stratejisidir [10]. Altı Sigma, kritik öneme sahip süreç performans kriterlerine odaklanarak, iş süreçlerindeki hata ve kusurları bulan ve ortadan kaldıran iyi tesis edilmiş bir yaklaşımdır [11]. Altı Sigma yaklaşımı, ölçüm aracı olarak “Milyon Operasyondaki Hata Adedi” (MOHA – DPMO Defects per Million Opportunities) skalasını kullanır. Sigma değeri, ortaya çıkan kusurlar ile ilgili bilgi verir. Şekil 1’de gösterildiği gibi daha yüksek sigma değeri, daha düşük kusur olasılığı anlamına gelmektedir. Altı Sigma yaklaşımı ile milyonda 3,4 hata oranı hedeflenerek bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Literatürde işletmelerin karlılıklarını artırıcı, süreçlerini geliştiren, maliyetlerini azaltıcı pek çok iyileştirme metodolojisi bulunmaktadır. Bu iyileştirme yöntemlerinin bir çoğu W. Edwards Deming’in “PUKÖ” (Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al) döngüsüne dayanmaktadır. Altı Sigma’da ise “TÖAİK” (Tanımla, Ölç, Analiz Yap, İyileştir, Kontrol Et) döngüsü kullanılmaktadır. Altı Sigmayı diğer pek çok metodolojiye göre güçlü kılan en önemli etkenlerden biri TÖAİK yönteminin alt yapısındaki kapsamlı istatistiksel teknik ve iyileştirme araçlarıdır. Aşağıda Çizelge 1’de Altı Sigma iyileştirme sürecinde kullanılan istatistiksel araç ve metotlara örnekler verilmiştir.



Şekil 1. Sigma Düzeyleri

Altı Sigmayı diğer yöntemlerden ayıran en önemli özelliklerinden birisi de organizasyondur. Altı Sigma organizasyonlarında, personele aldıkları eğitiminin türüne göre farklı ünvan, yetki ve sorumluluklar verilir. İlk bakışta uzak doğu sporlarında sıklıkla rastlanan bu ünvanlar, (kara kuşak, yeşil kuşak vb.) aslında Altı Sigmanın organizasyon yapısında yer alan pozisyonlardır. Bu organizasyonun kapsam ve genişliği, işletmenin yapısına ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Altı Sigma organizasyon yapısında yer alan üst kalite konseyi, şampiyon, kara kuşak, yeşil kuşak gibi birim ve pozisyonlar, projenin sağlıklı şekilde yürütülmesi amacı ile oluşturulmuştur.

Çizelge 1. Altı TÖAİK Aşamaları ve Kullanılan Bazı Araç ve Teknikler

		Açıklama	Kullanılan Araç ve Metotlardan Bazıları
Karakterizasyon	Tanımlama	Projenin hedefleri, sınırları ve terminlerinin belirlenmesi ile beraber her bir süreç için çıktı ve potansiyel girdilerin tanımlanması amaçlanır.	<ul style="list-style-type: none"> • Proje Yönetim Sistemi ve Proje Planlaması • Proje Göstergeleri • Müşterinin Sesi • Hata Türü Etki Analizi (HTEA) • Sebep-Sonuç Matrisi
	Ölçme	Çıktı ve potansiyel girdilerin doğru ölçülüp ölçülmediği test edilir. Doğru bir ölçüm sistemine sahip olduktan sonra mevcut çıktı ve girdilerin yeterlilikleri belirlenir.	<ul style="list-style-type: none"> • Çetele Diagramı • Pareto Şeması • Süreç Sigması • Tanımlayıcı İstatistik • Grafiksiz Analizler • Z-tahminleri
	Analiz	Nerede, ne zaman, nasıl, ne şekilde gibi sorulardan yararlanılarak çıktıları etkileyebilecek potansiyel girdiler analiz edilir. Bu şekilde önem sıralaması, hata şiddeti vb. konular netleştirilir.	<ul style="list-style-type: none"> • Çok Değişkenli Analizler • Korelasyon • Hipotez testleri • Güven aralıkları • T-testi • F-testi • Ki-kare Testi • ANOVA
Optimizasyon	İyileştirme	Etken girdilerin değişik durumlarda, sistematik araçlar yardımıyla çıktı değişkeni üzerindeki etkileri incelenir. Çıktının en iyilenmesini sağlayacak önemli etken girdilerin dereceleri belirlenir.	<ul style="list-style-type: none"> • Çoklu Regresyon • Deneysel tasarım • Tam Faktöryel Deneyler • Kesirli Faktöryel Deneyler • Cevap Yüzeyi Metodu
	Kontrol	Çıktıların en iyi duruma getirildikten sonra sürekliliğinin sağlanması adına, önemli girdilerin seçilmiş durumlarında aynen devam ettiğini kontrol etmek, çıktı üzerindeki değişkenliğin azaltılmasını sağlayacaktır.	<ul style="list-style-type: none"> • İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) • Güvenilirlik • Shainin Metodları • Tolerans Analizi • Altı Sigma Toleranslandırması • Sonuçların Değerlendirilmesi

3. ALTI SİGMA KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ

Her çıktının bir ya da birden çok girdisi vardır. Girdilerin kalitesi ya da uygulanma düzeyinin çıktı kalitesine etkisi olduğu bilinen bir gerçektir. Projelerde de proje başarısını etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Altı Sigma projeleri, belirli bir sistem içerisinde hareket eden ve belirli kurallar çerçevesinde gerçekleştirilen planlı faaliyetlerdir. Altı Sigma projelerinin başarısını etkileyen faktörler konusunda literatürde farklı çalışmalar bulunmaktadır. Henderson ve Evans [5], Coronado ve Antony [6], Pande [12], Eckes [13] gibi araştırmacılar, Altı Sigma tecrübesi olan firmaları inceleyerek Kritik Başarı Faktörlerini netleştirmeye çalışmışlardır. Kritik Başarı Faktörleri, yapılan çalışmalarda önemsiz farklılıklar dışında (bazı çalışmalarda iki kritik başarı faktörünün birleştirilerek bir faktör altında ele alınması vb. durumlar) genel olarak aynı faktörlerden oluşmaktadır. Faktörlerin uygulama düzeyleri ve proje başarısına etkisi ise ülkeye ve sektöre göre farklılıklar gösterebilmektedir. Literatürde genel olarak kabul görmüş Kritik Başarı Faktörleri ve bu faktörlerin kısa açıklaması aşağıda verilmiştir.

- ♦ **Yönetimin Katılımı ve Taahhüdü** : Yönetimin projelerde aktif olarak yer alması (proje sürecinde görev alması) ve özellikle proje başlangıcında projenin arkasında olduğunu hissettirmesi,
- ♦ **Kültürel Değişim** : İşletmenin tüm çalışanları ile yenilikçi bir yaklaşıma sahip olması ve bu yaklaşımı projelerde aktif olarak göstermesi,
- ♦ **Organizasyonel Altyapı** : Altı Sigma proje ekiplerinin organizasyon yapısının gerçeğine uygun olarak (kalite konseyi, yönetim temsilcisi, şampiyon, uzman kara kuşak, kara kuşak, yeşil kuşak vb. pozisyon ve görev tanımlarına uyacak şekilde) yapılandırılması,
- ♦ **Eğitim** : Altı Sigma eğitimlerinin yeterli seviye ve kalitede verilmesi,
- ♦ **Proje Yönetimi Becerileri** : Proje sürecinde yönetici olarak çalışanların, proje yönetimi konusunda bilgi ve tecrübe sahibi olması,
- ♦ **Proje Önceliklendirme ve Seçimi** : Altı Sigma projelerinin başlangıçta kapsamlı bir değerlendirme ile önceliklendirilmesi ve seçimi,
- ♦ **Altı Sigma Metodolojisindeki Araç ve Teknikleri Anlama** : Altı Sigma metodolojisinde kullanılan çok sayıdaki araç ve teknikleri kullanabilme kabiliyeti,
- ♦ **Altı Sigma'yı İşletme Stratejisi İle İlişkilendirmek** : Uzun ve kısa vadeli işletme stratejileri ile proje hedeflerinin entegrasyonu,
- ♦ **Altı Sigma'yı Müşterilerle İlişkilendirmek** : Altı Sigma proje hedeflerinin müşteri istek ve beklentileri ile entegrasyonu,
- ♦ **Altı Sigma'yı İnsan Kaynakları İle İlişkilendirmek** : Altı Sigma projelerinde çeşitli promosyonlar (terfi, prim, ek maaş, izin, yetki vb.) ile çalışanların motive edilmesi,
- ♦ **Altı Sigma'yı Tedarikçilerle İlişkilendirmek** : Proje sürecinde tedarikçiler ile iletişim kurularak, tedarikçilerin proje sürecinde yer almasının ve aktif olarak çalışmasının sağlanması,
- ♦ **İletişim** : Altı Sigma çalışmaları konusundaki gelişmelerin, başarıların, başarısızlıkların ve bunların nedenlerinin kurum çalışanları ile paylaşılması,
- ♦ **Bilişim Teknolojileri Altyapısı** : Proje süreçlerinde veri toplamak, veri işlemek, proje süreçlerinde kullanılmak üzere uygun bir bilişim teknolojisi altyapısının bulunması.

4. TÜRK İMALAT SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMA PROJE BAŞARISINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ

4.1. Kullanılan Yöntem

Çalışmada öncelikle, ülkemizde imalat sektöründe Altı Sigma kritik başarı faktörleri ile proje başarısı arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada araştırılan diğer konu, Altı Sigma birim yöneticiliği ve proje tecrübesinin, proje başarısına etkisidir. Bu kapsamda, proje yöneticilerine yönelik bir anket hazırlanmıştır. Daha sonra her firmadan üç proje yöneticisi olmak üzere toplam 39 proje yöneticisinden anketleri doldurmaları istenmiştir. Firmaların birçoğunda karşılıklı görüşmeler ile bazı firmalarda ise e-mail yoluyla veriler toplanmıştır.

Anket çalışmasının ilk bölümünde, firmalarla ilgili demografik bilgiler istenmiştir. Bu bölümde firma adı, soruları cevaplayan kişinin Altı Sigma organizasyonundaki konumu, çalışan sayısı, kuşak sahibi çalışan sayısı, Altı Sigma birim yöneticiliğinin bulunup bulunmadığı, kaç yıldır Altı Sigma çalışmalarının yürütüldüğü sorularına yer verilmiştir. Anketin ikinci bölümünde, Altı Sigma projelerinin gerçekleştirilmesindeki fayda beklentileri ele alınmıştır. Bu kapsamda literatürde yer alan, “Süreç değişkenliğinin azaltılması, Karlılığın artırılması, İşletme maliyetlerinin azaltılması, Kalitesizlik maliyetlerinin azaltılması, Verimliliğin artırılması, Çevrim zamanının azaltılması, Müşteri şikayetlerinin azaltılması, Satışların artırılması, Muayene işlemlerinin azaltılması” faydaları verilerek, anketi dolduran proje yöneticilerinden, bahsedilen faydaların işletmesi açısından ne derece önemli olduğu (FÖD –Fayda Önem Derecesi) sorulmuştur. Ayrıca Altı Sigma uygulamaları ile bu faydaların ne derecede gerçekleştiği (FGS – Fayda Gerçekleşme Seviyesi) sorgulanmıştır.

Anketin üçüncü bölümü Altı Sigma kritik başarı faktörleri ile ilgilidir. Çalışmada anketi dolduran proje yöneticilerinden, kritik başarı faktörlerinin, proje başarılarına etkileri dikkate alınarak değerlendirilmesi istenmiştir (KBFÖD – Kritik Başarı Faktörü Önem Derecesi). Bunun dışında proje yöneticilerinden, kritik başarı faktörlerinin kendi firmalarındaki projelerde uygulanma düzeylerini (KBFUD – Kritik Başarı Faktörü Uygulanma Düzeyi) değerlendirmeleri talep edilmiştir. Bu sorularda da yine beşli puanlama Çizelgesinden yararlanılmıştır. Puanlama Çizelgesinde yer alan rakamların anlamları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Anketlerde Kullanılan Puanlama Sistemi

Kritik Başarı Faktörü Önem Derecesi (KBFÖD) & Fayda Önem Derecesi (FÖD)	Kritik Başarı Faktörü Uygulanma Düzeyi (KBFUD) & Fayda Gerçekleşme Seviyesi (FGS)
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 5: Kaçınılmaz Öneme Sahip ◆ 4: Çok Önemli ◆ 3: Önemli ◆ 2: Az Öneme Sahip ◆ 1: Önemsiz 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 5: Kaçınılmaz Olarak Gerçekleşti ◆ 4: Yüksek Seviyede Gerçekleşti ◆ 3: Orta Seviyede Gerçekleşti ◆ 2: Çok Az Gerçekleşti ◆ 1: Gerçekleşmedi

Tüm veriler toplandıktan sonra, verilerin güvenilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Veri güvenilirliğinin doğrulanmasından sonra Altı Sigma proje fayda önem derecelerine (FÖD) ait veriler ile fayda gerçekleşme seviyeleri (FGS) çarpılarak, projelerden elde edilen genel fayda (GenFayda) değerleri hesaplanmıştır. Genel Fayda değeri, bir firmada Altı Sigma projelerinin firmaya sağladığı farklı faydaların, önem dereceleri ile dikkate alınması sonucunda elde edilen nihai fayda puanıdır. Bu puan gerçekleştirilen projelerin başarısını ortaya koymaktadır.

Genel fayda değerlerinin hesaplanmasından sonra, kritik başarı faktörlerinin uygulama düzeyleri ile elde edilen genel fayda değeri arasındaki ilişkileri bulmak için korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Tek Faktörlü Varyans Analizi ile Altı Sigma birim yöneticiliği ve Altı Sigma proje tecrübesinin proje başarısına etkisi araştırılmıştır. Yapılan istatistiksel analizlerde SPSS 15.0 yazılımından yararlanılmıştır.

4.2. İstatistiksel Analizler

4.2.1. Güvenilirlik Analizi

Çalışmada 39 anket ile elde edilen verilerin öncelikle güvenilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Güvenilirlik analizi için bir çok yöntem (Alpha, Split-half, Gutmann, Parallel, Strict Parallel) bulunmaktadır [14]. Bu çalışmada, yöntemler arasında en yaygın kullanıma sahip Alpha (Cronbach) yöntemi kullanılmıştır. Alpha değeri 0.00 ile 0.40 arası ise ölçek güvenilir değildir. 0.40 ile 0.60 arasında ise ölçeğin güvenilirliği düşüktür. 0.60 ile 0.80 arasında ise ölçek oldukça güvenilirdir. 0.80 ile 1.00 arasında ise yüksek derecede güvenilirlik söz konusudur [15]. Genellikle 0.6 ve yukarı Alpha katsayısı kabul edilebilir bir tutarlılığın olduğunu gösterir [16]. Firmaların Altı Sigma’dan bekledikleri faydaların önem dereceleri (FÖD), fayda gerçekleşme seviyesi (FGS), kritik başarı faktörlerinin önem dereceleri (KBFÖD) ve bu faktörlerin uygulanma düzeylerine (KBFUD) ait verilerin güvenilirlik testi sonuçları aşağıdaki Çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 3. Altı Sigma Fayda Önem Derecesi Verileri Güvenilirlik Analizi

Cronbach's Alpha	N of Items
.827	9

Çizelge 4. Altı Sigma Fayda Gerçekleşme Seviyesi Verileri Güvenilirlik Analizi

Cronbach's Alpha	N of Items
.624	9

Çizelge 5. Kritik Başarı Faktörleri Önem Derecesi Verileri Güvenilirlik Analizi

Cronbach's Alpha	N of Items
.856	13

Çizelge 6. Kritik Başarı Faktörleri Uygulanma Düzeyleri Verileri Güvenilirlik Analizi

Cronbach's Alpha	N of Items
.884	13

Güvenilirlik analizi sonuçlarına göre bütün soru gruplarında verilen cevaplara ait verilerin güvenilir olduğu ortaya çıkmıştır.

4.2.2. Tanımlayıcı İstatistikler

Çizelge 7. Kritik Başarı Faktörleri Önem Derecesi

	Altı Sigma Kritik Başarı Faktörleri	N	En Düşük	En Yüksek	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
1	Yönetimin Katılımı ve Taahhüdü	39	4.00	5.00	4.8205	.38878
2	Altı Sigma Metodolojisindeki Araç ve Teknikleri Anlamak	39	4.00	5.00	4.7692	.42683
3	Proje Önceliklendirme ve Seçimi	39	4.00	5.00	4.6923	.46757
4	Altı Sigmayı Müşterilerle İlişkilendirmek	39	4.00	5.00	4.6667	.47757
5	Eğitim	39	4.00	5.00	4.6154	.49286
6	Altı Sigmayı Firma Stratejisi İle İlişkilendirmek	39	3.00	5.00	4.5897	.59462
7	Kültürel Değişim	39	2.00	5.00	4.4872	.68333
8	Proje Yönetimi Becerileri	39	3.00	5.00	4.4615	.71987
9	İletişim	39	3.00	5.00	4.3590	.74294
10	Organizasyonel Altyapı	39	3.00	5.00	4.3590	.62774
11	BT Altyapısı	39	3.00	5.00	4.2564	.75107
12	Altı Sigmayı İnsan Kaynakları İle İlişkilendirmek	39	3.00	5.00	4.1538	.62989
13	Altı Sigmayı Tedarikçilerle İlişkilendirmek	39	2.00	5.00	4.1282	.83286

Tanımlayıcı istatistik çalışması kapsamında 39 anketin temel istatistik hesaplamaları yapılmıştır. Bu kapsamda Altı Sigma projelerinden beklenen faydaların ve Altı Sigma kritik başarı faktörlerinin önem dereceleri ve uygulanma düzeylerinin aritmetik ortalamaları (\bar{X}) ve standart sapmaları (σ) hesaplanmıştır.

Kritik başarı faktörlerinin ülkemizdeki önem derecesi ile gerçekleştirilme düzeylerine ait elde edilen sonuçlar aşağıda Çizelge 7 ve Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Kritik Başarı Faktörleri Uygulanma Düzeyleri

	Altı Sigma Kritik Başarı Faktörleri	N	En Düşük	En Yüksek	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
1	Yönetimin Katılımı ve Taahhüdü	39	2.00	5.00	4.1538	1.08914
2	Organizasyonel Altyapı	39	3.00	5.00	4.1282	.57029
3	Kültürel Değişim	39	3.00	5.00	4.1026	.50236
4	Proje Yönetimi Becerileri	39	2.00	5.00	4.0256	.81069
5	Eğitim	39	2.00	5.00	3.9744	1.01274
6	Proje Önceliklendirme ve Seçimi	39	2.00	5.00	3.9744	1.03840
7	Altı Sigma Metodolojisindeki Araç ve Teknikleri Anlamak	39	2.00	5.00	3.9487	.99865
8	Altı Sigmayı Müşterilerle İlişkilendirmek	39	2.00	5.00	3.7949	.73196
9	BT Altyapısı	39	3.00	5.00	3.6410	.58432
10	Altı Sigmayı Firma Stratejisi İle İlişkilendirmek	39	2.00	5.00	3.5128	.72081
11	İletişim	39	2.00	5.00	3.4103	.81815
12	Altı Sigmayı İnsan Kaynakları İle İlişkilendirmek	39	2.00	5.00	3.3077	.61361
13	Altı Sigmayı Tedarikçilerle İlişkilendirmek	39	1.00	5.00	2.9744	.81069

4.2.3. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, hangi kritik başarı faktörü ile proje başarısı arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymak ve bu ilişkinin düzeyini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Korelasyon katsayısı şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

Formülde yer alan, X_i ve Y_i iki değişkene ilişkin $i = 1, 2, \dots, n$ 'e kadar olan değerleri, \bar{X} ve \bar{Y} ise değişkenlerin aritmetik ortalamalarını göstermektedir. Değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyi, korelasyon katsayısının 0-0.25 arasında olması durumunda çok zayıf, 0.26-0.49 olması durumunda zayıf, 0.50-0.69 olması durumunda orta, 0.70-0.89 olması durumunda yüksek, 0.90-1.00 olması durumunda çok yüksek şeklinde yorumlanabilir [15]. Belirlenen aralıklar, kesin sınırlar olmamakla birlikte yaygın olarak kullanılan aralıklardır.

4.2.4. Tek Faktörlü Varyans Analizi

Tek faktörlü varyans analizi ile proje başarısının, Altı Sigma birim yöneticiliğinin bulunup bulunmaması ve Altı Sigma uygulama süreleri ile bağlantısı olup olmadığı araştırılmıştır. Tek faktörlü varyans analizinde gruplar arası varyans ne kadar büyük ve gruplar içi varyans ne kadar küçükse, gruplar arasındaki farklılık da o derece artacaktır. Varyans şöyle hesaplanmaktadır;

<i>Genel serbestlik derecesi:</i>	$GnSD = n - 1$
<i>Gruplararası serbestlik derecesi:</i>	$GASD = k - 1$
<i>Gruplariçi serbestlik derecesi:</i>	$GİSD = n - k$

<i>Genel kareler toplamı:</i>	$GnKT = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$	(2)
-------------------------------	--	-----

n : Her gruptaki denek sayısının, diğer bir anlatımla örnekleme oluşturan deneklerin toplamıdır.

k : Karşılaştırma yapılacak grup sayısıdır.

<i>Gruplararası kareler toplamı:</i>	$GAKT = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(\sum X_i)^2}{n_i} \right] - \frac{(\sum X)^2}{n}$	(3)
--------------------------------------	--	-----

<i>Gruplariçi kareler toplamı:</i>	$GİKT = GnKT - GAKT$
<i>Gruplararası kareler ortalaması:</i>	$GAKO = GAKT / GASD$
<i>Gruplariçi kareler ortalaması:</i>	$GİKO = GİKT / GİSD$

$$F = GAKO / GİKO$$

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde kritik başarı faktörlerinin proje başarısına etki düzeyleri arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Buna göre altı kritik başarı faktörünün proje başarısıyla ilişki düzeyi yüksek iken, dört faktörün etki düzeyi orta, iki faktörün zayıf, bir faktörün proje başarısına etkisi ise çok zayıftır. Kritik başarı faktörlerinin korelasyon değerleri, proje başarısı ile ilişki düzeyi ile bu faktörlerin proje yöneticilerine göre önemleri ve gerçekleştirilme düzeyleri aşağıdaki Çizelgede verilmiştir.

Çizelge 9. Kritik Başarı Faktörlerinin Proje Başarısı İle İlişki Düzeyi

Kritik Başarı Faktörleri	KBF Korelasyon Değerleri	KBF ile Proje Başarısı İlişki Düzeyi	Proje Yöneticilerince KBF Önem Derecesi (KBFÖD) Ortalaması	Türk İmalat Sektöründe KBF Uygulanma Düzeyi (KBFUD) Ortalaması
1 Yönetimin Katılımı ve Taahhüdü	.872	YÜKSEK	4,82	4,15
2 Altı Sigma Metodolojisindeki Araç ve Teknikleri Anlamak	.860	YÜKSEK	4,77	3,95
3 Eğitim	.854	YÜKSEK	4,62	3,97
4 Altı Sigmayı Müşterilerle İlişkilendirmek	.809	YÜKSEK	4,67	3,79
5 Proje Önceliklendirme ve Seçimi	.800	YÜKSEK	4,69	3,97
6 Altı Sigmayı Firma Stratejisi İle İlişkilendirmek	.747	YÜKSEK	4,59	3,51
7 BT Altyapısı	.671	ORTA	4,26	3,64
8 Altı Sigmayı İnsan Kaynakları İle İlişkilendirmek	.575	ORTA	4,15	3,31
9 Proje Yönetimi Becerileri	.568	ORTA	4,46	4,03
10 Kültürel Değişim	.522	ORTA	4,49	4,10
11 İletişim	.454	ZAYIF	4,36	3,41
12 Organizasyonel Altyapı	.422	ZAYIF	4,36	4,13
13 Altı Sigmayı Tedarikçilerle İlişkilendirmek	.190	ÇOK ZAYIF	4,13	2,97

Altı Sigma birim yöneticiliğinin bulunup bulunmaması ile Altı Sigma uygulama sürelerinin proje başarısına etkisi yapılan varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelgelerde sunulmuştur.

Çizelge 10. Altı Sigma Birim Yöneticiliği Tanımlayıcı İstatistikler

Birim Yöneticiliğinin Bulunma Durumu	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Var	4	3.9634	.11046	3.80	4.06
Yok	9	3.5244	.26588	3.01	3.93
Toplam	13	3.6595	.30765	3.01	4.06

Çizelge 11. Altı Sigma Birim Yöneticiliği Varyans Analizi Sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplararası	.534	.534	9.748	.010
Gruplarıçi	.602	.055		
Genel	1.136			

Çizelge 11'deki Anova testi sonuçlarına göre iki grubun başarı ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Sonuç olarak firmalarda Altı Sigma birim yöneticiliğinin (departmanının), Altı Sigma projelerinin başarıya ulaşması bakımından olumlu etkisi olduğu görülmektedir.

Altı Sigma projeleri tecrübesine ait tanımlayıcı istatistikler ve buna uygulanma süresi varyans analizi sonuçları ise Çizelge 12 ve Çizelge 13'de verilmiştir.

Çizelge 12. Altı Sigma Projeleri Uygulama Süresi Tanımlayıcı İstatistikler

Firmanın Altı Sigma Proje Tecrübesi	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
1 yıl ve daha az	2	3.1943	.26431	3.01	3.38
1 yıl ve 3 yıl arası	4	3.5782	.15496	3.45	3.80
3 yıl ve 5 yıl arası	3	3.6316	.19372	3.42	3.80
5 yıl ve 7 yıl arası	3	3.9926	.06560	3.93	4.06
7 yıldan fazla	1	3.9998	.	4.00	4.00
Toplam	13	3.6595	.30765	3.01	4.06

Çizelge 13. Altı Sigma Uygulama Süresi Varyans Analizi

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplararası	.910	.228	8.071	.007
Gruplarıçi	.226	.028		
Genel	1.136			

Çizelge 13'deki test sonuçlarına göre p değeri 0.01'den küçüktür. Bu durumda grupların başarı ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Altı Sigma projelerinde, firmalar tecrübe kazandıkça, elde edilen faydaların artacağı söylenebilir.

Çizelge 9'da sonuçları verilen kritik başarı faktörleri ile proje başarısı arasındaki ilişki düzeyleri incelendiğinde ise, "Yönetimin Katılımı ve Taahhüdü", "Altı Sigma Metodolojisindeki Araç ve Teknikleri Anlamak", "Eğitim", "Altı Sigmayı Müşterilerle İlişkilendirmek", "Proje Önceliklendirme ve Seçimi" ile "Altı Sigmayı Firma Stratejisi İle İlişkilendirmek" faktörlerinin Altı Sigma projeleri için büyük öneme sahip olduğu görülmektedir. Proje yöneticilerinin öngördüğü kritik başarı faktörleri önem dereceleri ile korelasyon değerleri karşılaştırıldığında, yüksek değere sahip faktörlerde benzer bir sıralama dikkati çekmektedir. Buna göre en yüksek korelasyona değerine sahip ilk altı başarı faktörü, proje mühendislerinin değerlendirmesinde de ilk altı sırada yer almıştır (Sadece 3. ve 5. sıradaki faktörler yer değiştirmiştir).

Ülkemizdeki işletmelerin, Altı Sigma projelerindeki eksikliklerini görebilmek için, korelasyon düzeyleri ile birlikte, kritik başarı faktörlerinin uygulanma düzeylerini de incelemek gerekmektedir. Bu incelendiğinde, korelasyon düzeyi yüksek olan ilk altı faktörün bazılarının gerçekleşme düzeylerinin düşük olduğu görülmektedir. Proje başarısına etki düzeyi yüksek olmasına rağmen gerçekleşme seviyesinde sıkıntı yaşanan en önemli faktörün “Altı Sigmayı Firma Stratejisi İle İlişkilendirmek” olduğu görülmektedir. Yapılan analizde Altı Sigma projelerinin firma stratejisi ile ilişkilendirilmesinin, diğer bir ifadeyle gerçekleştirilecek Altı Sigma projelerinin kısa ve uzun vadeli firma stratejileri dikkate alınarak belirlenmesi ve şekillendirilmesinin proje başarısı ile yüksek düzeyde ilişkisi olduğu görülmüştür. Ülkemizde bu faktörün daha etkin gerçekleştirilmesi durumunda proje başarılarının önemli düzeyde artacağı tahmin edilmektedir. Aynı şekilde “Altı Sigma Metodolojisindeki Araç ve Teknikleri Anlamak”, “Eğitim”, “Altı Sigmayı Müşterilerle İlişkilendirmek”, “Proje Önceliklendirme ve Seçimi” başarı faktörlerinin uygulanma düzeylerinin artırılması durumunda da proje başarılarının artacağı öngörülmektedir.

Kritik başarı faktörlerinin gerçekleşme düzeyleri incelendiğinde “Altı Sigmayı İnsan Kaynakları İle İlişkilendirmek” faktörünün gerçekleşme düzeyinin son derece düşük olduğu dikkati çekmektedir. Bu da projelerde çalışan personelin yeterli ölçüde motive edilmediğini (prim, terfi, izin, ödül vb.) ortaya koymaktadır. Göze çarpan diğer önemli bir konu ise “Altı Sigmayı Tedarikçilerle İlişkilendirmek” başarı faktörünün proje başarısına etkisinin çok zayıf olmasıdır. Literatürdeki çalışmalarda faktörün önemli bir etkiye sahip olduğu görülmesine rağmen, ülkemizde etkisinin çok zayıf olması durumu proje yöneticileri ile değerlendirilmiştir. Buna göre tedarikçilerin proje içerisinde aktif olarak çalışmasının, bazı projelere katkı sağladığı, bazılarında ise bunun etkisiz olduğu, bir kısım projelerde ise negatif bir etki oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu farklı durumların nedeni sorgulandığında, tedarikçilerin kurumsallık yönünden homojen olmaması nedeni ile bazı tedarikçilerin projelere fayda sağlarken bazılarının bu faydayı sağlayamadığı ifade edilmiştir. Bu nedenle korelasyonun düşük olduğu tahmin edilmektedir. Kurumsallaşan tedarikçi sayısının artması ile bu faktörün de ilişki düzeyinin artacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma ile Altı Sigma projelerine etki eden faktörlerin ülkemizde uygulanma düzeyleri ile bu faktörlerin proje başarısına etkisi analiz edilmiştir. Analiz neticesinde uygulanma düzeyleri ile korelasyon seviyeleri arasında önemli farklılıklar olan faktörler değerlendirilmiştir. Çalışmada her bir faktörün korelasyon değeri ile gerçekleşme düzeyinin karşılaştırılması ile farklı değerlendirmelerin bilimsel açıklamaları yapılabilir. Ayrıca çalışmanın ileri aşamalarında spesifik sektör ya da proje konularında, kritik başarı faktörlerinin proje başarılarına etkisinin daha ayrıntılı analizi mümkün olabilir. Bu ve benzeri çalışmalar ile ülkemizde Altı Sigma'yı uygulayan firmalar için önemli açılımlar ve sonuçlar ortaya çıkartılabilecektir.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Antony, J. & Banuelas, R., “A Strategy for survival”, *Manufacturing Engineer*, Vol. 80 No.3, pp. 119-21, 2001.
- [2] Schroeder, R.G., Linderman, K., Liedtke, C., Choo, A.S., “Six Sigma: Definition and underlying theory”, *Journal of Operations Management*, 26, 536–554, 2008.
- [3] Kwak, Y.H., Anbari, F.T., “Benefits, obstacles, and future of six sigma approach”, *Technovation*, 26, 708–715, 2006.
- [4] Su, C.T., Chou, C.J., “A systematic methodology for the creation of Six Sigma projects: A case study of semiconductor foundry”, *Expert Systems with Applications*, 34, 2693–2703, 2008.
- [5] Henderson, K.M. & Evans, J.R., “Successful implementation of Six Sigma: Benchmarking General Electric Company”, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 7 No. 4, pp. 260-81, 2000.

- [6] Coronado, R.B. & Antony, J., “Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations”, The TQM Magazine, Volume 14, Number 2, 92-99, 2002.
- [7] Antony, J. & Banuelas, R., “Key ingredients for the effective implementation of six sigma program”, Measuring Business Excellence, 6, 4, 20-27, 2002.
- [8] Ho, Y.C., Chang, O.C., Wang, W.B., “An empirical study of key success factors for Six Sigma Green Belt projects at an Asian MRO company”, Journal of Air Transport Management 14, 263– 269, 2008.
- [9] Çelikkol M.F., “Türkiye İmalat Sektöründe Altı Sigma Metodolojisini Uygulayan Firmalarda Kritik Başarı Faktörlerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, 2008.
- [10] Antony, J. & Bhajji, M., “Key ingredients for a successful six sigma program”, Warwick Manufacturing Group, School of Engineering University of Warwick, UK, 2002.
- [11] Snee, R.D., “Impact of six sigma on quality engineering”, Quality Engineering, Vol. 12, No. 3, pp. 9-14, 2000.
- [12] Pande, P.S., “The six sigma way: How GE, Motorola and other top companies are honing their performance”, McGraw-Hill Professional, Newyork, NY., 2000.
- [13] Eckes, G., “The six sigma revolution”, John Wiley & Sons, New York, NY., 2000.
- [14] Ural A. & Kılıç, İ., “Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi”, Detay Yayıncılık, Ankara, 975-8969-17, 2006.
- [15] Kalaycı, Ş., “SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri”, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 975-9091-14-3, 2006.
- [16] Black, S.A. & Porter, L.J., “Identification of the critical factors of TQM”, Decision Science, Vol. 27, No: 1, 1-21, 1996.