



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 1A0119

ENGINEERING SCIENCES

Received: March 2010
Accepted: October 2010
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Mehmet Altuğ
Muammer Nalbant
Gazi University
mfaltug@gmail.com
Ankara-Turkey

SÜREÇ İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMI OLARAK ALTI SİGMA VE BİR UYGULAMA

ÖZET

Çalışmada, imalat sanayinde faaliyet gösteren 11 işletmenin, Altı sigma proje uygulamalarının anket yoluyla incelenmesi ve bu uygulamaların stratejik hedeflerle ilişkisi analiz edilmiştir. Bu analizler neticesinde işletmelerin altı sigma proje uygulamaları öncesi ve sonrası arasında bir karşılaştırma yapılarak ekonomik ve teknik olarak işletmelerin kazanımları belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda; en etkili stratejik hedeflerin; Müşteri tatmini ve Gelir elde etmek olduğu, üst yönetimin desteğinin vazgeçilmez olduğu, maliyetlerde azalma, kalite ve verimlilikte artış olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, Stratejik Hedefler, Rekabet, Süreç İyileştirme, İmalat

SIX SIGMA AS AN APPROACH OF THE PROCESS IMPROVE AND AN APPLICATION

ABSTRACT

In this study, it was investigated six sigma project implementation through surveys and analyzed relationship between implementation and strategic aims of 11 firms in the manufacturing industry. Pursuant to this analysis, making a comparison between before and after of six sigma project management practices, the economic and technical achievements have been identified as a business. As a consequence of this analysis, the most effective strategic aims are customer satisfaction and to obtain revenue. In addition these below results are obtained. Upper management support is indispensable, cost reduction, quality and efficiency were increased.

Keywords: Six Sigma, Strategical Aims, Competitive, Process Improve, Manufacturing

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

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

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

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

Yapılan çalışma, işletmelerin uyguladıkları altı sigma projelerinin ekonomik ve teknik kazanımlarının arttırılması yönünde gerekli yöntemlerin belirlenmesi için önem arz etmektedir.

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 [1]. Altı Sigma'da etkin istatistiksel araçlar kullanılarak, söz konusu süreçler tüm yönlerini ile incelenir ve elde edilen bulgular doğrultusunda kararlar alınır. Altı Sigma, müşteri tatmini ile birlikte ve işletmenin kârını arttırmak için de stratejik problem çözüme tekniklerini kullanır.

Bir sürecin normal dağılımı ± 3 sigma uzaklığında olmalıdır. Bu durum %99.7 ölçeğidir. Yani üretilen ürün ya da hizmetten milyonda 997300 tanesi, bu ± 3 sigma sınırlarının içinde kalmaktadır, geri kalan 2700 tanesi hatalı olmaktadır. Oysaki 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 [2]. Altı Sigma'nın bir ortalama değer etrafındaki istatistiksel gösterimi Şekil 1'de gösterilmektedir.

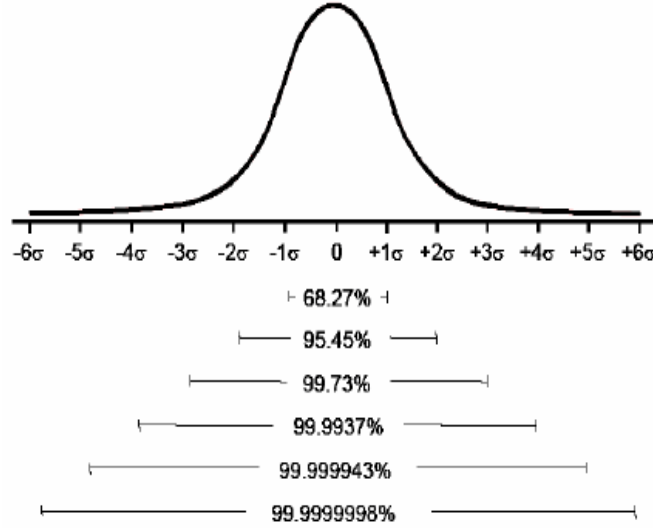
Altı Sigma, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğu hakkında sayısal bir göstergedir. Sürecin sıfır hatalı konumdan ne kadar saptığını gösterir.

Altı Sigma, süreçlerin optimizasyonunu hedeflerken aşağıda sıralanmış beş temel aşamayı kullanır [4].

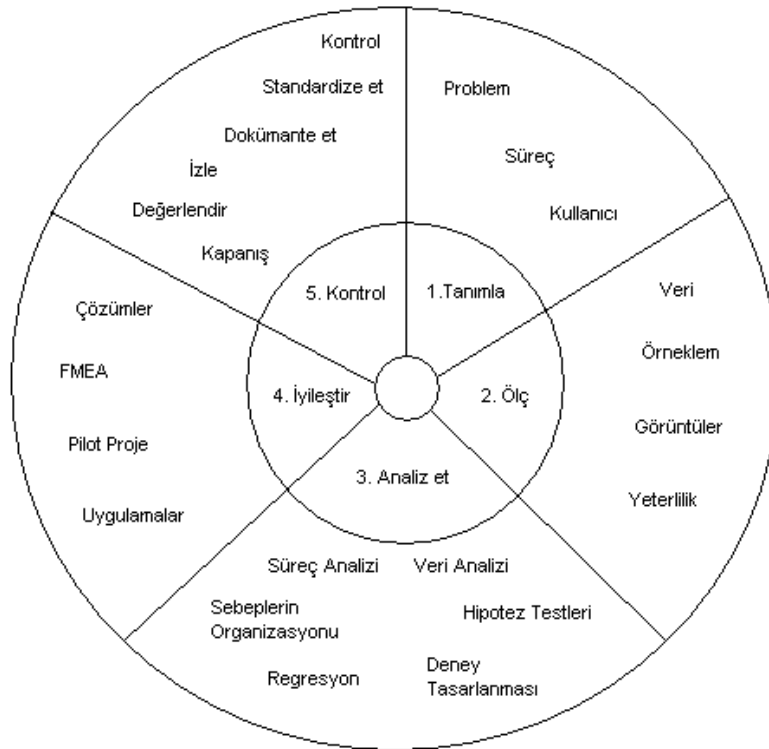
- Tanımlama (Define) Aşaması,
- Ölçme (Measure) Aşaması,
- Analiz (Analyze) Aşaması,
- İyileştirme (Improve) Aşaması,
- Kontrol (Control) Aşaması.

Altı sigmanın yol haritasında ilk adımda, Şekil 2'de görüldüğü gibi projenin temel alındığı problem tespit edilir [3]. Ölçme aşamasında veri toplama ve yeterlilik ölçümü basamakları

analitik sürece uygulanabilmekte ve süreç sigma düzeyleri hesaplanabilmektedir. İstatistiksel metotların yer aldığı analiz aşaması ve projelerin uygulanacağı iyileştirme aşaması değerlendirilmektedir. Kontrol aşaması ise uygulanan pilot projenin değerlendirilmesini ve süreç içerisinde standartlaştırılmasını sağlar.



Şekil 1. Altı Sigma'nın istatistiksel gösterimi [3]
(Figure 1. Showing statistical of Six Sigma [3])



Şekil 2. Altı Sigma Yol Haritası [5]
(Figure 2. Road map of Six sigma [5])

3.1. Tanımlama Aşaması (Define Phase)

Bu aşamada, üretim veya süreç içerisinde iyileştirilmesi düşünülen faktörler tanımlanır. Müşteri ihtiyaçları en üst düzeyde belirlenir.

Tanımlama aşamasında kritik kalite karakteristikleri belirlenir. Bu kritik karakteristikler, problemin amacının açıklanmasını, projenin sahip olduğu fırsatları, proje takımının rollerini ve projenin önemli noktalarını geliştirir [6]. Tanımlama aşamasında proje ekibi ve program oluşturulur, müşteriler ile ihtiyaçları ve beklentileri belirlenir ve doğrulanır. Bu durum aşağıdaki şekilde sıralanabilir [7]:

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

Tanımlama aşaması iyileştirme faaliyetlerinin hedeflerini tanımlamaktadır. Üst düzeyde hedefler, daha yüksek bir kar payı ve pazar payı gibi stratejik olacaktır. Operasyonel düzeyde üretim bölümünde gerçekleştirilen iş miktarını arttırmak bir hedef olabilir. Proje düzeyinde ise hedef, hata düzeyini azaltmak ve gerçekleştirilen iş miktarını arttırmaktır. Potansiyel iyileştirme fırsatlarını belirlemek amacıyla veri madenciliği metodu kullanılmaktadır [8]. Sonuç olarak bu aşamada performans kriterleri tanımlanır, sürecin kilometre taşları ve finansal analizler hazırlanır.

3.2. Ölçme Aşaması (Measure Phase)

Bu aşamada mevcut duruma ait detaylı bilgiler hazırlanır. Aşamanın en önemli özelliği ölçülecek kritik faktörlerin doğru olarak tespit edilmesidir.

Ölçüm sisteminin sahip olması gereken önemli özelliklerden biri ölçüm sisteminin istatistiksel olarak kontrol altında tutulmasıdır. Çünkü ölçmeye tabi tutulan parçalar çeşitlilik gösterdikçe ölçüm sisteminin istatistiksel özellikleri de değişiklik gösterecektir [9]. Ölçüm sisteminin kalitesi, elde edilen verilerin istatistiksel niteliklerine bağlıdır. Bu nitelikler süreç yapıları incelendiğinde sistem dinamiklerinin nasıl etkilendiği konusunda daha iyi sonuçların nasıl alınacağı konusunda yardımcı olacaktır.

3.3 Analiz Aşaması (Analyze Phase)

Bu aşamada sonuçlar istatistiksel süreç kontrol yöntemleri kullanılarak elde edilir. Bu istatistiksel metotlar aşağıda belirtildiği gibi sıralanabilir.

- Histogram (Dağılım)
- Pareto Analizi
- Sebep-Sonuç Diyagramı
- Kontrol Kartları
- Serpilme diyagramı

İyileştirme düşünülen süreçler için bir takım projeler hazırlanır. En uygun proje; maliyet, uygunluk ve müşteri memnuniyeti açısından değerlendirilir. Bununla birlikte oluşan problemlerin nerede ve nasıl oluştuklarına dair cevaplar bulunabiliyorsa sürece hakim olunduğu düşünülebilir [10].

3.4. İyileştirme Aşaması (Improve Phase)

Bu aşamada ortaya konan çözümler daha iyi bir tahmini, daha iyi bir programlamayı, daha iyi bir prosedürü ya da daha iyi bir ekipmanı içerebilir.

İyileştirme aşaması, süreç içerisindeki problemin ortadan kaldırılacağı veya etkilerinin azaltılacağı aşamadır. Ancak çözüm önerileri uygulamaya konmadan önce bundan önceki üç aşamadan elde edilen sonuçlar yeniden gözden geçirilmelidir. Bununla birlikte problem herkesçe anlaşılabilir bir şekilde ayrıntılı ve net olarak açıklanmalıdır [11].

3.5. Kontrol Aşaması (Control Phase)

Kontrol aşaması en önemli aşama olarak görülebilir. Çünkü bu aşamada daha önceki dört aşamadan elde edilen başarılar değerlendirilir. Bu başarıların korunması arttırılması ve yaygınlaştırılması da yine bu dönemde sağlanır [12].

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

4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (RESEARCH METHOD)

Ankete dayalı bu çalışmada işletmelere, Altı sigma çalışmaları öncesinde ve sonrasında elde edilen kazanımlarına yönelik sorular bulunmaktadır. Stratejik hedeflerin öncelik sırası, teknolojik yapısı ve rekabet gücünü etkileyen işletme faktörlerine yönelik hazırlanmış bu anket sonucunda elde edilen bulguların değerlendirilmesinde Minitab 15 programı kullanılmış ve varyans analizi, frekans ve ortalama üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmada kullanılan likert ölçeğindeki aralıkların dağılımı aşağıda belirtilmiştir.

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

5. ALTI SİGMA UYGULAMALARININ İŞLETMELERE KAZANIMLARI (ACHIEVEMENTS OF SIX SIGMA IMPLEMENTATIONS TO BUSSINES)

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

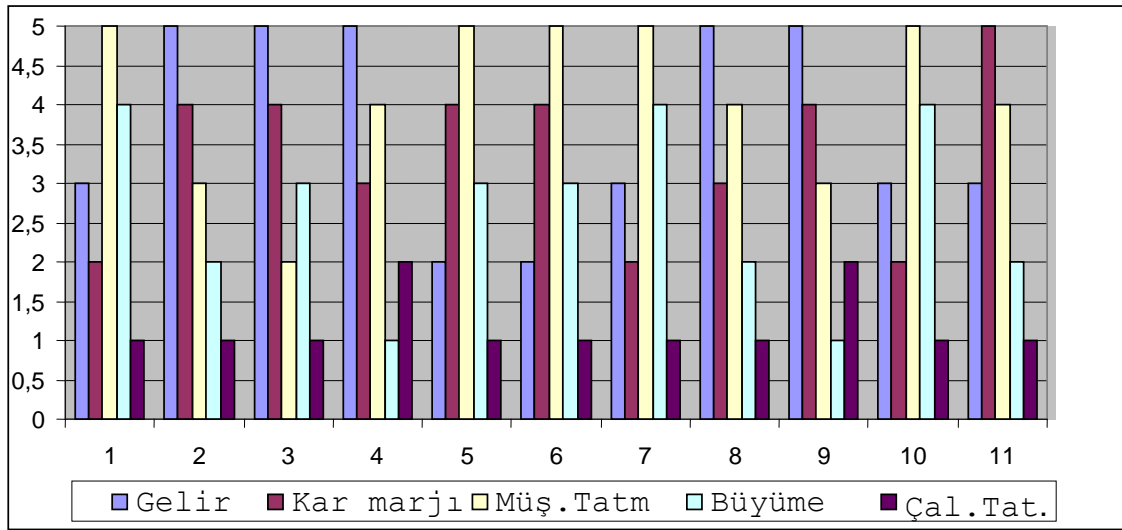
5.1. Altı Sigma-Stratejik Hedefler İlişkisi (Relationship Between Six Sigma and Strategic Targets)

Araştırmaya katılan işletmelerin, Altı sigma projelerinin stratejik hedefleri nasıl etkilediği ile ilgili cevapların frekans değerleri ve bu cevapların yüzde oran dağılımları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Altı Sigma - Stratejik hedefler ilişkisi
(Table 1. Relationship between six sigma and strategic targets)

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

İşletmelerin Altı sigma uygulamalarında daha ziyade müşteri tatmini (%45,5) ve gelir (%45,5) elde etmeyi göz önünde bulundurdıkları belirlenmiştir. Cevaplar arasındaki ikinci ağırlıklı oran ise kar marjı ve büyüme stratejileri olarak belirlenmiştir. En düşük öneme sahip stratejik hedef çalışan tatmini olarak belirlenmiştir. Stratejik hedeflerin öncelik sırasına ve kategorilerine göre dağılımı belirten grafikler şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Altı Sigma-Stratejik hedefler ilişkisi
(Figure 3. Relationship between six sigma and strategic targets)

İşletmeler altı sigma projeleri ile bu stratejik hedeflere ulaşma esnasında çalışan tatminini çok fazla önemsememektedirler. Stratejik hedeflerin Varyans analizi incelendiğinde, söz konusu stratejik hedeflerin, sonuçlar üzerinde birbirlerinden istatistiksel olarak önemli farklara sahip oldukları söylenebilir. Çünkü, ANOVA analizine göre 11 deneğin değişik 5 kategoriye verdikleri cevapların ortalamaları birbirinden belirgin olarak farklıdır ($P < 0,05$). Stratejik hedeflerin Minitab'de elde edilen ANOVA testi sonuçları aşağıda Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Stratejik hedeflerin varyans analizi
(Table 2. Anova of the strategical targets)

Değişkenlik Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Faktör	4	58,18	14,55	14,04	0,001
Hata	50	51,82	1,04		
Toplam	54	110,00			

Birikmiş standart sapmaya dayalı ortalama için münferit 95% güven sınırları

Faktör	N	Ort	St.Sap	-----+-----+-----+-----+-----
Gelir	11	3,727	1,272	(-----*-----)
Kar marjı	11	3,364	1,027	(-----*-----)
Müş.Tatm	11	4,091	1,044	(-----*-----)
Büyüme	11	2,636	1,120	(-----*-----)
Çal.Tat.	11	1,182	0,405	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				1,2 2,4 3,6 4,8

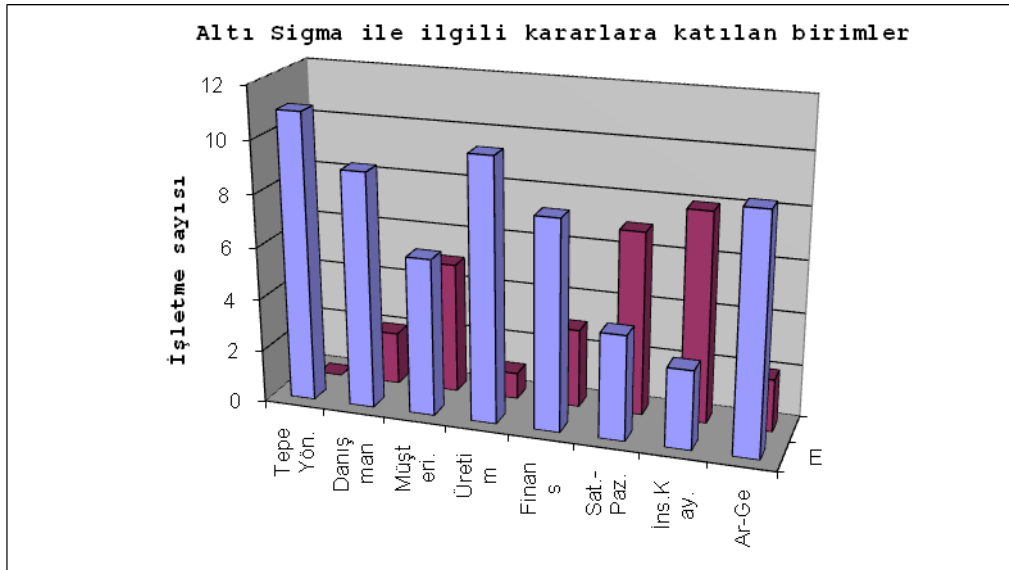
Pooled StDev (Birikmiş Standart sapma)= 1,018

Grafikler ve varyans analizi incelendiğinde en yüksek ortalama sahip stratejik hedefin 4,091 ortalama değeri ile müşteri tatmini olduğu belirlenmiştir. 3,727 ortalama değer ile gelir elde etmek, işletmeler için ikinci önemli stratejik hedefleri olmuştur. Altı sigma uygulamaları esnasında en fazla göz ardı edilen stratejik hedefin 1,182 ile çalışanların tatmini olduğu tespit edilmiştir. Bu faktörlerin istatistiksel olarak farklı olmalarının nedenleri; İşletmelerin yaşadığı geçmiş deneyimler ve organizasyonlarda önceliklerinin algılanması değerlendirilebilir. Ayrıca söz konusu stratejik hedeflerin öncelik sırası, işletmenin faaliyet konusu ve tedarikçi ya da nihai müşteriye ulaşabilmesi ile de yakından ilgilidir.

5.2. Altı Sigma ile İlgili Kararların Alınmasında Etkili Olan Birimler (Effectuated Units to Make a Decision Related Six Sigma)

Araştırmaya katılan yöneticiler, altı sigma projeleri ile ilgili olarak hangi birimlerin etkili olduğunu belirten cevapları Şekil 4'de gösterilmektedir. Ayrıca yöneticilerin tamamı tepe yönetiminin en etkili birim olduğunu belirtmişlerdir.

Bunun yanı sıra üretim %90,9 ile ikinci, danışmanlar ve ar-ge departmanı %81,8 ile üçüncü sırada, Finans departmanı %72,7 ile dördüncü sırada, müşteriler %45,5 ile beşinci sırada, satış ve pazarlama departmanı %36,4 ile altıncı sırada, insan kaynakları departmanı ise %27,3 ile son sırada yer almaktadır. Altı sigma ile ilgili kararlara katılan birimlerin toplam frekansları ve yüzde dağılım oranları Tablo 3'de gösterilmektedir. Bu tabloda yöneticiler çoklu cevaplama yapmıştır. Tablodan anlaşılacağı üzere tepe yönetiminin son derece etkili olmasıyla beraber tüm fonksiyonel birimlerin altı sigmaya ihtiyaç duydukları ve altı sigma süreçlerinde etkili oldukları görülmektedir.



Şekil 4. Altı sigma proje uygulamalarında etkili birimler
(Figure 4. Effectuated units in six sigma Project implementations)

Tablo 3. Altı sigma ile ilgili kararlara katılan birimler
(Table 3. Participated units to related six sigma decisions)

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

5.3. Altı Sigma Kullanım Amaçlarının Önem Derecesi ve Bu Amaçlara Ulaşılabilirlik Düzeyi (Significance Degree of Six Sigma Using Aims and Level of Accessibility)

Araştırmaya katılan işletmelere yöneltilen en önemli sorulardan biri olan işletmenin altı sigma kullanım amaçlarının önem derecesi ve bu amaçlara ulaşılabilirlik düzeyine yönelik sonuçları aşağıda belirtilmektedir. Birinci varyans analizi testinde (Tablo 4) 13 faktörün arasındaki farklılıklar incelenmektedir. Bu analiz neticesinde en yüksek ortalama değere sahip olan maliyetleri azaltmak faktörü en önemli amaç olarak görülmektedir.

Ayrıca $P=0,011$ değeri de $<0,05$ koşulunu sağladığı için bu faktörlerden maliyetleri azaltmanın yanı sıra tüm faktörlerin de sonuçları birbirinden farklı olarak etkiledikleri söylenebilir. Söz konusu farklılığın temelinde;

- İşletme kaynaklarının uygunluğu, yeterliliği ve kullanılabilirliği,
- Eğitim ve değişim ihtiyacı,
- Başarısızlıklara hazırlıklı planların yapılıp yapılmaması,
- Proje seçimi,
- İşletmeler arasındaki kültürel farklılıklar,
- İşletmelerin mali yapıları,
- İç ve dış müşterilerin süreçlere ne ölçüde katıldığı,

- Organizasyonların Altı Sigma dışındaki diğer projelerinin iş yüklerinin ne durumda olduğu gibi faktörler yatmaktadır. Ayrıca kazanımları somutlaştırılmış Altı sigma projeleri de, işletmelerin bu kriterlere verdiği önemi ve ulaşılabilirlik düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir.

Tablo 4. Altı Sigma Kullanım Amaçları Önem Derecelerinin Varyans Analizi

(Table 4. Anova of Significance Degrees of Six Sigma Using Aims)

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

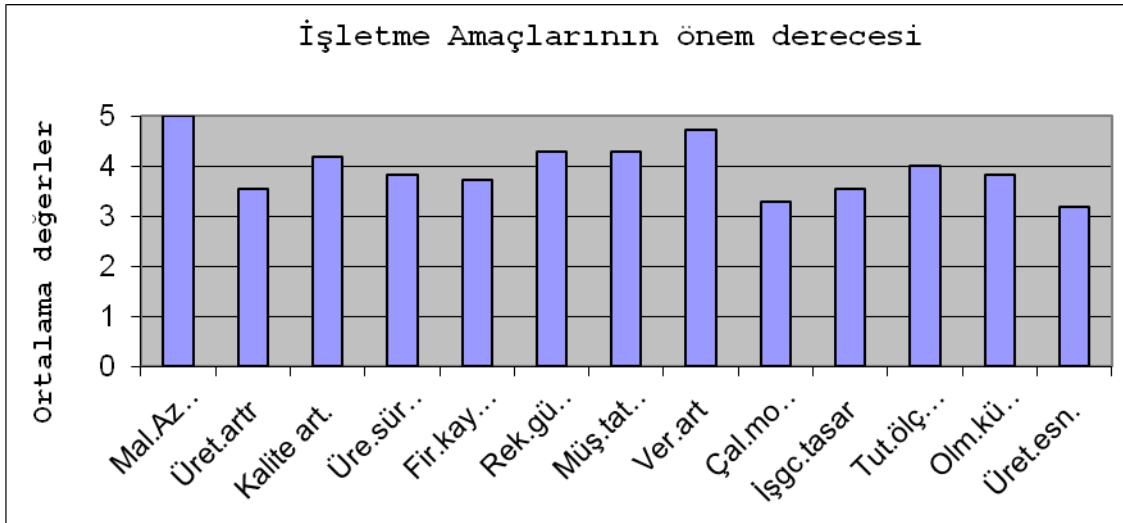
Birikmiş standart sapmaya dayalı ortalama için münferit 95% güven sınırları

Faktör	N	Ort	St.Sap	
Mal.Azaltma	11	5,000	0,000	(-----*-----)
Üret.artr	11	3,545	1,508	(-----*-----)
Kalite art.	11	4,182	1,250	(-----*-----)
Üre.sür.hız	11	3,818	1,471	(-----*-----)
Fir.kay.düş	11	3,727	1,489	(-----*-----)
Rek.güc.art	11	4,273	1,009	(-----*-----)
Müş.tat.art	11	4,273	0,905	(-----*-----)
Ver.art	11	4,727	0,467	(-----*-----)
Çal.mot.art	11	3,273	1,421	(-----*-----)
İşgc.tasar	11	3,545	1,368	(-----*-----)
Tut.ölç.sis	11	4,000	1,000	(-----*-----)
Olm.kül.değ	11	3,818	1,168	(-----*-----)
Üret.esn.	11	3,182	1,168	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
3,0 4,0 5,0 6,0

Pooled StDev (Birikmiş Standart sapma) = 1,173

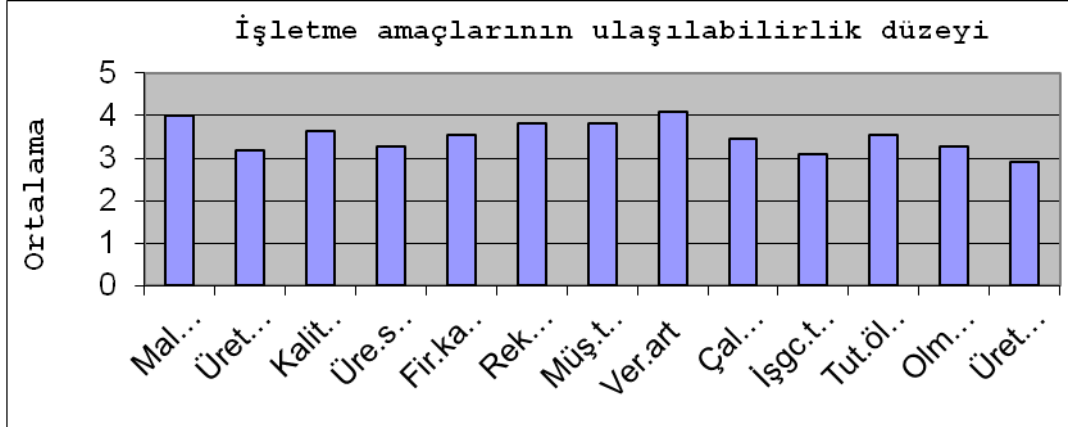
Aşağıda verilen Şekil 5'de söz konusu işletme kriterlerinin önem derecelerinin ortalama bir değer etrafındaki grafiği verilmektedir. Grafik incelendiğinde maliyetleri azaltmanın yanı sıra verimlilik artışı, rekabet gücünde artış, müşterilerin tatmin edilmesi ve kalitenin artışı da diğer faktörlere göre önemli ölçüde olumlu farklı değerlere sahip oldukları gözlenmiştir.



Şekil 5. Altı sigma kullanımının işletme kriterleri açısından önem dereceleri

(Figure 5. Significance degree with respect to using six sigma)

Ayrıca yöneticilerin yorumları ile birlikte, somut olarak ölçülebilen ve modellenen faktörlerden olan maliyetlerdeki azalma, rekabet gücü ve verimlilik artışına söz konusudur. Minitab programında elde edilen işletmelerin amaçlara ulaşılabilirlik düzeylerine yönelik grafik Şekil 6'da belirtilmektedir. Ortalama değer 3,5 olduğu grafikte fire ve kayıplardaki azalma faktörü bir önceki grafiğe göre ortalamanın üzerinde yer almıştır.



Şekil 6. Altı sigma kullanımının işletmenin amaçlarına ulaşılabilirlik düzeyleri

(Figure 6. Accessibility levels to bussiness' targets of using six sigma)

Araştırmaya katılan işletmelerin altı sigma projelerini kullanarak amaçlarına ulaşılabilirlik düzeyleri Tablo 5'de belirtilen varyans analizi testi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Ulaşılabilirlik analizinde önceki varyans analizi testinin aksine maliyetlerde azalma en önemli faktör olarak verimlilik artışından sonra yer almaktadır. Ancak $P=0,566$ değeri $P<0,05$ koşulunu sağlayamadığı için ulaşılabilirlik düzeyi analizinde faktörlerin ortalamaları istatistiksel olarak fark yoktur.

Tablo 5. Altı sigma kullanımının amaçlara ulaşılabilirlik düzeyi varyans analizi

(Table 5. Anova of accessibility levels to aims by using six sigma)

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

Birikmiş standart sapmaya dayalı ortalama için münferit 95% güven sınırları

Faktör	N	Ort	St.Sap	
Mal.Azalt.	11	4,000	1,265	(-----*-----)
Üret.artr	11	3,182	1,401	(-----*-----)
Kalite art.	11	3,636	1,362	(-----*-----)
Üre.sür.hız	11	3,273	1,489	(-----*-----)
Fir.kay.düş	11	3,545	1,695	(-----*-----)
Rek.güc.art	11	3,818	0,982	(-----*-----)
Müş.tat.art	11	3,818	0,874	(-----*-----)
Ver.art	11	4,091	1,136	(-----*-----)
Çal.mot.art	11	3,455	1,128	(-----*-----)
İşgc.tasar	11	3,091	1,375	(-----*-----)
Tut.ölç.sis	11	3,545	1,036	(-----*-----)
Olm.kül.değ	11	3,273	1,191	(-----*-----)
Üret.esn.	11	2,909	1,300	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+
2,80 3,50 4,20

4,90

Pooled StDev (Birikmiş Standart sapma)= 1,267

Altı sigma kullanımının işletme kriterleri açısından önem derecelerini, beş farklı düzeyde belirten frekanslar ve yüzde oranları Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. İşletme kriterlerinin önem dereceleri
(Table 6. Significance degrees of business criteria)

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

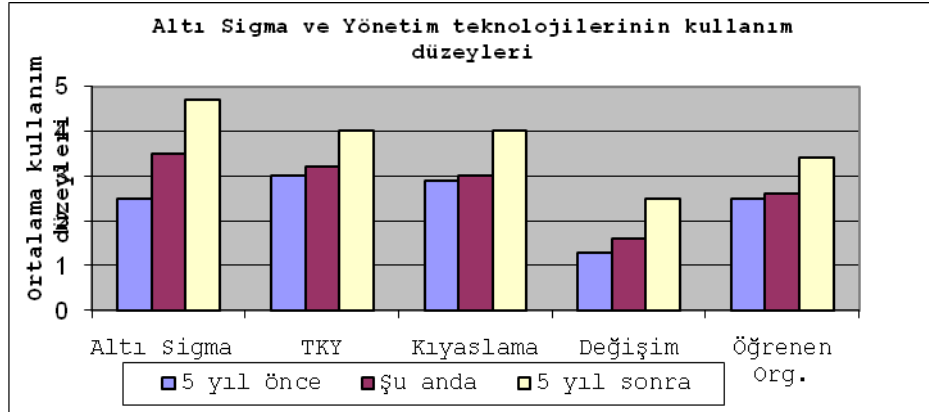
Altı sigma kullanımının işletme kriterlerine ulaşılabilirlik derecelerini, beş farklı düzeyde belirten frekanslar ve yüzde oranları da Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. İşletme kriterlerinin ulaşılabilirlik düzeyleri
(Table 7. Accessibility levels of business criteria)

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

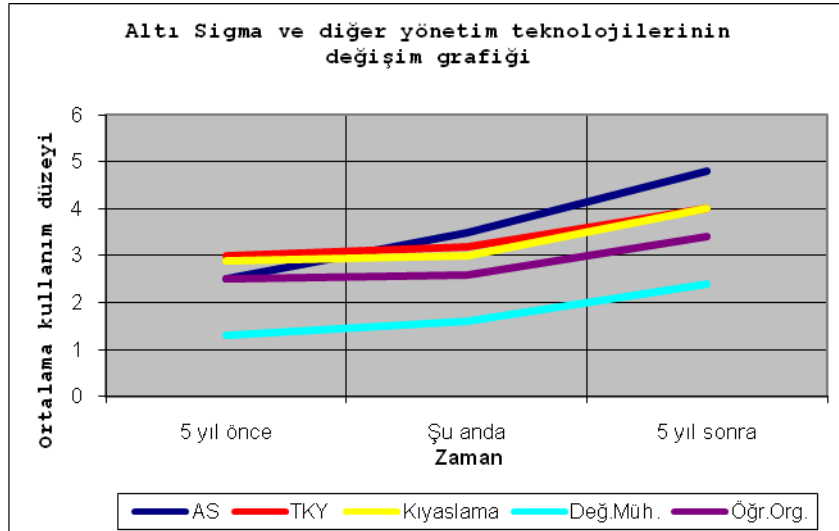
5.4. Altı Sigma ve Diğer Yönetim Teknolojilerinin Kullanım Düzeyleri (Using Levels of six Sigma and Other Management Technologies)

Altı sigma uygulamaları, toplam kalite yönetimi çalışmalarının bir parçası olmasına karşın, bu çalışmada ayrı ayrı değerlendirilerek, geleneksel kalite anlayışı ile altı sigma felsefesinin farklarının daha belirgin bir şekilde ortaya konulması hedeflenmiştir. Aşağıda belirtilen Şekil 7'deki grafikte altı sigma, toplam kalite yönetimi, kıyaslama (Benchmarking), öğrenen organizasyon gibi yönetim teknolojilerinin beş yıl önce, şu anda ve beş yıl sonraki öngörülen kullanım düzeyleri görülmektedir.



Şekil 7. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin ortalama değerleri
(Figure 7. Average values of six sigma and other management Technologies)

Şekil 8, altı sigma metodunun bir algı olarak daha önemli düzeyde olduğu görülmüştür.



Şekil 8. Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin değişimi
(Figure 8. Variation of six sigma and other management Technologies)

Başka bir önemli nokta da değişim mühendisliğinin artan bir grafik izlemesine karşın ortalama değerinin altında kalmasıdır. Radikal ve köklü değişiklikler içeren bir yönetim modeli olan değişim mühendisliğinin altı sigma metoduna göre tercih edilen bir sistem olmadığı değerlendirilmesini yapabiliriz.

Aşağıda Tablo 8'de araştırmaya katılan yöneticilerin altı sigma kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir.

Tablo 8. Altı sigma kullanım düzeyleri
(Table 8. Use levels of six sigma)

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

Tablo 9'da araştırmaya katılan yöneticilerin Toplam kalite yönetiminin kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir. Altı sigmanın yaygınlaşmasına rağmen TKY geleceğe yönelik kullanımının da artışı devam etmektedir.

Tablo 9. Toplam kalite yönetimi kullanım düzeyleri
(Table 9. Use levels of total quality management)

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

Tablo 10'da araştırmaya katılan yöneticilerin kıyaslama (Bencmarking) kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir. Kıyaslama her dönemde işletmeler için vazgeçilmez bir yöntem olmuştur.

Tablo 10. Kıyaslama kullanım düzeyleri
(Table 10. Use levels of Bencmarking)

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

Tablo 11'de araştırmaya katılan yöneticilerin, değişim mühendisliğini kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir. En az ihtiyaç duyulan yönetim modeli değişim mühendisliği olmuştur.

Tablo 11. Değişim mühendisliği kullanım düzeyleri
(Table 11. Use levels of Reengineering)

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

Tablo 12’de araştırmaya katılan yöneticilerin Öğrenen Organizasyon metodunu kullanım düzeyleri ile ilgili frekans ve yüzde oranları verilmektedir. İşletmelerin vazgeçilemez yöntemlerinden biri de öğrenen organizasyon olmuştur.

Tablo 12. Öğrenen Organizasyon metodu kullanım düzeyleri
(Table 12. Use levels of learning organisation method)

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

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

Tablo 13. Beş yıl önce Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin varyans analizi

(Table 13. Anova of use six sigma and other management technologies five years ago)

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

Birikmiş standart sapmaya dayalı ortalama için münferit 95% güven sınırları

Faktör	N	Ort	St.Sap	-----+-----+-----+-----+-----
AS	11	2,545	1,440	(-----*-----)
TKY	11	3,091	1,044	(-----*-----)
Kıyaslama	11	2,909	1,300	(-----*-----)
Değ.Müh.	11	1,364	0,674	(-----*-----)
Öğr.Org.	11	2,545	1,508	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				1,0 2,0 3,0 4,0

Pooled StDev (Birikmiş Standart sapma) = 1,231

Beş yıl önce yönetim teknolojilerinin varyans analizine (Tablo 13) bakıldığında $p=0,018$ 'dir. Bu bağlamda ($p < 0,05$) söz konusu yönetim teknolojileri sonuçlar üzerinde etkilidir. Bu değerler incelendiğinde, değişim mühendisliğinin diğer metotlara göre daha belirgin bir farkla az kullanıldığını söyleyebiliriz. Ayrıca analiz incelendiğinde işletmelerin büyük bir çoğunluğu beş yıl önce altı sigma'dan daha çok toplam kalite yönetimini kullanmışlardır. Yine kıyaslamaların beş yıl önceki kullanım düzeyi altı sigma'dan daha fazladır.

Yönetim teknolojilerinin bugünkü kullanımlarına bakıldığında (Tablo 14) altı sigma metodunun kullanım düzeyinin diğer metotlara göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca $p=0,006$ değeri de bu

teknolojilerin kullanım düzeylerinin birbirinden çok bağımsız ve farklı olduğunu göstermektedir.

Tablo 14. Şu anda Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin varyans analizi

(Table 14. Anova of six sigma and other management Technologies at the present)

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

Birikmiş standart sapmaya dayalı ortalama için münferit 95% güven sınırları

Faktör	N	Ort	St.Sap	
AS	11	3,545	1,214	(-----*-----)
TKY	11	3,273	1,191	(-----*-----)
Kıyaslama	11	3,000	1,265	(-----*-----)
Değ.Müh.	11	1,636	0,674	(-----*-----)
Öğr.Org.	11	2,636	1,567	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----
1,0 2,0 3,0 4,0

Pooled StDev (Birikmiş Standart sapma)= 1,217

Beş yıl sonra işletmelerin altı sigma ve yönetim teknolojilerini kullanım düzeylerine yönelik varyans analizinde (Tablo 15) incelendiğinde, altı sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin ön görülen kullanım düzeylerinin hepsinin gözle görülür bir şekilde arttığı görülmektedir. Ancak en önemli değişimin altı sigma tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Yine bu analizde de p değeri 0,002 olduğu için bu faktörlerin ortalama değerleri arasında belirgin bir sayısal fark vardır.

Tablo 15. Beş yıl sonra Altı Sigma ve diğer yönetim teknolojilerinin varyans analizi

(Table 15. Anova of six sigma and other management technologies after five years)

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

Birikmiş standart sapmaya dayalı ortalama için münferit 95% güven sınırları

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

-----+-----+-----+-----
2,0 3,0 4,0 5,0

Pooled StDev (Birikmiş Standart sapma)= 1,237

5.5. Altı Sigma Uygulamalarında Yetiştirilen Uzman Kara Kuşakların, Kara Kuşakların Ve Yeşil Kuşakların Sayısı (Number Of Master Black Belts, Black Belts, Green Belts in Six Sigma Applications)

Altı sigma projelerinin uygulandığı süreçlerde yetiştirilen kuşak sahibi çalışanların sayısı Tablo 16, 17 ve 18'de verilmektedir. Araştırmaya katılan işletmelerde uzman kara kuşak sahibi çalışanların az olması, işletmelerin danışmanlık hizmeti almalarını çok daha önemli kılmaktadır.

Tablo 16. İşletmedeki uzman kara kuşakların sayısı
(Table 16. Number of master black belts in a business)

Uzman Kuruşak	5 yıl önce		Şu anda		5 yıl sonra	
	f	%	f	%	f	%
1-3	11	100	11	100	10	90,9
4-8	0	0	0	0	1	9,1
9+	0	0	0	0	0	0
Toplam	11	100	11	100	11	100

Tablo 17'de işletmede çalışan kara kuşakların sayısı verilmektedir. İşletmedeki tüm kuşakların sayılarında beş yıl öncesinde günümüze ve öngörülen beş yıl sonrasına kadar bir artış gözlenmiş olsa da en başarılı artış kara kuşaklarda olmuştur.

Tablo 17. İşletmedeki kara kuşakların sayısı
(Table 17. Number of black belts in a business)

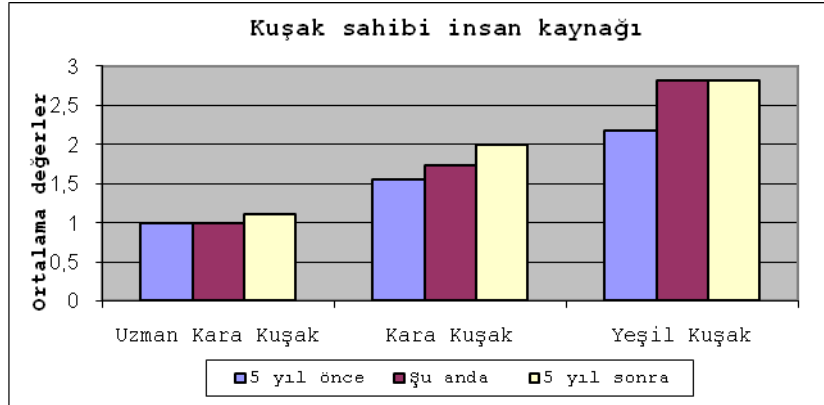
Kuruşak	5 yıl önce		Şu anda		5 yıl sonra	
	f	%	f	%	f	%
1-3	5	45,5	3	27,3	3	27,3
4-8	6	54,5	8	72,7	5	45,5
9+	0	0	0	0	3	27,3
Toplam	11	100	11	100	11	100

Tablo 18'de işletmede çalışan yeşil kuşakların sayısı verilmektedir. İşletmedeki tüm kuşaklar içerisinde sayısal olarak en fazla yeşil kuşaklar vardır. Araştırmaya katılan işletmelerin %90,9'unda 9 ve üzeri yeşil kuşak sahibi insan kaynağı mevcuttur.

Tablo 18. İşletmedeki yeşil kuşakların sayısı
(Table 18. Number of green belts in a business)

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

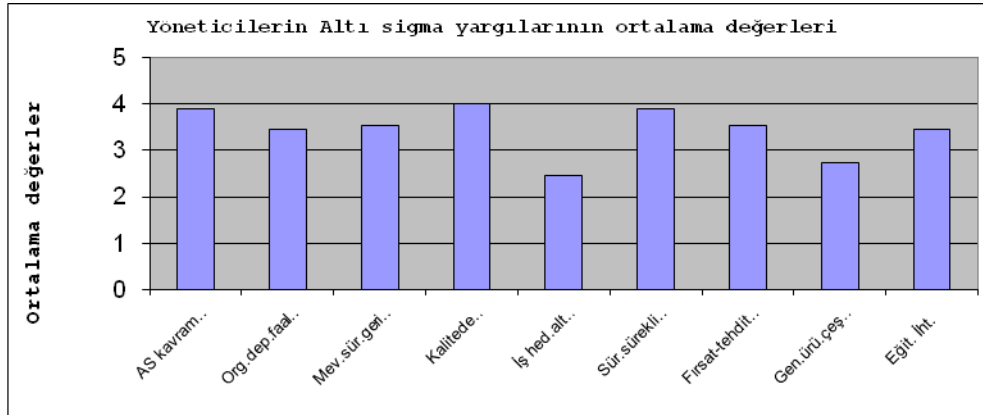
Ayrıca Şekil 9'da verilen grafikteki bilgiler, sayısal değişimleri çok daha iyi gözlenebilmesi için beş yıl önce, bugün ve beş yıl sonra olmak üzere değerlendirilmiştir.



Şekil 9. İşletmelerdeki tüm kuşakların ortalama değerleri
(Figure 9. Averages of all having belts in business)

5.6. Yöneticilerin Altı Sigma Yargılarına İlişkin Görüşlerinin Analizi (Analysis of Manager's View Points Related Six Sigma Judgements)

Altı sigma uygulayan işletmelerin yöneticileri, bazı kavramları ve görüşleri kendi organizasyonlarıyla doğru ve yeterli olarak paylaşamamaktadırlar. Bunun sonucunda mevcut süreçlerde veya yeni gelen bir metotta sürekli bir iyileştirme sağlamak mümkün olamamaktadır. Süreçlerin en iyi performansı yakalayabilmesindeki en önemli koşullardan biri de şirket içindeki birimler ve/veya faaliyetler arası iletişimidir. Yöneticilerin altı sigma ile ilgili yargılarının ortalama değerleri Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Yöneticilerin altı sigma yargılarının ortalama değerleri

(Figure 10. Averages values of manager's judgements)

Grafik incelendiğinde en önemli yargının, kalitede sürekli iyileştirme yapabilmek için gerekli kaynakların sağlanması olduğu görülmektedir. Ayrıca yöneticilerin etkili bulunduğu diğer yargıları, süreçlerin en iyi performansa sahip olup olmadığı süreç ölçümleri ile sürekli analiz edilmesi ve altı sigmanın tanımlanarak çalışanlar tarafından önemli bir kavram olarak algılanmasıdır. Tablo 19'da belirtilen değerler ve yüzde oranları, araştırmaya katılan yöneticilerin altı sigma ile ilgili bazı yargılarına aittir.

Tablo 19. Yöneticilerin altı sigma yargıları
(Table 19. Manager's six sigma judgements)

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

Yöneticiler altı sigma ile ilgili yargılarının süreçleri etkilemesine yönelik cevaplarının varyans analizi aşağıda Tablo 20'de verilmektedir. Varyans analizinde P değeri 0,023 olarak bulunmuştur ve $P < 0,05$ koşulunu sağladığı için yargıların etki dereceleri arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılığa neden olan temel etkenler, yöneticilerin değişik vizyonlara sahip olmaları ve organizasyonların dinamik yapıları olmuştur.

Tablo 20. Yöneticilerin altı sigma yargılarının varyans analizi
(Table 20. Anova of manager's six sigma judgements)

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

Birikmiş standart sapmaya dayalı ortalama için münferit 95% güven sınırları

Faktör	N	Ort	St.Sap	-----+-----+-----
AS kavram algılanm.	11	3,909	0,944	(----- *-----)
Org.dep.faal.kolay	11	3,455	1,214	(-----*----- ---)
Mev.sür.geri bil.değer.	11	3,545	1,036	(-----*----- ----)
Kalitede sür.iyilş.sağ.	11	4,000	1,000	(----- -*-----)
İş hed.alt bir.akt	11	2,455	1,572	(-----*-----)
Sür.sürekli analz edl.	11	3,909	0,831	(----- *-----)
Fırsat-tehdit analizi	11	3,545	1,214	(-----*----- ----)
Gen.ürü.çeş.sun	11	2,727	1,348	(-----*-----)
Eğit. İht.	11	3,455	0,934	(-----*----- ---)
				-----+-----+-----
				2,40 3,20
				4,00 4,80
Pooled StDev (Birikmiş Standart sapma)= 1,143				

Üst yönetiminin sürece bağlılığı ve desteği, altı sigma uygulamalarının başarıya ulaşmasındaki en temel faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda üst ve tepe yönetimde görev alan yöneticilerin altı sigmaya dair yargılarının önemi çok daha artmaktadır.

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yöneticilerin değerlendirmelerine dayanarak Altı sigma uygulamalarının stratejik iş hedefleri ile ilişkileri incelenmiş ve en etkili stratejik hedeflerin; Müşteri tatmini ve Gelir elde etmek olduğu sonucuna varılmıştır. Altı sigma projelerini hayata geçirirken, Üst yönetimin tutumu ve sürece bağlılığının son derece önemli olduğu belirlenmiştir. 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 uygulanmış, bunun sonucunda müşteri beklentilerini karşılayabildikleri ve müşteri tatmininin sürekli olarak arttığı gözlenmiştir.

İşletmelerin, etkin bir altı sigma eğitimi ve danışmanlığı ile kaynakları verimli kullandıkları ve bu şekilde rekabet güçlerinde önemli kazançlar elde ettikleri belirlenmiştir. Eğitim ve danışmanlık destekleri ile birlikte tam zamanlı kara kuşak ve yeşil kuşakların

yetiştirilmesi sağlanmıştır. Bu alandaki eksiklikler son beş yıl içerisinde giderilerek kuşak sahibi insan kaynaklarında hızlı bir artış gözlenmiştir. Tam zamanlı kara kuşak ihtiyacının uzun döneme yayılması işletmeleri son beş yıl içerisinde önemli ölçüde kara kuşak yetiştirmeye yönlendirmiştir.

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

- Kalitede sürekli iyileştirme yapabilmek için gerekli olan finans, zaman ve eğitim gibi kaynakların sağlandığı,
- Süreçlerin en iyi performansa sahip olup olmadığı, süreç ölçümleri ile sürekli olarak analiz edildiği,
- Altı sigma tanımlandıktan sonra, çalışanlar tarafından önemli bir kavram olarak algılandığı,
- Organizasyon yapısında faaliyetler arası ilişkileri kolaylaştırarak, tüm süreçlerde yalın bir yapıya yaklaşıldığı,
- sonuçlarına varılmıştır.

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

İşletmelerin uyguladıkları projelerden bazıları, tamamlanma süreleri, sigma seviyelerindeki iyileşme, gecikme nedenleri ve mali getirileri ile birlikte Tablo 21'de gösterilmektedir.

Tablo 21. Altı sigma projelerinin kazanımları
(Table 21. Achievements of Six sigma projects)

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

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ada, E., Aracıoğlu, B. ve Kazançoğlu, Y., (2004). "Türk İşletmelerinde Verimlilik Artışı İçin Altı Sigma Yönetim Sistemi Modeli", *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*.
2. Yavuz, S., (2006). "Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama", Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, ss:108-145.
3. Goh T.N. and Xie M. (2004). "Improving on The Six Sigma Paradigm", *The TQM Magazine*, Volume:16, Number:4, pp:235-240.
4. Hahn G.J., (2005). "Six Sigma: 20 Key Lessons Learned", *Quality and Reliability Engineering International*, 21, pp: 225-233.
5. Aslan, D. ve Demir, S., (2005). "Laboratuar Tıbbında Altı Sigma Kalite Yönetimi", *Türk Biyokimya Dergisi*, 30 (4), ss: 272-278.
6. Zhang, Q. and Gao, J., (2004). "Machine Learning-The Six Sigma Way", *Proceedings of the 5.th World Congress on intelligent Control and Automation*.
7. Eckes, G., (2005). "Herkes İçin Altı Sigma", *MediaCat Kitapları*, İstanbul, ss:25-68.
8. Pyzdek, T., (2001). "The six sigma handbook", *McGraw-Hill*, London, pp: 40-55.
9. Banuelas, R. Antony, J., and Brace, M., (2005). "An Application of Six Sigma to Reduce Waste", *Quality and Reliability Engineering International*, 21 pp: 553-570.
10. Hahn, G.J., Doganaksoy, N., and Hoerl, R., (2000). "The Evolution of Six Sigma", *Quality Engineering*, 12(3), pp: 317-326.
11. Little, B., (2003). "Six Sigma Techniques Improve the Quality of e-Learning", *Industrial and Commercial Training*, 35(3), pp:104-108.
12. Snee, R.D., (2000). "Impact of Six Sigma on Quality Engineering", *Quality Engineering*, 12 (3): ix-xiv.