



**GAINS OF SIX SIGMA PROJECTS DEVOTED TO COMPETITIVENESS:
ANALYSIS OF IT'S IMPLEMENTATIONS IN THE MANUFACTURING
INDUSTRY**

Mehmet ALTUĞ^{1*}, Muammer NALBANT²

¹*Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Beşevler-ANKARA*

²*Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Beşevler-ANKARA*

Received/Geliş: 11.11.2010 Revised/Düzelme: 01.04.2011 Accepted/Kabul: 08.06.2011

ABSTRACT

Six sigma today 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. In this study; it was used data from getting 11 firms working manufacturing industry having six sigma project implementations through surveys and analysis of these applications include analysis. Pursuant to this analysis, six sigma project management practices before and after making a comparison between the economic and technical achievements have been identified as a business. Completion periods of projects in firms, measurable status of projects and return of the balance sheet in the six sigma improvement efforts, whether the firms have developed individual units or not have been evaluated together. In this context, to be completed in the prescribed implementation period of a project strictly related to meeting of the project cost, to be profit and to be measurable of these results in the balance sheets. The competitiveness of enterprises re-evaluated according to obtained results.

Keywords: Six sigma, competitive, manufacturing industry.

ALTI SİGMA PROJELERİNİN REKABETE YÖNELİK KAZANIMLARI: İMALAT SANAYİİNDEKİ UYGULAMALARIN ANALİZİ

ÖZET

Altı Sigma; milyon işlemde 3,4 hata ve mükemmel yöneliş anlayışıyla ve bir çok işletmenin elde ettiği başarılı sonuçlar nedeniyle günümüzün en etkili yönetim modellerinden biridir. Bu çalışma, imalat sanayiinde faaliyet gösteren 11 işletmenin, altı sigma proje uygulamalarının incelenmesi ve bu uygulamaların analizlerini içermektedir. Bu analizler neticesinde işletmelerin altı sigma proje uygulamaları öncesi ve sonrası arasında bir karşılaştırma yapılarak ekonomik ve teknik olarak işletmelerin kazanımları belirlenmiştir. İşletmelerde uygulanan projelerin tamamlanma süreleri, projelerin getirilerinin bilançolarda ölçülebilme durumu ve altı sigma çalışmalarını geliştiren bağımsız birimlerinin olup olmadığı birlikte değerlendirilmiştir. Bu bağlamda projelerin maliyetlerinin karşılanması, kar sağlanması ve bu sonuçların bilançolarda ölçülebilmesi, bu projelerin öngörülen sürelerde tamamlanması ile kesinlikle ilişkili olduğu sonucu ulaşılmıştır. Bu sonuçlardan hareketle işletmelerin rekabet güçleri yeniden değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Altı sigma, rekabet, imalat sanayi.

* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: mfaltug@gmail.com, tel: (555) 803 33 00

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Altı Sigma, günümüzde işletmelerde güçlü istatistiksel araçlar ve teknikler kullanarak hataları gidermede ve süreçlerdeki kayıpları azaltmada popüler bir yaklaşım olmuştur. Altı Sigma'nın TÖAİK (Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol) olarak bilinen süreç iyileştirme modeli esas alınarak işletmelerin ekonomik ve teknik olarak kazanımlarına katkı sağlamaktadır [1]. Altı Sigma, işletmenin karlılığını arttırmak, Fire, hurda ve kayıpları önlemek, maliyetleri azaltmak ve müşterilerin ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılamak ve aşmak amacıyla tüm faaliyetlerin etkinliğini iyileştirmek için kullanılan bir iyileştirme stratejisidir. Altı Sigma işletmelerin müşteri beklentilerini ihtiyaçları ürünler ve süreçler tasarlamasına olanak sağlayan araçları, eğitimi ve ölçümleri kullanan ve altı Sigma kalite düzeylerini gerçekleştirebilen sistematik bir metottur [2]. Ülkemizde altı sigma metodolojisini kullanan işletmelerin sayısı az değildir. Ancak bu işletmelerin uygulamalarının karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanamamaktadır. Bu çalışmanın amacı, üretim ve yönetim süreçlerinde altı Sigma projeleri uygulayan işletmelerin Altı sigma öncesi ve sonrasının karşılaştırılarak işletmenin kazanımlarının belirlenmesinin yanı sıra yöneticilerin altı sigma ve rekabet unsurlarına karşı bakış açılarının tespit edilmesi, işletmelerin kullandıkları teknolojilerin ve uyguladıkları altı sigma projelerinin, teknik ve ekonomik kazanımlarının ne ölçüde etkilediğini ortaya koymaktır.

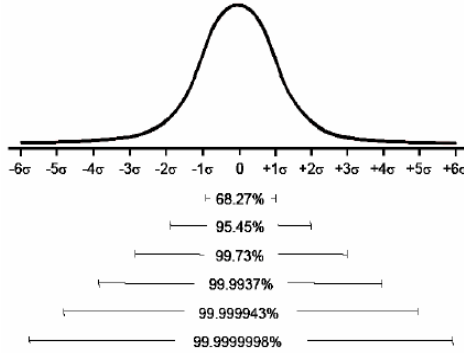
2. REKABET (COMPETITIVE)

Günümüzde yoğun rekabetin yaşandığı pazarlarda işletmelerin başarılı olabilmesi için, işletmenin tüm fonksiyonlarının birlikte çalışması gerekir. Bir ürünün tasarımından üretimine kadar tüm süreçlerde kararlılığın olması işletmenin rekabet gücünü önemli ölçüde etkileyecektir [3]. Teknolojik değişim yeni sanayilerin oluşması yanında varolan sanayi yapılarının değişmesinde de öncü bir rol oynamaktadır. Teknolojik değişim kendi başına önemli değildir. Ancak sanayi yapısını ve rekabetçi üstünlüğü etkileyecek önem taşıyacaktır [4]. İşletmelerde teknolojik değişime gitmek önemli ölçüde üst yönetimin yönelimine bağlıdır. İşletmelerde teknolojik sistem ve yapı için yöneticilerin yapması gereken önemli faaliyetler vardır. Öncelikle işletmenin teknolojik amaçları belirlenmeli ve bu iş amaçları desteklenmelidir. Teknolojiyi yakından izlemek ve teknolojinin gelişimine katkıda bulunmak hatta bu şekilde teknolojik liderliği oluşturmak mümkün olabilecektir. Bu nedenle üst yönetimde görev yapan yöneticilerin teknik bilgi ve tecrübeye sahip olmaları gerekmektedir. Böylece güçlü bir teknik arka plana sahip yöneticilerin bulunması işletmeye önemli bir rekabet avantajı sağlayacaktır [5,6].

3. ALTI SİGMA KAVRAMI (SIX SIGMA CONCEPT)

Altı Sigma stratejik süreç iyileştirilmesini, yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesini istatistiksel metotlara ve bilimsel yöntemlere dayandırarak müşteri tarafından tanımlanan hata oranlarında büyük bir indirim sağlamaya yönelik bütünlük ve sistematik bir yoldur [7]. Altı Sigma'da en etkin istatistiksel araçlar kullanılarak, söz konusu süreçler tüm yönleri ile incelenir ve elde edilen bulgular doğrultusunda kararlar alınır. Altı Sigma, müşteri tatmini ile birlikte ve işletmenin kârını arttırmak için de stratejik problem çözme tekniklerini kullanır.

Bir sürecin normal dağılımı ± 3 sigma genişliğinde olmalıdır. Bu durum %99.7 ölçeğidir. Yani üretilen ürün ya da hizmetten milyonda 997300 tanesi, bu ± 3 sigma sınırlarının içinde kalmaktadır, geri kalan 2700 tanesi hatalı olmaktadır. Oysa ki süreç iyileştirilerek, sürecin normal değişkenliğinin iki katını kabul eden bir tasarım (± 6 sigma), her ürün ya da hizmet için milyonda 2700 yerine milyonda 3.4 hata verecektir [8]. Altı Sigma'nın bir ortalama değer etrafındaki istatistiksel gösterimi Şekil 1'de verilmektedir [9].



Şekil 1. Altı Sigma'nın İstatistiksel Gösterimi [9]
(Statistical showing of Six Sigma)

Altı Sigma, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğu hakkında sayısal bir göstergedir. Sürecin sıfır hatalı konumdan ne kadar saptığını gösterir. Bu sistemi uygulayan farklı coğrafyadaki birçok şirket ve çalışanlarında yarattığı kültür değişiminden sonra, yüksek enflasyon ile geçirilmiş son yirmi yıl ve sık sık yaşanan krizlerin ardından şirketlerin köklü değişim projelerine girişme zamanının gelmiş olması da Türkiye'de de altı Sigma'ya olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır [10].

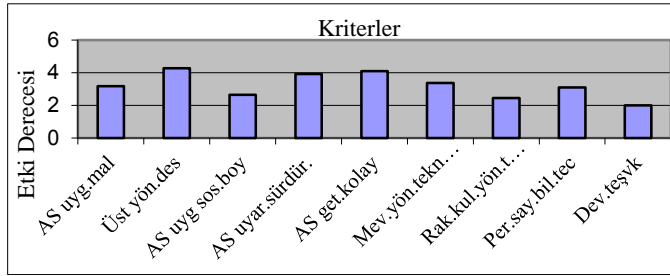
4. İŞLETMELERDE ALTI SİGMA UYGULAMALARININ ANALİZİ (ANALYSIS OF SIX SIGMA APPLICATIONS IN THE COMPANIES)

Araştırmada likert ölçeğinin kullanıldığı anket soruları hazırlanmış ve yöneticiler tarafından cevaplanmıştır. Yöneticilerin anket sorularına verdiği cevaplar derlenmiştir. Bu aşamadan sonra elde edilen bulguların değerlendirilmesinde Minitab 15 programı kullanılmış ve ANOVA, frekans ve ortalama üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Aşağıdaki analizler, yöneticilerin cevaplarına dayandırılmıştır.

4.1. Altı Sigma Uygulamalarında Dikkate Alınan Kriterler (Considering criteria in Six Sigma practices)

Araştırmaya katılan işletmelerin altı sigma metodunu uygulamalarında en fazla önem verilen faktörlerin başında üst yönetimin desteği gelmektedir. Şekil 2 incelendiğinde altı sigmanın getireceği kolaylıklar ve altı sigma projelerini işletmeye uyarlaması ve sürdürülebilmesi de dikkate alınan diğer önemli kriterlerdir.

Altı sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterlerin yüzde oranları ve frekans dağılımları Çizelge 1'de gösterilmektedir. Çizelge 1 incelendiğinde etki derecelerinin en yoğun olduğu kriterlerin başında üst yönetimin desteğinin olmasının yanı sıra devlet teşvikleri ve rakiplerin kullandığı yönetim teknolojilerinin çok önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. Altı sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterlerin etki dereceleri ortalamaları (Effect degree averages of considering criteria in Six Sigma practices)

Çizelge 1. Altı sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterler (considering criteria in Six sigma practices)

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

Ayrıca aşağıda Çizelge 2’de verilen varyans analizi sonuçları incelendiğinde $p=0,00$ olduğundan kriterlerin ortalamaları arasında önemli farkların bulunduğu söylenebilir. Yapılan varyans analizinde, altı sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterler arasında ortaya çıkan farklılığın önemli sebepleri olarak, işletmenin büyüklüğü, yöneticilerin ve diğer personelin eğitim düzeyleri olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. Altı sigma uygulamalarında dikkate alınan kriterlerin varyans analizi
(Analysis of variance of considering criteria in six sigma practices)

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	8	52,75	6,59	5,10	0,00
Hata	90	116,36	1,29		
Toplam	98	169,11			

Ayrıca altı sigma uygulamalarında dikkate alınan faktörlerin ortalamaları, standart sapmaları ve %95 güven aralıkları aşağıdaki gibidir.

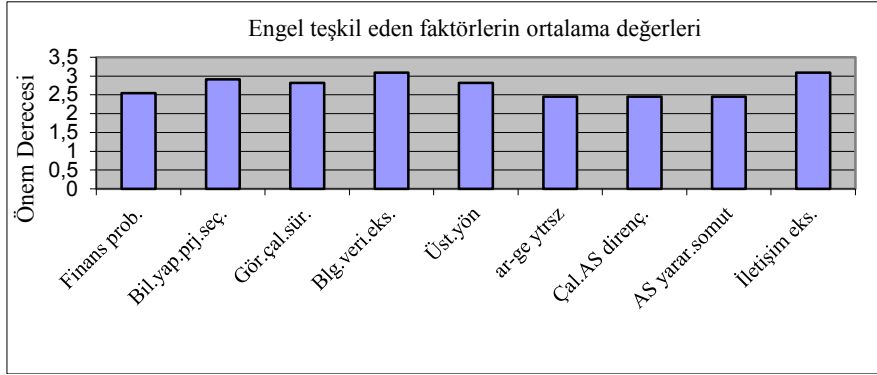
Model	N	Ort	St Sap	-----+-----+-----+-----+-----
AS uyg.mal	11	3,182	1,601	(-----*-----)
Üst yön.des	11	4,273	0,786	(-----*-----)
AS uyg sos.boy	11	2,636	1,286	(-----*-----)
AS uyar.sürdür.	11	3,909	0,944	(-----*-----)
AS get.kolay	11	4,091	0,701	(-----*-----)
Mev.yön.tekn.dur.	11	3,364	1,362	(-----*-----)
Rak.kul.yön.tekn	11	2,455	1,128	(-----*-----)
Per.say.bil.tec	11	3,091	1,044	(-----*-----)
Dev.teşvk	11	2,000	1,095	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				2,0 3,0 4,0 5,0

Pooled StDev = 1,137

Ayrıca gözlenen bir diğer kriter de devlet teşviklerinin, işletmelerin altı sigma uygulamalarına katkısının yok denecek kadar az olduğudur. Doğru projelerin seçimi ve en önemlisi sürdürülebilirliği de sonuçlardaki bu farklılığın oluşmasında etkili olmuştur.

4.2. Altı Sigma Uygulamalarına Engel Teşkil Eden Faktörlerin Önem Derecesi (Significance of the obstacle factors in Six Sigma practices)

Araştırmaya katılan işletmelerin, altı sigma projelerini uygulamalarında engel teşkil eden faktörlere bakış açıları daha önceki kalite çalışmalarından biraz daha farklılık göstermektedir. Geleneksel kalite çalışmalarında ar-ge çalışmalarının yetersizliği, finansal problemler ve projelerin getirilerinin somutlaştırılmaması gibi kriterlerde, diğer kriterlerin yanında altı sigma çalışmalarına engel olmak açısından önemli yer tutmaktadır. Şekil 3'deki grafik incelendiğinde işletmelerin altı sigma uygulamalarında karşılaştıkları en önemli sorunların başında, bulgu ve veri eksikliği ile işletme içi iletişim eksikliği gelmektedir.



Şekil 3. Engel teşkil eden faktörlerin ortalama grafikleri
(The chart of the obstacle factors)

Engel teşkil eden faktörlerin varyans analizi sonuçları Çizelge 3’de verilmektedir. Değerler incelendiğinde $P=0,876$ sonucunun elde edildiği görülmektedir. Bu değerden de anlaşılacağı üzere engel teşkil eden faktörlere verilen cevapların ortalama değerleri arasında gözle görülür önemli bir fark olmadığıdır. Yani tüm kriterlerin, birbirlerinden bağımsız olarak altı sigma uygulamalarına engel olabildikleri görülmektedir.

Çizelge 3. Engel teşkil eden faktörlerin varyans analizi
(Analysis of variance of the obstacle factors)

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

Engel teşkil eden faktörlerin ortalamaları, standart sapmaları ve %95 güven aralıkları aşağıdaki gibidir.

Model	N	Ort	St Sap	
Finans prob.	11	2,545	1,293	(-----*-----)
Bil.yap.prj.seç.	11	2,909	1,640	(-----*-----)
Gör.çal.sür.	11	2,818	0,982	(-----*-----)
Blg.veri.eks.	11	3,091	0,944	(-----*-----)
Üst.yön	11	2,818	1,401	(-----*-----)
ar-ge ytrsız	11	2,455	1,128	(-----*-----)
Çal.AS direnç.	11	2,455	1,293	(-----*-----)
AS yarar.somut	11	2,455	1,293	(-----*-----)
İletişim eks.	11	3,091	1,514	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
1,80 2,40 3,00 3,60

Pooled StDev = 1,295

Altı sigma uygulamalarında işletmeler için engel teşkil eden faktörlerle ilgili olarak elde edilen frekans değerleri ve yüzde oranları Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en

yüksek ortalamalara bulgu ve veri eksikliği ile iletişim eksikliği olduğu görülmektedir. En düşük ortalamaya sahip yani en az engel teşkil eden faktörler ise Ar-ge yetersizliği, çalışanların altı sigmaya karşı dirençleri ve iş kaybı korkusu, altı sigmanın yararlarının somutlaştırılmaması olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Altı sigma uygulamalarına engel teşkil eden faktörlerin ortalama değerleri
(Mean values of the obstacle factors in Six sigma practices)

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

4.3. İşletmelerin Danışmanlık Hizmeti Alma Düzeyleri (Rates of receiving counseling services)

Araştırmaya katılan yöneticilerin altı sigma uygulamalarında danışmanlık hizmeti alıp almadıklarına yönelik cevaplarının grafiği Şekil 4'de belirtilmektedir. İşletmelerin çok büyük bir çoğunluğu (%90.9), danışmanlık hizmeti aldıklarını belirtmişlerdir.

<i>Danışmanlık alma oranları</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Evet	10	90,9
Hayır	1	9,1
Toplam	11	100

Şekil 4. İşletmelerin danışmanlık hizmeti alma oranları
(Rates of receiving counseling services)

4.4. İşletmenin İçinde Bulunduğu Sektördeki Rekabet Durumunun Analizi (Competition in the business sector within the state)

Araştırmaya katılan işletmelerin çok büyük bir çoğunluğu kendi sektörlerinde hem yurt içinde hem de yurt dışında rekabet içindedirler. Bu çalışmada yurtiçi rekabet durumu ve yurt dışı rekabet durumu ile ilgili frekans değerleri ve yüzde oranları Çizelge 5'de bir arada verilmiştir.

Çizelge 5. İşletmenin içinde bulunduğu sektördeki rekabet durumu
(Competition in the business sector within the state)

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

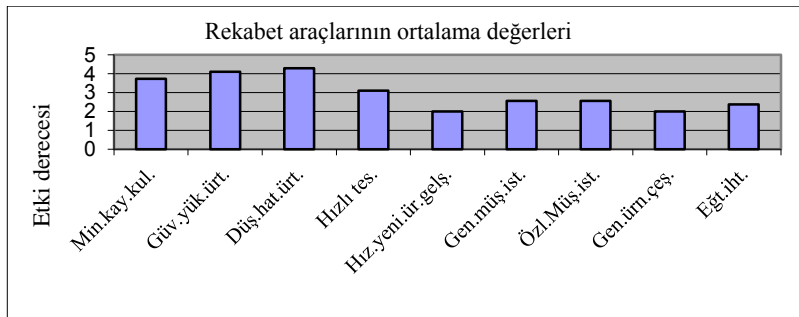
Ancak işletmelerin yurt içi ve yurt dışı rekabet analizleri, anlaşılabilirliği kolaylaştırması açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çizelgeden anlaşılacağı üzere araştırma evrenindeki işletmelerin % 45,5'i yurt içinde yoğun bir rekabete maruz kalmaktadır. İşletmelerin % 36,4'ü rekabetin düşük olduğunu, %18,2'sinde rekabet olmadığını belirtmişlerdir. Yurt dışı rekabeti yoğun olarak yaşayan işletmelerin oranı % 90,9'dur. Sonuç olarak altı sigma uygulayan işletmeler yurt içinde rekabet hissetmedikleri, daha ziyade yurt dışındaki firmaları kendilerine rakip olarak gördükleri söylenebilir.

4.5. Altı Sigma Uygulamalarının Rekabet Araçları Üzerindeki Etkileri (The effects on competitive factors of Six Sigma implementation)

Yöneticilerin işletmelerinde uygulamaya koydukları altı sigma projelerinin rekabet araçlarına etkileri incelendiğinde elde edilen frekans değerleri ve yüzde oranları Çizelge 6'da detaylı olarak verilmektedir. Minimum kaynak kullanımı ile üretim yapmak, güvenilirliği yüksek üretim yapmak, düşük hatalı üretim yapmak, hızlı teslimat, hızlı yeni ürün geliştirme, genel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme, özel müşteri isteklerine göre ürün geliştirme, geniş ürün çeşitliliği sunabilme ve doğacak uzun ya da kısa süreli eğitim ihtiyacı gibi rekabet araçlarının içerisinde en etkili kriterler, düşük hatalı üretim yapmak, güvenilirliği yüksek üretim yapmak ve minimum kaynak kullanımı ile üretim yapmak olarak ortaya çıktığı söylenebilir.

Araştırma esnasında işletmelerin altı sigma uygulamalarının rekabet araçları ile ilgili etki derecelerinin ortalama değerleri Şekil 5.'de grafik olarak verilmektedir.



Şekil 5. Altı Sigma uygulamalarında rekabet araçlarının ortalama değerleri
(The mean value of Six Sigma tools and competitive applications)

Çizelge 6. Altı sigma uygulamalarının rekabet araçlarına etkileri
(Effects of competitive factors of six sigma practices)

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

Ancak varyans analizi (Çizelge 7) incelendiğinde rekabet araçları arasında etki bakımında fark olduğu görülmektedir. ($p=0,00$) olduğundan bu kriterlerin diğer kriterlere göre sonuçları farklı olarak etkiledikleri belirlenmiştir. Çünkü, ANOVA analizine göre 11 deneyin değişik kategorilere verdikleri cevapların ortalamaları birbirinden belirgin olarak birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 7. Altı sigma rekabet araçlarının varyans analizi
(Analysis of variance of the six sigma competitive tools)

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

Rekabet araçlarının ortalamaları, standart sapmaları ve %95 güven aralıkları aşağıdaki gibidir.

Model	N	Ort	St Sap	-----+-----+-----+-----+-----+-----
Min.kay.kul.	11	3,727	0,786	(-----*-----)
Güv.yük.ürt.	11	4,091	1,136	(-----*-----)
Düş.hat.ürt.	11	4,273	0,905	(-----*-----)
Hızlı tes.	11	3,091	1,300	(-----*-----)
Hız.yeni.ür.gelş.	11	2,000	1,095	(-----*-----)
Gen.müş.ist.	11	2,545	1,214	(-----*-----)
Özl.Müş.ist.	11	2,545	0,934	(-----*-----)
Gen.ürm.çes.	11	2,000	0,894	(-----*-----)
Eğt.iht.	11	2,364	0,924	(-----*-----)

2,0 3,0 4,0 5,0

Pooled StDev= 1,034

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

4.6. Altı Sigma Uygulama Kazanımlarının Bilançolarda Ölçülebilme Durumu (Measured status of Six Sigma profits in the company balance sheets)

Araştırmaya katılan işletmelerin, altı sigma uygulamaları neticesinde elde ettikleri maddi kazanımları bilançolarında ölçebilmelerinin frekansları ve yüzde oranları aşağıdaki Şekil 6'da verilmektedir.

<i>AS Kazanımlarının bilançolarda ölçülebilmesi</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Ölçebiliyoruz	5	45,5
Kısmen Ölçebiliyoruz	5	45,5
Ölçemiyoruz	1	9,1
Toplam	11	100

Şekil 6. Altı sigma kazanımlarının bilançolarda ölçülebilmesi
(Measured status of Six Sigma profits in the balance sheets)

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

4.7. Altı Sigma Projelerinin Tamamlanma Süresi (Completion time of Six Sigma projects)

İşletmelerde uygulamaya konulan altı sigma projelerinin öngörülen sürelerde tamamlanmasına dair cevapların frekansları ve yüzde oranları Şekil 7'de verilmektedir.

<i>AS Projelerinin öngörülen sürede tamamlanması</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
Evet	3	27,3
Hayır	8	72,7
Toplam	11	100

Şekil 7. Altı sigma projelerinin öngörülen sürede tamamlanma oranları
(Prescribed period of six sigma project completion rates)

Yöneticilerin %72,7'si projelerin sürelerinde tamamlanamadığını belirtmişlerdir. Projelerin öngörülen sürelerde tamamlanabildiğini belirten yöneticilerin oranı ise %27,3 tür.

4.8. Başarılı Sonuçlanmış Altı Sigma Projelerinin Ortalama Süreleri (Average durations of the successful six sigma projects)

İşletmelerin uyguladığı ve başarı elde ettikleri altı sigma projelerinin ortalama süreleri bu çalışmada dört grupta değerlendirilmiştir. Birinci grup 3-6 ay, ikinci grup 6-12 ay, üçüncü grup

12-18 ay ve son olarak 18 ay'dan daha uzun süre proje çalışmalarıdır. Aşağıdaki Şekil 8 incelendiğinde başarılı altı sigma projelerinin %72,7'si 6-12 ay içerisinde tamamlanmaktadır. Bunun yanı sıra başarılı projelerin %27,3'ünün 3-6 ay süresinde tamamlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Başarılı AS projelerinin tamamlanma süreleri	f	%
3-6 Ay	3	27,3
6-12 Ay	8	72,7
12-18 Ay	0	0
18 + Ay	0	0
Toplam	11	100

Şekil 8. Başarılı altı sigma projelerinin ortalama süreleri grafiği
(Average durations of successful six sigma project chart)

Ayrıca dikkat çeken önemli bir nokta da 12 ve 18 aydan daha uzun sürelerde tamamlanmış başarılı altı sigma projelerinin olmamasıdır. Sonuç olarak başarılı altı sigma projeleri için optimum sürenin 6-12 ay arasında olduğu söylenebilir.

4.9. Altı Sigma Uygulamalarını Geliştiren Ayrı Birim/Bölüm Analizi (Analysis of a separate unit/department of developing Six Sigma applications)

Araştırmaya katılan işletmelerin altı sigma uygulamalarını geliştiren birimlerinin olup olmadığı ile ilgili soruya cevapları % 81,9 oranında "evet" olmuştur. Hayır cevabını veren işletmelerin oranı ise % 18,2 olarak tespit edilmiştir. İşletmenin altı sigma uygulamalarını geliştiren birimlerinin olup olmadığı ile ilgili verilen cevapların frekansları ve yüzde oranları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Altı sigma geliştiren ayrı birimlerinin oranı
(The proportion of special units of developing six sigma)

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

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

4.10. Altı Sigma Uygulamalarında Maliyet Kar İlişki (Relationship between cost and profit in Six Sigma practices)

İşletmelerin uyguladıkları altı sigma projeleri için yaptıkları yatırımın maliyetini, proje tamamlandığında elde ettikleri kar/zarar ile karşılaştırdıklarında ortaya çıkan sonuçlar Çizelge 9'da yüzde oran ve frekans değerleri olarak verilmiştir.

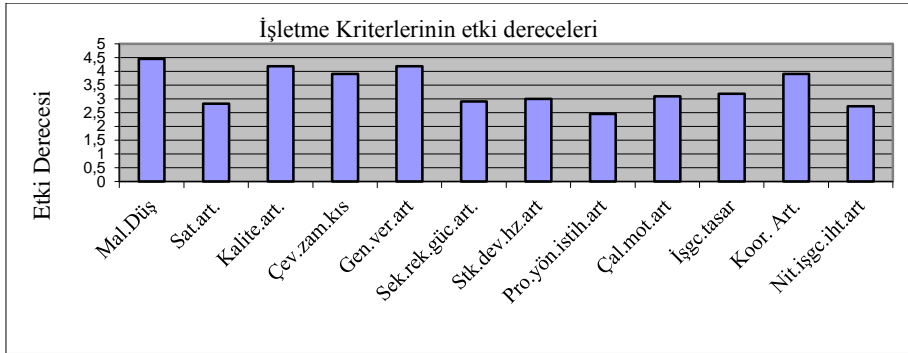
Çizelge 9. Altı sigma'nın maliyeti ile getirileri arasındaki ilişkinin dağılımı
(The distribution of the relationship between costs and benefits in six Sigma application)

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

Bu bağlamda yöneticilerin % 81,9'u uygulanan projelerin kendi maliyetlerini karşılamakla kalmayıp işletmelerine kar sağladıklarını belirtmişlerdir. Yöneticilerin % 9,1'i projelerin sadece kendi maliyetlerini karşıladıklarını, % 9,1'i ise projeden elde edilen gelirin proje maliyetlerinin altında kaldığını ifade etmişlerdir.

4.11. Altı Sigma Kullanımının İşletme Kriterlerine Etkisi (Effect of using of six sigma on the business criteria)

Araştırmaya katılan yöneticilerin, altı sigma projelerinin aşağıda belirtilen işletme faktörleri üzerinde etki derecelerine verdikleri cevapların ortalama değerleri Şekil 9'da gösterilmektedir. Bir önceki analize benzer şekilde maliyetlerdeki azalma, genel verimlilikteki artış ve kalitedeki artışın önemli ölçüde etkili oldukları görülmektedir. Bu kriterlerin yanı sıra çevrim zamanının kısalması ve koordinasyonun artması da etkili olmaktadır. Satışların artması, sektördeki rekabet gücünün artması, stok devir hızının artması; profesyonel yönetici istihdamının artması, çalışanların motivasyonunun artırılması, iş gücünden tasarruf sağlanması, nitelikli iş gücü ihtiyacının artması gibi kriterler en az öneme sahip kriterler olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 9. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkilerinin ortalama grafiği
(Averages Chart of impact of six sigma on business criteria)

İşletme kriterlerinin etki dereceleri üzerine yapılan varyans analizinde (Çizelge 10) altı sigma uygulamalarının işletme kriterleri üzerindeki etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu söylenebilir. ($P < 0,00$)

Çizelge 10. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkilerin varyans analizi
(Analysis of variance of the business impact criteria in six sigma)

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Model	11	55,90	5,08	4,02	0,00
Hata	120	151,82	1,27		
Toplam	131	207,72			

İşletme kriterlerinin ortalamaları, standart sapmaları ve %95 güven aralıkları aşağıdaki gibidir.

Model	N	Ort	St Sap	-----+-----+-----+-----
Mal.Düş	11	4,455	0,820	(-----*-----)

Sat.art.	11	2,818	1,168	(-----*-----)	
Kalite.art.	11	4,182	0,874	(-----*-----)	
Çev.zam.kıs	11	3,909	1,221	(-----*-----)	
Gen.ver.art	11	4,182	0,751	(-----*-----)	
Sek.rek.güc.art.	11	2,909	1,300	(-----*-----)	
Stk.dev.hz.art	11	3,000	1,265	(-----*-----)	
Pro.yön.istih.art	11	2,455	1,128	(-----*-----)	
Çal.mot.art	11	3,091	1,221	(-----*-----)	
İşgc.tasar	11	3,182	1,250	(-----*-----)	
Koor. Art.	11	3,909	0,831	(-----*-----)	
Nit.işgc.iht.art	11	2,727	1,421	(-----*-----)	
		2,0	3,0	4,0	5,0

Pooled StDev = 1,125

İşletme kriterlerinin altı sigma ile ilişkilerinin frekans dağılımları ve yüzde oranları aşağıda Çizelge 11’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, maliyetlerin düşmesi kriterinin diğer analizlerde olduğu gibi yine en yüksek ortalamaya sahip olduğunu görmekteyiz. Diğer bir dikkat çekici durum ise, nitelikli iş gücü ihtiyacının artması ve profesyonel yönetici istihdamının artması gibi kriterlerin altı sigma projelerinde çok az önemseniyor olmalarıdır.

Çizelge 11. Altı sigmanın işletme kriterleri üzerindeki etkisi
(Impacts on business criteria in six sigma)

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

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu araştırmada yöneticilerin değerlendirmelerinin analizleri ile, altı sigma proje uygulamalarının işletmelerde meydana getirdiği önemli kazanımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Maliyetlerin azalması; Stratejik projeler seçilip uygulanarak, fire ve kayıp oranlarının düşürülmesiyle hurda maliyetlerinin azaltılması, stokların azaltılması ve işçiliklerin azaltılması gibi servis ve üretim maliyetleri azaltılmıştır.
- Verimlilik artışı; Süreç yönetiminden sorumlu üst yönetimin, tüm süreçlerin performansını önemli ölçüde etkileyecek stratejik hedefleri koymasıyla ve ara yüzey problemleri czlmş Şirket verimliliğinin artışı gözlenmiştir.
- Örgüt kültüründe olumlu değişim, sürekli ve etkin eğitim; İşletmelerin, etkin bir altı sigma eğitimi ve danışmanlığı sayesinde kaynakları verimli kullandıkları ve bu Şekilde rekabet glerinde önemli kazançlar elde ettikleri belirlenmiştir.
- Üst yönetim ve tüm birimlerdeki çalışanlar tarafından, süreçlerin net bir Şekilde sahiplenildiği ve altı sigmanın benimsendiği gözlenmiştir.
- Kalite artışı; İşletmeler, üretimde her bir birim için geçerli olan çevrim zamanını kısaltarak, üretim süreçlerini hızlandırmışlardır. Hatalar önceden tespit ederek hata sayılarında azalma sağlanmıştir. İşgücünden tasarruf edilmiş ve makine teçhizat kullanımında kapasiteleri arttırılmıştır. Bu faktörlere bağlı olarak ürün ve süreç kalitesinde artış sağlanmıştir.
- Müşteri tatmininin arttırılması; İşletmeler altı sigma projeleri yardımıyla, ürettikleri ürünlerde hata oranlarını azalttıklarını ve güvenilirliği yüksek ürünler ürettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca hızlı ürün teslimatı ve müşteri isteklerine bağlı olarak ürün geliştirme yöntemleri de uygulanmıştır. Bunun sonucunda müşteri beklentilerini karşılayabildikleri ve müşteri tatmininin sürekli olarak arttığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak 11 işletmeden elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki izelge 12 oluşturulmuştur. Çizelge, işletmelerin uyguladıkları altı sigma projelerinin tamamlanma sürelerini, maliyet kar ilişkisini, bu ilişkinin bilançolarda llebilme durumlarını ve birbirlerini etkileyip etkilemediklerini ortaya koymaktadır.

izelge 12. Altı Sigma kazanımlarının karşılaştırma izelgesi
(Comparison of Six Sigma gains)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
AS geliştiren ayrı bir birim mevcut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danışmanlık desteği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ngrlen srede tamamlanma	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>						
Bilanolarda llebiliyor	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Bilanoda kısmen llebiliyor		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bilanolarda llemiyor			<input type="checkbox"/>								
Maliyetle birlikte kar sağlanıyor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sadece proje maliyetini karşılıyor							<input type="checkbox"/>				
Maliyetini karşılayamıyor			<input type="checkbox"/>								

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Altuğ, M. “Altı Sigma Proje Uygulamalarının İşletmelerin Kazanımları Açısından Karşılaştırmalı Analizi” Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
- [2] Yavuz, S., “Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.
- [3] Nalbant, M., “Bilgisayar Bütünleşik Tasarım ve İmalat”, Beta Yayınları, Ankara, 1997.
- [4] Akın, H. B., “Yeni Ekonomi Strateji Rekabet Teknoloji Yönetimi”, Çizgi Kitabevi, Konya, (2001).
- [5] Turban, E., McLean, E., Wetherbe, J., “Information Technology for Management”, John Wiley & Sons, Inc., 2004.
- [6] Goh T.N., Xie M. “Improving on The Six Sigma Paradigm”, The TQM Magazine, Volume 16, Number 4, 235-240, 2004.
- [7] Polat, A., “Altı Sigma Nedir?”, S.P.A.C. Danışmanlık, Ankara, 2003.
- [8] S. P. A. C. Danışmanlık, “Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?”, S. P. A. C. Danışmanlık, Ankara, 2003.
- [9] Pande, P.S., Neuman, R. P., Cavanagh, R.R., “Six Sigma Yolu”, Çev: Nafiz Güder, Klan Yayınları, İstanbul, 2003.
- [10] Atmaca, E., Girenes, S.Ş., “Literatür Araştırması: Yalın Altı Sigma Metodolojisi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 24, No 4, 605-612, 2009.