

ALTI SİGMANIN TEMELLERİ

AYKUT HAMİT TURAN^a
HÜSEYİN ŞENKAYAS^b

ÖZET

Günümüzün hızla küreselleşen dünyasında, işletmeler varlıklarını sürdürmek için verimliliklerini sürekli arttırmak zorundadır. Altı Sigma, işletmelerde kalite artırımı konusunda son yıllarda popüler olan bir kalite yönetimi yaklaşımıdır. Önemli ölçüde istatistiksel temellere dayanan Altı Sigma yaklaşımının, önemsenmesi gereken ve bu makalenin konusunu oluşturan bir yönetsel ve örgütsel yanı da vardır. Bu makalede, Altı Sigma'nın bir kalite yönetimi sistemi olarak temel özelliklerinden ve uygulayıcılarından bahsedilmiş, diğer güncel yönetim yaklaşımlarından farklı ve benzer yönleri tartışılmış, Altı Sigma başarı faktörleri irdelenmiş ve Altı Sigma'nın işletme performansına etkisi anlatılmıştır. İşletmelerde uygulanacak ampirik bir Altı Sigma çalışmasının temelde teorik altyapısını oluşturan bu çalışma, günümüzde sıkça tartışılan Altı Sigma yaklaşımı ile ilgili önemli bir teorik eksikliği gidermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, Toplam Kalite Yönetimi, Verimlilik.

FUNDAMENTALS OF SIX SIGMA

ABSTRACT

In today's ever globalizing world, in order to survive, organizations have to increase their productivity continuously. Six Sigma is a popular approach emerging in the last couple of years to enhance the quality in organizations. Although Six Sigma is largely based on statistics, it has an organizational and managerial side that needs to be considered and that makes the topics of this article. In this article, the basic characteristics of Six Sigma have been discussed, the major differences and similarities with other popular managerial approaches are outlined, the success factors in Six Sigma are covered and the possible impacts of Six Sigma on organizational performance are argued. This study lays the theoretical foundations of future empirical Six Sigma studies in organizations, also satisfies existing theoretical works about today's popular managerial approach Six Sigma in Turkish literature.

Key Words: Six Sigma, Total Quality Management, Productivity.

1. GİRİŞ

Kalite kontrol ve maliyet düşürme sorunları, ürün ya da hizmet üreten firmaların ana uğraş alanlarının başında gelir. Piyasada uygun fiyata satılan kaliteli bir mal ya da hizmet, müşterinin ilgisini çeker. Satışları artırıcı bu etki sayesinde işletmeler, kârlılıklarını artırarak performanslarını üst seviyelere çıkarırlar.

Verimlilik, işletme performansının en önemli göstergelerinden birisidir ve pazar payını, satışları ve kârlılığı etkiler. Hızlı ekonomik büyüme gösteren ülkelerde, verimlilik artışı bu büyümede önemli rol oynamaktadır. Verimlilik artışını hızlandırıcı araçlar arasında ise bilgi teknolojileri, kalite yönetim sistemleri, yeni üretim teknolojileri sayılabilir.

Aykut Hamit TURAN, Araştırma Görevlisi, Adnan Menderes Üniversitesi Nazilli İİBF.
Hüseyin Şenkayas, Yrd.Doç. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi Nazilli İİBF.

İşletme, verimli çalışmanın yanı sıra katma değer yaratarak sürdürülebilir büyümeyi amaçlamalıdır. İşletmelere, gelecekteki büyüme fırsatlarını gösterebilmek için elle tutulur, somut, ölçülebilir kazançlar vaat etmek gerekir. Çünkü firmalar, üretime yaptıkları yatırımların büyük oranlarda geri dönüşlerinin garanti edilmesini isterler. Bu nedenle, üretim sürecinde kalite, maliyet, verimlilik ve kârlılıkla ilgili yaklaşımlar, işletme performansı açısından hayati önem taşır. Dolayısıyla çalışmanın amacı, Altı Sigma tekniğinin teorik açıdan ele alınması ve Altı Sigma'yı bir kalite yönetimi aracı olarak uygulamanın, hangi işletme performansı bileşenlerine etki ettiğinin belirlenmesidir.

Bir kalite kontrol ve maliyet düşürme tekniği olan "Altı Sigma", 1980'lerin sonlarına doğru Motorola şirketinde geliştirilmiş ve 1990'ların ortalarında General Electric tarafından yaygın olarak kullanılarak, dünyada tanınması sağlanmıştır. Altı Sigma tekniği, kısaca istatistiksel bakış açısı ile her bir milyon parçadan sadece 3,4'ünde hata olması durumu olarak tanımlanabilir. Altı Sigma, güçlü istatistiksel metotlar ve teknikler kullanarak, süreçlerdeki değişkenlik ve sapmaların azaltılmasıdır.

Başka bir deyişle, Altı Sigma neredeyse mükemmel sonuçlara ulaşmak için kullanılan analitik bir tekniktir. Bu değer, üretim veya süreçlerde yaklaşık olarak %99,999 oranında mükemmelliğe denk gelir. Altı Sigma ismini, günlük hayatta çok rastlanan normal dağılımın istatistiki olarak dağıldığı altı standart sapmadan alır. Bilindiği gibi altı standart sapma normal dağılım eğrisinin %99,999'unu kapsamaktadır. Halen günümüzde pek çok işletmenin üç sigma seviyesinde faaliyet gösterdiği düşünülürse, Altı Sigma ile birlikte çok iddialı bir kalite kontrol hedefi ortaya konmaktadır (9).

Altı Sigma, işletmelerin performansına doğrudan ve olumlu bir etki yapmaktadır. İşletmedeki çeşitli üretim süreçleri ve faktörleri üzerine yapılan bu etki azalan hatalar, düşen maliyetler, artan müşteri mutluluğu ve tatmini ve sonuç olarak artan satışlar ve işletme kârları olmaktadır. Bu çalışmada göz önünde tutulan, Altı Sigma yönteminin etki ettiği işletme performansı faktörleri aşağıda verilmiştir (17):

1. Üretim süreçlerinde hataların azalması,
2. Stoklarda ve maliyetlerde azalma,
3. İşlem zamanlarında düşüş,
4. Verimlilik artışı,
5. Satış ve kârlılık artışı,
6. Müşteri memnuniyeti,
7. Tedarikçilerle ilişkilerin gelişmesi,
8. Kalite geliştirme ve standartlaşma.

2. ALTI SİGMA TEKNİĞİ

İşletme bakış açısı ile Altı Sigma, işletmenin kârlarını, verimlilik ve etkinliğini artırarak müşteri istek ve gereksinimlerini karşılaması ve bu beklentilerin gerçekleşmesi anlamındadır. Altı Sigma stratejik süreç iyileştirmesi için yapılan organize ve sistematik bir metottur, yeni ürün ve hizmet geliştirme için istatistiksel ve bilimsel yöntemler ile müşteri tarafından tanımlanmış hata oranlarında sağlanacak düşüşü içerir (10). Bu tanımdan anlaşılacağı gibi Altı Sigma tekniğinde esas olan müşterinin ne istediğini anlamak ve buna nasıl ulaşılabileceğinin tespit edilmesidir.

Altı Sigma proje eğilimli olarak örgütlerin ürünlerinin, hizmetlerinin ve süreçlerinin geliştirilmesi ve sürekli olarak örgütteki hata oranlarının azaltılmasıdır (9). Altı Sigma bir program değil, ancak bir kültürel değişim olarak göz önüne alınmalıdır (6). Altı Sigma'ya ulaşmak günlük ufak ilerleme ve değişimler değil, her gün yaşanan disiplinli bir yaşam ve günlük sürekli mükemmellik arayışı ile ölçülür.

Altı Sigma'nın endüstrilerde uygulanması ile çalışmalar birçok başarı öyküleri ile doludur. Ancak bu çalışmaların çoğu sadece en iyi çalışmalarını rapor etmekten ileriye geçememiş ve bilimsel bir teorinin Altı Sigma olayına uygulanması konusunda herhangi bir çalışma yapılmamıştır (10).

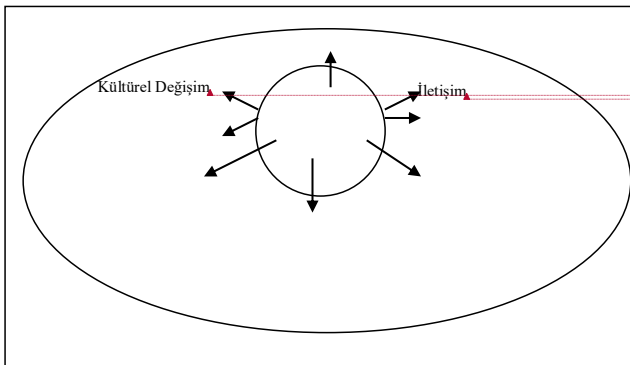
Altı Sigma'nın başlangıcı, yaygın inanışın tersine, müşterilerin ne istediğini anlamaktan başlamaz (6). Günümüzde işletmeler, çoğunlukla müşteri gereksinimlerini büyük oranda bilmektedirler, ancak sürekli ve tutarlı olarak bunları karşılayamamaktadırlar; bu da Altı Sigma'nın çıkış noktasını oluşturur. Altı Sigma ilk önce üretim fonksiyonlarına uygulanmış, sonra pazarlama, mühendislik, satın alma, hizmet ve yönetim fonksiyonlarına uygulanarak yaygınlaştırılmıştır.

Altı Sigma çalışması, öncelikle mevcut sistemde neler olduğunu anlamak ve örgüt amaçlarına ulaşmak yolunda hedeflerin nasıl başarısız olduğunu belirlemekle başlar (18). Bu da süreçlerin nasıl işlediğinin ayrıntısıyla bilinmesi ile mümkün olabilir. Süreçlerdeki hata dağılımı, normal dağılım eğrisi üzerinde değişimi standart sapma – sigma – değeri ile ölçülür. Eğer süreçler iki veya üç sigma seviyesindeyse, dört sigma seviyesine erişmek daha kolay ve düşük maliyetli olacaktır; ancak beş veya Altı Sigma seviyesine erişmek daha fazla istatistiksel araçlar kullanma ve daha kapsamlı teknikler, ayrıca yüksek bir maliyet gerektirir (10).

Altı Sigma'nın etkin ve başarılı olarak hayata geçirilmesi, süreçler hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmayı gerektirir. İki alandaki bilgi çok önemlidir. İşletim ve yürütme sistemleri hakkındaki bilgi ile işletme amaçlarını iyice anlamak ve başarı için gerekli bakış açısına sahip olabilmek (6).

Altı Sigma'nın temel başarı faktörleri Şekil.1'de gösterilmiştir (2).

Şekil 1. Altı Sigma Başarı Faktörleri



Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 8 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 8 nk

Günümüzün süreçlerinin çoğu eğer tasarlandığı kapasite ile çalıştırılır ise kontrol altında bir süreç oluşturması büyük olasılıktır ve müşterilerin tasarım limitleri içinde isteklerini yerine getirebilir (6). Altı Sigma'da temelden başlamak önemlidir. Önce bir süreç, sonra bir işletme bölümü ve nihayet tüm faaliyetler göz önüne alınabilir. Sonuç olarak tüm süreçlerin mutlak müşteri mutluluğu için entegre edilmesi gerekmektedir.

2.1. TKY ve Altı Sigma

Altı Sigma tekniği ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, iki alanda farklı yöntemler ve araçlar sağlar (12):

1. İstatistik (istatistiksel analiz yöntemleri ve deney tasarımı araçları gibi),
2. Kalite yönetimi (ürün geliştirme ve hata önlemede müşteri konumlandırmasını sağlama).

Bir projenin yürütülmesinde analitik bir altyapı gereklidir ve elverişli yöntemlerin gerekli kısımları kullanılır. Günümüzde istatistik analiz yazılımları, istatistik tekniklerin uygulanmasını başarıyla gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla Altı Sigma bir kalite yönetimi tekniği olarak ele alınabilir (14).

Kalite yönetiminin geleneksel yöntemleriyle karşılaştırıldığında, Altı Sigma, en etkili kavram olarak ortaya çıkar, çünkü stratejisi, örgütsel yapıları, prosedürleri, araçları ve yöntemleri arasında karşılıklı ilişki vardır. Örgütlerin farklı olgunlukları ve amaçları nedeniyle, kavramın işleyişe geçmesi için bireyselleştirilmesi, spesifik hale getirilmesi gerekmektedir (14).

Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi (TKY) arasındaki ilişki bakımından iki farklı yaklaşım olduğu söylenebilir. İlk yaklaşıma göre Altı Sigma TKY'nin daha gelişmiş ve etkin bir uygulaması olarak düşünülebilir. Altı Sigma ölçülen ve rapor edilen finansal sonuçlar kullanır, daha kapsamlı istatistiksel ve veri analizi teknikleri kullanır, müşteri istek, gereksinim ve endişeleri üzerine yoğunlaşır, proje yönetimi araç ve teknikleri kullanır (8). Dolayısı ile Altı Sigma'yı aşağıdaki formül ile ifade edebiliriz:

$$\text{Altı Sigma} = \text{TKY} + \text{Daha Kuvvetli Müşteri Yoğunlaşması} + \text{Ek Veri Analizi Araçları} + \text{Finansal Sonuçlar} + \text{Proje Yönetimi}$$

İkinci yaklaşım ise Altı Sigma'yı TKY'nin gelişmiş ve etkili bir metodolojisi olarak görmektedir. Klefsjo ve Diğerleri (8), Altı Sigma'yı TKY'nin bir alt başlığı olarak incelemişlerdir. Yazarlar TKY'yi değerler, metodolojiler ve araçlardan oluşan devamlı gelişen bir yönetim sistemi olarak görmüşler ve amacını daha az kaynak ile müşterileri memnun etmek olarak tanımlamışlardır. Altı Sigma ise yapısal ve sistematik bir metodoloji olarak etkin istatistiksel araçlar kullanmakta ve bu yüzden TKY'nin en başarılı metodolojisi olmaktadır (8). Bu yazarların yanında Reed (15) de Altı Sigma'nın yeni bir şey olmadığını, uzun yıllardır var olan Toplam Kalite Yönetiminin bir başka ismi olduğunu belirtmiştir.

Ford otomobil şirketi hem Altı Sigma hem de TKY'yi uygulamış bir şirkettir. Bu iki uygulamadan TKY, problemleri tamir etme üzerine yoğunlaşmış ve Altı Sigma'dan farklı olarak maliyetler üzerine fazla yoğunlaşmamıştır (4). Altı Sigma uygulamaya geçince, Ford mühendisleri projelerin yapılabilirliğini belirlemek amacı ile fayda maliyet analizi yapmışlardır. Tüm bu çalışmaların sonunda Ford Şirketi, Altı Sigma'nın Toplam Kalite Yönetiminden daha fazla yapısal olduğunu ve kâr eksensli bir yaklaşım olduğunu belirtmiştir (4).

Kalite yönetim sistemleri en yaygın yaklaşımlar olduğu için Altı Sigma, kurulu kalite kavramlarıyla birleştirilmelidir. İşletmenin hedeflediği performansa ulaşması için her iki yaklaşımın da olumlu yönleri uygun bir şekilde bir araya getirilmelidir. Gelişme potansiyellerinden optimal şekilde yararlanmak ve kaynakların etkili olarak tedarik edilmesi bu amaç için önemli ön şartlar olmaktadır (14).

Altı Sigma TKY'nin doğrudan bir uzantısı olarak ele alınabilir. Ürün veya hizmet üreten iş süreçlerinin tesadüfî davranışını anlamaya dayanan sistemlere yönelen Deming'in yönetim felsefesi, Altı Sigma ile yeniden canlanmıştır. Dolayısıyla, sürece yönelik düşünme ve Deming'in yönetim felsefesi, Altı Sigma uygulamaları için bir altyapı oluşturmaktadır (11).

Kalite yönetimi ve Altı Sigma yönteminin sistematik bir şekilde entegre edilmesinin faydalı yönleri aşağıda sıralanmıştır (14):

1. En uygun gelişme alanlarını teşhis etmek için etkili bir hareket tarzı.
2. Proje ve süreç amaçlarının uygulanmasını ve böylece Altı Sigma projelerinin devamlılığının sağlanması.
3. En yetenekli proje katılımcılarının seçimi ve kalite çabalarının minimizasyonu.
4. Standart prosedür ve ölçümleri kullanarak, projeleri yürütmek için bütün örgütsel gereksinimlerin karşılanması.
5. İyi yapılandırılmış dokümantasyon faaliyetleriyle proje deneyimlerinin elverişliliğinin artırılması.

2.1. Altı Sigma'da Oyuncular

Altı Sigma insan boyutlu bir yaklaşımdır. Dolayısı ile sistemin başarısı insanların bilgi, yetenek ve tecrübeleriyle yakından ilgilidir. Altı Sigma amaçlarına erişebilmek için çeşitli geliştirme uzmanları kullanılmaktadır. Bunlar, kara kuşaklar, uzman kara kuşaklar, yeşil kuşaklar ve proje şampiyonlarıdır. Tam zamanlı kara kuşaklar geliştirme projelerine önderlik ederler. Projeden birinci derecede sorumlu uzmandır. Uzman kara kuşaklar bir eğitmen veya danışman olarak faaliyet gösterirler. Bunlar sigma uzmanıdır, uygulama sırasında analitik teknikler, değişim yönetimi ve süreç dizaynı gibi konularda proje ekibine danışmanlık yaparlar. Yeşil kuşaklar, yarı zamanlı geliştirme uzmanlarıdır ve projelerde destek görevleri vardır. Projenin sürekliliği ve sonuçlandırılmasında sorumlulukları vardır. Proje şampiyonları ise, geliştirme ekipleri için önemli projeleri tanımlarlar. Potansiyel olarak gelecekteki projelerin sahipleridir ve tecrübeli üst yöneticilerden oluşur. Tüm bu proje elemanları değişik ölçülerde ve sürelerde eğitim alır. Eğitim Altı Sigma projelerinde vazgeçilmez ve en önemli başarı kriterlerinden biridir (10). Linderman ve diğerleri (10), Altı Sigma eğitimi alan iş görenlerin karmaşık görevlerde diğerlerine göre daha iyi bir performans gösterdiğini belirtmişlerdir.

Üst yönetimin desteği her kapsamlı değişim programında olduğu gibi Altı Sigmada da vazgeçilmezdir. Proje şampiyonları genellikle üst yöneticilerden seçilir ve projelerin diğer örgüt çalışanları arasında destek görmesini sağlarlar. Altı Sigmanın uygulaması, genellikle üst yönetim tarafından sürdürülür ve desteklenir (10). Örgüt liderleri, Altı Sigma için örgütsel dayanışma ve desteğin sağlanması için kilit insanlardır. Proje şampiyonları, kara kuşaklar ve yeşil kuşaklarda birer rol modeli gibi hizmet ederler ve çalışma arkadaşlarını etkileyerek Altı Sigma uygulaması için örgüt genelinde destek ve çabanın artmasına vesile olurlar (10).

Altı Sigma takımında yukarıda bahsedilen kimselerin dışında ayrıca tedarikçiler ve müşteriler de yer alabilir (5). Bu kimseler Altı Sigma projelerinin daha etkin yürütülmesi ve daha iyi sonuçlar alınması için destek verebilirler.

Altı Sigma'da liderlere düşen çeşitli sorumlulukları yerine getirmeleri için tüm proje katılımcıları ve kuşakların oluşturduğu bir forum oluşturulması gerekir (13). Bu forumun katılımcıları Altı Sigma projesi süresince tartışıp, planlayıp, rehberlik edip yeni dersler çıkarırlar. Bu grubun görevleri arasında, Altı Sigma bünyesindeki rolleri saptamak ve bunun altyapısını oluşturmak, projeleri seçmek ve kaynak ayırmak, projelere bireysel sponsor olarak destek vermek, ilerlemeleri değerlendirmek, çalışma bünyesinin kuvvetli ve zayıf yönlerini belirlemek, alınan dersleri şirkete özgü yönetim tarzına uyarlamaktır (13). Proje ekibi toplantıları aylık olarak yapılabilir ve ekip çalışanlarının bu amaçla düzenli olarak bir araya gelmeleri projenin sağlıklı yürütülmesine imkân sağlayacaktır.

Proje şampiyonları daha önce belirtildiği gibi projenin başarısı için en önemli rolü oynayan üst düzey yöneticilerdir. Bu kimseler projenin genel hedeflerini belirler, proje gerekçesini bulur, projenin yönü ya da kapsamı konusunda yol gösterir, yapılacak değişiklikleri onaylar, projelere kaynak bulur, proje ekibi arasındaki ilişkileri düzenler, sorunları çözer ve proje bitiminde projenin sorunsuz devrini sağlamak görevleri vardır (13). Ancak, proje üst yöneticilerinden birisi, Altı Sigma idari yükünü kaldırmak istemiyorsa bu işle görevli bir uygulama lideri atanması gerekmektedir. Ayrıca bir Altı Sigma rehberi de projede görevlendirilebilir (13).

Rehber teknik bir uzmandır, istatistik yönetiminden ve süreç tasarlama stratejilerine kadar değişik alanlarda değişik uzmanlık alanlarına sahip olabilirler. Altı Sigma proje ekibinin bir diğer üyesi olan ekip lideri projedeki çalışmalardan ve elde edilen sonuçlardan birinci derece sorumlu kimsedir ve genellikle süreç iyileştirme, tasarım ve yeniden tasarım üzerinde yoğunlaşır (13). Ekip üyeleri de proje takımının bir diğer ögesidir ve iyileştirme çabalarının yükünü sırtlarlar. Ekip üyeleri bir sürecin analizi, iyileştirmesi için ilave beyin ve kas gücünü oluşturur (13).

Proje ekibinin son elemanı süreç sahibidir. Süreç sahibi iç veya dış müşterilere değer sunan baştan sona bir aşamalar dizisini yöntem ve yeni departmanlar arasındaki sorumlulukları üstlenen kişidir (13). Tüm bu rollerin her Altı Sigma projesinde uygulanması zorunlu değildir. Aşağıda verilen çizelge Altı Sigma'da yer alabilen tüm roller ve bu rolleri kimlerin üstlenebileceğini açıklamaktadır.

Çizelge 1. Altı Sigma'da Oyuncular

Genel Rol	Kuşak veya Diğer Ünvanlar
Liderlik Konseyi	Kalite Konseyi, Altı Sigma Yönetim Komitesi
Sponsor	Şampiyon, Süreç Sahibi
Uygulama Lideri	Altı Sigma Müdürü, Kalite Lideri, Uzman Kara Kuşak
Rehber	Uzman Kara Kuşak ya da Kara Kuşak
Ekip Lideri	Kara Kuşak ya da Yeşil Kuşak
Ekip Üyesi	Ekip Üyesi ya da Yeşil Kuşak
Süreç Sahibi	Sponsor ya da Şampiyon

Kaynak: Pande ve diğerleri (13)

2.3. DMAIC Yaklaşımı

DMAIC yaklaşımı Altı Sigma'nın temel uygulama yaklaşımını oluşturmaktadır. Altı Sigma sistematik ve veriye dayanan bir süreçtir ve DMAIC metodolojisini kullanır (9). DMAIC süreç geliştirmesinde kullanılan yapısal bir yaklaşımdır. Altı Sigma iddialı istatistiksel teknikler kullanarak, örgütü daha ileri sigma yeterliliğine ulaştırmak amacındadır. DMAIC yaklaşımı aşağıdaki gibi incelenebilir:

- **Define** – Tanımla – Problemin Kaynağı Nedir? Müşteri istek ve gereksinimlerinin tanımlanması, proje sınırlarının belirlenmesi, iş akış süreçlerinin belirlenmesi.
- **Measure** – Ölç – Sürecin Yeterliliği Ne Sevidedir? Müşteri gereksinimlerini karşılamak amacıyla süreçlerin ölçülmesi, veri toplama planı geliştirilmesi, eksik yanların belirlenmesi amacıyla veri toplanması.
- **Analyse** – Çözümle – Hatalar Nerede ve Ne Zaman Oluşuyor? Hataların sebebinin ve sapmalarının nedenini araştırılması, süreçlerdeki sapmaları belirlemek, gelişmek için öncelikleri sıralamak.
- **Improve** – İyileştir – Süreç Yeterliliği Nasıl Altı Sigma Olabilir? Sapmaları ortadan kaldırmak amacıyla süreçlerin iyileştirilmesi, yaratıcı alternatifler geliştirerek gelişmiş planların uygulanması.
- **Control** – Kontrol Et – Kazancın Sürekli Olması Nasıl Bir Kontrol Sağlanmalıdır? Süreçlerdeki sapmaların müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde kontrol edilmesi, gelişmiş süreçleri gözleyen ve izleyen kontrol mekanizmalarının geliştirilmesi.

DMAIC kapalı bir döngü sistemidir ve verimsiz adımları elimine eder, yeni ölçüm teknikleri üzerine yoğunlaşır ve sürekli iyileştirme için teknoloji kullanımını öne çıkarır (9). DMAIC yaklaşımını ve uygulanan teknikleri Çizelge 2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. DMAIC Yaklaşımı ve Uygulanan Teknikler

Temel Teknik	Süreç Aşama	İstatistiksel Teknik
Beyin Fırtınası Balık Kılıcı Pareto Analizi	Tanımlama	Süreç Analizi Müşteri Sesi
Temel İstatistik Veri Toplama	Ölçme	Ölçüm Yeterliliği Süreç Yeterliliği
Hipotez Testleri	Analiz	ANOVA Regresyon
Deney Tasarımı Çözüm Seçimi	İyileştirme	Risk Analizi Planlama ve Uygulama
Kontrol Çizelgeleri	Kontrol	Tolerasyon Hesapları

Sürekli İyileştirme Sistemleri	Dokümantasyon
--------------------------------	---------------

Kaynak: Akin (2)'den uyarlanmıştır.

DMAIC yapısal (*structured*) bir yaklaşımdır ve böyle bir yapısal yaklaşımın Altı Sigma projelerinde uygulanması karmaşık faaliyetlerde proje ekibinin performansını arttırmaktadır (10). DMAIC tanımlama aşamasında müşteri isteklerini tanımlamak için Kano Analizi veya Müşteri Sesi Analizi gibi teknikler kullanılmaktadır. Ölçme aşamasında, veri kaynakları, veri toplama ve örnekleme teknikleri, birim hata oranları ve hata olasılıkları ile kötü kalitenin maliyeti konusunda bilgiler toplamaktadır. Analiz aşamasında Pareto Grafikleri, Run Grafikleri, Histogramlar, Scatter Diyagramları ve Balık Kılıcı Diyagramları kullanılmaktadır. Bu aşamada detaylı süreç haritaları ve grafikleri oluşturulmaktadır. Geliştirme aşamasında, bir çözüm üretilir ve karar matrisi, kuvvet analizi matrisi oluşturulur ve tam uygulamadan önce pilot çalışma yapılır. Kontrol aşamasında ise disiplin sağlanır, gelişmeler kayıt edilir, takip edilir ve yeni gelişmeler için fırsatlar aranır.

3. ALTI SİGMADA BAŞARI FAKTÖRLERİ

Kritik Başarı Faktörleri Rockart (16) tarafından yöneticilerin bilgiye olan gereksinimlerinin tespit edilmesi amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Kritik Başarı Faktörleri işletmelerin başarılı olabilmek için başarmak zorunda oldukları ve erişemezler ise büyük bir başarısızlık ile karşılaşacakları faktörlerden oluşur (16). Banuelas ve Antony (4), işletmelerin başarıları için aşağıdaki Altı Sigma başarı kriterlerinin varlığından bahsetmişlerdir.

1. Yönetimin Katılım ve Desteği: Altı Sigma literatüründe en önemli başarı faktörü olarak yönetimin desteği ve katılımı önerilmiştir. İşletmenin üst yönetimindekiler Altı Sigma uygulamalarını yönetmek ve düzenlemek zorundadırlar. Altı Sigma gibi büyük ölçekli bir değişim programının başarısı için üst yönetim gerekli kaynak ve eğitim imkânlarını sağlamak zorundadır.
2. Kültürel Değişim: Altı Sigma şirket stratejilerinde büyük bir değişimin habercisidir ve firmanın kültürü ve değerlerinde bir değişim gerektirir. İşletmelerin yapısında da önemli değişiklikler içerir. Altı Sigma işletme içinde hataları açıkça görüldüğü ve gelişme fırsatlarının kaçırılmadığı bir ortam ister (4).
3. İletişim: Altı Sigma'nın faydalarını anlatmak, işgörenlerle bu yöntemi kullanarak iş verimliliklerini nasıl arttırabileceklerini göstermek için etkin ve devamlı çalışan bir iletişim sisteminin varlığına ihtiyaç vardır (4). Altı Sigma projelerinin uygulamasından sonra tüm başarı ve başarısızlıklar ders alınması için yayınlanmalı ve tüm işgörenlerin öğrenmesi sağlanmalıdır.
4. Organizasyon Yapısı: Altı Sigma'yı uygulayabilmek için bazı örgütsel altyapının hazır olması gerekmektedir. Takım çalışması, iyi iletişim yetenekleri, uzun dönemli strateji bunlardandır. Değişik bölümlerden işgörenlerin oluşturduğu takım çalışması Altı Sigma başarısı için en önemli faktörlerden biridir.
5. Eğitim: Eğitim insanlara neden ve nasıl Altı Sigma başarıya ulaşır sorularının cevabını verdiği için çok önemli bir faktördür. Önceden açıklanan kuşak sistemi tüm şirket çalışanlarına en tepe yönetimden en alt kademeye uygulanmalıdır ve benimsetilmelidir.

6. Altı Sigma'yı İşletme Stratejilerine İlişkilendirme: Altı Sigma tek başına uygulanan bağımsız bir yöntem olarak düşünülmemelidir. Altı Sigma projeleri ürün ve hizmet geliştirme projelerine yönlendirilmeli ve bunlarında finansal ve faaliyet amaçları olmalıdır.

7. Altı Sigma'yı Müşterilerle İlişkilendirmek: Altı Sigma müşteriler ile başlamalı ve müşteriler ile bitmelidir. Projeler, müşterilerin istek ve gereksinimlerinin belirlenmesi ile başlamalı ve müşterilerin şikâyetleri ve bunların nedenleri üzerinde durulmalıdır. Pazarları, Faaliyetleri, Başarı Ölçme Kriterlerini anlamak işletme değeri ve performansını artırmada temel unsurlardır (4).

8. Altı Sigma'yı Tedarikçiler İle İlişkilendirmek: Şirketler Altı Sigma uygulamalarını şirket duvarlarının ötesine taşımalıdır. Bunlardan ilki teslimatların geliştirilmesi konusunda, tedarikçiler ile Altı Sigma uygulamalarının paylaşılması olacaktır.

9. Altı Sigma Araç ve Tekniklerinin Anlaşılması: Altı Sigma eğitimleri ile işgörenler, Altı Sigma da kullanılan takım araçları, süreç araçları ve liderlik araçları gibi sınıflandırılan araçların inceliklerini bilmelidirler. DMAIC metodolojisi Altı Sigma uygulamalarında en çok kullanılan metodolojidir ve temelinde detaylı bir istatistik kullanımı vardır.

10. Proje Yönetimi Yetenekleri: Altı Sigma'nın başarısı için bir diğer önemli faktör de proje liderlerinin iyi bir proje yönetimi yetenekleri altyapısına sahip olabilmeleridir. Birçok proje zayıf yöneticilik yetenekleri, proje yönetimindeki yetersizlikler, katılımcıların rol ve görevlerinin etkin belirlenememesi gibi nedenlerle başarısızlığa uğramaktadır.

11. Proje Önceliği ve Seçimi: Altı Sigma proje ekseni bir uygulama olduğu için, işletme açısından en fazla faydayı sağlayan, en önemli projelerin öncelik sırasına dizilmesi önemlidir. Projeler işletmenin stratejik, operasyonel amaç ve hedeflerine uygun olarak seçilmeli ve değerlendirilmelidir(4). Projeler seçildikten sonra, proje kapsamlarının belirlenmesi önemlidir.

Altı Sigma çok yenilikçi bir yaklaşım olarak, kapsamlı istatistiksel teknikleri kullanarak işletmelerin süreçlerinin ve performanslarının iyileştirilmesi faaliyetidir. Yukarıda bahsedilen faktörler, yönetim ve Altı Sigma literatüründe bugüne kadar yapılan başarılı faaliyetlerin altında yatan temel başarı faktörleri olarak belirtilmiş faktörlerdir. Bu faktörlerin varlığı Altı Sigma projelerini başarıya götüren ana unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. ALTI SİGMA UYGULAMALARI VE İŞLETME PERFORMANSI

4.1. Altı Sigma Uygulamasında Temel Faktörler

Antony ve Banuelas (3) başarılı Altı Sigma uygulamalarında göze çarpan temel faktörleri aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

- Yönetim desteği ve katılımı,
- Altı Sigma metodunu, araçlarını ve tekniklerini anlama,
- Altı Sigma uygulamalarını işletme stratejilerine bağlayabilme,
- Altı Sigma uygulamalarını müşterilerle ilişkilendirme,
- Projelerin seçimi, gözden geçirilmesi ve takip edilmesi,
- Örgütsel yapı,
- Kültürel değişim,
- Proje yönetimi yetenekleri,
- Altı Sigma'yı tedarikçilerle ilişkilendirme,

- Eğitim,
- Altı Sigma'yı insan kaynakları ile ilintilendirme.

Johnson ve Swisher (7) ise, Altı Sigmanın başarılı olması için aşağıdaki unsurların yer alması gerektiğini belirtmişlerdir.

- Sürekli ve belirgin yönetim desteği,
- Sürekli eğitim ve yönetici ve katılımcıların eğitimi,
- Belirgin beklentiler ortaya konulması ve liderlik yeteneğine sahip yöneticilerin seçilmesi,
- Stratejik olarak önemli projelerin seçilmesi.

Tüm bunların faktörlerin birleşimi ve literatürdeki diğer faktörlerin de değerlendirilmesi sonucunda Kwak ve Anbari (9) başarılı Altı Sigma uygulamalarının dört anahtar unsurundan bahsetmişlerdir.

1. Yönetim Katılımı ve Örgütsel Destek: Altı Sigma; yönetimin desteği, gerekli kaynak ve çabanın gösterilmesini gerektirir. Örgütsel yapılar, iyi eğitimli personel ile desteklenerek Altı Sigma uygulamaları hayata geçirilmelidir. Altı Sigma uygulamaları kaynakların ortaya konulması, zamanın, paranın ve örgütsel çabaların tüm örgüt bazında ortaya konulmasını gerektirir.

2. Proje Seçimi, Yönetimi ve Kontrol Yetenekleri: Altı Sigma projeleri dikkatli bir şekilde gözden geçirilmeli, plânlanmalı ve uygulamadaki faydaları maksimize etmek için değerlendirilmelidir. Projelerde açık ve seçik bir şekilde müşteri istek ve gereksinimlerini entegre eden ölçüler olmalıdır.

3. Kültürel Değişimin Teşvik Edilmesi ve Kabul Edilmesi: Altı Sigmayı uygulayan insanlar öncelikle kültürel değişimin gerekli olduğunu anlamalı ve inanmalıdırlar. Bu açık haberleşme kanalları bulundurarak, bireylerin direncini kırmak için bilgilendirme ve motivasyona önem verilmesi ve Altı Sigmanın herkese açısından faydalarının anlatılması ile mümkün olur.

4. Sürekli Eğitim ve Destek: Eğitim ve destek insanlara Altı Sigmanın temellerini, araçlarını ve tekniklerini anlamak için çok önemlidir. İşletmelerin sürekli olarak yeni Altı Sigma tekniklerini öğrenmeleri ve kendilerini geliştirmeleri gerekmektedir. Bu onlara Altı Sigma uygulamalarında başarı ile tamamlamaları için yeni fırsatlar verecektir.

Başarılı Altı Sigma uygulamalarında örgütler, Altı Sigmanın uygulamalarındaki gerekli olan değişim plânını iyi anlamalı ve kaliteyi plânlamalarının içine yerleştirebilmelidirler. İşletmeler başarılı bir Altı Sigma uygulaması için eğitimin vazgeçilmez bir parçası olduğu entegre bir yaklaşım benimsemelidirler.

4.2. Altı Sigma Uygulamaları

Altı Sigma üretim işletmelerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Altı Sigmanın diğer kalite kontrol programlarından temel farkı yukarıdan aşağıya bir kalite kontrol anlayışı ile hareket etmesi, detaylı analiz, gerçeklere dayalı bir karar verme ve sürekli kalite kontrolü içeren bir kalite kontrol planına sahip çok daha iddialı bir metodolojiye sahip olmasıdır (5). Altı Sigma'nın uygulamasının ilk adımı değişim kararıdır (13). Üst yönetimin desteği ile etkin bir eğitim programı ile Altı Sigma projeleri başlar. Altı Sigma projelerinde ilk hedef ürün

kalitesi için hangi performans kriterlerinin önemli olduğunu ortaya koymak ve olması gereken ile oluşan performans kriterleri arasındaki farkları ortaya koyabilmektir.

Altı Sigma projelerinin uygulanmasının temel metodolojisi daha önce bahsedilen DMAIC (Tanımla, Ölç, İyileştir, geliştir ve Kontrol Et) metodolojisidir. Eğer yeni bir ürün geliştirmek için Altı Sigma uygulanıyor ise bu kez metodoloji DMADV (Tanımla, Ölç, Analiz Et, Dizayn Et ve Onayla) olur. Bu metodolojide ilk adım müşterilerin istek ve gereksinimlerinin tespit edilmesidir ve bu da müşterinin sesi adı verilen bir teknik ile yapılır (5). Bir sonraki adım hataların oranının ve temel süreç yeterliliklerinin tespit edilmesidir. Son adımda bir kontrol planı ile süreçler devamlı kontrol altında kalmasının sağlanmasıdır.

Şirketler genellikle Altı Sigma'yı temel üretim maliyetlerini düşürmek, ürün çeşitlerini arttırmak veya müşteriye sundukları değeri arttırmak için bir araç olarak görürler. Altı Sigma başarı ile uygulanırsa zaman içinde tüm şirket geneline ve işletme fonksiyonlarına yayılır ve basit bir maliyet düşürme programı olmanın dışına çıkarak, kârları artırma aracı olur (5). Altı Sigma zaman içinde şirket kültürünün bir parçası olur. Altı Sigma ayrıca işletmelerin problemleri çözme hızlarını artırırken, daha çabuk yeni ürün geliştirmesine de imkân vermektedir (5). Altı Sigma firmaları müşteri ve tedarikçileri ile yakın ilişkiler kurmaya da itebilir ve şirket içi ve şirket dışı problemleri daha kolay görmelerine imkân tanır.

Pande ve diğerleri (13), Altı Sigma uygulamasında izlenecek yol haritasını aşağıdaki başlıklar altında çıkarmışlardır:

- Temel süreçlerin ve kilit müşterilerin belirlenmesi,
- Müşterilerin gereksinimlerinin tanımlanması,
- Mevcut performansın ölçülmesi,
- İyileştirmelerin öncelik sırasına konulması, analiz edilmesi ve yorumlanması,
- Altı Sigma sisteminin yayılması ve entegre edilmesi.

Yol haritası şirketin süreçler ve müşteriler ile iç içe geçmiş olduğu bir sistem olarak belirlenmesine yardımcı olur, Altı Sigma uygulamalarında daha doğru kararlar alınmasına ve kaynakların daha etkin kullanılmasına, daha sağlıklı proje değerlendirmesi ve proje seçimine, Altı Sigma kazançlarının daha somut bir şekilde ortaya konulmasına ve değişime yol açacak daha güçlü bir altyapının oluşmasına imkân verir (13).

4.3. Altı Sigma ve İşletme Performansı

Performans, işletmedeki olumsuzluklardan, ortalama değerlerden sapmalardan etkilenir. İstatistiksel düşünme, bu sapmaların (varyasyonun) ortak ve özel nedenlerini belirleyerek istikrarı artırır, karar verme işlevini kolaylaştırır (12). Böylelikle kalite ve işletme performansında artış kaydedilir. Bu nedenle, Altı Sigma araçlarının en başında gelen istatistiksel düşünme, eğitim programlarının vazgeçilmez elemanı olmalıdır.

Uygulanan Altı Sigma tekniğinin, uzun vadede sürekli performans sağlama ve örgütün stratejik amaçlarını gerçekleştirme için, örgütün stratejik planıyla uyum içinde ilerlemesi gerekir. Bu nedenle, işletmenin Altı Sigma uygulaması için fayda ve maliyet analizine gerek duyulur. Yönetim, bu tekniğin şirkete kısa ve uzun dönemde neler

getireceğini, neye mal olacağını ve faydaların maliyeti karşılayıp karşılamayacağını iyi etüt etmelidir.

İşletmenin Altı Sigma uygulamalarından elde edeceği faydalar somut ve soyut olarak ikiye ayrılır. Somut faydalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır (1):

1. Üretim sürecindeki israfın azaltılması,
2. Yeniden imalat ve garanti maliyetlerinin düşürülmesi,
3. Artan kâr marjları yoluyla kârlılıkta büyüme,
4. İşgücü sermayesine yatırımın azalması.

Bunlara ilaveten, işletmenin Altı Sigma uygulamasından elde edeceği soyut faydalar ise şu şekilde sıralanabilir:

1. Örgüt kültürünün gelişmesi,
2. Liderlik özelliklerinin gelişmesi,
3. Kalite,
4. İşgücü eğitimi.

İşletme, söz konusu faydaların yanında planlama, iletişim, proje uygulama ve yeni tekniği tanımayla ilgili maliyetlere katlanmak zorundadır. Dolayısıyla, Altı Sigma yönteminin fayda ve maliyetlerini değerlendirirken, çalışan sayısı, yıllık gelir artışı, kalitesizlik maliyeti, Altı Sigma tekniğini uygulama maliyeti ve başa baş olarak tanımlanan projelerin minimum sayısını göz önüne almak zorundadır.

Maliyet analizi, her tekniğin uygulanmasında olduğu gibi Altı Sigma için de gereklidir. İşlem maliyetleri, stok maliyetleri, lojistik maliyetler, idari maliyetler, müşteri şikâyetlerinden doğan maliyetler gibi kalemler ve bunlardan elde edilen tasarruflar iyi belirlenmelidir. Ek olarak, lojistik maliyetlerin azaltılması, dolayısıyla lojistik performansın artırılması için, tedarikçi şirketlerle ilişkilere de dikkat edilmelidir. Altı Sigma uygulayan işletmeler, hatasız mal üretimiyle tedarik zinciri içerisinde güveni artırarak entegrasyona yardımcı olurlar. Siparişleri yerine getirmede kesinlik, standartlaşma ve çabukluk sağlar. Şikâyetlerin ve geri dönen malların azalmasıyla birlikte, lojistik performansta artış gözlenir (17).

Şirketler Altı Sigma uygulamalarını şirket duvarlarının ötesine taşımalıdır. Bunlardan ilki teslimatların geliştirilmesi konusunda, tedarikçiler ile Altı Sigma uygulamalarının paylaşılması olacaktır.

Altı Sigma yoluyla elde edilecek soyut faydalar arasında işyeri ortamının huzurlu hale gelmesi ve çalışanlar arasındaki iletişimin gelişmesi de sayılabilir. Altı Sigmada roller ve görevler belirlenmiştir, ayrıca bir ekip çalışması ve takım ruhu örgüte yerleşmiştir. Oyuncuların, bir koordinatör yönetiminde birlikte hareket etmesi, süreçlere, hatalara ve düzeltme yöntemlerine birlikte yaklaşımı işbirliğini, verimliliği, dolayısıyla işletme performansını artıracaktır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Altı Sigma tekniğinin en büyük faydası, örgütteki herkesin verileri tutarlı bir şekilde topladığı, analiz ettiği ve sunduğu bir sistem yaratarak karar vermede özneliği engellemesidir (11). Altı Sigma hem bir kalite geliştirme filozofisi, hem de bir kalite kontrol tekniğidir. Altı

Sigma'nın amacı, süreçleri hedefler dahilinde odaklamak ve süreç içindeki sapmaları en aza indirmektir (5).

Altı Sigma ilk olarak üretim işletmelerinde uygulansa bile, hizmet işletmelerinde de başarı ile uygulanmıştır. Altı Sigma'nın uygulayan işletmeler tarafından bildirilen birçok finansal ve yönetsel faydası söz konusudur. Altı Sigma uyguladıktan sonra, Motorola firması süreçlerindeki hata oranlarını 150 kattan fazla düşürmüştür. General Electric 1999 yılında 2 milyar dolar finansal kazanç sağlamıştır. Ayrıca Motorola Altı Sigma uyguladığı 11 yıl içerisinde 15 milyar dolardan fazla finansal kazanç sağlamıştır. Motorola'nın kazançları çoğunlukla zayıf kalitenin maliyetlerinin düşmesinden yani, düşen ziyan, hatalı malların azalması, garanti maliyetlerindeki azalış gibi nedenlerden olmuştur (4).

Hizmet işletmelerinden bankalar Altı Sigma uygulayarak, eldeki nakitlerinin dağılımında etkinlik yaratmışlar ve banka hizmet masraflarını düşürmüşlerdir. Çeklerin tahsilindeki hataları ve raporlamadaki doğruluğu arttırmışlar ve tahsilat sürecindeki sapmaları ve değişimleri düşürebilmişlerdir (9). Altı Sigmanın sağlık ve Ar-Ge sektörlerinde de pek çok başarılı uygulaması mevcuttur. Birçok önemli sonuçlar alınmasına rağmen işletmeler tüm işletme sorunlarına bir cevap değildir ve işletmelerin en önemli örgütsel stratejilerinden biri de olmayabilir. Ancak önemli bir yönetim aracıdır ve müşteri istek ve gereksinimlerini karşılamada, günümüz hızla küreselleşen ve rekabet ortamı artan pazarlarında gerekli bir araçtır. Altı Sigma büyük işletmelerde olduğu gibi küçük işletmelerde de uygulanabilir (5).

Çalışmada, yeni yeni popüler olan Altı Sigma kavramı tanıtılmış, Altı Sigma'nın diğer popüler yönetim kavramlarından olan TKY ile karşılaştırılması yapılmış, Altı Sigmanın başarılı olması için gerekli yönetsel, örgütsel ve teknolojik faktörler irdelenmiş ve Altı Sigmayı performans artırıcı bir araç olarak kullanabilmenin yolları anlatılmıştır. Gelecekte Altı Sigma daha uzun yıllar üzerinde tartışılacak ve TKY, ISO standartları, İnsan Kaynakları Yönetimi gibi diğer yenilikçi yönetim teknikleri ile entegre edilmesi üzerine yapılacak çalışmalar faydalı olabilecektir. Bunun ötesinde, günümüz işletmelerinin Altı Sigma'ya ne derece hazır olduklarının ve uygulama derecelerinin ampirik olarak araştırılması faydalı ve gerekli bir çalışma konusu olabilecektir.

Şirketler genellikle Altı Sigma'yı temel üretim maliyetlerini düşürmek, ürün çeşitlerini arttırmak veya müşteriye sundukları değeri arttırmak için bir araç olarak görürler. Bunun yanında, küçük işletmeler daha esnek bir yapıya sahip olduklarından yönetimin desteğini almak çok kolay olabilmektedir, ancak bu işletmelerin Altı Sigma uygulamalarına ayırabilecek yeterli eleman ve kaynak bulma sıkıntıları olabilmektedir.

Altı Sigma tekniğinin performans artırıcı özelliklerinden daha fazla yararlanmak için, oyuncuların bilgi ve yeteneklerinden üst düzeyde yararlanılması, çalışanların eğitimine önem verilmesi, müşteri ve tedarikçi bağlantılarının da uygulama içine katılması ve üst yönetimin sürekli ve uzun vadeli desteği gereklidir. Buna ek olarak, Altı Sigma genellikle imalat işletmelerinde uygulanan bir teknik olarak görülmesine rağmen, bankacılık, Ar-Ge, ulaşım ve lojistik gibi hizmet sektörlerinde de performans artırıcı bir araç olarak kullanılabilir.

Gelecekteki çalışmalar, Altı Sigma tekniğinin somut performans bileşenleri üzerindeki etkileri üzerine yapılabilir. Söz konusu araştırmalarda istatistiksel analizler önemli rol

oyunacaktır. Dolayısıyla, araştırmacıların kalite yönetimi altyapılarının yanı sıra istatistik eğitimlerinin de olması gerekmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Adams, Cary W., Gupta, Praveen, Wilson, Charles E., “**Six Sigma Deployment**”, Butterworth-Heinemann, Elsevier Science, USA, 2002.
2. Akın, B. (2003), “**Altı Sigma Deneyim Paylaşım Sempozyumu**”, 28 Mart 2003 Boğaziçi Üniversitesi.
3. Antony, J. Ve Banuelas, R. (2002), “**Key Ingredients for the Effective Implementation of Six Sigma Program**”, Measuring Business Excellence, (6: 4), 20 – 27.
4. Banuelas, R. ve Antony, J. (2002), “**Critical Success Factors for the Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organizations**”, The TQM Magazine, (14:2), pp: 92 – 99.
5. Crompton Corporation (2004), “**Six Sigma: Quality Processing Through Statistical Analysis**”, Plastics Additives & Compounding, July/August 2004.
6. Elliott, G. (2003), “**CE To Six Sigma**”, Industrial Engineer, October 2003.
7. Johnson, A. and Swisher, B. 2003, **How Six Sigma Improves R&D**, Research Technology Management, Vol. 46, No. 2, 12-15.
8. Klefsjo, B., Wiklund, H. ve Edgeman, R. (2000), “**Six Sigma Seen As a Methodology for Total Quality Management**”, Measuring Business Excellence, (5:1), pp:31-35.
9. Kwak, Y. ve Anbari, F. (2004), “**Benefits, Obstacles and Future of Six Sigma Approach**”, Technovation, (1: 8).
10. Linderman, K., Schroeder, R., Zaheer, S. Ve Choo, A. (2003), “**Six Sigma: A Goal Theoretic Perspective**”, Journal of Operations Management, (21:), 193 – 203.
11. Maleyeff, J., Kaminsky, F.C. (2002), “**Six Sigma and Introductory Statistics Education**”, Education and Training, (44:2), pp: 82-89.
12. Makrymichalos, M., Antony, J., Antony, F., Kumar, M. (2005), “**Statistical Thinking and Its Role for Industrial Engineers and Managers in the 21st Century**”, Managerial Auditing Journal, (20:4), pp. 354-363.
13. Pande, P., Neuman, R. ve Cavanagh, R. (2003), “**Altı Sigma Yolu**”, Klan Yayınları
14. Pfeifer, T., Reissiger, W., Canales, C. (2004), “**Integrating Six Sigma With Quality Management Systems**”, The TQM Magazine, (16:4), PP: 241-249.

15. Reed, M. (2000), “**Six Sigma Eavesdropping on the Net**”, Quality Australia, (15:1), pp: 10-15.
16. Rockart, J. (1979), “**Chief Executives Define Their Own Data Needs**”, Harvard Business Review, (57:2), pp: 238 – 241.
17. Şenkayas, H., (2003), “**Bilgi Teknolojilerinin Üretim Yönetiminde Kullanımı: EDI Sisteminin Türkiye’deki İşletmelerde Performansa Etkisi**”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
18. Watson, J. (2003), “**Satisfaction Through Six Sigma**”, Engineered Systems.