

Industrial Engineering Article
/
Endüstri Mühendisliği Makalesi



Review Paper / Derleme Makalesi
SIX SIGMA AND LEAN SIX SIGMA: A LITERATURE SURVEY

Gökay AKKAYA, Betül TURANOĞLU*, Sinan ÖZTAŞ

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yakutiye-ERZURUM

Received/Geliş: 14.07.2014 Revised/Düzeltilme: 10.09.2014 Accepted/Kabul: 18.10.2014

ABSTRACT

The success of businesses depends significantly on customer satisfaction in intense competition increasing every day. To ensure this success, you have to offer product or service on time, qualification and quality, in line with customer requirements. The variability in the manufacturing process of the product or service should be reduced and wastes should be removed for increasing the speed. In this study a literature survey covering the last decade was conducted for customer-focused six sigma method, which eliminates the variability of processes by using statistical tools, and lean six sigma approach, which aims at process improvement, elimination of wastes and emerged as a result of the integration of lean methods to six sigma method. The purpose of the study is to promote the applications of six sigma method and lean six sigma approach in our country by showing that they can be used in different areas.

Keywords: Six sigma, lean six sigma, process improvement, customer satisfaction.

ALTI SİGMA VE YALIN ALTI SİGMA: BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

ÖZET

Her geçen gün artan yoğun rekabet ortamında işletmelerin başarıları önemli ölçüde müşteri memnuniyetine bağlıdır. Bunu sağlamak için müşterinin istediği zamanda, istediği özellik ve kalitede, istediği fiyattan ürün veya hizmet sunmak gerekir. Ürün veya hizmet üretiminde süreçlerdeki değişkenlikler azaltılmalı ve hızın artırılması için israflar ortadan kaldırılmalıdır. Bu çalışmada, istatistiksel araçları kullanarak süreçlerdeki değişkenliği elimine etmeye çalışan müşteri odaklı altı sigma yöntemi ile bu yöntemin yalın yöntemlerle entegre edilmesiyle ortaya çıkmış, süreçlerin iyileştirilmesi ve israfların ortadan kaldırılmasını amaçlayan yalın altı sigma yaklaşımı için son 10 yılı kapsayan bir literatür taraması yapılmıştır. Çalışmanın amacı, altı sigma ve yalın altı sigma yaklaşımlarının farklı alanlarda kullanılabileceğini göstererek ülkemizdeki uygulamalarını teşvik etmektir.

Anahtar Sözcükler: Altı sigma, yalın altı sigma, süreç iyileştirme, müşteri memnuniyeti.

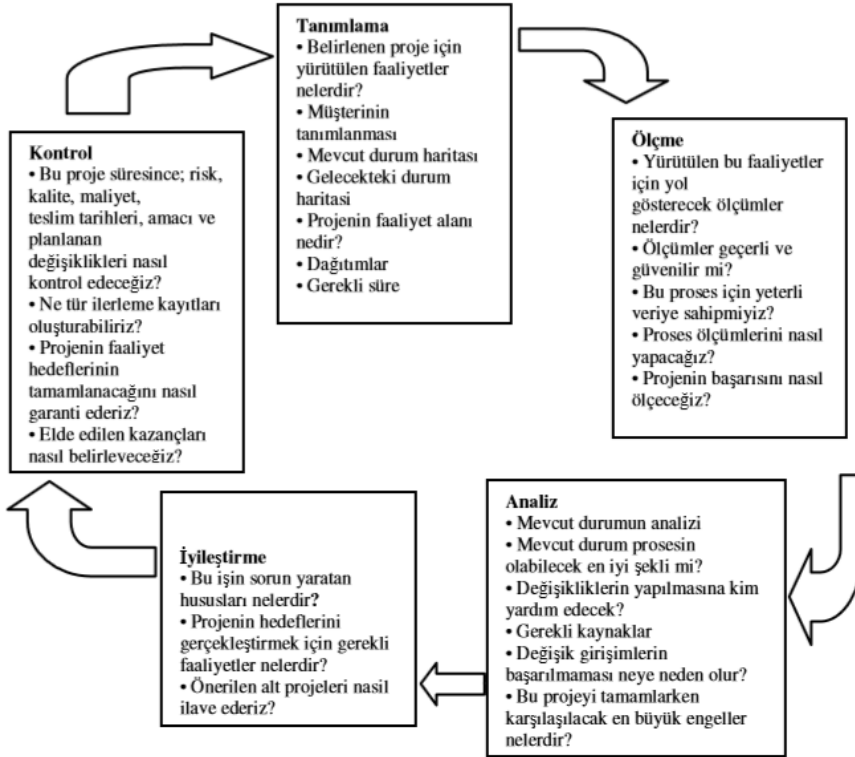
1. GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin büyümeleri, piyasadaki rekabete karşı ayakta durabilmeleri ve verimliliklerini artırmaları büyük oranda müşteri memnuniyetine bağlıdır. Süreç iyileştirme yöntemlerinden biri olan altı sigma yaklaşımı da süreçlerdeki değişkenliği azaltarak müşteri memnuniyetini artırmakta ve son yıllarda General Elektrik, Whirlpool, Boeing, Sony gibi uluslararası şirketler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Altı sigma ilk defa 1985'de

* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: b.turanoglu@atauni.edu.tr, tel: (442) 231 45 42

Motorola tarafından uygulanmış ve 10 yıllık uygulama sürecinde büyük başarılar elde edilmiştir. Kar yaklaşık %20 yükselmiş, toplamda 14 milyar dolarlık tasarruf sağlanmıştır [1].

Mevcut süreçlerdeki problemleri bulmayı ve çözmeyi hedefleyen atlı sigma yöntemi, istenen sonuçlara ulaşabilmek için en uygun kalite kontrol parametrelerinin seçilmesini amaçlamaktadır. Bu amacı gerçekleştirmede TÖAİK (Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol) döngüsü kullanılır. Şekil 1’de TÖAİK döngüsü gösterilmektedir[2].



Şekil 1. TÖAİK Döngüsü [2]

Altı sigmada herhangi bir sürecin değişkenliği sigmalar ile ölçülerek bulunabilmektedir. Sürecin değişkenliğine girdiler, tedarikçiler gibi süreçler yol açabilmektedir. Bir sürecin normal dağılımı ± 3 sigma uzaklığında olmalıdır. Bu %99.7 ölçüğüdür. Yani üretilen üründen ya da hizmetten milyonda 997.300 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 3.4 hata verecektir. Sigma düzeyinin düşük olması, bir üretim veya hizmet sürecinde daha az sayıda hata olması anlamına gelmektedir. Yani sigma düzeyi ile hata sayısı arasında tersine bir ilişki bulunmaktadır [1]. Çizelge 1’de görüldüğü gibi sigma seviyesinin artması, hata olasılığının göstergesi olan ppm (part per million) değerlerinin düşmesi anlamına gelmektedir. Buradaki ppm değeri, milyon tane ürün üretirken geri planda tamir edilen ya da tamir edilmeyip hurdaya atılan tüm hataları içermektedir [3].

Çizelge 1. Sigma Seviyesinin Kalitesizlik Maliyeti İle İlişkisi

| Kalitesizlik Maliyeti | PPM | Sigma (σ) |
|-----------------------|---------|--------------------|
| 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 |

İşletmelerde altı sigma projelerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için şu temel noktalara dikkat edilmelidir [1]:

- Üst yönetim altı sigma projelerini desteklemelidir.
- Liderlik temel zorunluluktur.
- Altı sigma planları, iş planlarının içinde yer almalıdır.
- Tecrübeli altı sigma uygulayıcıları, çalışanları yönlendirmelidir.
- Proje finansal açıdan onaylanmalı, yapılan tasarruflar rapor halinde verilmelidir.
- Eğitimler doğru kişiler tarafından verilmelidir.
- Teşvik sistemlerinin kurulması sağlanmalıdır.

Altı sigma, ürün ve hizmetlerde % 99,5'ten % 99,9 mükemmelliğe ulaşmak ister. Sadece % 99'lük bir kalite, yıllık veya milyon ürün bazında düşünüldüğünde kalitesiz ürün ve hizmetlerin varlığı demektir. Bu durum, müşteri bazında ise, % 100'lük bir hataya karşılık gelir [3].

Altı sigmanın faydaları şu şekilde sıralanabilir [4], [3]:

- Hislerle değil, verilerle karar vermeyi öngörür.
- Girdilere odaklanarak çıktıları hükmetmeyi amaçlar.
- Sistemattiktir, her adım bir sonrakine ışık tutar.
- Problemleri istatistiksel olarak çözer.
- Süreçlerdeki iyileştirmelerin sürekliliğini sağlamak için net bir kontrol planı vardır.
- Sonuçlar finansal olarak ifade edilir.
- Herkes için bir performans hedefi sağlar.
- Müşteriye verilen değeri artırır.
- İyileştirme hızını artırır.
- Öğrenme ve bilgi alışverişini artırır.
- Stratejik değişimi kolaylaştırır.

Yalın yöntemler ve altı sigma ilkeleri incelendiğinde genellikle birbirleriyle uyumlu oldukları görülmektedir. Bu yaklaşımlardan herhangi birini seçerek faaliyetlerinde kullanan birçok işletme mevcuttur. Fakat bu iki yöntemin sadece biri tercih edildiğinde bazı sınırlamalarla karşı karşıya kalınmaktadır. Örneğin; altı sigma ile hatalar azaltılırken süreç akışlarının nasıl etkin kılınacağına ilişkin sorular cevapsız kalmakta; yalın yöntemler uygulandığında ise istatistiksel araçların kullanılmaması gerçek anlamda bir süreç yeterliliği sağlanmasının önüne geçmektedir. Halbuki yalın yöntemler ve altı sigma birbirini çok iyi tamamlayan yaklaşımlardır. Birlikte kullanılmaları halinde, değer yaratan yalın süreçlerin geliştirilmesi ve bu süreçlerin çıktılarının tutarlılığının sağlanması açısından işletmelere yarar sağlamaktadır [1]. Yalın araçlar akıştaki problemleri ve değer yaratmayan faaliyetleri tespit ederken, altı sigma değer yaratan her bir adımın yeterliliğini artırır ve yalın üretim/yönetim tekniklerine ikinci bir girdi daha oluşturur. Özellikle üretim dışı süreçlerde altı sigmanın, yalın araçlarla birleştirilmesi; uygulamanın, araçların ve eğitimin içeriğinin hizmet sektörü ve destek süreçler için doğru farklılaştırılması kritiktir. Aksi takdirde sorunlarla karşılaşılması kaçınılmazdır [4].

Yalın altı sigma, yalın yönetim felsefesi ile altı sigma yönetiminin güçlü yönlerini birleştiren bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Altı sigma süreç iyileştirmede hataları azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için istatistiksel araçları kullanır, kalite ve müşteri memnuniyetine odaklanır. Yalın yönetimde ise ürüne değer katmayan bütün israfları (stoklar, beklemler vs.) elimine ederek üretim sürecine hız kazandırır. Bu iki yönetim felsefesinin entegre edilmesiyle ortaya çıkan yalın altı sigma, süreç performansını artırmada önemli bir etki oluşturmaktadır.

Yalın altı sigma ilk defa 1997’de Hindistan’daki BAE Systems Controls’ de uygulanmıştır. Yalın altı sigma son yıllarda, organizasyonların süreçlerdeki değişkenlikleri ve hataları azaltma, israfları yok etme amacıyla mükemmelliğin bir sembolü ve bir iş modeli olmaya başlamıştır. Bu yaklaşım sadece global pazarda ayakta kalmak için bir anahtar sunmaz, aynı zamanda iş geliştirmede gerekli kaynakları ve araçları da sağlar [5]. Operasyonel mükemmellik için; müşteri tatmini, maliyet, kalite, süreç ve hızda en iyi gelişmeyi araştırır [6].

Yalın altı sigma felsefesi; hataları tespit etmek ve düzeltmekle yetinmez, aynı zamanda bir iş sürecinin en başından hiç hata yapılmayacak şekilde tasarlanmasını sağlar. Buna ek olarak, israfları yok edip süreci hızlandıracak çözümler ortaya koyar. İsrafın ortadan kaldırılmasıyla maliyetler de minimize edilmeye çalışılır [7].

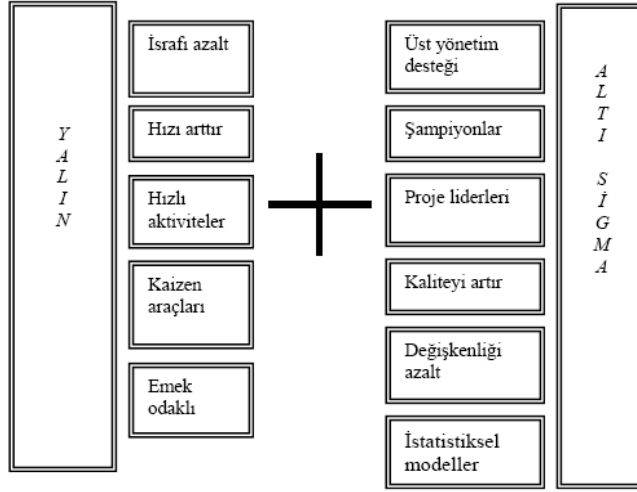
Doğan ve Demiral (2008), yalın yöntemler ve altı sigma araçlarının birleştirildiği bütünlük bir gelişim programının, birkaç yalın ilkenin altı sigma eğitim programına dahil edilmesiyle ya da yalın ilkeleri uygulayan kişilere kara kuşak eğitimi verilmesiyle geliştirilebileceği düşünülmemesi gerektiğinden bahsetmiş; bütünlüştürülmüş bir gelişim stratejisi iki yönetim yaklaşımı arasındaki benzerliklerin değil farklılıkların göz önünde bulundurulmasını ve bunlardan etkin bir şekilde yararlanılmasını içerdiğini vurgulamışlardır. Bu bağlamda [1];

- Yalın projeler, kavranabilir, açık ve genellikle kısa sürede tamamlanabilir niteliktedir. Buna karşılık altı sigma projesi birkaç aylık bir zaman süresini kapsayabilmektedir. Bundan dolayı bütünlüştürülmüş yaklaşımda hızın artırılması için yayılma aşamasının başlangıcında yalın üretim faaliyetleri üzerinde durulmalıdır.

- Yalın ilkeler karmaşık analizler veya araçları kullanmadan, basit öneriler getirerek gelişim sağlamaktadır. Ancak gelişmiş analizlerde karmaşık problemlerin çözümü için bu ilkeler yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle bütünlüştürülmüş yaklaşımın yol haritası oluşturulurken, yayılma aşamasının ilk yılı içinde problem çözme tekniklerini içeren altı sigma yöntemine ihtiyaç duyulacaktır.

- Bütünlüştürülmüş yaklaşım, bir vizyona ve gelecek ile şuan ki durum arasındaki boşlukların doldurulmasını sağlayacak özel projeler dizisine ihtiyaç duyacaktır. Yalın ilkelerin “değer akış haritası” boşlukların doldurulmasında temel araç olacak ve altı sigma yöntemiyle de proje listeleri oluşturulacaktır.

- Yalın ilkeler kişisel yapılan kısa zamanlı çalışmalarla öğretilmektedir. Ancak altı sigma eğitimleri, tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol aşamalarını içeren altı sigma süreci boyunca devam edecektir. Yani altı sigma projesi için kısa zamanlı çalışmalar etkin olmayacaktır.



Şekil 2. Yalın Yöntemlerin ve Altı Sigmanın Güçlü Yönleri [1]

Yalın altı sigma [1];

- Gerçeklere ve verilere dayalıdır, gerektiği yerde istatistikten destek alır.
- Müşteri odaklı bir yaklaşım olduğundan, müşteri gözüyle süreç performansını ölçer.
- Sistematik bir yaklaşım sunmasına rağmen sabit bir plan değildir.
- Kapsamlı bir araç seti olarak, sürece ya da probleme göre uyarlanması gerekir.
- Süreçleri yalınlaştırmayı ve değişkenliği azaltmayı hedefler.
- İyileşmeyi istatistiksel olarak ispatlar.
- Finansal getiriye odaklanır.
- Bürokrasiyi engelleyip, yaratıcılığı destekler.
- İyileştirmeleri kontrol altında tutmak için gerekli prosedürleri oluşturur.

Yalın altı sigmanın etkili olması için, yöneticilere ve işçilere süreç performansını ölçebilecekleri ve sonuçları izleyebilecekleri araçlar verilmelidir. Organizasyonlar kendilerini başarılı Yalın altı sigma programlarıyla karşılaştırarak performanslarını ve hedeflerini ölçebilirler. Yalın altı sigma değişimi ifade eder ve bazen uygulama aşamasında her sürecin yeniden tasarlanması gerekebilir. Değişim fikrine çalışanlar doğal olarak karşı çıkabilirler, bu nedenle yöneticiler çalışanları yalın altı sigma felsefesini kabul etmeleri için ikna etmelidirler. Çünkü Yalın altı sigma uygulamalarının başarısı, çalışanların kabulüne bağlıdır. Çalışanlar yalın altı sigma hakkında eğitilmeli ve bu eğitim temel olarak görülmelidir [8].

Bu literatür araştırmasında; ilk önce altı sigma, daha sonra yalın altı sigma ile ilgili farklı alanlarda ve son 10 yılda yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Ele alınan çalışmalar, sektörler ve yıllara göre oluşturulan grafikler yardımıyla yorumlanmıştır. Bunun amacı, söz konusu yaklaşımların son 10 yıldaki eğilimlerini göstererek ülkemizdeki uygulamalarını teşvik etmektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Altı Sigma İle İlgili Çalışmalar

Altı sigma alanında yapılan bu literatür çalışması bir kez daha göstermiştir ki, altı sigma yaklaşımı global olarak her geçen gün yeniden keşfedilmektedir. 1980'lerden itibaren üretim alanında yoğunlukla kullanılan altı sigma yaklaşımı son 10 yılda; ameliyathaneden ikinci el oto

satışına, eğitimden çalışanların motivasyon kazanmasına varana kadar farklı hizmet sektörlerinde de kullanılmaya başladığı görülmektedir.

Linderman ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada, altı sigma yaklaşımının endüstride geniş alanlarda kabul gördüğü, fakat yapılan kaliteli altı sigma uygulama çalışmalarından başka dayanak noktası olmadığına dikkat çekilmiştir. Bu çalışma, olay odaklı altı sigma çalışmalarının yapılabilmesi için öneriler sunmaktadır. Çalışmada genel olarak, altı sigma felsefesi ve hedefleri ele alınmış olup çeşitli istatistiksel verilerle çalışma desteklenmiştir [9].

Antony (2004) altı sigmanın, süreç değişkenliği ile mücadelede istatistiksel ve istatistiksel olmayan araçları titiz bir şekilde kullanan güçlü bir iş stratejisi olduğunu belirtmiştir. Çalışmada, altı sigmanın artılarını ve eksilerini detaylı bir şekilde incelemiş, geleceği ve istatistiksel düşünme ile bağlantılarını açıklamıştır. Altı sigmanın içindeki istatistiksel düşünme prensiplerinden dolayı uygulamaların gelecek yıllarda giderek artacağını vurgulamıştır. Diğer yandan sanayideki uygulamaların teorik açıdan destek gerektirdiğini ve dolayısıyla akademisyenlere büyük sorumluluk düştüğünü savunmuştur [10].

Markarian (2004) yapmış olduğu çalışmada; altı sigma felsefesinin tanımını, endüstride ve diğer sektörlerdeki yer alma sürecini özetlemiş ve altı sigma yaklaşımından hem büyük hem de küçük işletmelerde nasıl faydalanılabileceğini anlatmıştır. Bunun yanı sıra altı sigma eğitimlerinin küçük, orta ve büyük işletmelerde verilmesi durumunda ortaya çıkan ortalama maliyetler verilmiştir. Çalışmanın son kısmında, yalın üretim ele alınmış olup plastik endüstrisindeki uygulamaları konu edilmiştir [11].

Sokovic ve ark. (2005) çalışmalarında, kompresör gövdesi üreten bir firmada süreç tasarımı için altı sigma çalışması uygulamışlardır. Yazarlar öncelikli araçların, süreç haritası ve neden sonuç matrisi olduğunu belirtmişlerdir. Kompresör gövdesi üretim süreci beş aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; süreç esnekliği çalışması, süreç planlama, süreç hazırlığı, deneme süreci ve süreç kalitesidir. Bu çalışmada, hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) sıklıkla kullanılmıştır. İlgili makalede sürece yönelik altı sigma uygulanması anahtar süreç girdi değişkenleri ve anahtar süreç çıktı değişkenleri üzerinden incelenmiştir [12].

Linderman ve ark. (2005), altı sigma araç ve metotlarının hedefler doğrultusunda kullanılması durumunda hedef teorisi ve kalite yönetimi arasındaki farklılıkları karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada; şimdiye kadar altı sigma ile ilgili yapılan çalışmalarda kalite yönetimi uygulamaları ve bunlarla ilgili çeşitli başarı faktörlerinin incelendiği, fakat motivasyon gibi bireysel çalışmayı ve dolayısıyla kitlesel hedef üzerinde başarılı olmayı teşvik eden bu kavramın üzerinde yeterince durulmadığı, literatüre de atıf yapılarak savunulmaktadır. Çalışmanın diğer kısımlarında özetle; hedefler, altı sigma ve proje yönetimi gibi kavramlar arasındaki korelasyon araştırılmış, daha sonra farklı değişkenler dahil edilerek regresyon çalışmasıyla desteklenmiştir. Çalışma sonuç kısmında, teorik uygulamalar ve yönetsel uygulamalar başlığı altında ele alınmış ve yorumlanmıştır [13].

Kwak ve Anbari (2006); altı sigma metodunun engelleri ve eksiklikleri gibi faktörlerin anlaşılmasının, organizasyonların stratejik hamlelerini yönlendirmesi konusunda fayda sağladığını ve rehberlik, eğitim, koçluk gibi kavramlara ihtiyacı artırdığını savunmuşlardır. Çalışmada, altı sigma süreci istatistiksel ve iş olarak iki farklı bakış açısıyla ele alınmıştır. Makalenin ilerleyen kısımlarında altı sigma yöntemi uygulanan işletmelerin sağladığı ve rapor edilen faydaları sıralanmış, altı sigmanın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için anahtar faktörler verilmiş ve son olarak altı sigmanın geleceği başlığı altında yazarlar tarafından görüşler belirtilmiştir [14].

Hsu ve Pearn (2008), altı sigmanın kullanıldığı normal dağılım süreçlerinden farklı olarak, gamma sürecine sahip bir süreçte altı sigma yöntemini uygulamışlardır. Çalışmada öncelikle, gamma dağılımı anlatılmış süreç yeterliliğinin bu dağılıma nasıl uygulanabileceği tartışılmıştır. Uygulama kısmında ise bütünleşik devre imalatı yapan bir firmada altı sigma çalışması yapılmış, incelenen probleme ait daha yüksek bir yeterlilik yüzdesi yakalandığı alınan sonuçlar ile gözlemlenmiştir [15].

Sahoo ve ark. (2008), radyal dövme işlemi değişkenlerinin optimize edilmesi amacıyla altı sigma yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmanın nihai amacı, üretimden sonra meydana gelen kalıcı gerilmenin minimize edilmesidir. Taguchi yöntemi yardımıyla deney tasarımı yapılmış ve ilgili/önemli parametreler belirlenmiştir. Çalışmanın daha net sonuçlar vermesi adına tepki yüzey yöntemi (RSM) kullanılmıştır [16].

Kumar ve ark. (2008) çalışmalarında, altı sigma uygulamalarının çok sık yapıldığını, fakat doğru yöntemler kullanılmadığı takdirde bunun şirketlere maliyet olarak döndüğünü belirtmişlerdir. Bu amaçla çalışmada, şirketlerin doğru yöntem ve araçları belirleyebilmesi için iki farklı iki aşamalı optimizasyon modeli sunulmaktadır. Daha sonraki kısımlarda önerilen bu optimizasyon modellerinin kalite yönetimi üzerindeki sonuçlarını incelemek için 4 aşamalı bir problem ele alınmış ve sonuçlar yorumlanmıştır [17].

Su ve Chou (2008) tarafından yapılan çalışmada, altı sigma uygulanırken dikkat edilmesi gereken kritik noktaların ve önceliklerin nasıl belirleneceği araştırılmaktadır. Bunun için, iki adımlı bir algoritma izlenmesi gerektiğini savunmuşlardır. Birinci adımda; şirketin hedef ve politikaları, müşteri beklentileri gibi parametrelerin belirlenmesi, ikinci adımda ise ele alınan alternatif altı sigma projelerine ait olası hataların elimine edilmesine olanak sağlayan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Hata Türleri Etkileri Analizi (FMEA) yöntemlerini kullanmışlardır [18].

Chakravorty (2009) tarafından yapılan çalışmada, bir network teknoloji şirketinde altı adımda uygulanan bir altı sigma uygulanması anlatılmaktadır. Bu adımlar; müşteri ve pazar ihtiyaçlarının stratejik olarak belirlenmesi, uygulamayı yapabilecek yüksek dereceli bir ekip kurulması, geliştirme araçlarının belirlenmesi, süreç haritasının çıkarılması ve önceliklerin belirlenmesi, düşük seviyeli geliştiriciler için detaylı planların belirlenmesi, uygulama dökümantasyon ve kontrol adımlarıdır [19].

Calia ve ark. (2009), 1995 ve 2007 yılları arasında 27 farklı ülkede farklı organizasyonlar tarafından yapılan 2096 adet çevre kirliliğini önleme projelerini maliyet ve etki bakımından incelemiş, altı sigma çalışması yardımıyla çevre kirliliğinin önlenmesinde % 62 oranında artış sağlanabileceği öngörülmüştür. Uygulama sonrasında bu gibi projelerin sayısı 6,9 kat artmış ve proje yönetimi için organizasyonların yetenekleri de gelişmiştir. [20].

Yang ve Hsieh (2009), bir işletmede altı sigma yöntemi uygulamışlardır. Kriter olarak ulusal kalite ödül kriterleri ve hiyerarşik kriter değerlendirme süreci kullanmışlardır. Stratejik kriterin belirlenmesi için Delphi bulanık çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmıştır. Alt kriterler altı sigma şampiyonu tarafından önerilen altı sigma yaklaşımına benimsenmesi olmuştur. Bu bağlamda yazarlar şirket tarafından uygulanan kalite kontrol sistemine ek olarak altı sigma yaklaşımını 10 aylık bir çalışma sonucunda uygulamış ve sonuçları yorumlamışlardır [22].

Radhakrishnan ve Balamurugan (2010), kalite kontrol kartları yöntemi kullanan bir firmada, altı sigma metodlarının uygulanmasından bahsetmişlerdir. Çalışmanın çıkış noktası Shewart'ın 1931 yılında üç sigma temelinde ele aldığı kalite kontrol yaklaşımına karşılık 1980'li yıllarda Motorola şirketi tarafından önerilen altı sigma yaklaşımına benimsenmesi olmuştur. Bu bağlamda yazarlar şirket tarafından uygulanan kalite kontrol sistemine ek olarak altı sigma yaklaşımını 10 aylık bir çalışma sonucunda uygulamış ve sonuçları yorumlamışlardır [22].

Kelly ve ark. (2010), STEMI hastalarında hızlı reperfüzyon sağlamak için altı sigma yöntemini kullanmışlardır. Çünkü hızlı reperfüzyon ölüm oranını da düşürmektedir. Uygulamada STEMI hasta bakımında özel adımlara karar verilmiş, zaman hedefleri koyulmuş ve her bir adım süresini azaltmak için süreçler değiştirilmiştir. Daha sonra çıktılar izlenmiş ve zamanında geri bildirimi alınmıştır. Uygulamadan sonra reperfüzyon süresi 128 dakikadan 90'a düşmüştür. 2010 yılının haziran ayı boyunca tüm STEMI hastaları için bu süre korunarak %100 sürdürülebilirlik sağlanmıştır [23].

Zu ve ark. (2010), altı sigma yaklaşımının örgüt kültürünü nasıl etkilediğini araştırmışlardır. 226 adet ABD şirketine uygulanan anketlerden veriler alınarak ve yapısal eşitlik modelleme kullanılarak dört farklı kültür tipi ile 10 TKY/Altı Sigma uygulamaları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Alınan sonuçlar bu ilişkinin farklı olduğunu göstermiştir. Ayrıca aralarındaki bağlantının etkisini tartışmışlardır. Her bir kültür tipinin avantajını anlamının, yöneticilere kalite yönetimi ve etkili altı sigma uygulamaları için yardımcı olabileceğini savunmuşlardır [24].

Büyükoçkan ve Öztürkcan (2010), altı sigma yaklaşımının etkin kullanımı yoluyla şirketlerin stratejik hedeflere ulaşmalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlara göre; proje odaklı bir yaklaşım olarak altı sigmanın, organizasyona maksimum fayda sağlayacak projelere öncelik tanınması esastır ve kritik altı sigma projelerinin önceliklerine göre değerlendirilmesi pratikte oldukça zordur. Bu çalışmada, firmaların kritik altı sigma projelerini belirlemelerine yardımcı olacak ve özellikle lojistik firmalarının bu projelerin önceliklerini belirlemesini sağlayacak kombine bir ANP-DEMATEL tekniği önerilmiştir. Önerilen yeni yaklaşımda; kriterler arası ilişkiyi oluşturmak için DEMATEL, kriterlerin ağırlıkları ise ANP yardımıyla bulunur. Yazarlar, lojistik sektöründe bu yaklaşımın etkinliği araştırmışlardır [25].

Parast (2011) çalışmasında, altı sigma uygulamasının inovasyon ve firma performansı üzerindeki etkisini araştırmış, farklı senaryolar altında farklı önermeler gündeme getirmiştir. Çalışmada; özellikle teknolojik değişim hızının dinamik olduğu sektörlerde altı sigma uygulamalarının beklenen performansı sağlamadığını ve altı sigma programlarının yenilikçiliğin geliştirilmesinde etkili olabileceğini vurgulamıştır. Ayrıca altı sigma projeleri mevcut müşterilere odaklandığından, yeni müşteriler için yeniliğe engel teşkil edebileceğini savunmuştur. Yazar, süreç ve kalite yönetimi için çeşitli önermeler vermiştir [26].

Jin ve ark. (2011), taşeron üretim süreçlerinde yüksek ürün güvenilirliği sağlamak için altı sigma tabanlı bir çerçeve sunmuşlardır. Çalışmada; pazar ihtiyaçlarına hızlı cevap vermek için tasarlanan ve geliştirilen ürünlerdeki altı sigma uygulamalarını genişletmek amaçlanmıştır. Güvenilirliği artırmanın iki önemli yolunun, müşteri memnuniyeti ve maliyeti düşürme olduğunu savunmuşlardır. Son olarak, önerilen kontrol mekanizması bir sanayi firmasında sistem tasarımı için kullanılmıştır [27].

Brun (2011) tarafından yapılan çalışmada, İtalyan firmalarının altı sigma uygulamaları araştırılmıştır. Araştırmada başlıca iki soru sorulmuş ve bu sorulara cevap aranmıştır. Birincisi, “İtalyan firmaları altı sigmayı, Motorola’da kullanıldığı orijinal haliyle mi kullanıyor?”, ikincisi ise “İtalya’da, diğer çalışmalarda olduğu gibi aynı kritik başarı faktörlerini kullanarak altı sigma çalışması uygulayan firmalar eleştirilere maruz kalıyor mu?” şeklindedir. Bu çalışma, aynı zamanda İtalyan şirketlerde altı sigma uygulamalarının yetersiz olduğunu göstermiştir [28].

Goh (2011) tarafından yapılan çalışmada altı sigmanın endüstri alanında geçen 25 yılı matematiksel olmayan metotlarla incelenmiş ve bir değerlendirme yapılmıştır. İncelemede “Altı sigma nedir?”, “Neden altı sigma?”, “Altı sigma neden uygulanır?”, “Altı sigma nerede uygulanır?”, “Altı sigmayı kimler uygular?” ve “Altı sigma nasıl uygulanır?” gibi soruların her biri incelenmiş, altı sigmanın günümüzde dahi artan bir ivmeyle kullanılmasının sebeplerine değinilmiştir [29].

Hsu ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, Tayvan üretim endüstrisinde büyük bir paya sahip olan TFT-LCD panel sektöründeki altı sigma çalışması anlatılmaktadır. Firmalar arasındaki belirleyici unsur olarak göze çarpan ana kart ve ekran üretim süreçlerine altı sigma yöntemi uygulanarak daha kaliteli ve israfın az olduğu bir üretim süreci yakalanması hedeflenmiştir [30].

Saghaei ve Didekhani (2011), projelerin oluşturulması ve değerlendirilmesi sürecinin altı sigma uygulamalarında ilk faaliyet olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarının amacı, altı sigma projelerinin değerlendirilmesi ve seçimi için kapsamlı bir yöntem önermektir. Bu çalışmada literatür incelenmiş ve projelerin değerlendirmesinde göz önüne alınacak kriterler; teknolojik ve süreç kriteri, iş kriteri ve sekiz alt kriter içeren finansal kriter olmak üzere üç ana kategori olarak

belirlenmiştir. Projelerin genel programını üretmek için, kriterler arasındaki ilişkiyi dikkate alan uyarlanabilir sinirsel bulanık çıkarım sistemi tasarlanmıştır. Daha sonra bulanık ağırlıklı hedef programlama modeli ile optimal proje elde edilir. Önerilen model İran'da önde gelen bir şirket üzerinde uygulanmıştır [31].

Rohini ve Mallikarjun (2011), sağlık kuruluşlarında altı sigma uygulamasının hastane yöneticilerine sıfır hatayı elde etmeleri için stratejik bir boyut kazandıracağını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, Hindistan'ın Bangalore kentinde bir ameliyathaneye altı sigma uygulaması yapılmıştır. Çalışmanın amacı, hastanelerde operasyonel olarak altı sigma çalışmasının nasıl uygulanabileceğinin, etkili karar verme ve problem çözme yeteneklerinin nasıl elde edileceğinin gösterilmesidir. Çalışma aynı zamanda, diğer hastanelerdeki ameliyathane süreçlerinin iyileştirilmesi için kullanılacak bir şablon olarak görülebilir.[32].

Cheng ve ark. (2012), bir hizmet endüstrisi olan fitness salonlarını altı sigma metoduyla incelemişlerdir. Bunu yaparken altı sigma metodolojisine ait; problemi tanımlama, ölçüm yapma, analiz, geliştirme ve kontrol adımları izlenerek mevcut müşteri şikâyetlerini minimize etme, gelecekte olması muhtemel şikâyetlerin önüne geçme ve müşteri tatmininin maksimize edilmesi amaçlarını benimsemişlerdir [33].

Shafer ve Moeller (2012) çalışmalarındaki amaç, kurumsal performans üzerinde altı sigmanın etkisinin araştırmaktır. Çalışmada, toplamda 400 firmaya ait verilere bakılarak; bu firmalardan kar marjları, içinde buldukları sektörler ve çalışan sayıları gibi parametreler dikkate alınarak 84 tanesi incelenmiştir. Altı sigma yöntemi kullanılan bu 84 firma üzerinde yapılan araştırmada; firmaların satışlar, çalışan sayısı, toplam varlıkları gibi parametreler üzerinden altı sigma uygulamasının firmalara kattığı faydalar belirlenmiştir. Sonuçlar, altı sigmayı benimseyen çalışanların organizasyonel performansı olumlu şekilde etkilediğini göstermiştir. Son olarak, altı sigmanın kurumsal performansı olumsuz etkilediğine dair herhangi bir kanıt olmadığı tespit edilmiştir [34].

Falcon ve ark. (2012), damıtma sektöründe enerji tüketiminin altı sigma yardımıyla en aza indirgenmesi ve dolayısıyla maliyetten kazanç elde edilmesi konusunu araştırmışlardır. Damıtma işlemlerinde toplam maliyetin %25'i enerji harcamalarından oluşmaktadır. Bu amaçla bir damıtma işletmesinde uygulanan altı sigma çalışmasında 150000 €/yıl gibi bir kazanç sağlanmıştır. Uygulamada, DMAIC döngüsünün analiz aşamasında 14 kritik girdi tespit edilmiş ve enerji verimliliği göstergelerinin çoklu modelleri elde edilmiştir. Bu modeller, damıtma ünitelerinin geçmişteki enerji performansını üretirler. Yazarlar çalışmada kullanılan yöntemin, reaksiyon bölgesindeki fırınların tüketim optimizasyonunun iyileştirilerek geliştirilebileceğini belirtmişlerdir [35].

Mehrabi (2012), altı sigma uygulamalarının kalite yönetimi algısında meydana getirdiği değişim ve gelişime olan katkısını araştırmıştır. Çalışma, altı sigma uygulamalarının hangi kriterler temel alınarak seçildiği ve bu kriterlerin şirketlerin başarısına nasıl yansıdığı konuları üzerinde kısa bir literatür araştırması şeklindedir. Yazarlar altı sigma projelerinin zorluklarını ve faydalarını incelemiş, bu yaklaşımın anahtar ve etkili unsurlarını tanıtmışlardır. Ayrıca başarılı projelerden öğrenilen bilgiler birleştirilmiş ve altı sigmanın önümüzdeki gelişmeleri değerlendirilmiştir [36].

Yusr ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, altı sigma ve inovasyon performansı arasındaki ilişkiyi çeşitli parametrelerin bağdaştırıcı etkisini de göz önüne alarak araştırmışlardır. Malezya'da hizmet veren ve altı sigma uygulaması bulunan 80 firmaya anket yoluyla sorular sorulmuş, bunlardan 64 tanesinden alınan cevaplarla veri seti oluşturulmuştur. Veri seti yeterince büyük olmadığından çalışmada kısmi en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen sonuçlar çeşitli hipotez testleriyle sınanarak yorumlanmıştır [37].

Apak ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada; hidrojen ekonomisinin alt yapısının etkili gelişimini ilerleterek ve altı sigma yaklaşımının enerji verimliliğine katkısını anlayarak, uluslararası stratejik planlama sürecinde kamu ve özel sektör yetkililerini birleştirmeyi amaçlamışlardır. Altı sigma yaklaşımı, enerji verimliliğini artırmak ve sürdürülebilir enerji

kaynaklarını keşfetmek için bir hidrojen enerjisi santraline uygulanmıştır. Yazarlar, hidrojen enerjisi kullanımını destekleyen hükümetleri teşvik etmek amacıyla yaptıkları bu uygulamanın önemli bir girişim olduğunu vurgulamışlardır [38].

Paramasivam ve Muthusamy (2012) çalışmalarında, Malezya'nın ekonomik ve teknolojik olarak global anlamda kalkınabilmesi için gerekli olan mühendislik eğitimi iş gücünün nitelik bakımından geliştirilmesini amaçlamışlardır. Bu doğrultuda mühendislik eğitim müfredatı üzerinde altı sigma uygulaması yapmışlardır. Yazarlar bu çalışmanın, popüler endüstriyel metodoloji ile lisans mühendislik programını kapsayan akademik ortam arasındaki ilişkiyi kuran bir girişim olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca sanayinin yeniliklere ve yeni koşullara uyum sağlayarak mühendislere ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, mühendis adaylarının bu yetenekleri elde edebilmesi için eğitim müfredatında gerekli kritik başarı faktörleri belirlenmiştir [39].

Easton ve Rosenzweig (2012) tarafından yapılan çalışmada; altı sigma uygulamaları üzerindeki deneyim, bireysel deneyim, organizasyonel deneyim, takım lideri deneyimi ve birlikte çalışma deneyimi gibi farklı parametrelerin altı sigma çalışmalarına nasıl etki ettiği ve aralarındaki ilişkiler araştırılmaktadır. Bu amaçla altı sigma projelerinde başarılı/başarısız olan 500 firma analiz edilmiştir. Analizde altı yıllık bir zamana yayılan projelerin arşiv verileri kullanılmıştır. Alınan sonuçlara göre, ekip liderinin deneyimi ve ekipte çalışan diğer kişilerin bireysel deneyimleri ile proje başarısı arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür [40].

Firuzan ve ark. (2012) tarafından, otomotiv sektöründe ikinci el satışlarını artırmaya yönelik bir altı sigma çalışması yapılmıştır. Proje başlangıcında ikinci el satış adedi 27 iken proje bitişinde bu sayı 47 olmuştur. Ancak ülkenin sosyo-ekonomik durumu göz önüne alındığında proje sonundaki satış adedi 37'ye denk gelmektedir. Böylece yaklaşık %28'lik bir iyileşme sağlanmıştır. Yazarlar bu oranının istikrarı için üst yönetimin projeyi devam ettirmesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Aksi takdirde projenin zamanla zamanla önemini yitireceğini ve firmanın başarısız uygulamalar arasında yerini alacağını söylemişlerdir [41].

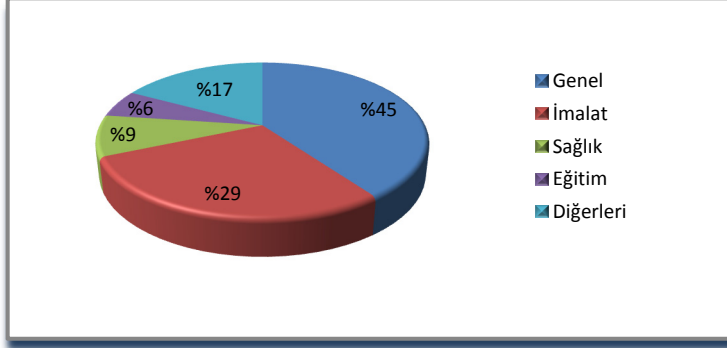
Krogstie ve Martinsen (2013), maliyetli süreçlere sahip ürünlerden yüksek değer elde etmek için iyi bir tolerans ve varyasyon yönetiminin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Tolerans Mühendisliği'nin yalın yaklaşım ve altı sigma ile her zaman olmasa da bağlantısından bahsetmişlerdir. Bu çalışmada, Tolerans Mühendisliği'nde bu iki yaklaşımın olanakları ve sınırları tartışılmıştır. Uygulama, tolerans ve varyasyon yönetiminde endüstri içindeki karşılıklı iyileştirmeyi açıklamaktadır. Ayrıca, uzun kullanım ömrüne sahip ürünlerin üretimi için mevcut çizim ve tolerans özelliklerini yenileme sürecine odaklanmıştır. [42].

Garmsiri ve ark. (2013) çalışmalarında, altı sigma yöntemi ile ulaşım sektörünün çeşitli türlerindeki hidrojen kullanımının seçenekleri ve faydalarını incelemişlerdir. Kanada'nın Ontario şehrindeki uygulama; lokomotif, deniz, uçak ve otomobil olmak üzere dört taşıma çeşidinin karşılaştırmasını içermektedir. Çalışmada altyapı gereksinimleri, kamu endişe ve algısı, maliyet ve çevresel etkiler altı sigmanın performans ölçümleri olarak kullanılmıştır. Sonuçlar lokomotif taşımanın, hidrojen kullanımında en iyi avantaja sahip olduğunu göstermiştir. Emisyonların azaltılması için, Kyoto protokolünün Ontario hedefi önemli ölçüde yardımcı olabilir. [43].

Lin ve ark. (2013) bilgi almanın, bilgi yönetim sisteminin performansının bir parçası olduğunu ve doğruluğunu artırmak için etkin bir performans değerlendirme mekanizmasının gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Fakat günümüzde böyle bir değerlendirme çerçevesinin olmadığı ve sürekli gelişen/değişen bilginin laboratuvar tabanlı bir değerlendirmenin uygun olmadığını söylemişlerdir. Bu çalışmada, bilgi alma sürecini kontrol ederek bu sürecin performansını artırmak için altı sigma metodolojisini kullanan bir değerlendirme mekanizması önerilmiştir. Önerilen bilgi alma çerçevesi DMAIC döngüsünü kullanır ve gerekli teknolojileri geliştirir [44].

Şekil 3'deki grafikte, altı sigma yaklaşımının son 10 yılda kullanıldığı sektörler yüzdesel olarak gösterilmiştir. Bu grafiğin %45'lik dilimi, altı sigma yaklaşımı ile ilgili uygulama dışında yapılan çalışmaları göstermektedir. Örneğin; altı sigma uygulamaları için öneriler, bu

yöntemin diğer süreç geliştirme yöntemleri ile olan karşılaştırmaları vs. gibi konuları içeren çalışmalar bu dilimi oluşturmaktadır. Grafikten görüldüğü gibi, %29'luk pay imalat sektöründeki çalışmaları kapsamaktadır. %17 olarak gözüken dilim teknoloji, çevre kirliliği, inovasyon gibi birçok alanda yapılan çalışmaların tümünü içermektedir. Sağlık sektörü kendi başına %9, eğitim sektörü ise %6'lık bir dilime sahiptir. Buradan, altı sigma yaklaşımının imalat sektörünün dışında farklı sektörlerde de uygulamalarına rastlandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 3. Altı Sigma Yaklaşımının Sektörlere Göre Kullanım Yüzdeleri

2.2. Yalın Altı Sigma İle İlgili Çalışmalar

1990'ların sonlarında uygulanmaya başlayan yalın altı sigmanın çok kısa bir geçmişi olduğundan, literatürde pek fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Buna rağmen bu yaklaşımın uygulanmasında özellikle hizmet sektöründe giderek artan bir ilgi olduğu ve öneminin anlaşıldığı dikkat çekmektedir. İncelenen çalışmalarda yalın altı sigmanın askeri, sağlık, finans, imalat gibi çeşitli alanlarda uygulandığı görülmektedir.

Dawies (2003) çalışmasında, yalın altı sigmanın son yıllarda hizmet sektöründe özellikle finansal hizmetlerde hızlı bir artış gösterdiğini vurgulamıştır. İngiltere ve Avrupa'da çoğu şirketin bu metodolojiyi kullandığını, Amerika'da ise finansal şirketlerin yalın altı sigma pazarında en fazla büyüyen sektörlerden biri olduğunu belirtmiştir. Ayrıca altı sigma uygulamaları için şu başlıklar altında tavsiyelerde bulunmuştur: Müşterinin sesini dinleyin, "Ne" ile değil "Nasıl" ile başlayın, tüm projeler strateji ve iş önceliklerine uyumlu olsun, altı sigma araçlarının bir strateji olduğunu unutmayın, şirket kültürü ile uyumlu bir şekilde inisiyatifinizi kullanın, eğitim müfredatına yalın değer analizi uygulayın, sadece neyin uygun olduğunu değil neye ihtiyacınız olduğunu da ölçün, ortalamalara bakmayın (çünkü müşteri ortalamaya değil değişikliğe bakar), değişimin sürdürülebilirliği çözümün kalitesi kadar kabulün bir faktördür [45].

Furterer (2004) araştırmasında, yerel yönetimlerde yalın altı sigmanın uygulanması için bir yol haritası sunmuştur. Bu yol haritasının bileşenleri müşteri odaklılık, kültür ve değişim yönetimi, insan kaynakları yönetimi, değer önerisi, ölçüm, kalite ve yalın araçlar, altyapı ve metodolojilerdir. Yalın altı sigmanın önemli prensipleri olarak sürekli iyileştirme ve eğitim, istatistiksel düşünme ve ölçüm üzerinde durulmuştur. Ele alınacak bir problemin DMAIC döngüsü kullanılarak çözüm aşamaları açıklanmıştır. Çalışmada, Ohio eyaletinde 7000 nüfusu olan bir belediyenin finans bölümündeki finans süreç çevrim zamanı, yalın altı sigma çözüm adımları kullanılarak azaltılmıştır [46].

Fornari ve Maszle (2004) çalışmalarında, Xerox şirketlerindeki yalın altı sigma uygulamalarından bahsetmişlerdir. Şirket 90'ların sonunda, imalat ve tedarik zincirlerine bu yaklaşımı entegre etmiştir. 2002 yılının ortalarında ise tüm şirket genelinde yalın altı sigma

yaklaşımının uygulanmasına karar verilmiş ve çalışmalar artan bir ivme kazanmıştır. Bu süreçte birçok çalışana eğitimler verilmiş, önemli finansal yararlar sağlanmıştır. Xerox'ta yalın altı sigma çalışmaları; proje ve sonuçlar, kültürel değişim, liderlik gelişimi olmak üzere üç boyuta sahiptir. Şirkette gelişimin sürekliliği ve başarısı için lider çalışanların işe tam entegrasyonunu sağlama yeteneğine, proje seçimi ile bağlantılı iş stratejileri ve müşteri değerine, lider davranış ve kültür değişim kabiliyetine, sağlam bir proje izleme sistemi kullanarak sonuçları izleme yeteneğine oldukça önem vermektedir [47].

O'Rourke (2005); yalın altı sigma ile ilgili önemli literatür olmasına rağmen, bu yaklaşımı pratik olarak uygulayan şirketleri inceleyen çok az çalışma olduğunu iddia etmektedir. Yazar çalışmasına "Yalın altı sigmanın, bazı özel sektör uygulamalarında başarılı ya da başarısız olmasının nedenleri nelerdir?" sorusu ile başlamıştır. Bu soru ile uygulama başarısına önemli katkıda bulunacak birkaç faktör belirlemiştir. Bunlar; sürekli iyileştirme stratejisi ile iş stratejisini birleştirme, liderlik ve katılım, yetkin ve deneyimli danışmanlardan yararlanılması, performans ölçüm sistemi kullanılması, tanımlanmış ve standardize edilmiş personel seçim kriteridir. Çalışma kapsamında ayrıca Hava Kuvvetleri'ne bariyerlerin konuşlandırılmasını ve zorlukların sebep olduğu negatif etkilerin azaltılmasını sağlayacak sürekli bir iyileştirme yapısı için yardım etmek amaçlanmıştır [48].

Sout (2005) süreç değişkenliğini elimine etmeye çalışan Process Excellence (PEX) yaklaşımı içerisindeki yalın altı sigma araçları ve prensiplerinin uygulanmasıyla, ilerlemenin nasıl başarılı olduğunu açıklamıştır. PEX; sonuçlara, projeye ve müşteri değerine odaklanan bir metodolojidir. Yalın altı sigma ve tasarım mükemmelliğinin araç ve prensiplerini içerir. PEX bu araç ve prensiplerle uygulandığında çevrim süresinde %75-85, stoklarda %50-90, fiziksel yerleşim gereksiniminde %30-50, taşıma mesafesinde %75-80 oranında bir azalma, verimlilikte ise %50-70'lik bir artış sağlamaktadır [49].

Labeledz ve Harvey (2006), Letterkenny Ordu Deposu'nda yalın ilkelerin uygulamalarını incelemiştir. Deponun PATRIOT füze sisteminin sermayelendirme programına uygulanan bu ilkeler sayesinde, hem müşteriler hem de çalışanları motive eden yenilikçi ve etkili teşvik sistemlerinin hayata geçirilmesiyle önemli iyileştirmeler sağlandığını vurgulamışlardır. Uygulamada ilk önce depo komutanı yalın tasarruflardan elde edilen karı göstermesi için bir mekanizma kurmuştur. Uygun bütçe prosedürleri izlenerek, mevcut mali yıl içerisinde müşteriler için karın %60'ı gerçekleştirilmiştir. Depo çalışanlarına, yalın tasarrufların bir milyon dolar artışı için kişi başına 200 dolar ödül verilmiştir [50].

Heuvel ve ark. (2006), hastanelerin büyük sorunlarla karşı karşıya olduklarını, hastaların kaliteli hizmet talebine karşı sigorta şirketlerinin en düşük fiyatı vermek istemesi gibi çelişen hedeflerin varlığından bahsetmişlerdir. Çelişen bu hedefler ve zorluklarla mücadelede yalın altı sigmanın mükemmel bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma kapsamında Hollanda'da bulunan Canisius Wilhelmina Hastanesi'nde 2005 yılında başlayan yalın altı sigma uygulamasından söz edilmiştir. Hastane, 650 yatak kapasitesi ve 145 milyon Euro bütçeye sahiptir. Uygulama için 20 yeşil kuşaktan oluşan iki takım oluşturulmuş ve 2006 yılında eğitimlerine başlanmıştır. Çalışanların departmanlarındaki sorunları çözecek eğitimler konusunda çok istekli oldukları görülmüştür. Belli bir süre sonra yalın altı sigma çalışmalarının değerlendirilmesi için bir anket yapılmıştır ve anket sonuçları çalışanların yapılan uygulamaları takdirle karşıladıklarını göstermiştir [51].

Apte ve Kang (2006) çalışmalarında, genel olarak yalın altı sigma yaklaşımından bahsettikten sonra askeri uygulamalarda dikkat edilmesi gereken konular üzerinde tartışmışlardır. Yazarlar yalın altı sigma başarısının, çalışanların yetkilendirilmesi ve katılımcı bir yönetime bağlı olduğunu söylemişlerdir. Askeriye sıkı bir hiyerarşiye ile yönetilen ve organize olan bir kurum olduğu için yalın altı sigmanın uygulanmasının da oldukça zor olduğunu vurgulamışlardır. Örneğin; subayların sık sık rotasyonu nedeniyle bazı görevler aksayabilir, devlete bağlı bir kurum olması teşvik sistemleri kullanmayı engelleyebilir. Bu gibi durumlar, çalışanın başlangıçtaki coşkusunu devam etmesini zorlaştırmaktadır [52].

Koning ve ark. (2006), sağlık sistemlerinin rekabet güçlerini korumaları için etkin bir maliyet ve sistematik bir yeniliğe ihtiyaçları olduğunu söylemişlerdir. Sağlık sistemlerindeki maliyet artışını kontrol etmek, kalitenin iyileştirilmesini sağlamak için yalın altı sigmanın nasıl kullanıldığını örneklerle sunmuşlardır. Örneklerden biri olarak Hollanda'daki Kızıl Haç Hastanesi ele alınmıştır. Hastane, 384 yataklı ve orta ölçekli bir hastanedir. 2002 yılında başlayan yalın altı sigma uygulamaları ile bir dizi proje tanımlanmıştır. Hastane yönetimi projeler için koordinasyon, destek ve izlemenin önemini vurgulamışlardır. Sonuç olarak, yalın altı sigma yaklaşımı söz konusu hastaneye önemli faydalar sağlamıştır [53].

Khalil ve ark. (2006), yalın altı sigma girişimlerdeki bazı anahtar kavramlar üzerinde durmuşlardır. İşletmelerin yüksek kalite ve hızı koruyarak düşük üretim maliyetleri elde etmede yalın altı sigmayı nasıl kullandıklarını açıklamaya çalışmışlardır. Kaizen, Jidoka, Görsel Yönetim, Değer Akışı Haritalama gibi yalın altı sigma terminolojilerini tanımlamışlardır. Bu kavramların tartışmasına dayanarak yalın yaklaşım ile altı sigma metodolojisinin birbirini çok güzel tamamladığını ve özellikle imalat sektöründe kullanıldığında verimliliğin, kalite ve işlem hızının kesinlikle arttığını savunmuşlardır [54].

Andersson ve ark. (2006); toplam kalite yönetimi, altı sigma ve yalın altı sigma arasındaki benzerlik ve farklılıkları açıklamışlardır. Bu kapsamda söz konusu yaklaşımları kullanan kuruluşlarla yüz yüze görüşmeler yapmışlardır. Görüşmeler sonucunda; bu yöntemlerin kökeni, araçları ve etkileri bakımından birçok benzerlikleri olmasına rağmen uygulama alanlarına göre farklılar olduğunu göstermiştir. Söz konusu kalite kavramları karşılaştırıldığında toplam kalite yönetimi ve altı sigma birçok benzerlik gösterirken yalın yaklaşım bu ikisinden biraz farklıdır. Fakat bu çalışmada örnek verilen çalışmaların yazarları, organizasyonların bu üç metodolojiyi kombine edebilmeleri halinde elde edecekleri kazanımları artırabileceklerini söylemişlerdir [55].

Stephens (2007), altı sigma ve yalın altı sigmanın askeri uygulamalarına değinmiştir. Ordunun maliyetlerini düşürmek, hataları azaltmak, işlemleri hızlandırmak ve verimliliği artırmak için yalın altı sigma felsefesini kullandığını belirtmiştir. Çalışma kapsamında ele alınan örneklerden biri Anniston Ordu Karargahı'dır. Karargah yalın altı sigmayı ilk olarak 1500 M1 tankının motor montajına uygulamıştır. Uygulama sonunda bir motor için montaj süresi 2.2 adam-saate düşürülmüştür. Ayrıca montaj hattı için gerekli araç sayısı azaltılarak 195.000 \$'lık bir kar elde edilmiştir. Anniston Karargahı bu uygulamalara ek olarak makineli tüfek montaj hattı için de benzer çalışmalar yapmıştır. Bu hattın montaj süresi ise 2.5 saatten 1 saate, gerekli işçi sayısı 18'den 15'e düşürülmüştür [8].

Ramamoorthy (2007) yalın bakış açısını ve altı sigmayı entegre eden yeni bir metodoloji önermiştir. Bu metodolojide mümkün iyileştirme olanakları ve hesaba katılmayan imkanlar bir değer akış şeması ile belirlenir. Bu olanaklar üzerinde çalışmak için DMAIC döngüsü ve ele alınan problemin doğasına bağlı olarak uygun araçlar kullanılır. Örneğin; kontrol şemaları, 5-S, Kaizen gibi. Önerilen metodoloji bir uçak endüstrisinde test edilmiştir. Uygulama zamanı, bir bussiness jetinin üst ana giriş kapısının montajında yapılmıştır. Sonuçlar hazırlık zamanının 26 günden 10 güne düştüğünü ve 6000 dolara yakın tasarruf sağlandığını göstermiştir [56].

Workman-German ve Hagg (2007) çalışmalarında, bir hastanenin radyoloji departmanında ortaya çıkan zamansız ve eksik raporlamadan kaynaklanan sevk sorununu ortadan kaldırmak için yalın altı sigma uygulaması yapmışlardır. Uygulamayla departmandaki prosedürlerin kullanılabilirliğini ve raporlama zamanını iyileştirmek, doktor/hasta memnuniyetini ve bu alandaki geliri artırmak hedeflenmiştir. Yazarlar uygulama sonrasında, hizmet tabanlı yalın altı sigma uygulamaları ile üretim tabanlı olanları karşılaştırdıklarında, ikisi arasında farklı bakış açıları ve zorluklar olduğunu görmüşlerdir. Hizmet alanındaki insan faktörünün, bu projelerin en zor yönü olduğunu belirtmişlerdir [57].

Lehigh (2007) çalışmasında yalın altı sigma araçlarını kullanarak bir yazılım programının karmaşıklığını ve kalite sorunlarını gidermeye çalışmıştır. Fakat bu çalışmada, altı

sigma anlayışına sahip şirketlerde bile henüz olmayan deterministik modeller kullanılmıştır. Amaç; zayıf kaliteden kaynaklanan maliyet ve riskin elimine edilmesidir. Uygulamanın sonuçlarına göre verimlilikte %25'lik bir iyileşme, yeniden işlemede %57'lik ve kalitesiz ürünlerin sebep olduğu maliyette 250 bin dolarlık bir azalma sağlanmıştır [58].

Doğan ve Demiral (2008) çalışmalarında öncelikle altı sigmanın ortaya çıkışı, özellikleri, uygulama süreci gibi genel bilgilere yer verdikten sonra yalın altı sigma yaklaşımı ve bu yaklaşımın uygulanmasında izlenmesi gereken adımlardan bahsetmişlerdir. Yalın altı sigmanın en önemli anahtarları olarak; müşteri memnuniyeti, ekip çalışması, süreçlerin iyileştirilmesi ve verilere dayanan kararları göstermişlerdir. Bu yönetim felsefesi kullanılarak süreç iyileştirmenin; öncelikle yalın ilkelere yardımıyla hızın artırılması, daha karmaşık problemler çıkması durumunda ise altı sigmanın devreye girmesini içerdiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, yalın altı sigmanın işletmelere hız ve kaliteyi bir arada sunarak başarı sağladığını vurgulamışlardır [1].

Jackson ve Woeste (2008) çalışmalarında, Trinity Kliniği'nin yalın altı sigma uygulamalarından bahsetmişlerdir. Klinik yönetimi kan alma bölümündeki hasta bekleme sürelerini azaltmak için bu yaklaşımı kullanmışlardır. Çalışmada ilk olarak proje tanımlanmış ve sürecin ana hattı çizilmiştir. Daha sonra hastaların bekleme nedenleri belirlenerek, beyin fırtınası yardımıyla bir pilot çalışma süreci başlatılmıştır. Son olarak, yapılan değişikliklerin kalıcı olmasını sağlamak için grafikler ve yazılı prosedürler ile süreç kontrol edilecektir. Bu uygulamalar, DMAIC döngüsünden faydalanılarak yapılmıştır [59].

Nuce ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, üç adet askeri tıbbi arıtma tesisinin eczane işlemleri sürecinde yalın altı sigma metodolojisini kullanarak süreç iyileştirme ve maliyet tasarrufu sağlamışlardır. Her bir tesisin prosesleri haritalandıktan sonra potansiyel tasarruf ve verimlilik artışlarını tahmin etmek için ayırık-olay simülasyonu kullanılmıştır. Bu çalışmayla yalın altı sigmanın askeri eczane işlemlerinde uygulanabilirliği kanıtlanmıştır [60].

Koning ve Does (2008); finansal hizmet kurumlarının küreselleşme nedeniyle sadece yurt içi değil aynı zamanda uluslararası şirketlerle de rekabet içinde olduklarını, operasyonel verimlilik ve etkililiğin iyileştirmesinin zorunlu hale geldiğini vurgulamışlardır. Bu tür bir iyileştirme; kalitenin iyileştirilmesini, yeniden işlemenin eliminasyonunu, çevrim zamanının ve israfın azaltılmasını içermektedir. Altı sigmanın ve yalın altı sigmanın finansal hizmetlerdeki kullanımını açıklamadan önce, bu metodların sanayi ve finans sektöründeki uygulama farklılıkları tartışılmıştır. Daha sonra yazarlar, Hollanda'daki çok uluslu sigorta şirketlerinde yaptıkları 4 adet çalışmayla, yalın altı sigmanın finansal hizmetlerde önemli iyileştirmeler sağlanacağını göstermişlerdir. Ayrıca yalın altı sigmanın sistematik yenilikler getiren bir çerçeve sunduğunu belirtmişlerdir [61].

Näshund (2008) çalışmasında, JIT (just-in-time) ve toplam kalite yönetimi gibi daha önceki süreç iyileştirme yöntemlerini altı sigma ve yalın altı sigma ile karşılaştırmıştır. Bu yaklaşımların kritik başarı faktörlerini açıklamıştır. Bunlardan en önemli faktörler olarak; üst yönetimin desteği ve iletişim, örgütsel başarı için sistematik bir yaklaşımın izlenmesi gerekliliğini göstermiştir. Söz konusu yaklaşımlar karşılaştırıldığında yalın yönetim ve altı sigmanın, temel olarak aynı ilkeleri paylaştığını vurgulamıştır [62].

Guarraia ve ark. (2008) çalışmalarında, yalın altı sigmanın artan popüleritesine karşı hizmet sektöründe bazı dezavantajları olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan derin araştırmalar sonrasında bunun temel nedeninin, yalın altı sigmanın gereksiz işlemlerde uygulanması olduğunu görmüşlerdir. Yazarlar, yalın altı sigmanın kazanç elde edilmesini sağlayacak kritik adımların tespitinde hangi adımların izlenmesi gerektiğini açıklamışlardır [63].

Chen ve Lyu (2009)'ya göre, yalın altı sigma teknolojisi süreç değişkenliğini azaltmada istatistiksel araçların kullanımıyla kalitenin artırılmasında uygulanabilecek en iyi iyileştirme metodolojisidir. Yaptıkları çalışmada, dokümanlık panel üreten bir işletmede DMAIC adımları kullanılarak panel kalite bozukluklarını yeniden çözmüş ve gizli faktörleri elimine etmişlerdir. Projede marka getiri oranını geliştirmeye odaklanmışlardır. Bu oranın kalite özellikleri; çıkış

voltajının doğrusallığı, panel görünümü ve yalıtım tutkalıdır. Ölçümler de doğrusallık, görünüm ve yalıtıma ilişkin yapılmıştır [64].

Gerger ve Firuzan (2010), yalın altı sigma projelerinin başarısızlığa uğrama nedenlerini açıklamışlardır. Bunlar; üst yönetimin destek eksikliği ve liderlik, yalın altı sigma takımlarının yetkinlik eksikliği, proje seçimindeki yanlışlıklar, eğitim eksikliği, kültürel değişim, strateji eksikliği ve müşterinin sesidir. Bu gibi projelerinin uygulanması için ciddi miktarda kaynak gerektiğinden başarısızlık durumunda zaman, para ve motivasyon kaybına neden olduğunu; bundan dolayı firmaların yalın altı sigmayı bir trend olarak değil, süreçlerini iyileştirmek ve müşterilerin beklentilerini karşılamak için uygulamaları gerektiğini belirtmişlerdir [65].

Gerger ve Demir (2010), bir otomotiv firmasının servis müşteri memnuniyetini artırmak için yalın altı sigmadan yararlanmışlardır. Bunun için müşterinin servise gelmesinden çıkışına kadar ki tüm süreçler detaylı bir şekilde inceleyerek zayıflıkları ve aksaklıkları tespit etmişlerdir. Yalın altı sigma projesiyle yapılan iyileştirmeler ile müşteri memnuniyetinde ciddi bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Alınan sonuçlara göre, proje öncesi binek araçlarda müşteri memnuniyet puan ortalaması %62,54 seviyesindeyken proje sürecinde müşteri memnuniyet ortalaması %66,37 seviyelerine çıkmıştır. Ticari araçlarda ise müşteri memnuniyet puan ortalaması, proje öncesi % 33,96 seviyesindeyken proje sonrasında bu oran % 54,55 seviyelerine yükselmiştir [66].

Deckard ve ark. (2010) çalışmalarında, büyük ölçüde kronik hastalıkları olan ve düşük gelirli-sigortasız hastalara hizmet veren bir bakım kliniğini ele almışlardır. Bu klinikte özellikle uzman hekimlere erişimde büyük zorluklarla karşılaşıldığı tespit edilmiştir. Yalın altı sigma araçları üroloji ve jinekoloji bölümlerinde başarıyla uygulanmıştır. Randevu günü belirlenerek hasta beklmeleri azaltılmış; üroloji bölümünde toplam işlem süresi %38, jinekolojide ise %74 azaltılmıştır [67].

Chand (2011) çalışmasında, bir sağlık sistemindeki stajyer doktorların yüksek kalitede bakım sunmaları için, değer katmayan zamanların azaltılması sürecinde yalın altı sigma metodolojisini kullanmıştır. Gözlem aşamasında hasta yakınlarının ve hemşirelerin tutumlarını ölçmek için anket yapılmıştır. Yapılan istatistik test sonuçları, hasta başına değer katmayan zamanda %64 oranında azalma olduğunu göstermiştir. Çalışmada, bu gibi yaklaşımların kaliteli sağlık hizmetleri sunmak için oldukça faydalı olacağı savunulmuştur [68].

Öztürk ve ark. (2011); toplam kalite yönetimi, yalın imalat, altı sigma, yalın altı sigma gibi yöntemleri metodoloji açısından karşılaştırmışlar, benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymuşlardır. Şirketler, bu yöntemlerin yanı sıra inovasyon stratejilerini uygulamalarında müşteri memnuniyeti, yüksek kalite ve verimlilik gibi birçok yönden fayda sağlanacağını söylemişlerdir. Yalın altı sigma yönteminin müşterilerin beklentilerini karşılamak için sürecin hızı ve değişkenliğini azaltmaya odaklandığını, bu yöntemde sadece istatistiksel değil analitik araçların da kullanımının önem arz ettiğini belirtmişlerdir [69].

Özveri ve Çakır (2012), hem üretim hem de hizmet sektöründe kalitenin önemini vurgulamış, şirketlerin yüksek kalite için süreç iyileştirme yöntemlerini uygulamaları konusunda öneride bulunmuşlardır. Maliyetleri ve israfları azaltarak verimliliği artıran müşteri odaklı yalın altı sigmayı, bu yöntemlerden biri olarak örnek göstermişlerdir. Çalışmalarında, bir jant üretim firmasında yalın altı sigma uygulaması yapmışlardır. Bunun için jant üretiminde en çok kaybın olduğu kasnak üretim sürecini ele almışlardır. Yalın altı sigma ve DMAIC yol haritasını kullanarak kasnak üretim aşamasında sigma seviyesi 3.4'ten 3.9'a yükseltilmiş, hatalı ürün sayısı 29.774'ten 8.532'ye düşürülmüştür [7].

Mandahawi ve ark. (2012), kağıt üretimi yapan bir fabrikadaki kesme ve baskı makinalarının performanslarını değerlendirmede bir yalın altı sigma metodolojisi önermişler ve kullanmışlardır. Çalışma müşteri ve yönetimin ihtiyaçlarına bağlı olarak; tüm israf türlerini tanımlamayı, analiz ve minimize etmeyi kapsamaktadır. Uygulama sonrasında üretim oranında kesme makinaları için %10, baskı makinaları için %5'lik bir artış sağlanmıştır. Ayrıca ekipman etkinliklerinde kesme makinaları için %48,45'lik, baskı makinaları için ise %21,6'lık artış olduğu

gözenmiştir. Bu sonuçların devamlılığını sağlamak için yeni bir çalışma prosedürü hazırlanmıştır [70].

Habidin ve ark. (2012) son yıllarda otomotiv şirketlerinin zamanında teslimat ve israfların ortadan kaldırılması, düşük maliyet ve yüksek üretim hızı için çeşitli yöntemler kullandığını; bu bağlamda yalın altı sigmanın önemli bir katalizör olarak kabul edildiğini vurgulamışlardır. Yazarlar çalışmalarında, Malezya'da otomotiv sektöründeki yalın altı sigma uygulamaları ile kurumsal performans arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bunun için, yapısal eşitlik modeli kullanılarak kavramsal bir model önermişler, bu modele dayalı hipotezler geliştirmişlerdir [6].

Trnka (2012) araştırmasında, veri madenciliği algoritmaları ile DMAIC döngüsünün her bir adımını iyileştirmeyi amaçlamıştır. Buna göre; tanımlama aşamasında hedef müşteriler belirlenir, ölçüm aşamasında veriler hazırlanır ve hedefler modellenir, analiz aşamasında durum izleme, iyileştirme aşamasında pazar analizi ve son olarak kontrol aşamasında kusur tahmini yapılır [71].

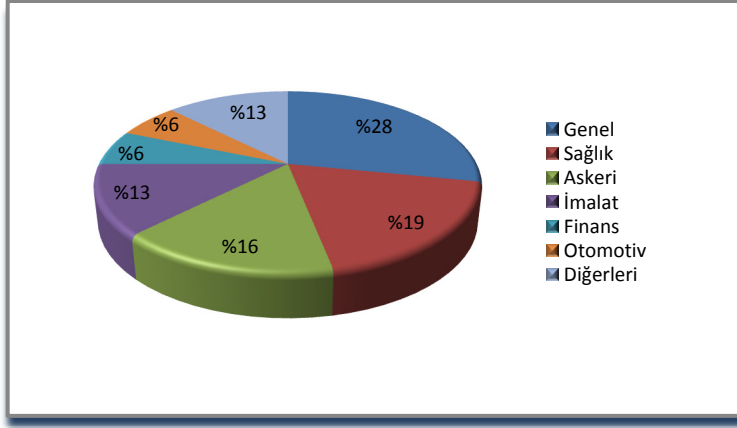
Pamfilie ve ark. (2012) çalışmalarında; yalın altı sigma yönteminin kullanımıyla sürekli iyileştirmeye odaklanan iyi eğitilmiş liderlerin, yüksek bireysel ve örgütsel performans elde edilmesinde önemli rol oynadıklarını göstermek istemişlerdir. Bunun için 28 farklı kuruluşla bir anket çalışması yapmışlardır. Alınan sonuçlara göre, yalın altı sigmanın başarısının önemli ölçüde liderlerin çalışanları desteklemesine bağlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın orijinalliği, yalın altı sigma vizyonu ile liderlik arasındaki bağın açıklanması olarak gösterilmiştir. [5].

Niemeijer ve ark. (2012), multidisipliner bir klinikte kalça kırığı olan yaşlıların yatış zamanındaki uzunlukların değişkenliklerini belirlemek ve bakım verimliliğini artırmak için yalın altı sigma tekniklerinden yararlanmışlardır. Uygulama sonucu hastaların yatış zamanları 4.2 gün ile %31, ortalama cerrahi müdahale 57 dakika ile %36 azalmıştır. Ayrıca kadın hastaların yatış süresinin erkeklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yatış süresini azaltan en önemli etkenlerden biri de başarılı cerrahi müdahalelerdir. Böyle bir müdahale yatış süresini %27 azaltabilir [72].

Arıöz ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, bir firmanın hazır beton süreçlerini iyileştirmek için yalın altı sigma araçlarını kullanmışlardır. Bu süreçlerin içinde yer alan kimyasal katkı kullanımı, hammadde kabulü, sevkiyat, numune alımı, personel yetkinliği, hammaddelerin kalite değişkenlikleri, hammadde tip ve oranları üzerinde iyileştirmeler yapmış ve süreç yeterliliklerini Minitab programıyla analiz etmişlerdir. Çalışmada belirlenen projenin amacı, seçilen tesislerde C25 ve C30 sınıfı hammadde optimizasyonunu baz alarak değişkenliklerin en aza indirilmesiyle standart sapmaların düşürülüp optimum çimento dozajının elde edilmesidir [73].

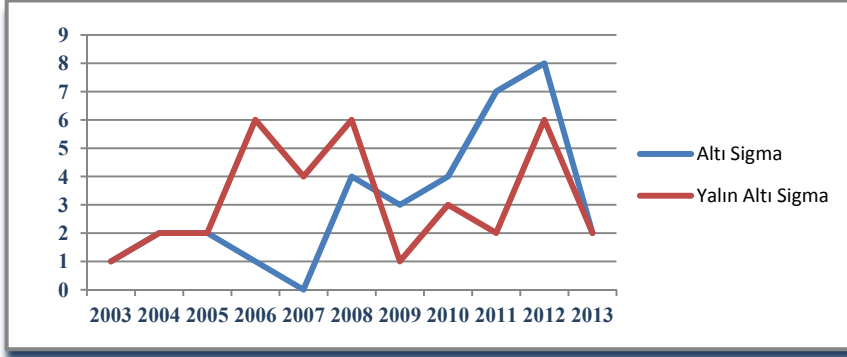
Cournoyer ve ark. (2013), nükleer araştırma tesislerinde çoğu kimyasal ve metalurjik işlemlerin tehlikeli malzemeler içerdiğini ve mühendislik kontrolleri fizibil yapılmadığında hava filtre maskesi gibi kişisel koruyucu ekipmanların kullanımını önlediğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada, hava filtre maskesi kullanım sürecinde yalın altı sigmanın etkili bir şekilde uygulandığı gösterilmiştir [74].

Şekil 4'deki grafikte, yalın altı sigma yaklaşımının son 10 yılda kullanıldığı sektörler yüzdesel olarak gösterilmiştir. Burada da %28'lik dilimi, yalın altı sigma ile ilgili uygulama dışı çalışmalar oluşturmaktadır. Grafığe göre, altı sigmanın aksine yalın altı sigma yaklaşımının hizmet sektöründe daha çok kullanıldığı görülmektedir. Son 10 yılda yapılan çalışmaların %19'u sağlık, %16'sı askeri, %13'ü imalat, %6'sı finans, %6'sı otomotiv sektörlerinde yapılmıştır. Grafığın %13'lük dilimini ise uçak sanayi, yazılım, yerel yönetim gibi sektörler kapsamaktadır.



Şekil 4. Yalın Altı Sigma Yaklaşımının Sektörlere Göre Kullanım Yüzdeleri

Şekil 5 ise her iki yaklaşım ile ilgili çalışmaların, son 10 yılda yıllara göre eğilimini göstermektedir. Bu grafiğe göre, altı sigma çalışmalarının genel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, yalın altı sigma çalışmalarının doğrusal bir artışı olmamasına rağmen bazı yıllarda sıklıkla kullanıldığı söylenebilir.



Şekil 5. Altı Sigma ve Yalın Altı Sigma Çalışmalarının Yıllara Göre Eğilimi

3. SONUÇ

İşletmelerin süreç iyileştirmede kullandıkları yöntemlerden biri olan altı sigma, müşteri memnuniyetine odaklanan ve bunun için istatistiksel verilerden ve tekniklerden yararlanan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Piyasadaki rekabetin giderek artması, müşteriyi elde tutmayı ve yeni müşteriler kazanmayı zorunlu hale getirmektedir. Müşteriler istedikleri ürün veya hizmetin, istedikleri zaman ve kalitede ellerinde olmasını isterler. Ürün veya hizmet kalitesinin artırılması, maliyetlerin azaltılmasına ve süreçlerdeki değişkenliklerin minimum yapılmasına bağlıdır. Tüm bunları sağlamak için altı sigma etkin bir araç olarak kullanılabilir ve yüksek karlar elde edilebilir. Fakat müşteri memnuniyeti sadece kalitenin sağlanmasıyla ilgili değildir. Müşteri istediği süre içinde ürüne sahip olmak ister. Bu da üretim sürecinin hızının artırılmasıyla yakından alakalıdır. İşte süreç hızının artırılması aşamasında yalın yöntemler devreye girmektedir. Yalın yöntemler süreçlerdeki tüm israfları ortadan kaldırarak sürecin daha hızlı

işlemesini amaçlamaktadır. Müşterinin beklenti ve ihtiyaçlarını karşılayacak bir üretim süreci, yalın yöntemler ile altı sigmanın bütünleştirilmesiyle sağlanabilir. Bu bütünleşme yalın altı sigmayı ortaya çıkarmış ve uygulayan işletmeler büyük tasarruflar elde etmişlerdir.

Bu çalışmada, altı sigma ve yalın altı sigma yöntemleriyle ilgili geniş bir literatür araştırması yapılmıştır. Literatürde söz konusu yaklaşımların kullanıldığı önemli çalışmalara rastlanmaktadır. İncelenen birçok çalışmada altı sigma ve yalın altı sigma yaklaşımlarının başarısının büyük oranda liderliğe ve çalışanların katılımına bağlı olduğu görülmüştür. Son yıllarda imalat sektörü dışında sağlık, finans, askeri gibi hizmet alanlarında da bu gibi uygulamaların giderek yaygınlaşması dikkat çekmektedir. Burada önemle vurgulanması gereken bir konu da, ülkemizde söz konusu yaklaşımların yeterince kullanılmamasıdır. Halbuki uluslararası çalışmalara bakıldığında, özellikle sağlık ve askeri alanlarında, altı sigma ve yalın altı sigmanın ciddi kazanımlar getirdiği görülmektedir. Bu bağlamda çalışmamızın en önemli amacı, ülkemizde altı sigma ve yalın altı sigma yaklaşımlarının farklı sektörlerde kullanılmasını teşvik etmektir.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Doğan, S., Demiral, Ö., “Yalın Yöntemler ve Altı Sigmayı İçeren Bütünleşik Bir Yaklaşım: Yalın Altı Sigma”, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22(1), 344-366, 2008.
- [2] Sofyalıoğlu, Ç., “Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Uygun Altı Sigma Metodolojisinin Seçimi”, Yönetim ve Ekonomi, 16(2), 1-17, 2009.
- [3] Bircan, H., Köse, S., “Altı Sigma ve Firmaların Altı Sigmaya Bakış Açısı: Sivas-Kayseri Örneği”, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8(2), 107-129, 2012.
- [4] Atmaca, E., Girenes, S. Ş., “Literatür Araştırması: Yalın Altı Sigma Metodolojisi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 24(4), 605-612, 2009.
- [5] Pamfilie, R., Draghici, A.J.P., Draghici, M., “Importance of Leadership in Driving A Strategic Lean Six Sigma Management”, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 58, 187-196, 2012.
- [6] Habidin, N.F., Yusof, S.M., Omar, C.M.Z.C., Mohamad, S.I.S., Janudin, S.E., Omar, B., “Lean Six Sigma Initiative: Business Engineering Practices and Performance in Malaysian Automotive Industry”, IOSAR Journal of Engineering, 2(7), 13-18, 2012.
- [7] Özveri, O., Çakır, E., “Yalın Altı Sigma ve Bir Uygulama”, Afyon Kocatepe Üni. İİBF Dergisi, 14(2), 17-36, 2012.
- [8] Stephens, J.S., “Lean Six Sigma”, The Journal of Organizational Leadership and Business, Summer, 1-8, 2007.
- [9] Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S., “Six Sigma: A Goal-Theoretic Perspective”, Journal of Operations Management, 21, 193-203, 2003.
- [10] Antony, J., “Some Pros and Cons of Six Sigma: An Academic Perspective”, The TQM Magazine, 16(4), 303-306, 2004.
- [11] Markarian, J. (2004) What is Six Sigma? Available from: <http://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/getting-started/what-six-sigma/> [accessed June 5, 2014].
- [12] Sokovic, M., Pavletic, D., Fakin, S., “Application of Six Sigma Methodology for Process Design”, Journal of Materials Processing Technology, 162(163), 777-783, 2005.
- [13] Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S., “Six Sigma: The Role of Goals in Improvement Teams”, Journal of Operations Management, 24, 779-790, 2006.
- [14] Kwak, Y.H., Anbari, F.T., “Benefits, Obstacles, and Future of Six Sigma Approach”, Technovation, 26, 708-715, 2006.
- [15] Hsu, Y.C., Pearn, W.L., “Capability Adjustment For Gamma Processes With Mean Shift Consideration in Implementing Six Sigma Program”, European Journal of Operational Research, 191, 517-529, 2008.

- [16] Sahoo, A.K., Tiwari, M.K., Mileham, A.R., “Six Sigma Based Approach To Optimize Radial Forging Operation Variables”, *Journal of Materials Processing Technology*, 202, 125–136, 2008.
- [17] Kumar, U.D., Nowicki, D., Ramí´rez-Ma´rquez, J.E., Verma, D., “On The Optimal Selection of Process Alternatives in A Six Sigma Implementation”, *International Journal Production Economics*, 111, 456–467, 2008.
- [18] Su, C.T., Chou, C.J., “A Systematic Methodology For the Creation of Six Sigma Projects: A Case Study of Semiconductor Foundry”, *Expert Systems with Applications* 34, 2693–2703, 2008.
- [19] Chakravorty, S.S., “Six Sigma Programs: An Implementation Model”, *International Journal Production Economics*, 119, 1–16, 2009.
- [20] Calia, R.C., Guerrini, F.M., Castro, M., “The Impact of Six Sigma in The Performance of A Pollution Prevention Program”, *Journal of Cleaner Production*, 17, 1303–1310, 2009.
- [21] Yang, T., Hsieh, C.H., “Six-Sigma Project Selection Using National Quality Award Criteria and Delphi Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Method”, *Expert Systems with Applications*, 36, 7594–7603, 2009.
- [22] Radhakrishnan, R., Balamurugan, P., “Six Sigma Based Exponentially Weighted Moving Average Control Chart”, *Indian Journal of Science and Technology* 3(10), 2010.
- [23] Kelly, E.W., Kelly, J.D., Hiestand, B., Wells-Kiser, K., Starling, S., Hoekstra, J.W., “Six Sigma Process Utilization in Reducing Door-to-Balloon Time at a Single Academic Tertiary Care Center”, *Progress in Cardiovascular Diseases*, 53, 219–226, 2010.
- [24] Zu, X., Robbins, T.L., Fredendall, L.D., “Mapping The Critical Links Between Organizational Culture and TQM/Six Sigma Practices”, *International Journal Production Economics*, 123, 86–106, 2010.
- [25] Büyüközkan, G., Öztürkcan, D., “An Integrated Analytic Approach For Six Sigma Project Selection”, *Expert Systems with Applications*, 37, 5835–5847, 2010.
- [26] Parast, M.M., “The Effect of Six Sigma Projects on Innovation and Firm Performance”, *International Journal of Project Management*, 29, 45–55, 2011.
- [27] Jin, T., Janamanchi, B., Feng, O., “Reliability Deployment in Distributed Manufacturing Chains Via Closed-Loop Six Sigma Methodology”, *International Journal Production Economics*, 130, 96–103, 2011.
- [28] Brun, A., “Critical Success Factors of Six Sigma Implementations in Italian Companies”, *International Journal Production Economics*, 131, 158–164, 2011.
- [29] Goh, T.N., “Six Sigma in Industry: Some Observations After Twenty-Five Years”, *Quality and Reliability Engineering International*, 27, 222–227, 2011.
- [30] Hsu, C., Chen, T., Lii, P., Hsu, S., “Applying 6 Sigma in Quality Improvement of TFT-LCD Panel”, *Journal of Computational Information Systems*, 7(4), 1013–1020, 2011.
- [31] Saghaei, A., Didekhani, H., “Developing an Integrated Model For The Evaluation and Selection of Six Sigma Projects Based on ANFIS and Fuzzy Goal Programming”, *Expert Systems with Applications*, 38, 721–728, 2011.
- [32] Rohini, R., Mallikarjun, J., “Six Sigma: Improving the Quality of Operation Theatre”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 25, 273 – 280, 2011.
- [33] Cheng, K.M., Hsu, C.H., Huang, C.H., “A Study on The Application of 6-Sigma on The Enhancement of Service Quality of Fitness Club”, *Springer Science-Business Media*, 46, 705–713, 2012.
- [34] Shafer, S.M., Moeller, S.B., “The Effects of Six Sigma on Corporate Performance: An Empirical Investigation”, *Journal of Operations Management*, 30, 521–532, 2012.
- [35] Falcón, R.G., Alonso, D.V., Fernández, L.M.G., Pérez-Lombard, L., “Improving Energy Efficiency in A Naphtha Reforming Plant Using Six Sigma Methodology”, *Fuel Processing Technology*, 103, 110–116, 2012.

- [36] Mehrabi, J., “Application of Six-Sigma in Educational Quality Management”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 1358 – 1362, 2012.
- [37] Yusr, M., Othman, A.R., Mokhtar, S.S.M., “Assessing the relationship among Six Sigma, Absorptive Capacity and Innovation Performance”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 570 – 578, 2012.
- [38] Apak, S., Tuncer, G., Atay, E., “Hydrogen Economy and Innovative Six Sigma Applications for Energy Efficiency”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 41, 410 – 417, 2012.
- [39] Paramasivam, S., Muthusamy, K., “Study of Critical Success Factors in Engineering Education Curriculum Development Using Six-Sigma Methodology”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 652 – 661, 2012.
- [40] Easton, G.S., Rosenzweig, E.D., “The Role of Experience in Six Sigma Project Success: An Empirical Analysis of Improvement Projects”, *Journal of Operations Management*, 30, 481–493, 2012.
- [41] Firuzan, A.R., Kuvvetli, Ü., Gerger, A., “Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”, *Journal of Yasar University*, 25(7), 4176-4188, 2012.
- [42] Krogstie, L., Martinsen, K., “Beyond Lean and Six Sigma; Cross-Collaborative Improvement of Tolerances and Process Variations - A Case Study”, *Procedia CIRP* 7, 610 – 615, 2013.
- [43] Garmsiri, S., Dincer, I., Naterer, G.F., “Comparisons of Automotive, Locomotive, Aircraft and Marine Conversion to Hydrogen Propulsion Using Six-Sigma Methodologies” *International Journal of Hydrogen Energy*, 38, 2020-2028, 2013.
- [44] Lin, C.J., Chen, F.F., Wan, H., Chen, Y.M., Kuriger, G., “Continuous Improvement of Knowledge Management Systems Using Six Sigma Methodology”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29, 95–103, 2013.
- [45] Dawies, R., “Applying Lean and Six Sigma for Operational Excellence in Financial Services”, *Journal of Financial Transformation*, 94-100, 2003.
- [46] Furterer, S.L., “A Framework Roadmap For Implementing Lean Six Sigma in Local Governmental Entities”, *Doktora Tezi, Department of Industrial Engineering and Management Systems, University of Central Florida*, 2004.
- [47] Fournari, A., Maszle, G., “Lean Six Sigma Leads Xerox”, *Forum Magazine*, 11-16, 2004.
- [48] O’Rourke, P.M., “A Multiple-Case Analysis of Lean Six Sigma Deployment and Implementation Strategies”, *Yüksek Lisans Tezi, Department of The Air Force, Air University, Captain, USAF*, 2005.
- [49] Sout, S.F., “Achieving Breakthrough Improvements With The Application of Lean Six Sigma Tools and Principles Within Process Excellence”, *Labmedicine*, 36(4), 240-242, 2005.
- [50] Labeledz, C.S., Harvey, R.K., “Letterkenny Army Depot: Finance Innovations Support Lean Six Sigma Success”, *Lean Enterprise Change Research Case Study Series, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge*, 2006.
- [51] Heuvel, J.V., Does, R.J.M.M., Koning, H., “Lean Six Sigma in A Hospital”, *International Journal Six Sigma and Competitive Advantage*, 2(4), 377-388, 2006.
- [52] Apte, U., Kang, K., “Lean Six Sigma For Reduced Cycle Costs and Improved Readiness”, *Acquisition Research Sponsered Report Series, Noval Postgraduate School, Monerey, California*, 2006.
- [53] Koning, H., Verver, J.P.S., Heuvel, J., Bisgaard, S., Does, R.J.M.M., “Lean Six Sigma in Healthcare”, *Journal of Healthcare Quality*, 28(2), 4-11, 2006.
- [54] Khalil, S., Khan, A., Mahmood, T., “Lean Six Sigma-A Tool to Improve Productivity”, *Quality and Efficiency in Manufacturing and Industrial Sector, IAMOT*, 1-7, 2006.
- [55] Andersson, R., Eriksson, H., Torstensson, H., “Similarities and Differences Between TQM, Six Sigma and Lean”, *The TQM Magazine*, 18(3), 282-296, 2006.

- [56] Ramamoorthy, S., "Lean-Six Sigma Applications in Aircraft Assembly", Yüksek Lisans Tezi, Mechanical Engineering, University of Madras, India, 2007.
- [57] Workman-German, J., Hagg, H., "Implementing Lean Six Sigma Methodologies in The Radiology Department of A Hospital", RCHE Publications, 27, 2007.
- [58] Lehigh, K., "Improving Software Productivity Using Lean Six Sigma Methods and Tools", Proceedings of the 2007 Crystal Ball User Conference, 2007.
- [59] Jackson, J., Woeste, L.A., "Using Lean Six Sigma to Reduce Patient Wait Times", *Labmedicine*, 39(3), 134-136, 2008.
- [60] Nuce, J., Robinson, L., Sikora, T., "Combating The Military's Escalating Pharmacy Costs: A Lean Six Sigma Approach", MBA Professional Report, Naval Postgraduate School, Monterey, California, 2008.
- [61] Koning, H., Does, R.J.M.M., "Lean Six Sigma in Financial Services", *International Journal Six Sigma and Competitive Advantage*, 4(1), 1-17, 2008.
- [62] Nāshund, D., "Lean, Six Sigma and Lean Sigma: Fads or Real Process Improvement Methods?", *Business Process Management Journal*, 14(3), 269-287, 2008.
- [63] Guarraia, P., Carey, G., Corbett, A., Neuhaus, K. (2008) *Lean Six Sigma For The Services Industry*, Bain&Company. Available from:www.bain.com [accessed June 5, 2014].
- [64] Chen, M., Lyu, J., "A Lean Six Sigma Approach To Touch Panel Quality Improvement", *Production Planning and Control*, 20(15), 445-454, 2009.
- [65] Gerger, A., Firuzan, A.R., "Yalın Altı Sigma Projelerinin Başarısız Olma Nedenleri", *Journal of Yaşar University*, 20(5), 3383-3393, 2010.
- [66] Gerger, A., Demir, B., "Otomotiv Servis Hizmetlerinde Yalın Altı Sigma Kullanımı İle Servis Müşteri Memnuniyet Oranının Artırılmasına Yönelik Bir Örnek", *Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 33-47, 2010.
- [67] Deckard, G.J., Borkowski, N., Diaz, D., Sanchez, C., Boissette, S.A., "Improving Timeliness and Efficiency in The Referral Process For Safety Net Providers: Application of The Lean Six Sigma Metodology", *JAmbulatory Care Manage*, 33(2), 124-130, 2010.
- [68] Chand, D.V., "Observational Study Using The Tools of Lean Six Sigma To Improve The Efficiency of The Resident Rounding Process", *Journal of Graduate Medical Education*, June, 144-150, 2011.
- [69] Öztürk, A., Arıkan, V.S., Öztürk, M.U., "Süreç İyileştirme Yöntemleri ve Yöneylem Araştırması", *Atatürk Üni. İİBF Dergisi*, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 391-405, 2011.
- [70] Mandahawi, N., Fowad, R.H., Obeidat, S., "An Application of Customized Lean Six Sigma To Enhance Productivity at A Paper Manufacturing Company", *JJMIE*, 6(1), 103-109, 2012.
- [71] Trnka, A., "Results of Application Data Mining Algorithms to (Lean) Six Sigma Methodology", *International Journal of Engineering*, Fascicule:1, ISSN: 1584-2665, 141-144, 2012.
- [72] Niemeijer G.C., Flikweert, E., Trip, A., Does, R.J.M.M., Ahaus, K.T.B., Boot, A.F., Wendt, K.W., "The Usefulness of Lean Six Sigma To The Development of A Clinical Pathway For Hip Fractures", *Journal of Evaluation in Clinical Praticce*, ISSN:1365-2753, 1-6, 2012.
- [73] Arıöz, Ö., Özçelik, B., Kurucu, B., "Hazır Betonda Operasyonel Kalite Kontrolü ve Hammadde Optimizasyonları", *Hazır Beton Kongresi*, İstanbul, 2013.
- [74] Cournoyer, M.E., Nubile, A.O., Williams, G.M., Monsalve-Jones, R.A., Renner, C.M., George, G.L., "Application of Lean Six Sigma Business Practices To An Air Purifying Repirator Process", *Journal of Chemical Health and Safety*, March/April, 34-39, 2013.