

# ATLAS INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL ON SOCIAL SCIENCES

Open Access Refereed E-Journal & Refereed & Indexed  
ISSN:2619-936X



Vol:5, Issue:17

2019

pp.112-121

Article Arrival Date: 19.02.2019

Published Date: 25.04.2019

## ENERJİ YÖNETİMİNİN BAŞARISINDA YALIN ALTI SİGMANIN ETKİSİ

### THE EFFECT OF LEAN SIX SIGMA IN THE SUCCESS OF ENERGY MANAGEMENT

**Dr. Hakan TURAN**

Sigma Center, hakant@sigmacenter.com.tr

**End. Yük. Müh. Gökmen TURAN**

Limak Uludağ Elektrik gturan@limakuludag.com.tr

Doi Number : <http://dx.doi.org/10.31568/atlas.288>  
Article Type : Research Article



#### ÖZET

Günümüzde rekabet koşulları her geçen gün zorlaşmaktadır. Şirketler rakiplerine üstünlük sağlamak için maliyetlerini azaltmaya yönelmişlerdir. Bu bağlamda şirketler maliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturan enerji giderlerine büyük önem vermektedirler. Enerji yönetimi için maliyetleri azaltmada farklı yöntemlere başvurulabilir. Bu çalışmada, enerji yönetiminin etkinliği için süreç iyileştirmeye dayanan yalın altı sigma metodunun kullanılabilirliği söylenilmektedir. Enerji yönetim sürecinde veriler yalın altı sigma felsefesiyle ele alınarak israfların azaltılacağı vurgulanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Enerji yönetimi, israf, süreç iyileştirme, yalın altı sigma

#### ABSTRACT

Today, competition conditions are getting harder day by day. The companies incline to reduce their costs in order to gain superiority to their competitors. In this context, the companies attach great importance to the energy costs that constitute a significant part of their costs. Different methods can be used to reduce costs for energy management. In this paper, it is said that the lean six sigma method based on process improvement can be used for the effectiveness of energy management. In the energy management process, it was emphasized that wastes would be reduced by taking the lean six sigma philosophy.

**Key words:** Energy management, waste, process improvement, lean six sigma

#### 1. GİRİŞ

Günümüzde şirketler maliyet odaklı bir yönetim anlayışını benimsemektedirler. Şirketler arasında artan rekabette öne geçebilmenin bir yolu da maliyetleri azaltabilmektir. Müşteriye istediği özellikte birçok ürün sunulması fiyatlarda belirleyeceği olmaktan çok kendi maliyetlerini azaltma yoluna gitmelerine neden olmuştur. Enerji tüketimi firmaların önemli bir maliyet kalemlerinden bir tanesidir. Enerjinin dışarıdan ithal edilmesi nedeniyle enerjinin birim maliyeti de oldukça yüksektir. Üretim her geçen gün artması nedeniyle kullanım oranının da artması enerjinin yönetimi konusunda gerekli adımların atılmasını zorunlu kılmaktadır. Enerji yönetimi ile ilgili çalışmalar da her geçen gün artmaktadır. Enerjide maliyeti azaltmak için üretim ile ilgili yürütülen süreçlerde yapılan işlemler için herhangi bir sapmanın ve gereksiz israfların olmaması gerekmektedir. Bu bağlamda, yalın altı sigma enerji israflarını yok etmeyi hedeflemektedir. Yalın altı sigma yöntemi, ilk olarak Motorola tarafından kullanılan sonrasında General Electric tarafından kullanılan altı sigma ile, Japonya'da ilk olarak kullanılan sonrasında 70'lerde enerji sektöründe oluşan kriz nedeniyle tüm dünyada kullanılır hale gelen yalın üretim yöntemi yöntemlerini içermektedir.

Müşteriler katma değeri olmayan faaliyetler için ücret ödemek istemezler. Bu işlemler israf olarak tanımlanmaktadır. Yalın felsefe israfı meydana getiren aktiviteleri yok etmeyi amaçlamaktadır (Blackstone ve Cox, 2005; Ohno, 1988). Yalın altı sigma yöntemi ilk seferde hatasız, hatasız, hızlı işlemler yürüterek oluşabilecek israfları yok etmede kullanılan bir yöntemdir (Smith, 2004).

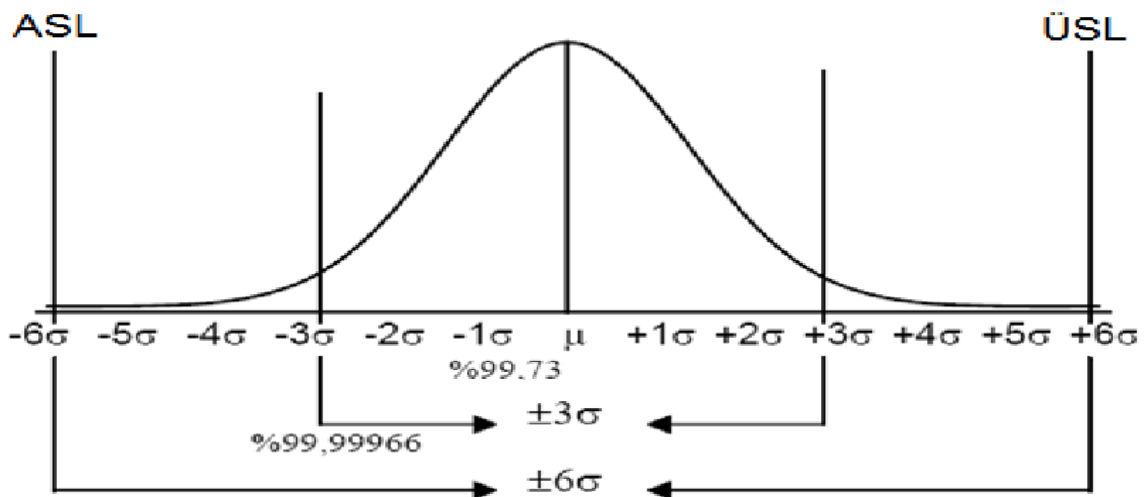
Müşteri için değer yaratmayan faaliyetleri elimine etmek yalın üretim felsefesinin temelini oluşturmaktadır. Müşteri için katma değer yaratmayan her faaliyet israf olarak görülmektedir. İsrاف oluşturan her noktayı ve faaliyeti ortadan kaldırmak hedeflenmektedir (Blackstone ve Cox, 2005; Ohno, 1988). Bu noktada, yalın üretim felsefesini yansıtan ve yalın altı sigma metodunda da problemin tanımlanması ve iyileştirilmesi noktalarında kullanılan değer akış haritalama yöntemi uygulanmaktadır. Değer akış haritalama, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetleri görselleştirmeyi sağlayan bir tekniktir (Chen ve Cox, 2012). Bu çalışmanın amacı, yalın altı sigma yönteminin enerji yönetimi üzerinde olumlu etkilerini göstermektir.

Çalışmanın kalan kısmı aşağıdaki şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde, katma değer yaratmayan faaliyetleri ortaya koymak için başvurulmuş yalın altı sigma yöntemi açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, enerji yönetimini başarısında yalın altı sigma'nın nasıl bir etki oluşturacağı ortaya konulacaktır. Son bölümde, sonuçlar ve ileride yürütülecek çalışmalar için görüşler belirtilmiştir.

## 2.YALIN ALTI SİGMA

Yalın felsefe ilk olarak Japon felsefesi olarak İkinci Dünya Savaşından sonra ortaya konmuştur. 1950'lerde daha az stok, insan gücü, yatırım hedefleyen Toyota üretim sistemi felsefesi olarak geliştirilmiştir. Sonrasında 90'da Womack tarafından ortaya konulan dünyayı değiştiren kitapla yalın üretim popülerlik kazanmıştır.

Altı sigma 1980'lerin ortasında Motorola tarafından ilk olarak uygulanmış sonrasında General Electric tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir. Tablo 1'de sigma dönüşüm değerlerinde görüldüğü gibi milyonda 3.4 hatayı hedeflemektedir. Sigma işareti ile istatistikî olarak sapmaları ele aldığı için sigma ( $\sigma$ ) işareti ile ifade edilmiştir. Başarı seviyeleri de bu sigma seviyesine ölçülmüştür.



Şekil 1. Altı Sigma Süreci

Altı sigma süreçleri aksatan kusurları eksiklikleri fark etmek ve ortadan kaldırmak için kullanılır (Garza-Reyes ve diğerleri., 2014). Pande ve Holpp (2002)'e göre, altı sigma 3 ana

hedefi içermektedir: müşteri memnuniyetini geliştirme, çevrim süresini azaltma ve kusurları azaltma şeklindedir.

Tablo 1. Sigma Dönüşüm Değerleri

Milyon Olasılıkta Hata Sayısı	Sigma( $\sigma$ )
690.000	1
308.000	2
66.800	3
6.210	4
320	5
3.4	6

Altı sigmada DMAIC (Define-Tanımla, Measure-Ölç, Analyze-Analiz Et, Improve-İyileştir, Control-Kontrol Et) yada DMADV (Define-Tanımla, Measure-Ölç, Analyze-Analiz Et, Design-Tasarla, Verify-Doğrula). DMADV genellikle yeni ürün tasarımında tercih edilmektedir. Dolayısıyla tasarım için altı sigma olarak ta söylenilmektedir. Bunun için DMAIC süreçlerin iyileştirilmesinde daha yaygın kullanılmaktadır.

DMAIC adımları genel olarak şu şekilde yönetilir:

**Tanımlama:** Altı sigma süreci, çözümü bilinmeyen bir problemin yanıtının bulunması ile ilgilidir. Problemin somut, ölçülebilir ve operasyonel bir tanımlamasının yapılması gerekmektedir. Bu aşamada proje takımı işletme amaçlarına, müşteri istek ve beklentilerine uygun bir proje belirlemektedir. Takım kalite üzerinde etkili olan kritik faktörleri, önemliden önemsiz doğru sıralamaktadır ve geliştirilecek sürecin bir haritasını oluşturmaktadır. Müşteri gereksinimleri açısından proje geliştirmenin kapsamı ve amacını tanımlamayı içerir. Altı sigmanın bu ilk adımında çalışma için takımın oluşturulması gerçekleştirilir. Takım, süreci daha iyi yorumlayabilmek için SIPOC (Supplier-Tedarikçi, Input-Girdi, Process-Süreç, Output-Çıktı, Customer-Müşteri) döngüsüne ihtiyacı vardır. Dolayısıyla sürecin iyi bir şekilde ele alınabilmesi tedarikçiden müşteriye kadar ürünle ilgili tüm adımları etkin bir şekilde yönetmeyi gerekli kılmaktadır. Süreç iş akışı ile SIPOC haritası ilişkilendirilerek takım tarafından kullanılmalıdır.

**Ölçme:** Tanımlama aşamasından sonraki adımdır. Süreç kapasitesini ve sigma derecesini açısından temel süreç performansı oluşturulur. Ölçme aşamasında projenin başlangıç yeteneği, istikrarı ve ölçülebilirliği birlikte değerlendirilmektedir. Açık ve net bir tanımlama yapıldıktan sonra ölçülebilirlik belirlenmekte, temel süreç adımları ve her bir süreç için ayrı olmak şartıyla temel girdiler saptanmaktadır. Temel girdiler onaylandıktan sonra, önem sırasına göre listelenmekte ve bunların kalite üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alınmaktadır. Süreçlerde ya da girdilerde bir hata ortaya çıkması durumunda ne yapılması gerektiğine karar verilmekte, yani proaktif (önleyici) bir yaklaşım benimsenmektedir.

Ölçme aşamasında dikkate alınması gereken bir nokta ise, uygun ölçümlerin yapılmasıdır. Bu aşamada projenin ilerleme durumu geçerli ve güvenilir ölçülerle izlenmektedir.

**Analiz:** Analiz aşamasına gelindiğinde ise, geliştirilmesine ihtiyaç duyulan süreçlerdeki problemlerin nedenleri saptanmakta, ulaşılmak istenilen performans düzeyi ile mevcut düzey arasındaki boşlukların nasıl doldurulacağı belirlenmektedir. Bunun için de süreçlerde değişim ortaya çıkaran hataların tespit edilmesi gerekmektedir.

Altı sigma sürecinde kişilerin hataya düştüğü temel nokta; süreçte başarı sağlanması için çok uzun zaman geçmesi gerektiği inancına sahip olmalarıdır. Bu gerçekten uzaktır; analiz aşamasında projede ortaya çıkan hatalar erken teşhis edilmekte, veriler dahilinde dikkatli bir süreç analiziyle doğru uygulamalara ulaşılmakta ve sonuç "başarı" olmaktadır.

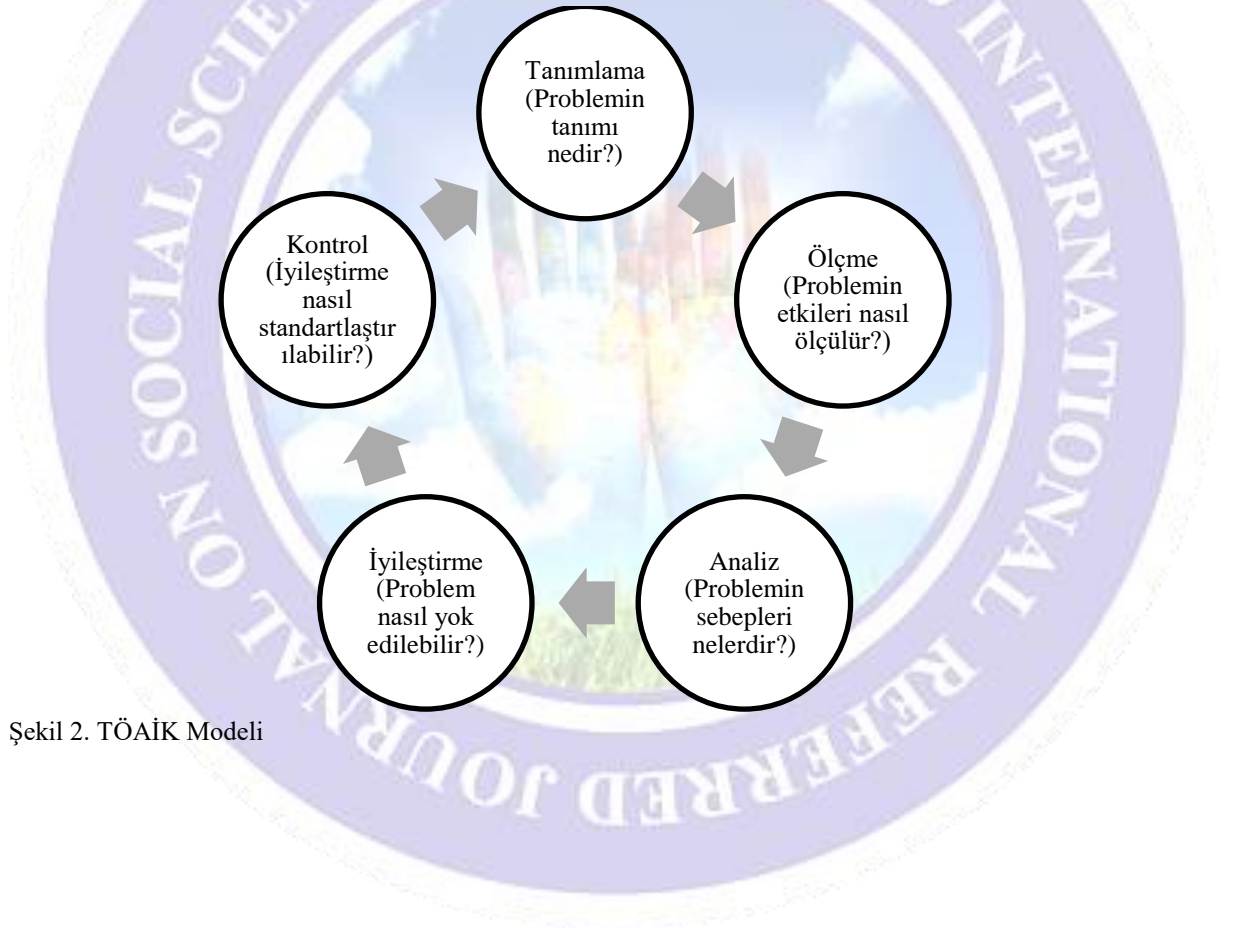


**İyileştirme:** İyileştirme hem en zevkli hem de en zor olan aşamadır. Burada analiz aşaması sonucu belirlenen problemler için yeni ve yaratıcı iyileştirme fikirleri ortaya konulmaktadır. Bu adımda basit sonuçlar değil, büyük kazançlar sağlanmaktadır. Ayrıca gelişim sağlanmadığı takdirde ne yapılması gerektiğine yine bu aşamada karar verilmektedir.

**Kontrol:** Bu aşamadaki başarı, diğer dört aşamada ne kadar iyi sonuçlar elde edildiğine bağlıdır. Kabul edilebilir bir zaman aralığında gelişim sağlayacak temel değişkenler süreçteki yerlerine sabitlenmektedir. Başarılı performansın uzun dönemde korunabilmesi için, hareket planları ve eğitim programları oluşturulmaktadır. Son olarak da gelecekte uygulanacak altı sigma projesi fırsatları için bir sonraki adımlar belirlenmektedir.

Sinerji Yaratma; altı sigma projesini gerçekleştiren çalışanların elde ettiği büyük kazançlar işletmenin bütününe duyurulmalıdır. Bu paylaşım işletmenin öğrenen bir organizasyon olmasına yardımcı olacaktır. Bu bir “son” değildir, hatta işletme için “başlangıç”tır.

Altı Sigma Adımlarında Yürütülen Faaliyetler ve Kullanılan Araçlar Tablo 2’deki gibidir (Tayntor, 2003; Gitlow ve Lewine, 2005; Gundlach ve Jochem, 2008). TÖAİK Modeli Şekil 2’deki gibidir.



Şekil 2. TÖAİK Modeli

Tablo 2. Altı Sigma Adımlarında Yürütülen Faaliyetler ve Kullanılan Araçlar

Altı Sigma Adımları	Yürütülen Faaliyetler	Kullanılan Araçlar
Tanımlama	Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi	Müşterinin Sesi
	Proje planının tanımlanması	Beyin Fırtınası
	Süreç haritasının oluşturulması	Histogram
	Problemin tanımlanması	Balık Kılçığı Diyagramı
	Proje ekibinin belirlenmesi	Kano Modeli Paydaş Analizi Yakınlık (Affinity) Diyagramı Süreç Haritası
Ölçme	Kritik kalite özelliklerinde operasyonel tanımın belirlenmesi	Kritik Kalite Faktörleri
	Kritik kalite özelliklerinde verilerin ve istatistiksel değerlerin tanımlanması	Pareto Analizi
	Kritik kalite özelliklerinde ölçüm sistem analizinin belirlenmesi	Süreç Haritası
	Ayrıntılı süreç haritasının oluşturulması	Ölçüm Sistemleri Analizi Kontrol Grafiği HTEA Önceliklendirme Matrisi Proses Yeteneği Süreç Haritası
Analiz	Kritik kalite özelliklerini etkileyen nedenlerinin belirlenmesi	Regresyon-Korelasyon Analizi
	Değişkenlerin nedenlerinin operasyonel olarak tanımlanması	Hipotez Testi
	Değişkenlerin nedenlerini ölçüm sistemin yeterliliğinin tanımlanması	ANOVA-MANOVA Testi
	Katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin belirlenmesi	HTEA Proses Yeteneği Dağılım Grafikleri Deney Tasarımı Akış Şeması Balık Kılçığı Diyagramı Beyin Fırtınası Kutu Diyagramı Pareto Analizi Tabakalanmış Frekans Dağılımları
İyileştirme	Nedensel ilişkilere bağlı olarak iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi	Beyin Fırtınası
	Potansiyel iyileştirmelerin tolerans aralıklarının belirlenmesi	HTEA
	İyileştirmeler için etkilerin ve risklerin tanımlanması	Akış Şeması
	Pilot çalışmaların uygulanıp gerekli düzeltmelerin gerçekleştirilmesi	Deney Tasarımı
	Sigma düzeyinin belirlenmesi	6-3-5 Yöntemi Altı Şapka Yöntemi Morfolojik Kutusu Scamper Yöntemi Maliyet Fayda Analizi
Kontrol	İyileştirmelerin diğer süreçler üzerindeki etki ve risklerinin tanımlanması	İstatistiksel Süreç Kontrol
	Sürç iyileştirmelerinin standart hale getirilmesi ve prosedürlerin oluşturulması	Veri Toplama
	İyileştirmeler için süreç kontrol ve yeterliliklerini belirleyen istatistiksel proses kontrol üzerinden izleme ve kontrol sistemlerinin tanımlanması ve uygulanması	Pareto Analizi
	Mali kazanç, maliyet ve iyileştirmelerin tanımlanması	Akış Şeması
	Süreç sahibine teslim edilmesi	Ölçüm Sistemleri Analizi
	Kontrol planlarının da içeren projenin dokümantasyonun yapılması, çalışma ekipleriyle sonuçların paylaşılması	Kontrol Grafiği HTEA Süreç Haritası Kontrol Planı

Yalın israfları ortadan kaldırmayı ele alan bir yöntemdir (Drohomeretski ve diğerleri, 2014; Holweg, 2007). Yedi tür israf tanımlanmıştır:

- 1) Aşırı üretim
- 2) Bekleme

- 3) Taşıma
- 4) Gereksiz işlem
- 5) Gereksiz hareket
- 6) Tamir ve hurdalar
- 7) Aşırı stok

şeklindedir (Womack ve Jones, 1996). Bu nedenle, israfların temel nedenleri 7 faktöre dayandırılmaktadır (Shingo, 1988):

- 1) Uygulanan yöntemlerin yetersiz kalması
- 2) Prosesin yetersiz kalması
- 3) Bakım faaliyetlerinin yetersiz olması
- 4) Mesafelerin uzun olması
- 5) Liderin etkin olmaması
- 6) Eğitimin yetersiz olması
- 7) Ayar sürelerinin uzun olması

Yalın üretimi başarısını altı unsur etkilemektedir. Bu unsurlar; proje yöneticisi, ekip çalışması, bilgi kültürü, tedarikçilerle entegrasyon, eşzamanlı mühendislik ve tüketici oryantasyonu şeklindedir (Bergutay, 2007).

Yalın üretimde kullanılan birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu teknikler aşağıdaki gibidir (Tablo 3):

Tablo 3. Yalın üretim yöntemlerinin sınıflandırılması (Zakaria ve diğerleri, 2017)

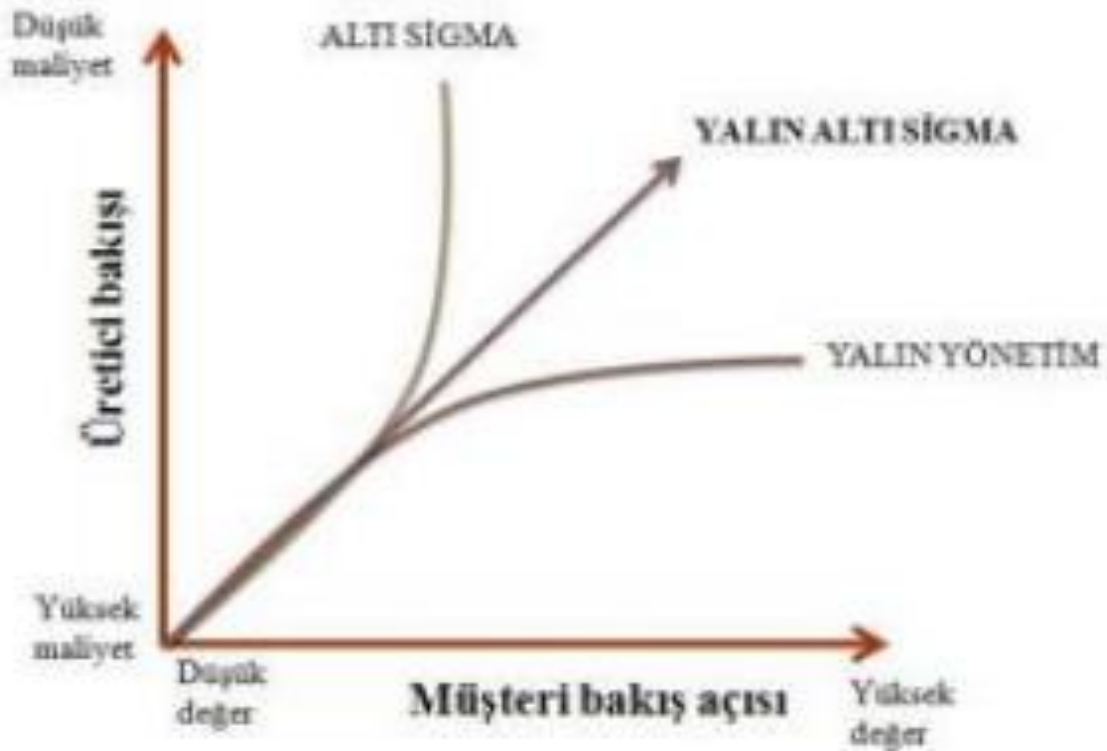
Tür	Yalın Yöntemler
Makine-Teçhizat	Düşük Maliyet Otomasyonu
	Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)
	Önleyici Bakım
	SMED
	Toplam Verimli Bakım
Malzeme Akışı ve Yerleşim	Hücre İmalat
	FIFO
	Tek Parça Akışı
	Simülasyon Yazılımı
	Tedarik Zincirinin Optimizasyonu
	Değer Akış Haritalama (VSM)
Organizasyon ve Personel	İşistasyonu Tasarımı
	5S
	Otonom İş Grupları
	Kıyaslama
	Fikir Yönetimi
	İş Rotasyonu
	Yalın Ofis
	Kaizen
Standardizasyon	
Kalite	FMEA
	Poka Yoke
	Kalite Çemberleri



Chahal ve Narwal (2017) yalın stratejileri için 5S, Otomasyon, Sürekli Akış, Sürekli İyileştirme, Kanban, Kaizen, SMED, Hücresel Üretim, Altı Sigma Takım Çalışması/Eğitimi, Toplam Verimli Bakım, Toplam Kalite Yönetimi, VSM, Görsel Yönetim, İş Standardizasyonu, Esnek Üretim Sistemi, Üretim Seviyelendirme, Stok Yönetimi, Sıfır Hata Konsepti, İmalattaki İşler, Yalın Düşünce şeklindedir. Yalın üretimin uygulanmasında ilk olarak israflar tanımlanır. Sonrasında israf tipleri ve nedenleri ayrıştırılır. Bu israfı ortadan kaldırmak için en uygun yalın üretim stratejisi seçilir. Planlar uygulanır. Yalın oranı tekrar hesaplanır. Son olarak yalınlık ölçülür.

Yalın üretimin 5 temel ilkesi değer, değer akışı, sürekli akış, çekme ve mükemmellik başlıkları altında 5 adımdan oluşmaktadır. Değer, son müşteri tarafından tanımlanır, müşterinin ihtiyaçlarını karşılamalıdır ve üretici tarafından bu oluşturulur. Değer akışı, ürünü üretmek için yürütülen faaliyetler dizisidir. Sürekli akış, müşterinin istediği ürünlerin kesintisiz akışını ifade eder. Çekme, bir sonraki adımın bir önceki adımdan ürün talep etmesiyle gereksiz üretimin önüne geçilmesidir. Mükemmellik, ilk dört adımın aksamadan çalışanlar tarafından yürütülmesidir (Womack ve Jones, 2012).

Yalın altı sigma da altı sigmanın temelini oluşturan DMAIC felsefesi üzerine kurulmuştur. Yalın üretimi altı sigmadan farklı olarak sürekliliğini iyileştirmeye odaklanmaktadır. Öte yandan altı sigmada yalın üretimden farklı olarak süreç sapmalarını azaltmaya ve daha güçlü süreç ve ürün oluşumuna katkı sağlar (Snee, 2010). Yalın altı sigma bu iki yöntemin birleşimiyle daha güçlü bir süreç iyileştirme tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır (Hostetler, 2010). Bu sayede kalite iyileştirmeyle ve kar elde etmede standardizasyon ile israf ve maliyeti yok ederek sistemsal bir yapı sağlanır (Polk, 2011). Yalın altı sigma, müşteriler açısından ortaya çıkan problemleri kalite, maliyet ve hız açısından ele alır (Dumitrescu ve diğerleri, 2010). Yalın altı sigma, altı sigma ve yalın yönetimin üretici bakışı ve müşteri bakışı açısından durumu Şekil 3'deki gibidir.



Şekil 3. Yalın Altı Sigma (Arnheiter ve Maleyeff, 2005)

### 3.ENERJİ YÖNETİMİ YÖNETİMİNİN BAŞARISINDA YALIN ALTI SİGMANIN ROLÜ

Enerji yönetimi şirketlerin stratejilerinden bağımsız olarak düşünülemez. Bundan dolayı, enerji yönetimi sistemin enerji etkinliğinin değerlendirilmesini, enerji tasarruflarının tanımlamalarını, sistemin enerji tüketiminin izlenmesini gerekli kılmaktadır.

Enerji yönetiminin standartları sistematik bir yolla enerji tüketimini optimize eder, enerji projelerini desteklemede yönetimin rolünü ortaya koyar, kurumun politikasındaki enerjiyi inceler, enerji tüketimini izler ve geliştirmeleri kontrol eder. Enerji yönetimi standartları enerji yönetimi uygulamalarını içerir. Enerji yönetimi, enerji politika amaçlarını oluşturarak ve yasal gereksinimleri tanımlar, enerji takip süreçlerini içeren planlama aşaması bunu izler. Ayrıca enerji yönetimi geliştirme için proje seçerken teknik enerji ölçümlerini ve enerji uygulamalarının tecrübelerini kullanır. Dolayısıyla bu noktada yalın altı sigmayla benzerlik içermektedir (Mkhaimer ve arkadaşları, 2017).

Enerji tasarrufunun başarısında enerji süreçlerine odaklanmak gerektiği için yalın altı sigma iyi bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Jacoby (2009) güvenliği yükseltmek ve kapasiteyi artırmak için enerji maliyetlerini ve üretim süreçlerindeki emisyonlarını düşürmede yalın üretim ve altı sigmadan faydalanmıştır. Benzer şekilde altı sigma enerji yönetimi planlama temelli altı sigma için daha düşük enerji maliyeti, yönetimi bağlılığını geliştirme ve sürekli iyileştirme sunar (Lee ve diğerleri, 2014).

Enerji yönetimi, gereksinimleri tanımlama, planlama, uygulama ve operasyon ve kontrol adımlarını içerir. Yalın altı sigma da gereksinimleri tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol aşamalarından oluşmaktadır. Yalın altı sigma süreciyle enerji yönetiminin temelini oluşturan gereksinimleri tanımlamadır. Enerji yönetiminde planlama adımını yalın altı sigmanın ölçme, analiz ve iyileştirme adımları kapsamaktadır. Enerji yönetiminin uygulama ve operasyon kısmı, yalın altı sigmanın iyileştirme ve kontrol aşamaları arasında yer alan bir adımdır. Son olarak yürütülen kontrol aşaması ise benzer mantıkla işlemektedir.

Enerji yönetiminin tanımlama aşamasında, tüm gereksinimler, yönetim sorumlulukları ve enerji politikasının gereksinimleri tanımlanır. Yalın altı sigmanın tanımlama aşamasında proje beratı, ayrıntılı süreç haritası, müşteri, tedarikçi ve iş gereksinimleri, ekiptekilerin pozisyonları, görev ve sorumlulukları ve iletişim planı tanımlanır. Yalın altı sigma temelli enerji yönetiminde tanımlama aşaması, enerji beratı, süreç haritası, enerji politikası ve ekiptekilerin görev, yetki ve sorumlulukları, yasal gereksinimler, eğitim ve iletişim planı ve paydaş analizi olmalıdır.

Enerji yönetiminin ölçme aşamasında, planlama mantığında enerji tüketimi ve tüm sayısal enerji verilerinin tespiti ve ölçümü, enerji sistemini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi şeklindedir. Yalın altı sigmanın ölçme aşamasında, tüm verilerin ölçülmesi, ölçüm planı geliştirme ve tespiti ve mevcut süreç performansını belirlemeyi kapsar. Yalın altı sigma temelli enerji yönetiminde ölçme aşaması, enerji yönetimi temel verilerin tespiti, açıklık analizi yürütme şeklinde olmalıdır.

Enerji yönetiminin analiz aşamasında, planlama adımlarının genel yapısını içerir. Ölçüm aşamasında planlamanın genel kapsamını içerdiği için bu adımda faaliyet içermemektedir. Yalın altı sigmanın analiz aşamasında, açıklık analizi, sebep sonuç ilişkisi, regresyon analizini içerir. Yalın altı sigma temelli enerji yönetiminde analiz aşaması, enerji tüketimini etkileyen faktörlerin analizi, enerji planlamasını tanımlama ve sebep sonuç analizi şeklinde olmalıdır.

Enerji yönetiminin iyileştirme aşamasında, planlama adımlarının genel yapısını içerir. Ölçüm aşamasında planlamanın genel kapsamını içerdiği için bu adımda faaliyet içermemektedir. Yalın altı sigmanın iyileştirme aşamasında, potansiyel iyileştirmeler geliştirme, değerlendirme



kriterleri geliştirme, iyileştirmeleri doğrulamayı içermektedir. Yalın altı sigma temelli enerji yönetiminde iyileştirme aşaması, enerji yönetimi fırsatlarını geliştirme ve önceliklendirme, enerji yönetimi fırsatlarının performansını doğrulama, amaçları, hedefleri ve aksiyon planlarını geliştirme şeklinde olmalıdır.

Enerji yönetiminin kontrol aşamasında, yeteneğin, eğitimin, farkındalığın, iletişimin, dokümantasyonun, operasyonel kontrolün ve tasarımın sağlanması, enerjinin ürün hizmet ve malzemenin tedariki, kontrol, izleme, yönetim kontrolü, düzeltici ve önleyici faaliyetler, yasal ve diğer gereksinimlerle uyumun değerlendirilmesini kapsar. Yalın altı sigmanın kontrol aşamasında, kontrol planı geliştirme, metrikleri doğrulama, düzeltici ve önleyici aksiyon planları geliştirme, izleme sistemi kurma ve iyileştirmelerin özeti ve önemli değişimleri dokümanete etmeyi içerir. Yalın altı sigma temelli enerji yönetiminde kontrol aşaması, operasyonel prosedürler ve iş talimatları geliştirme, uyumsuzlukları ortaya koyma, risk değerlendirme, dokümantasyon ve yönetim gözden geçirmelerini içeren uyumsuzlukları tanımlama ve yönetme şeklinde olmalıdır.

#### 4.SONUÇ

Bu çalışma enerji yönetiminin başarısında yalın altı sigmanın etkisini göstermek için ele alınmıştır. Bunun için enerji yönetimi ile yalın altı sigmanın birleşimini kapsamaktadır. Yalın altı sigma sayesinde, enerji yönetimin daha ayrıntılı ele alınmasını sağlamıştır. Bu çalışmada önerilen enerji yönetimi için yalın altı sigma modelinde, enerji kontrol süreçlerinin tanımlanmasını, mevcut enerjinin ölçülmesini, toplanan verilerin analiz edilmesini, iyileştirilmelerin yapılmasını ve bu iyileştirmelerin sürdürülebilirliğinin kontrollerle yürütülmesini kapsayan bir yapıyı içermektedir. Tanımlama aşamasında yalın altı sigma süreçlerin tanımlanması ve paydaş analizi yaparak proaktif bir gereksinim tanımlaması yapılmaktadır. Enerji yönetiminde sistem politikası ve yasal gereksinimler de tanımlamanın başlangıcında yer almaktadır. Yalın altı sigma çok sayıda teknik kullanarak ölçme, analiz ve iyileştirme aşamalarında daha iyi sonuç verecektir. Kontrol noktasında yalın altı sigma risk unsurlarını göz önüne almaktadır. Bunun için hata türü etkileri analizine başvurulmaktadır. Uyumsuzlukları tespit noktasında yalın altı sigma daha başarılıdır. Uyumsuzluğun hangi aşamada olduğunu daha net bir şekilde ortaya koyar. Sonuç olarak yalın altı sigma temelli enerji yönetimi ile enerji süreçleri daha kontrol edilebilir hale gelecektir.

#### KAYNAKLAR

1. Arnheiter, E.D. ve Maleyeff, J. (2005), The Integration of Lean Management and Six Sigma, The TQM Magazine, 17(1), 5-18.
2. Belgutay, G. *Yalın Üretim Sistemi ve Tekstil Sektöründe Bir Örnek Olay Çalışması*, Maltepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2007
3. Blackstone, J.H. ve Cox, J.F. (2005), APICS Dictionary (11E), APIACS: VA.
4. Breyfogle, F.W., *Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods*, Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, 2003.
5. Chahal, V. ve Narwal, M.S. (2017), An Empirical Review of Lean Manufacturing and Their Strategies, *Management Science Letters*, 7, 321-336.
6. Chen, J.C. ve Cox, R.A. (2012), Value Stream Management for Lean Office-A Case Study, *American Journal of Industrial and Business Management*, 2, 17-29.
7. Dumitrescu, C.D., Tent, I.D. ve Dumitrescu, E.C.I., (2010), Lean Six Sigma Principles, *DAAAM International*, 21(1), 433-435.

8. Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro de Lima, E. ve Garbuio, P.A.D.R. (2014), Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: An Analysis Based on Operations Strategy, *International Journal of Production Research*, 52(3), 804-824.
9. Garza-Reyes, J.A., Winck Jacques, G., Lim, M.K., Kumar, V. ve Rocha-Lona, L. (2014), Lean and Green – Synergies, Differences, Limitations, and the Need for Six Sigma, in B. Grabot ve diğerleri. (Eds.): *International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS) 2014*, Part II, IFIP AICT 439, Ajaccio, France, 20-24 September 2014, Springer.
10. Gitlow, H. ve Levine, S.D.M. (2005). *Six Sigma for Green Belts and Champions, Foundations, DMAIC, Tools, Cases, and Certification*, USA: Pearson Education Inc.
11. Gundlach, C. ve Jochem, R. (2008). *Praxishandbuch Six Sigma- Fehler vermeiden, Prozesse verbessern, Kosten senken*. (1st ed.). Düsseldorf. Almanya.
12. Holweg, M. (2007). The Genealogy of Lean Production, *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437.
13. Hostetler, D. (2010), Improve Your Accounting Firm Processes Using Lean Six Sigma, *Journal of Accountancy*, January, 38-42.
14. Jacoby, J. (2009), Pollution Prevention through the Application of Six Sigma and Lean, USA: Saint Louis University, 2009.
15. Lee, J, Yuvamitra, K. ve Guiberteau, K. (2014), Six-Sigma Approach to Energy Management Planning, *Strategic Planning Energ Env*, 33, 23-41.
16. Mkhaimer, L.G., Arafah, M. ve Sakhrieh, A.H. (2017), Effective Implementation of ISO 50001 Energy Management System: Applying Lean Six Sigma Approach, *International Journal of Engineering Business Management*, 9, 1-12.
17. Ohno, T. (1988), *Toyota Production System: Beyond Large scale Production*, Productivity Press: New York.
18. Pande, P. ve Holpp, L. (2002), *What is Six Sigma*, McGraw Hill, USA.
19. Polk, J.D. (2011), Lean Six Sigma, Innovation, and The Change Acceleration Process Can Work Together, *American College of Physician Executives*, 37(1), 38-42.
20. Smith, B., *Lean/Six Sigma-Either, Neither, or Both?*, The Voice of Michagen Industry, 8-9, 2004.
21. Snee, R.D. (2002), Lean Six Sigma – Getting Better All the Time, *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 9-29.
22. Tayntor, C.B. (2003). *Six Sigma Software Development*, USA: Auerbach Publications.
23. Womack, J. ve Jones, D.T. (1996), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon and Schuster, London.
24. Womack, J., Jones, D.T. ve Roos, D. (1990), *The Machine that Changed the World*, Rawson Associates, New York, NY.
25. Zakaria, N.H., Mohamed, N.M.Z.N., Rahid, M.F.F.A. ve Rose, A.N.M. (2017), Lean Manufacturing Implementation in Reducing Waste for Electronic Assembly Line, *MATEC Web of Conferences*, 1-10.