

## LİTERATÜR ARAŞTIRMASI: ALTI SİGMA METODOLOJİSİ

### LITERATUR SURVEY: SIX SIGMA METHODOLOGY

Yrd.Doç.Dr.Ediz ATMACA\*  
S.Şule GİRENES\*\*

#### ÖZET

Günümüzde müşteri tatmini işletmeler için hayati bir unsur olmuştur. Müşteriler üstün kaliteli ürünlerin, uygun fiyatta ve istenilen zamanda üretilmesi ile tatmin edilebilir hale gelmişlerdir. İşletmelerin büyümeleri ve verimli çalışabilmeleri büyük bir oranda müşteri tatminine bağlıdır. Altı sigma müşteri memnuniyetini arttırmak ve proses değişkenliğini azaltmada kullanılan üst seviyede oluşturulmuş bir yaklaşımdır. Yapılan çalışmada, altı sigma metodolojisi üzerine bir literatür araştırması yapılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalar çeşitli faktörlere göre sınıflandırılmıştır. Bu çalışmalar hakkında kısaca bilgiler verilmiştir.

#### ABSTRACT

Customer satisfaction is crucial element for company this days. Customers satisfied with produce of high quality production that suitable price and desirable time. Growing and productive working of companies is dependent on customer satisfaction. Six Sigma is a highly disciplined approach used to increase customer satisfaction and reduce process variations. In this study, literature survey has been done realized for six sigma methodology. Studies in the literature are classified in several factors. A brief information is given about these studies.

Altı Sigma, Yalın Yönetim, Literatür Araştırması  
Six Sigma, Lean Management, Literatur Survey

### 1.GİRİŞ

Gittikçe artan rekabet ortamında verimliliğinin artırılması, uzun vadede işletme başarılarını devam ettirebilmeleri ve rekabet edebilmeleri için kuruluşların temel hedefi haline gelmektedir. Günümüzde gerek yurt içi pazarlarda gerekse yurt dışı pazarlarda yoğun rekabet yaşanmaktadır. Bu

\* Gazi Üniversitesi. Müh.Mim.Fak. Endüstri Müh. Bölümü, Ankara

\*\* Türkiye Kızılay Derneği Kan Hiz. Yön. Böl.

rekabette kuruluşları zorlayacak başlıca unsur, istenen kalitede ürün ve hizmeti, zamanında ve doğru olarak teslim etmektir. Bu hedefi yerine getirebilmek için müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin tam ve doğru olarak anlaşılması, bu bilgilerin kuruluşun ilgili fonksiyonlarına tam ve doğru olarak aktarılması gerekmektedir. Teknolojideki ilerlemeler, dünya pazarlarının küçülmesi; aşırı rekabeti de beraberinde getirmiştir. Artık üretilenin satılmasından çok müşteri isteklerine cevap verebilenin üretilmesi anlayışı ortaya çıkmıştır. Yoğun rekabet, teknolojide ilerleme, dünya pazarlarının küçülmesi, kuruluşları; müşteri isteklerine uygun, istenen kalitede, istenen zamanda ürün üretilmesine itmiştir. Ürün kalitesi artık milyonda hata düzeyi ile ölçülmektedir. Bu sıkı kalite kriterleri, kontrol ve tamir yöntemiyle karşılanamaz. Tasarımdan başlayarak tüm sistemi ilk defada doğru tasarlayacak, üretecek hale getirebilmek gerekir. Son 10 yıldır dünyadaki birçok lider kuruluşun uygulamakta olduğu Altı Sigma, şirketlerin her türlü sürecini daha verimli hale getirerek karlılıklarını arttırmalarına ve büyümelerine yardımcı olmuştur. 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.

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren endüstri kültürü ile beraber, "daha kaliteli"ye ulaşmak daima bir sorun olmuştur. Her ne kadar ilk yıllarda üretilenin kalitesi, üretim aşamasında işi yapan tarafından güvence altına alınsa da, bu anlayış kitle üretimi ile birlikte yerini "kalite kontrol"a bırakmıştır. Bu, uzun yıllar hiçbir firmayı rahatsız etmemiştir, çünkü son on yıla kadar rekabet bu denli sert olmamıştır. Önceleri ürünün ya da hizmetin satış fiyatı, maliyet üzerine hedeflenen kârın ilavesiyle elde edilmekteyken ilerleyen yıllarda pazarın daralmaya başlamasıyla ve rekabetin artmasıyla birlikte denklem değişmemiş, ancak denklem içerisindeki ürünün satış fiyatını, rekabet piyasası belirler olmuştur. Başka bir ifadeyle artık maliyet, ayakta kalabilmenin anahtarı konumuna gelmiştir.

Bu noktada "daha kaliteli" teriminin, Altı Sigma dilindeki tanımı yapılırsa: "İşin her adımında, müşterinin ve tedarikçinin hedefledikleri ekonomik değerlere sahip olabilmektir." Altı Sigma açısından, sadece müşteri taleplerinin yerine getirilmesi; başka bir deyişle spesifikasyonlara uygunluk ticaret yapabilmek için yeterli değildir. Bununla birlikte, spesifikasyonları en düşük maliyet ile sağlamak gerekir. Ayrıca, ürünün ya da hizmetin müşterinin istediği zamanda ve miktarda sunulabilmesi de "daha kaliteli" teriminin kapsamı içerisindedir.

Ürün veya hizmet sunan şirketlerin, "daha kaliteli"ye ulaşmaları önündeki en büyük engelin, süreçlerde oluşan değişkenlikler olduğu gerçeği, bundan yıllar önce, en büyük kalite gurularından olan W. Edward Deming tarafından ortaya konulmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrasında, Japon endüstrisinde sıçramayı sağlayan felsefe, Deming'in "üretim süreçlerinde

değişkenliklerin analiz edilerek minimize edilmesi" yaklaşımıdır. Bu da, Altı Sigma kavramının en önemli ana fikridir.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında Japon endüstrisindeki mucizevi gelişim, 1980'li yıllarda Amerika'da da birçok kalite yönteminin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Bu yaklaşımlar, içerik ve teknik açıdan oldukça başarılı olmasına karşın, sonuçları açısından ise tam anlamıyla başarılı olamamıştır. İstatistiksel Süreç Kontrol, Tam Zamanında Üretim, Kaizen bu yaklaşımlardan bazılarıdır. Hepsi de ses getirmiş ve prensipleri olan üretim iyileştirme yöntemleriydi. Bunları öğretenler, yöntemlerin çok basit olduğunu ve çok kısa sürede sorunların yok olacağını söylemekteydiler. Ancak böyle olmadı. Bu yaklaşımların zaafı; müşteriler, süreçler ve çalışanlar arasındaki bağın sağlam kurulmamasıydı ve hiçbir zaman bu yöntemler topyekün kabul görmemişti.

Yine bu yıllarda, Amerikan Motorola firmasında çalışan Mikel Harry adındaki bir mühendis, Deming'in felsefesini çalışanlara öğütlemekteydi. Mikel Harry, ortaya koyduğu yaklaşımın adına değişkenlik teriminin istatistikte standart sapma ile ölçülmesi ve Yunan alfabesindeki "sigma ( $\sigma$ )" harfi ile simgelenmesinden yola çıkarak "altı sigma" demiştir. Bunun asıl sebebi ise Motorola firmasında yapılan her iyileştirme çalışmasında "altı sigma" seviyesini hedeflemiş olmasıdır <sup>1</sup>.

Motorola'da uygulanmaya başlayan Altı Sigma çalışmaları, istatistik ağırlığı çok daha fazla olan bir program niteliği taşıyordu. Altı Sigma'nın dünya çapında tanınmasını ise 1990'ların ikinci yarısında General Electric'deki uygulamalar sağladı. O zamanki tepe yöneticisi olan Jack Welch'in, eski bir General Electric yöneticisi olan Allied Signal CEO'su Larry Bossidy'i bir sunum yapmak için çağırması ve daha sonra General Electric'in bu metodolojiyi benimsemesiyle General Electric'de Altı Sigma başladı. Altı Sigma'ya geçişle şirketin hisse senetlerinin yukarıya doğru hareketlenmesi de gerçekten sonuç yaratan bir teknik olarak algılandığını göstermektedir.

1985 yılında Motorola tarafından uygulanmaya başlayan Altı Sigma, bugün ABB, Texas Instruments, General Electric, Whirlpool, Boeing, Sony, Allied Signal gibi uluslararası kuruluşlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

Altı Sigma yaklaşımı, yönetim kalitesi açısından belli seviyelere ulaşan şirketlerde tepe yönetim tarafından başlatılmalıdır. Örneğin, General Electric'de Altı Sigma uygulaması Jack Welch tarafından başlatılmış, bizzat kendisi tarafından şirketin strateji ve hedeflerine entegre edilmiştir. 1997 yılında Altı Sigma konusundaki eğitimlere 400 milyon dolar harcanmış, Altı Sigma projeleri sonucunda 600 milyon dolar getiri elde edilmiştir. General

---

<sup>1</sup> J.A.Blakeslee, 1999, "Implementing the Six Sigma Solution", Quality Progress, 33, 77-85.

Electric'in bu işe başladığı 1995 yılında 3 sigma olan kalite düzeyi, 22 ayda 3,5 sigma seviyesine çıkmıştır, bugünkü düzeyi 5,6 sigmadır.

General Electric'de 1998 yılından itibaren çalışanların performans değerlendirmesi de Altı Sigma uygulamalarına bağlanmıştır. Altı Sigma eğitimi almamış bir çalışan, kıdemi veya yeterlilikleri ne olursa olsun kıdem artışı veya yönetim kademesine yükseltme gibi değerlendirmelere tabi tutulmamaktadır. Bunun yanında yöneticilere verilen yıllık primlerin %40'ı Altı Sigma konusundaki başarılarına bağlanmıştır.

Altı Sigma ile elde edilen başarılar General Electric ile sınırlı değildir. Altı Sigma'yı 1980 yılından beri uygulayan Motorola'nın 19 yılda elde ettiği getiri 11 milyar dolar civarındadır. Motorola, dünya çapında verimliliğini 3 katına çıkarmıştır. Altı Sigma'ya 1991 yılında başlayan 14 milyar dolar ciroya sahip Allied Signal Inc.'nin 8 yılda elde ettiği getiri 800 milyon doları aşmıştır. Bu miktar toplam cironun %6'sı civarındadır<sup>2</sup>.

Altı Sigma'nın diğer iyileştirme tekniklerinden en büyük farkı; Altı Sigma'nın tek bir yöntem ya da strateji üzerine kurulu, gelip geçici bir heyecan olmamasıdır. Yöneticilik becerisini ve performansını iyileştirmeyi hedefleyen esnek bir sistem olmasıdır. Altı Sigma, iş dünyasını 21. yüzyılda başarıya ulaştıracak yeni bir formül ortaya koymak için, geçen yüzyılın en önemli yönetim fikirleri ve en iyi uygulamalarından bazılarını temel alır. Kısa süre içinde bazı üst ve orta düzeydeki şirketlerin elde ettiği büyük boyutlu kazançlar, Altı Sigma'nın ne kadar güçlü olduğunu kanıtlar. En az bunun kadar önemli olan başka bir nokta da, Altı Sigma'nın kalıcı başarıyı garantileyecek yeni yapı ve uygulamaları geliştirmede oynadığı roldür<sup>3</sup>.

Uygulaması oldukça zor olan Altı Sigma'nın uluslararası firmalar çapında kabul görmesinin sebepleri araştırıldığında ilk fark edilen, bu sistemin firmalara sağladığı faydanın ilk yatırım maliyetinin çok üzerinde olmasıdır.

Altı Sigma'nın net kar üzerindeki doğrudan etkileri, hataların azalması (Milyon Olasılıkta Hata Sayısı (MOHS), Sigma vb.), çevrim zamanında iyileşme ve maliyetlerde düşme (yeniden işleme, fireler vb.) gibi göstergelere doğrudan bağlı olabilir. Daha "zor" ancak uzun vadede mali açıdan daha anlamlı olan göstergeler ise kar marjları, müşteri sadakati, müşteri tutma oranı, yeni ürün satışları vb.dir.

Geleneksel firmalar 3-4 sigma düzeyini yeterli bulmaktadır. Tablo 1'de hata oranlarının gerçek hayata yansması verilmiştir.

<sup>2</sup> Stamatis, D.H., 2003, "Six Sigma and Beyond Volume VII-The Implementation Process 1th ed.", St.Lucie Press, Florida, 95-116.

<sup>3</sup> Pande, P. S., Neuman, R. P., Cavanagh, R. R., 2000, "The Six Sigma Way: How GE Motorola and other top companies are improving their performance, 1<sup>th</sup> ed.", McGraw-Hill, New York, 30-42, 55, 60-67, 88-93, 100-350.

Tablo1: Hata oranlarının gerçek hayata yansımaları

ÖRNEK	% 99 ( 3,8 Sigma)	% 99,99966 ( 6 Sigma)
10 000 çalışanda kayıp işçilik saati	100 adam-gün	49 dakika
Bir günde kirli su içme zamanı	14,4 dakika	0,3 saniye
Aylık elektrik kesintisi	7,2 saat	8,8 saniye
6 saatlik uçuşta ciddi hava boşluğu tehlikesi	3,6 dakika	0,1 saniye
1 000 000 \$'lık yatırımdaki kayıp	10 000 \$	3,4 \$

Tablo1 incelendiğinde, gerçek hayatta bu sigma düzeylerinin nelere mal olacağı görülmektedir<sup>4</sup>.

Altı Sigma uygulayan şirketlerde yapılan projelerle işletmenin toplam verimsizlikleri azalmakta, dolayısıyla sigma seviyeleri artmaktadır. Sigma seviyeleri ile kalite maliyetleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Sigma seviyeleri ile kalitesizlik maliyeti arasındaki ilişki

Kalitesizlik Maliyeti	MOHS	Sigma
Satışların 30-40%	308 537	2
Satışların 20-30%	66 807	3
Satışların 15-20%	6 210	4
Satışların 10-15%	233	5
Satışların <10%	3,4	6

Tablo 2’ye göre, her sigma derecesini atlamak, şirket karlılığında %5-10'luk net artış anlamına gelmektedir. Altı Sigma metodunun uygulanmaya başlanması halinde, karlılığın hızla arttığı görülecektir. Ayrıca çizelgede sigma seviyesi ile hata oranları arasındaki ilişki daha dikkatli incelendiğinde bu ilişkinin lineer değil parabolik olduğu görülecektir.

<sup>4</sup> Polat, A., Cömert, B., Arıtürk, T., 2005, “Altı Sigma Nedir?”, 2.baskı”, *SPAC Altı Sigma Danışmanlık*, Ankara, 15-125.

Örneğin; 2 sigma'dan 3 sigma'ya çıkmak için hata oranlarının yaklaşık 5 kat iyileştirilmesi gerekirken; 3 sigma'dan 4 sigma'ya çıkmak için yaklaşık 11 kat iyileştirme yapmak gereklidir.

Etkin bir şekilde Altı Sigma uygulayarak büyük kazançlar sağlayan bazı firmaların elde ettiği kazançlar Tablo 3'de gösterilmiştir<sup>5</sup>:

Tablo 3: Altı Sigma uygulayan şirketler ve kazançları

Şirket Kazançları (US\$)		
Motorola	2,2 Milyar	2,6 yıl
ABB	900 Milyon	1 yıl
Allied Signal	1,2 Milyar	2 yıl
GE	2,2 Milyar	4 yıl
Nokia	300 Milyon	2 yıl
Sony	100 Milyon	1 yıl

Tablo 3'den görüldüğü gibi altı sigma uygulamaları ile kısa vadede büyük kazançlar elde edilebilmektedir.

Altı Sigma'nın faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Hislerle değil, verilerle karar vermeyi öngörür.
- Çıktıları izlemek yerine girdilere odaklanır. Girdileri kontrol altına alarak çıktılara hükmetmeyi amaçlar.
- Sistemattir, her adım bir sonrakine ışık tutar.
- Problemleri istatistiksel problemlere çevirir ve çözer. Girdi ve çıktılar, veri tabanlı olarak incelenir ve değerlendirilir.
- İyileştirmeler sürecin başlangıç yeteneğiyle karşılaştırılarak projenin başarısı net bir şekilde ortaya koyulur.
- Net bir kontrol planı ile süreçlerdeki iyileşmelerin sürekliliği sağlanır.
- Sonuçları finansal göstergelerle birleştirir ve finansal etkisi hesaplanarak parasal olarak ifade edilir.

<sup>5</sup> Gür, İ.İ., Ağustos 2003, "Kalite Yönetiminde 6 Sigma Yaklaşımı", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 10-22.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Altı Sigma konusu 1980'li yılların başında Motorola tarafından uygulamaya konulmuş, gün geçtikçe üretimden satışa, tasarımdan servise tüm iş alanlarında yaygınlaşan ve olumlu sonuçlar alınan yöntem olmuştur. Bu bölümde Altı Sigma konusunda yapılan çalışmalar incelenmektedir.

Hahn ve ark., 1999, bütün sektörlerde yürütülen Altı Sigma çalışmalarının, uygulandığı işletmeleri bulunduğu noktadan daha ileriye götürmekle kalmayıp aynı zamanda bu çalışmalarda görev alan personeli de (özellikle istatistikçileri) mesleki açıdan üst noktalara taşıdığını belirtmişlerdir<sup>6</sup>.

Deshpande ve ark., 1999, kimya sektörü ile ilgili olarak yaptıkları bir araştırmada Altı Sigmaya dayalı kalite programlarının, hataları gözle görülebilen bir şekilde azaltılmasının yanında, müşteri memnuniyetini ve pazar payını yükselttiğini ve çalışanların performansını artırdığını göstermişlerdir<sup>7</sup>.

Blakeslee, 1999, kalite düzeyinde ve rekabet gücünde büyük sıçramalar yapabilmek için neden Altı Sigma metodolojisinin uygulanması gerektiğini, 3 Sigma düzeyinde çalışan bir bagaj taşıma süreci ile kıyaslama yaparak açıklamaya çalışmıştır. Çalışmasında ayrıca başarıya ulaşmak için uyulması gereken ana prensiplerden ve bunu yapmak için gerekli olan adımlardan bahsetmiştir<sup>2</sup>.

Chen ve ark., 1999, çalışmalarında enjeksiyon döküm sürecinde çok sayıda kalite karakteristiğini içeren başarılı bir sinir ağı modeli kurarak ürün ve tasarım kalitesini etkileyen süreçlerin ölçümünü yapmaya çalışmıştır. Doğrusal regresyon, karar ağacı ve doğrusal olmayan regresyon yöntemlerini modelin kıyaslanmasında kullanmıştır<sup>8</sup>.

Nevalainen ve ark., 2000, patoloji laboratuvarındaki kalite göstergelerini etkileyen faktörleri belirleyerek bunlardaki değişimlerin en azlanması amaçladıkları çalışmalarında, geçmiş laboratuvar verileri normalizasyon yöntemiyle bir milyon üniteye kadar hata sayısı şekline dönüştürmüşlerdir. Bunun sonucunda da geliştirilmeye ihtiyaç duyulan oldukça fazla nokta tespit edildiği vurgulanmıştır. Laboratuvar performansının geliştirilmesi için konunun sistematik olarak ele alınması gerektiği ifade edilmiştir<sup>9</sup>.

<sup>6</sup> Hahn, G. J., Hill, R. W., Zinkgraf, S. A., 1999, "The Impact of Six Sigma Improvement –A Glimpse Into the Future of Statistics", *American Statistician*, 9: 208-215.

<sup>7</sup> Deshpande, P. B., Makker, S. L., Goldstein, M., 1999, "Boost Competitiveness via Six Sigma", *Chemical Engineering Progress*, 11: 65-70.

<sup>8</sup> Chen, Y. T., Ali, O. G., 1999, "Design Quality and Robustness with Neural Networks", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 20: 1518-1527.

<sup>9</sup> Nevalainen, D., Berte, L., Kraft, C., Leigh, E., Picaso, L., Morgan, T., 2000, "Evaluating Laboratory Performance on Quality Indicators with the Six Sigma Scale", *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 516-519.

Pande ve ark., 2000, Altı Sigma sisteminin önde gelen şirketlerin verimliliğini artırarak, maliyetleri düşürerek ve müşteri memnuniyetini yükselterek nasıl yeni bir şekle dönüştürdüğünü açıkladıkları çalışmalarında adım adım rehberlik ve uygulama kurallarıyla Altı Sigmayı uygulamak için bir yol haritası sunmuşlardır<sup>4</sup>.

De Mast ve ark., 2000, kalite iyileştirme çalışmalarında istatistiksel metotların uygulanmasının oldukça faydalı olduğunu ifade ederek, literatürde değişik isimler altında uygulanan bu metotların birbirleri ile olan ilişkileri, benzerlikler ve fonksiyonlar açısından farklılıklarını ele almışlardır<sup>10</sup>.

Wyper ve Harrison, 2000, Altı Sigma'yı oldukça farklı bir alanda uygulayarak insan kaynakları departmanlarının temel amacı olan doğru zamanda, doğru ücret ile doğru insanı doğru yerde istihdam etme hedefi üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada, öncelikle sürecin müşterileri tanımlanmış ve sürecin haritası çıkartılmıştır. İstatistiksel kontrol kartları, neden sonuç diyagramı ve pareto analizi teknikleri da kullanılarak 18 ayda (hizmet kalite değişmeden veya daha iyi olarak) personel maliyeti %34 azaltılmış, genel giderlerde ise 250 000 pound'luk azalma sağlanmıştır. Ayrıca, müşteri memnuniyetinde artış meydana gelmiştir<sup>11</sup>.

Chan ve Spedding, 2001, bir üretim sistemindeki kalite düzeyinin on-line olarak optimizasyonu konulu çalışmalarında, Altı Sigma kalite düzeyine ulaşılması için deney tasarımı, cevap yüzeyi ve sinir ağı metamodel yaklaşımlarından yararlanmışlardır<sup>12</sup>.

Goh, 2001, deney tasarımı, geleneksel istatistiksel süreç kontrol teknikleri ile kıyasladığı çalışmasında, deney tasarımı için öncelikle eğitim, öğrenme ve uygulama aşamalarında gerekli ve uygun elde edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca deney tasarımının diğer teknikler olan Taguchi metodu ve Altı Sigma ile kıyaslamasını da çalışmasına dahil etmiştir<sup>13</sup>.

Calcutt, 2001, Motorola, General Electric, Black&Decker, Allied Signal (Honeywell), ABB ve Bombardier gibi büyük şirketlerin performanslarını olumlu yönde nasıl geliştirdiklerini konu edindiği çalışmasında Altı Sigmayı uygulamak isteyen diğer kuruluşlara yardımcı olabilmek amacıyla Altı Sigma stratejisinin ne olduğunu ve onlar için neler yapılabileceğini açıklamıştır. En önemli nokta olarak da anılan büyük

<sup>10</sup> De Mast, J., Schippers, W. A. J., Does, R. J. M. M., Van Den Heuvel, E. R., 2000, "Steps and Strategies in Process Improvement", *Quality and Reliability Engineering International*, 301-311.

<sup>11</sup> Wyper, B., Harrison, A., 2000, "Deployment of Six Sigma Methodology in Human Resource Function: a case study", *Total Quality Management*, 11: 720-727.

<sup>12</sup> Chan, K. K., Spedding, T. A., 2001, "On-line Optimization of Quality in a Manufacturing System", *International Journal of Production Research*, 1127-1145.

<sup>13</sup> Goh, T. N., 2001, "A Pragmatic Approach to Experimental Design in Industry", *Journal of Applied Statistics*, 391-398.



şirketlerin Altı Sigma uygulamalarını kurum kültürünün bir parçası haline getirdikleri vurgulanmıştır<sup>14</sup>.

Hoerl, 2001, Altı Sigma uygulamalarında sıkça adları geçen “Siyah Kuşak”, “Usta Siyah Kuşak” ve “Yeşil Kuşak” gibi kavramların ne olduğunu açıkladıktan sonra bu unvanlara sahip olabilmek için ne tür bir alt yapıya sahip olunması gerektiği ve bunun üzerine ne tür eğitimlerin alınması gerektiğini vurgulamıştır. Çalışmada, Altı Sigma uygulamalarının bel kemiğini oluşturan “Siyah Kuşaklar” üzerinde durulmuştur<sup>15</sup>.

Pearson ve ark., 2001, Altı Sigma uygulamalarının ölçüm bilimi teknikleri ile birleştirilmesinin işletmelere çok büyük avantajlar sağladığını ve işletmeleri bir anlamda sınıfının en iyisi konumuna yükseltebileceğini ifade etmiştir<sup>16</sup>.

Neuscheler ve Norris, 2001, Altı Sigma uygulamalarından finansal anlamda getiri elde edebilmek için yerine getirilmesini zorunlu gördükleri 5 ayrı hususu açıklamışlardır. Bu hususlar sırasıyla; işin finansal yönü ile ilgilenilecek bir muhasebecinin istihdam edilmesi, finansal göstergelerin proje amacı doğrultusunda dokümanite edilmesi, Altı Sigma kavramının uygulanabilmesi için projelerin gözden geçirilmesi, elde edilen getirilerin ortaya çıkarılması ve süreç iyileştirmesinin içine risk yönetimi ilave edilmesidir<sup>17</sup>.

Gross, 2001, işletmelerin Altı Sigma kalite düzeyine giden yolda başarıyı sağlamalarının kültürel anlamda bir devrim yaratmalarına bağlı olduğunu ifade ederek, işletmenin her seviyesindeki bütün çalışanların katılımının kaçınılmaz olduğu vurgulamışlardır. Çalışmada ayrıca küçük ölçekli işletmelerde Altı Sigma stratejisinin uygulanması için nelerin yapılması gerektiği de açıklanmıştır<sup>18</sup>.

Breyfogle ve ark., 2001, Altı Sigma ve diğer etkin metotları ayrıntılı bir şekilde açıkladığı çalışmalarında, Motorola ve General Electric gibi işletmelerin bazı örnek uygulamalarını da dahil etmişlerdir. Ayrıca uygulama sürecinin hızlandırılması için gerekli planları, kontrol listelerini ve ölçüleri de çalışmalarına konu etmişlerdir<sup>19</sup>.

Chowdhury, 2001, Altı Sigmanın sağlamış olduğu getirilerin daha iyi anlaşılması amacıyla Altı Sigmanın 5 aşaması olan Tanımlama, Ölçme,

<sup>14</sup> Calcutt, R., 2001, “Why is Six Sigma Successful?”, *Journal of Applied Statistics*, 301-306.

<sup>15</sup> Hoerl, R. W., 2001, “Six Sigma Black Belts: What do they need to know?”, *Journal of Quality Technology*, 391-406.

<sup>16</sup> Pearson, T. A., 2001, “Measure of Six Sigma Success”, *Quality Progress*, 35-40.

<sup>17</sup> Neuscheler-Fritsch, D., Norris, R., 2001, “Capturing Financial Benefits From Six Sigma”, *Quality Progress*, 39-44.

<sup>18</sup> Gross, J. M., 2001, “A Road Map to Six Sigma Quality”, *Quality Progress*, 24-29.

<sup>19</sup> Breyfogle, F. W., Cupello, J. M., Meadows, B., 2001, “Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding”, *Assessing and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success*, 13-15.

Analiz, İyileştirme ve Kontrol aşamalarının daha iyi kavranmasını hedeflediği çalışmasında Altı Sigma ile ilgili karmaşık teorileri basite indirgemeye ve herkes tarafından anlaşılır hale getirilmesine çalışmıştır<sup>20</sup>.

Chonghun ve Young-Hak, 2002, çalışmalarında Altı Sigmmanın temel araçlarını (TÖAİK) kullanarak fabrika mühendislerinden operatörlerine rehberlik edecek bir tesis bilgi sistemi oluşturmayı amaçlamışlardır. Sistemi kurarken TÖAİK'ın yanı sıra çok değişkenli istatistiksel süreç kontrol tekniklerini kullanmışlardır<sup>21</sup>.

Linderman ve ark., 2003, hedef teorisi bakış açısından Altı Sigma'yı ele almışlardır. Çalışmalarında Altı Sigma'nın performansı arttırmak için genellikle açık hedefler kullandığını vurgulayarak iki yaklaşımı beraber ele almışlardır. Hedef teorisi, hangi hedeflerin hangi şartlar altında kolaylıkla erişilebilir veya erişilemez olduğunu belirler. Örneğin hedef teorisi, açıkça belirlenmiş ve ölçülmüş hedeflerin fuzzy veya "do-best" türü hedeflere oranlara daha iyi sonuçlar verdiğini belirtir. Ayrıca hedef teorisi, geçerlilik ve kullanılabilirlik açısından diğer metotlara göre "çok iyi" olarak derecelendirilmiştir<sup>22</sup>.

Baczewski, 2005, çalışmasında Benchmarking, ISO, Altı Sigma, Yalın Yönetim'i karşılaştırmaktadır. Öncelikle getiriler, uygulama, araçlar, amaç, sağlık sektörüne uygulanabilirlik ana başlıkları altında çeşitli kriterlere göre bu dört yaklaşımı karşılaştırarak incelemiştir. Ardından bu dört yaklaşımı amaçları, uygulama süreleri, tarihçeleri gibi başlıklar altında zayıf ve güçlü yönlerini irdeleyerek ele almıştır<sup>23</sup>.

Gijo ve Rao, 2005, birçok çalışmanın aksine başarı öyküleri değil tecrübelerinden yola çıkarak Altı Sigma çalışmaları sırasında karşılaşılan zorlukları ele almışlardır. Bu zorluklardan bazıları; amacın kapsamının yetersiz olması, çalışmanın birçok alana yayılmış olması, getirilen yenilikler, kaynak eksikliği, fonksiyonlar arasında koordinasyon eksikliği, sonuç elde etmedeki acelecilik, kuşakların seçimi ve uygun olmayan proje seçim kriterleri'dir. Ayrıca çalışmada altı sigma uygulamaları sırasında karşılaşılan bu zorlukları aşabilmek için öneriler de bulunmaktadır<sup>24</sup>.

Banuelas ve ark., 2005, film kaplama sürecindeki israfları azaltmayı amaçlayan çalışmalarında altı sigma metodolojisini nasıl kullandıklarını, altı sigma araç ve tekniklerini nasıl uyguladıklarını ve sonucunda elde ettikleri getirileri ayrıntılı olarak anlatmışlardır. Uygulamanın sonucunda hammadde

<sup>20</sup> Chowdury, S., 2001, The Power of Six Sigma, *Subir Chowdhury*, Chicago, 25-43.

<sup>21</sup> Chonghun, H., Young-Hak, L., 2002, "Intelligent Integrated Plant Operation System for Six Sigma", *Annual Reviews in Control*, 27-43.

<sup>22</sup> Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S., 2003, "Six Sigma: a goal-theoretic perspective", *Journal of Operations Management*, 21: 193-203.

<sup>23</sup> Baczewski, R. A., 2005, "Four Methods for Improving Performance: A Comparison", *Healthcare Financial Management*, 59: 101-102.

<sup>24</sup> Gijo, E.V., Rao, T. S., 2005, "Six Sigma Implementation-Hurdles and more Hurdles", *Total Quality Management*, 16: 721-725.

miktarındaki azalmayla yıllık 50 000 paund'luk getiri, bunun yanında çevrim zamanında azalma, kalitede artış ve muayene zamanında azalma sağlamışlardır<sup>25</sup>.

Altı Sigma prensip ve araçlarını kullanılarak kamu sektöründe yapılan bazı çalışmalara da rastlanmaktadır. Örnek bir çalışma, müşteri servisinin iyileştirilmesini ve sunulan hizmetin etkinliğini arttırmayı hedefleyerek Hindistan'daki Fort Wayne Belediyesi tarafından yapılmıştır<sup>26</sup>.

Aslan ve Demir, 2005, çalışmalarında klinik laboratuvar analitik sürecine altı sigma metodolojisinin uygulanma yollarını açıklamışlardır. Klinik biyokimya laboratuvarı iç kalite kontrol ve kalite değerlendirme sonuçlarından analitik süreç performansının saptanmasında Altı Sigma metodolojisini kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda Altı Sigma'nın klinik laboratuvara uygulanabilme avantajlarından yararlanılması ve tüm hastane geneline uygulanmasına öncülük edilmesi için eğitimlerin yapılması gerektiğini vurgulamışlardır<sup>27</sup>.

D'Angelo ve ark., 2007, hizmet sektöründe sürekli kalite gelişimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın amacı, sıfır hataya ulaşmak için, hataların araştırılarak, bunların oluşum kaynakları ve düzeltme yollarının araştırılması üzerinedir<sup>28</sup>.

Antony ve ark., 2008, yalın altı sigmanın KOBİ'lerde nasıl uygulanabilirliği yönünde çalışma yapmışlardır. Pilot uygulama alanı olarak seçilen bir bölgedeki sonuçlar değerlendirilerek, başarı için neler yapılması gerektiği konusunda bilgiler verilmiştir<sup>29</sup>.

Yukarıda incelenen Altı Sigma çalışmaları Tablo 4 ve Tablo 5'de özet halinde sunulmuştur.

<sup>25</sup> Banuelas, R., Antony, J., Brace, M., 2005, "An Application of Six Sigma to Reduce Waste", *Quality and Reability Engineering International*, 25: 553-570.

<sup>26</sup> internet: [www.cityoffortwoyne.org/6sigma.htm](http://www.cityoffortwoyne.org/6sigma.htm), 2005.

<sup>27</sup> Aslan, D., Demir, S., 2005, "Laboratuvar Tıbbında Altı Sigma Kalite Yönetimi", *Türk Biyokimya Dergisi*, 30: 272-278.

<sup>28</sup> D'Angelo, R., Zarbo, R.J., 2007, "The Henry Ford Production System: Measures of process defects and waste in surgical pathology as a basis for quality improvement initiatives", *American Journal of Clinical Pathology*, 3: 423-429.

<sup>29</sup> Antony, J., Kumar, M., Labib, A., 2008, "Gearing Six Sigma into UK Manufacturing SME's: Results From A Pilot Study", *Journal of The Operational Research Society*, 4: 482-493.

Tablo 4: Altı Sigma çalışmalarının özet halinde sunumu-1

Yazarı ve Yayın Yılı	Sektörü	Konusu
Hahn ve ark., 1999	Genel	Altı Sigma çalışmalarının personele katkısı
Deshpande ve ark.,1999	Kimya sanayi	Kimya sektörde yapılan Altı Sigma uygulamaların değerlendirilmesi
Blakeslee, 1999	Genel	Altı Sigma çalışmalarının etkinliği
Chen ve ark., 1999	Döküm sanayi	Uygulama-Ürün ve tasarım kalitesinin iyileştirilmesi
Nevalainen ve ark., 2000	Laboratuar	Uygulama-Kalite göstergelerini etkileyen faktörlerin en azlanması
Pande ve ark., 2000	Genel	Altı Sigmanın nasıl uygulanacağı
De Mast ve ark., 2000	Genel	Kalite tekniklerinin karşılaştırılması
Wyper ve Harrison, 2000	İnsan Kaynakları	Uygulama-İnsan Kaynakları sürecinin iyileştirilmesi
Chan ve Spedding, 2001	İmalat sektörü	Uygulama-Kalite düzeyinin on-line olarak
Goh, 2001	Genel	Deney Tasarımı, Taguchi Metodu ve Altı Sigma karşılaştırması
Calcutt, 2001	Genel	Altı Sigma stratejisinin ne olduğunu ve nasıl uygulanacağı
Hoerl, 2001	Genel	Kuşak eğitim programlarının içeriği
Pearson ve ark., 2001	Genel	Altı Sigma uygulamalarının ölçüm bilimi teknikleri ile birleştirilmesi
Neuscheler ve Norris, 2001	Genel	Altı sigma çalışmalarından finansal getiri elde edilmesi
Gross, 2001	Genel	Başarılı Altı Sigma çalışmaları için gerekenler ve KOBİ'lere uygulanabilirliği
Breyfogle ve ark., 2001	Genel	Motorola ve General Electric'in örnek Altı Sigma uygulamaları
Chowdhury, 2001	Genel	TÖAİK modelinin incelenmesi
Chonghun ve Young-Hak, 2002	İmalat sektörü	Uygulama-Tesis bilgi sistemi kurulumu
Linderman ve ark., 2003	Genel	Altı Sigma'nın hedef teorisi ile birlikte kullanımı
Baczewski, 2005	Sağlık sektörü	Benchmarking, ISO, Altı Sigma, Yalın Yönetim karşılaştırılması
Gijo ve Rao, 2005	Genel	Altı Sigma uygulama çalışmaları sırasında karşılaşılan zorluklar
Banuelas ve ark., 2005	İmalat sektörü	Uygulama-Film kaplama sürecindeki israfların azaltılması
Aslan ve Demir, 2005	Laboratuar	Altı Sigma'nın klinik laboratuvarlarda uygulanabilirliği
D'Angelo ve ark., 2007	Hizmet Sektörü	Altı Sigma , Kalite Geliştirme
Antony ve ark., 2008	Genel	Yalın Altı Sigma Uygulamaları

Tablo 5: Altı Sigma çalışmalarının özet halinde sunumu-2

Kullanılan Teknikler	Sınırlı Ağ Modeli	Neden-Sonuç Çizelgesi	Karar Ağacı	Deney Tasarımı	Metamodel Yaklaşımları	Çok Değişkenli Süreç Kontrol Teknikleri	Hedef Teorisi	ANOVA	Ölçüm Bilimi Teknikleri	Normalizasyon	Süreç Haritası	Kontrol Grafikleri	Doğrusal Regresyon	Doğrusal Olmayan Regresyon	Pareto Analizi
Yazarı ve Yayımlı Yılı															
Chen ve ark., 1999	X		X										X	X	
Nevalainen ve ark., 2000										X					
Wyper ve Harrison, 2000		X									X	X			
Chan ve Spedding, 2001	X			X	X										
Pearson ve ark., 2001									X						
Chonghun ve Young-Hak, 2002				X		X									
Linderman ve ark., 2003							X								
Banuelas ve ark., 2005		X		X				X							X

### 3. SONUÇ

Toplam kalite yönetimi mükemmelliği, yani sıfır hatayı hedefleyen bir yönetim felsefesidir. Altı sigma ise, toplam kalite yönetiminin önemli odak noktalarından biri olan süreçlerin kalitesinin ölçümü ve iyileştirilmesinde, kullanılabilen bir metodolojidir. Hedefi hata oranlarının milyonda 3.4 seviyesine düşürmektir. 1985 yılında Motorola tarafından uygulanmaya başlayan altı sigma, bugün ABB, Texas Instruments, General Electric, Whirlpool, Boeing, Sony, Allied Signal gibi uluslararası kuruluşlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

İstatistiksel bir ölçüm tekniği olan altı sigma, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğu hakkında sayısal bir göstergedir. Sürecin sıfır hatalı konumdan ne kadar saptığını gösterir. Bir sürecin altı sigma kalite

düzeyinde olması demek, elde edilen ürün veya hizmette 1 milyonda 3.4 adet hataya rastlanması demektir. Temel amaç süreçteki değişimlerin kaynağını izleyip, ortadan kaldırarak kalite seviyesini altı sigma düzeyine çıkarmaktır.

Altı Sigma, yüksek standartlar hedef almış bir kalite yönetim felsefesi olup sigma sayısı arttıkça, belirlenmiş hedefe göre değişimlerin, başka bir ifadeyle fire miktarının azalacağını öngören bir program içerir. Bu yöntemde, bir firmanın ürün ve hizmetlerdeki performansı sigma düzeyi ile ölçülür. İş süreçlerinde sapma yaratan nedenleri tespit edip zararsız hale getirdikçe, sigma düzeyi sürekli artacaktır. Bu da iş ve üretim süreçlerinde hataların azalacağı anlamına gelmektedir. Altı Sigma'da hedef, değişkenliği ve sapmayı sıfıra yaklaştıracak, beklentileri mükemmel şekilde karşılayacak ürün ve süreçlere ulaşmaktır. . Altı Sigma Modeli, maliyetlerde ve hata oranında azalma, verim, pazar payı, müşteri ve çalışanların memnuniyetinde artış, kurum kültüründe olumlu değişim gibi konularda firmalara fayda sağlamaktadır. Altı Sigma, kusur ve hataları en aza indirebilmek ve sıfır hataya yakın kalite düzeyini gerçekleştirebilmek için işletmelerin dikkatle uygulaması gereken, tüm dünyada geçerliliği defalarca kanıtlanmış bir yaklaşımdır.

Altı Sigma, iş performansının ve müşteri memnuniyet seviyesinin sürekli olarak artırılması için iş süreçlerinin iyileştirilmesi ve yeniden tasarlanması düşüncesine dayanan ve mükemmel yakın bir seviyeye ulaşmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Altı Sigma felsefesi, meydana gelen hataların ve maliyetlerin azaltılması, iş süreçlerinin iyileştirilmesi, müşteri memnuniyet seviyesinin, firma prestijinin ve personel yetkinliğinin artması gibi birçok amacı içeriyor. Altı Sigma uygulama süreci neticesinde, olası sorun ve hatalar ortaya çıkarılmakta, bunlar düzeltilerek sürecin en kusursuz biçimini alması için gayret gösterilmektedir.

Yapılan çalışmada, altı sigma metodolojisi üzerine bir literatür araştırması yapılmıştır. İlk olarak altı sigma kavramı hakkında temel bilgiler verilmiştir. Önceki yıllarda konu ile ilgili yapılan çalışmalar, çalışmalarda kullanılan teknikler ve hangi sektörde kullanıldıkları açısından gruplara ayrılarak, çalışmalar hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Yapılan çalışmalarda, araştırmacıların farklı teknikleri uyguladıkları görülmektedir. Sonuç olarak, yalnız altı sigma metodolojisinin, sektörler ve işletmeler açısından giderek artan oranda kullanıldığını söyleyebiliriz.

#### **KAYNAKÇA**

1. J.A.BLAKELEE, 1999, "Implementing the Six Sigma Solution", Quality Progress, 33, 77-85.
2. STAMATIS, D.H., 2003, "Six Sigma and Beyond Volume VII-The Implementation Process 1th ed.", St.Lucie Press, Florida, 95-116.

3. PANDE, P. S., NEUMAN, R. P., CAVANAGH, R. R., 2000, "The Six Sigma Way: How GE Motorola and other top companies are improving their performance, 1<sup>th</sup> ed.", *McGraw-Hill*, New York, 30-42, 55, 60-67, 88-93, 100-350.
4. POLAT, A., CÖMERT, B., ARITÜRK, T., 2005, "Altı Sigma Nedir?", 2.baskı", *SPAC Altı Sigma Danışmanlık*, Ankara, 15-125.
5. GÜR, İ.İ., Ağustos 2003, "Kalite Yönetiminde 6 Sigma Yaklaşımı", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 10-22.
6. HAHN, G. J., HILL, R. W., ZINKGRAF, S. A., 1999, "The Impact of Six Sigma Improvement –A Glimpse Into the Future of Statistics", *American Statistician*, 9: 208-215.
7. DESHPANDE, P. B., MAKKER, S. L., GOLDSTEIN, M., 1999, "Boost Competitiveness via Six Sigma", *Chemical Engineering Progress*, 11: 65-70.
8. CHEN, Y. T., ALI, O. G., 1999, "Design Quality and Robustness with Neural Networks", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 20: 1518 - 1 527 .
9. NEVALAINEN, D., BERTE, L., KRAFT, C., LEIGH, E., PICASO, L., MORGAN, T., 2000, "Evaluating Laboratory Performance on Quality Indicators with the Six Sigma Scale", *Archives of Pathology&Laboratory Medicine*, 516-519.
10. DE MAST, J., SCHIPPERS, W. A. J., DOES, R. J. M. M., VAN DEN HEUVEL, E. R., 2000, "Steps and Strategies in Process Improvement", *Quality and Reliability Engineering International*, 301-311.
11. WYPER, B., HARRISON, A., 2000, "Deployment of Six Sigma Methodology in Human Resource Function: a case study", *Total Quality Management*, 11: 720-727.
12. CHAN, K. K., SPEDDING, T. A., 2001, "On-line Optimization of Quality in a Manufacturing System", *International Journal of Production Research*, 1127-1145.
13. GOH, T. N., 2001, "A Pragmatic Approach to Experimental Design in Industry", *Journal of Applied Statistics*, 391-398.
14. CALCUTT, R., 2001, "Why is Six Sigma Successful?", *Journal of Applied Statistics*, 301-306.
15. HOERL, R. W., 2001, "Six Sigma Black Belts:What do they need to know?", *Journal of Quality Technology*, 391-406.
16. PEARSON, T. A., 2001, "Measure of Six Sigma Success", *Quality Progress*, 35-40.

17. NEUSCHELER-FRITSCH, D., NORRIS, R., 2001, “Capturing Financial Benefits From Six Sigma”, *Quality Progress*, 39-44 .
18. GROSS, J. M., 2001, “A Road Map to Six Sigma Quality”, *Quality Progress*, 24-29.
19. BREYFOGLE, F. W., CUPELLO, J. M., MEADOWS, B., 2001, “Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding”, *Assessing and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success*, 13-15.
20. CHOWDURY, S., 2001, The Power of Six Sigma, *Subir Chowdhury*, Chicago, 25-43.
21. CHONGHUN, H., YOUNG-HAK, L., 2002, “Intelligent Integrated Plant Operation System for Six Sigma”, *Annual Reviews in Control*, 27-43.
22. LINDERMAN, K., SCHROEDER, R.G., ZAHEER, S., CHOO, A.S., 2003, “Six Sigma: a goal-theoretic perspective”, *Journal of Operations Management*, 21: 193-203.
23. BACZWESKI, R. A., 2005, “Four Methods for Improving Performance: A Comparison”, *Healthcare Financial Management*, 59: 101-102.
24. GIJO, E.V., RAO, T. S., 2005, “Six Sigma Implementation-Hurdles and more Hurdles”, *Total Quality Management*, 16: 721-725.
25. BANUELAS, R., ANTONY, J., BRACE, M., 2005, “An Application of Six Sigma to Reduce Waste”, *Quality and Reability Engineering International*, 25: 553-570.
26. internet: [www.cityoffortwoyone.org/6sigma.htm](http://www.cityoffortwoyone.org/6sigma.htm), 2005.
27. ASLAN, D., DEMİR, S., 2005, “Laboratuar Tıbbında Altı Sigma Kalite Yönetimi”, *Türk Biyokimya Dergisi*, 30: 272-278.
28. D’ANGELO, R., ZARBO, R.J., 2007, “The Henry Ford Production System: Measures of process defects and waste in surgical pathology as a basis for quality improvement initiatives”, *American Journal of Clinical Pathology*, 3: 423-429.
29. ANTONY, J., KUMAR, M., LABIB, A., 2008, “Gearing Six Sigma into UK Manufacturing SME’s: Results From A Pilot Study”, *Journal of The Operational Research Society*, 4: 482-493.