



Altı Sigma Yaklaşımı Ve Enerji Sektöründe Süreç İyileştirme Odaklı Bir Uygulama

Six Sigma Approach And A Process Improvement Focused Application In The Energy Sector

Erdinç SİPAHİ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Öğrencisi

ORCID No: 0000-0003-3691-6099

Prof. Dr. Çetin BEKTAŞ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

ORCID No: 0000-0002-0078-3469

ÖZET

Altı Sigma yaklaşımı; bir organizasyonun süreçlerini daha hızlı, hatadan arındırılmış ve maliyeti düşürerek işler duruma getirmek için uygulanmaktadır. Bu yaklaşımla şirket ilk önce kendi süreçlerini iyileştirerek müşteri memnuniyeti sağlamayı amaç edinmektedir.

Bu çalışmamızın amacı, altı sigma yaklaşımının, şirketlerde operasyonel mükemmelliğe ve süreç iyileştirmelerine olan etkisini araştırmaktır. Altı sigma yaygın olarak imalat sektöründe üretim, stok yönetimi, satış-pazarlama gibi alanlarda, kalite ve müşteri memnuniyeti beklentisinin karşılanabilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Fakat teknolojinin gelişmesi enerji sektöründe de müşteri memnuniyeti ve kalite beklentisinin artmasına sebep olmaktadır. Enerji sektöründe altı sigma uygulamalarının yaygın olmadığı görülerek çalışmamızda bir elektrik dağıtım şirketindeki uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda, altı sigma yaklaşımında kullanılan tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol (TÖAİK) safhalarında neler yapıldığı enerji sektörü özelinde ele alınmıştır. Ayrıca ilgili elektrik dağıtım şirketinde, teknolojik yatırımların uygulanacağı alanların seçiminde insan faktöründen bağımsız, sistematik bir metodun geliştirilip iş süreçlerine adapte edildiği görülebilmektedir. Bu sayede süreç iyileştirmesi yapılarak zaman israfının ve maddi kayıpların önüne geçilmiştir. Bu bağlamda çalışmamızın sektörde bulunan diğer elektrik dağıtım şirketlerine yeni açılımlar sunabileceği ümit edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, Enerji Sektörü, Süreç İyileştirme, TÖAİK

ABSTRACT

The Six Sigma approach is applied to make an organization's processes faster, error-free and cost-effective. With this approach, the company aims to provide customer satisfaction by improving its own process.

The purpose of our study is to investigate the effect of the six sigma approach on operational excellence and process improvements in companies. Six sigma is widely applied in the manufacturing sector and in areas such as production, stock management, sales-marketing, in order to meet the expectations of quality and customer satisfaction. However, the development of technology causes an increase in customer satisfaction and quality expectations in the energy sector. It was seen that the use of the six sigma approach in the energy sector is not common, and its application in an electricity distribution company was carried out in our study. And also, what is done in the define, measure, analyze, improve and control (DMAIC) phases used in the six sigma approach is discussed as specific to energy sector. In addition, in the respective company, it can be seen that a systematic method independent of human factor has been developed and adapted to business processes in the selection of application areas of technological investments. In this

way, time and financial losses are prevented by making process improvements. It's hoped that our study will offer new expansions to other electricity distribution companies in the sector.

Keywords: DMAIC, Energy Sector, Process Improvement, Six Sigma

1.GİRİŞ

Altı Sigma uygulamaları 1980'lerde endüstride ilk örneklerini vermeye başlamış, devamında üretim dışı sektörlerde uygulanmış ve 1990'lardan sonra kullanımı yaygın hale gelmiştir. Günümüzde dünyanın farklı bölgelerinde çeşitli sektörlerde oldukça başarılı uygulamaları görülmektedir.

Çalışmamızın amacı; altı sigma yaklaşımının şirketlerde operasyonel mükemmelliğe ve süreç iyileştirmelerine olan etkisini araştırmaktır. Altı sigma yaygın olarak imalat sektöründe; üretim, tedarik zinciri, sevkiyat, stok yönetimi, satış-pazarlama alanlarında, kalite ve müşteri memnuniyeti beklentisinin karşılanabilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Fakat teknolojinin gelişmesi enerji sektöründe de müşteri memnuniyeti ve kalite beklentisinin artmasına sebep olmaktadır. Enerji sektöründe altı sigma uygulamalarının yaygın olmadığı görülerek çalışmamızda bir elektrik dağıtım şirketindeki uygulaması yürütülmüştür.

Çalışmamızda, altı sigma yol haritasında yer alan tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol (TÖAİK) aşamalarında neler yapıldığı enerji sektörü özelinde ele alınmıştır. Bu yaklaşımla, teknolojik yatırım yapılacak noktaların kıstaslara göre belirlendiği, sistematik bir yöntemin iş süreci haline getirilip şirket süreçlerine dâhil edilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızın sektörde bulunan diğer elektrik dağıtım şirketlerine yeni açılımlar sunabileceği ümit edilmektedir.

2.SÜREÇ İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMI OLARAK ALTI SİGMA VE YOL HARİTASI

2.1.Altı Sigma Yaklaşımı

Literatürde altı sigma yaklaşımının enerji sektöründe uygulanması çok yaygın değildir. Enerji sektöründe yapılan bir çalışma; Satı ve Gülay (2012) Altı Sigma Yönteminin Bir Enerji Santralinde Uygulanması isimli çalışmadır. Projenin hedefi enerji santralinde buhar türbini kapasitesini 30 kWh arttırmak ve proje sonunda 25.000\$ gelir etmek olarak belirlenmiştir. Ayrıca üretimdeki kayıpları önlemek amacıyla 6 sigma uygulanan bu projede üretimi etkileyen faktörlerde iyileştirmeler yapılarak hedefe ulaşılmıştır. Süreç iyileştirme amaçlı başka bir çalışma; Avunduk (2019) Yalın Altı Sigma: Bir Pet Şişirme Makinesinde Süreç İyileştirme Uygulaması isimli çalışmadır. Bu çalışmada ilgili firmadaki üretim süreçlerinde enerji kullanımını azaltmak amacıyla, enerji kullanımları analiz edilmiş ve iyileştirilen süreçler sonucunda, pet şişeleme makinesinde tüketilen enerjide yaklaşık 150.000 TL'lik bir tasarrufun sağlandığı görülmüştür.

Diğer sektörlerdeki uygulamalar; Çağlar ve Kurt (2016) Altı Sigma Yaklaşımı ve Savunma Sanayi Sektöründe Bir Uygulama konulu çalışmalarında yüksek kaliteye iyi fiyata ulaşmada en iyi yöntemin altı sigma olduğundan bahsetmişlerdir. Firuzan, Kuvvetli ve Gerger (2012) ile Tezsürücü ve Tunail (2010) Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama konulu çalışmaları yer almaktadır. Güner, Akman ve Yücel (2010) tekstil sektöründe, "Erkek Gömleği Üretim Sürecinin Altı Sigma Yöntemiyle İyileştirilmesi" konulu çalışmayı yapmışlardır. Özveri ve Dinçel (2012) Altı Sigma Proje Seçim Yöntemleri ve Bir Hastanede Uygulanması konulu çalışmalarıyla sağlık sektöründe çalışma yapmışlardır.

Literatür taramalarında altı sigma yaklaşımının enerji sektöründe elektrik dağıtım özelinde uygulamasının kısıtlı olduğu görülmektedir. Çalışmamız bu açıdan literatürde önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Altı sigma, süreçleri ve ürünleri sistematik ve bilimsel yaklaşımlarla müşteri gereksinimlerine göre iyileştirmek ve verimliliği arttırarak sürekli kılmak için, verileri ve istatistiksel araçları kullanan ve kritik başarı faktörlerine göre kalitenin yanı sıra verimliliğe odaklanan bir yaklaşımdır (Işığışık, 2011:6). Bununla birlikte altı sigma; müşteri gereksinimlerinin yakından anlaşılması, verilerin ve istatistiksel analizin disiplinli bir şekilde kullanılması ile iş süreçlerinin yeniden keşfedilmesini ve iyileştirilmesini sağlar (Gürsakar ve Oğuzlar, 2003:23). Altı sigma, organizasyonun her çalışanını, üst düzey yöneticiden imalatta çalışan işçisine kadar birleştirir. Ayrıca kalite iyileştirme, maliyet azaltma ve iyileştirilmiş sevkiyat performansına odaklanmaktadır (Stamatis, 2004:5). Altı sigmaya sahip bir sistem, süreç boyunca sürekli iş üretmek için tasarlanmış entegre faaliyetler kümesidir. Böyle bir sistemde, zaman israfı olamayacağından, zamanın en doğru biçimde kullanımı sağlanır (Martin, 2007:124). Bunun yanında bu yaklaşım, bir operasyonel problemi istatistiksel probleme çevirerek, ispatlanmış matematiksel araçların kullanımıyla yeniden pratik eylemlere dönüştürebilmek anlamına gelmektedir (Çağlar ve Kurt, 2016:14).

2.2.Altı Sigma Roller ve Sorumluluklar

Altı sigma yaklaşımında görev alan proje ekibi yukarıdan aşağıya doğru aşağıdaki unvanları alırlar:

Üst yönetim: Vizyon sahibidir, değişimi yaratır ve uygular, maddi manevi destek olur.

Proje sahibi: Uzmanlığı sayesinde projelere teknik destek verir. Tepe yönetime proje seçimi ve değerlendirme konusunda yardımcı olur. Ekip üyelerini belirlemede katkı sağlar. Şampiyona ve ekiplere yardımcı olur ve projenin başarısından birinci derecede sorumludur.

Şampiyon: İletişimi ve çalışanların katılımını sağlar, motive eder, problemleri çözer ve engelleri ortadan kaldırır. Firma içinde altı sigma vizyonunu oluşturur, gerektiğinde projelere kaynak bulur ve proje sahiplerinin projeye destek olmasını sağlar.

Uzman siyah kuşak: Değişimi sağlar, projeleri değerlendirerek siyah kuşaklara rehberlik eder. Eğitimlik yapar, firma profilini analiz ederek projeler üretir. Şampiyona destek olur ve yönetime danışmanlık eder.

Siyah kuşak: Değişimi sağlar, proje seçer, ileri düzey problem savaşçısı olarak altı sigmayı uygular. Eğitimlik yapar, yeşil kuşaklara rehberlik eder ve şampiyona destek olur.

Yeşil kuşak: Değişimi sağlar, proje önerir ve bir problem savaşçısı olarak proje liderliği yapar ve altı sigmayı uygular.

Ekip üyeleri (Sarı kuşaklar): Uzmanlığı konusunda projelere teknik destek verirler, iyileştirmelerin sürekliliğini sağlar ve proje önerir.

Bütün bu proje ekibinin özellikle adanmış çalışanlardan olması son derece önemlidir (Işığışık, 2011: 115).

2.3.Altı Sigma Yol Haritası (TÖAİK-DMAIC)

Tanımlama (Define), Ölçme (Measure), Analiz (Analyze), İyileştirme (Improve) ve Kontrol (Control) modelini kullanan Altı Sigma, süreçlerin iyileştirilmesine, tasarım ve yönetimine odaklanır. Bu yaklaşımda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri anlamak gerekmektedir. Bundaki amacımız süreçleri matematiksel olarak anlayabilmektir (Gürsakar ve Oğuzlar, 2003: 49).

2.3.1.Tanımlama (Define)

Oluşturulan proje ekibiyle toplantılar yapılarak problem bu aşamada tanımlanır. Projenin amaçları, kapsamı, iç ve dış müşterileri ve kritik olan değişkenleri tanımlanır. Projede elde edilmek istenen hedef ile projenin kritik kalite özellikleri (CTQ) belirlenir. Mevcut süreç haritası çizilir.

Problemin tanımlanması yapıldıktan sonra beyin fırtınası yaparak problemin muhtemel sebepleri belirlenmelidir. Balık kılıcı diyagramı ile bu sebeplerin sınıflandırılması yapılarak, bu sebeplerin insan, metot, makine, çevre veya ölçüm kaynaklı mı olduğu tespit edilir. Beş neden analizi ile kök nedenler araştırılmalıdır. Ayrıca mevcut durumun analizinin analitik olarak yapılabilmesi açısından SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) diyagramı kullanılır. SIPOC diyagramı bize projenin sınırlarını çizme imkanı sağlayacaktır. Bu metotlar uygulandığı takdirde iyileştirme yapılabilecek noktalar çok daha kolay bir şekilde tespit edilebilir.

2.3.2.Ölçme (Measure)

Altı sigma yaklaşımında müşteri temel alındığından, müşteri gereksinimleri ve memnuniyetleri ölçülür. Bu ölçümleri yapmak için kritik kalite özellikleri seçilir, performans standartları tanımlanır ve veri toplama planı oluşturulur. Unutulmamalıdır ki yanlış veri ile yanlış sonuçlara ulaşılır. Bu sebeple toplanan verinin doğruluğu ve belirli bir karakteristik elde edilebilecek süreyi kapsamı çok önemlidir. Yani veriler sadece özel bir döneme ait olmamalıdır, geniş bir dönemi kapsamalıdır. Değişkenler ölçülür ve ölçme sisteminin geçerliliği ve güvenilirliği test edilerek veriler toplanır. Mevcut durumun nasıl davrandığı ölçme fazında net olarak tespit edilmelidir.

2.3.3.Analiz (Analyze)

Toplanan veriler ve iş süreçlerinin haritalarını, hataların kök nedenlerini ve geliştirme fırsatlarını belirlemek için mevcut performansla hedef performans arasındaki farkı, iyileştirme fırsatlarının önceliklerini ve değişkenlik kaynaklarını belirlemek için çeşitli analizler bu aşamada yapılır. Ortalama, standart sapma, medyan veya oran gibi özetleyici istatistiksel değerler kullanılarak ana kütle parametreleri için güven aralıkları hesaplanır ve anlamlılık testleri yapılır (Gürsakar ve Oğuzlar, 2003: 58).

Müşteri gereksinimlerini karşılayacak süreç veya ürün seçenekleri, hipotezler oluşturularak test edilir. Süreç yeterliliği ve değişkenliklerin sebepleri analiz edilerek performans amaçları tanımlanır.

2.3.4.İyileştirme (Improve)

Hedef süreç ile birlikte teknoloji ve disiplin ile problemleri ortadan kaldıran çözümler tasarlanır. Uygulama planları geliştirip yaygınlaştırarak iyileştirme bu aşamada yapılır. Uygun kişileri, uygun yerlerde ve zamanlarda düşük maliyetlerle kullanarak, hizmet içi eğitim ve ödüllendirme sistemleri ve yapıları yeniden oluşturularak iyileştirmeler kurumsallaştırılır (Gürsakar ve Oğuzlar, 2003: 60).

Potansiyel nedenler gözden geçirilmelidir ve kök sebeplere ilişkin muhtemel çözümlerin neler olduğu tartışılmalıdır. Değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenerek olası çözüm alternatifleri oluşturulur ve belirlenen çözümlerin nasıl uygulanacağı karşılaştırılarak süreç iyileştirilir.

2.3.5.Kontrol (Control)

Altı sigma modelinin kontrol aşaması, bir önceki aşamada gerçekleştirilen iyileştirmenin tesadüf olmadığına ortaya konulmasıdır. Bu aşamanın temel amacı, süreç çıktılarının oluşumunu sağlayan anahtar girdilerin sürekliliğini sağlamak ve kontrol etmektir. Bu amaçla, öncelikle girdi ve çıktı değişkenlerinin süreç yeterliliklerini belirlemek için kontrol planlarından, girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin kontrol grafiklerinden ve süreç yeterlilik analizlerinden yararlanılır (Çırkan, 2009: 28). Yürütülen planın geliştirilmesi, dökümantasyonu ve uygulanmasının sağlanması için, sürecin eskiye dönmesine izin verilmeden kontrol etme işi bu aşamada yapılır (Gürsakar ve Oğuzlar, 2003: 61).

Ölçme sisteminin geçerliliği incelenir, süreç yeterliliği belirlenir ve süreci kontrol etmek için süreç kontrol sistemi uygulanarak proje tamamlanır.

3.ALTİ SİGMA YAKLAŞIMININ ELEKTRİK DAĞITIM SEKTÖRÜNDE UYGULANMASINA YÖNELİK ARAŞTIRMA

3.1.Araştırmanın Amacı

Teknolojinin gelişmesi enerji sektöründe müşteri memnuniyeti ve kalite beklentisinin artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle, elektrik dağıtım sektöründe gerçekleştirilen araştırmamızın amacı, altı sigma yaklaşımının, işletmelerde operasyonel mükemmelliğe ve süreç iyileştirmelerine olan etkisini araştırmaktır. Altı Sigma yaklaşımının enerji sektöründeki uygulamalarına çok rastlanmadığından, araştırmamızın bu sektörde oluşu çalışmamızın önemini artırmaktadır. Ayrıca ülkemizdeki tüm elektrik dağıtım şirketleri açısından bakıldığında, altı sigma yaklaşımının uygulanabilirliğinin görülmesi bakımından sektörde farkındalık yaratılması amaçlanmaktadır.

Çalışmamızda, altı sigma yol haritasında yer alan tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol (TÖAİK) aşamalarında neler yapıldığı elektrik dağıtım sektörü özelinde ele alınmıştır. Bu yaklaşımla, teknolojik yatırım yapılacak noktaların kriterlere göre belirlendiği, sistematik bir yöntemin iş süreci haline getirilip şirket süreçlerine dahil edilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızın sektörde bulunan tüm elektrik dağıtım şirketlerine yeni açılımlar sunabileceği ümit edilmektedir.

3.2.Araştırmanın Kapsamı

Araştırmamız, elektrik dağıtım faaliyeti yürüten, yaklaşık iki milyon aboneye ve 2000 çalışana sahip bir elektrik dağıtım şirketinde yapılmıştır. Altı Sigma yaklaşımı uygulaması konusu sebebiyle araştırma tek bir elektrik dağıtım şirketinde yapılmıştır. Bunun temel nedeni uygulama konusu açısından iyi bir örneği temsil etmesidir.

Çalışmamızın problemi; enerji sektöründe ilgili elektrik dağıtım şirketinde teknolojik yatırımların yapılacağı noktaların belirlenmesinin çalışan görüşlerine ve tecrübelerine göre yapılmasıdır. Yatırım yapılırken kriterler oluşturulmamış ve sistematik bir süreç bulunmamaktadır. Bu nedenle yapılan teknolojik yatırımlarla ilgili ekipmanların, kullanım ihtiyacının ortadan kalkmasıyla sökülüp başka lokasyonlara montajının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum zaman israfına ve maddi

kayıplara yol açmaktadır. Bu problemlerin yaşanmaması için, altı sigma yaklaşımıyla birlikte yapılan bütün süreç iyileştirme çalışmaları araştırmamızda yer almaktadır.

3.3.Araştırmanın Yöntemi

Çalışmamızda, enerji sektöründe faaliyet gösteren bir elektrik dağıtım şirketinde yapılan altı sigma uygulamasının sonuçları incelenmektedir.

Çalışmamızda nitel araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmanın deseni (ya da stratejisi) örnek olay (vaka-durum) çalışmasıdır. Nitel araştırma, olgu ve olayları söz konusu doğal ortamı içinde anlamaya ve açıklamaya çalışır (Gürbüz ve Şahin, 2018:103). Veri toplama yöntemi olarak da görüşme (mülakat) tekniği kullanılmıştır.

3.4.Uygulama Aşamaları

Bu bölümde altı sigma yaklaşımının elektrik dağıtım sektöründeki uygulama adımları yer almaktadır. Altı Sigma yol haritasında yer alan tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol (TÖAİK) aşamalarında neler yapıldığı elektrik dağıtım sektörü özelinde ele alınmıştır. Uygulama aşamasında bu adımlarda neler yapıldığı aşağıda açıklanmaktadır.

3.4.1.Tanımlama Aşaması

Bu adımda, işletmedeki problem tanımlanarak, projenin hedefi ve kapsamı belirlenmiştir. İşletmede teknolojik yatırımların yapılacağı noktaların belirlenmesi çalışan görüşlerine ve tecrübelerine göre yapılmaktadır. Bu bağlamda problem; ilk montaj yıllarında SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition-Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama) kapsamına alınan kabinlerin bir kısmının günümüz şartlarına göre optimum lokasyonlarda bulunmaması olarak tespit edilmiştir. Projenin hedefi; daha önce teknolojik yatırım yapılan fakat günümüz şartlarında SCADA sistemi için uygun olmayan bu kabinlerdeki ekipmanların sökülüp belirlenen yeni lokasyonlara montajının yapılarak şirket SAIDI (System Average Interruption Duration Index-Ortalama sistem kesinti süresi indisi) endeksine olan etkiyi azaltmaktır. Ayrıca uzun vadede SCADA kapsamına alınacak lokasyonların belirlenmesinde hataya mahal vermeyen, sistematik bir metot geliştirmektir. Projenin kapsamı; SCADA sistemine alınacak lokasyonların, arıza sayısı, ortalama ve toplam kesinti süresi, ilgili kabinin SAIDI etkisi, haberleşme sinyal seviyesi ve hücre tipi gibi kriterlere göre belirlenerek seçilmesini sağlamaktır.

$$SAIDI : \text{Ortalama Sistem Kesinti Süresi indisi} \quad N_{sustained} : \text{Kesintiden etkilenen tüketici sayısı}$$

$$SAIDI = \frac{\sum (N_{sustained} \cdot D_{sustained})}{N_{served}} \quad D_{sustained} : \text{Kesinti süresi}$$

$$N_{severd} : \text{Sistemden Beslenen Tüketici sayısı}$$

Şekil 1. SAIDI Endeksinin Formülü

SAIDI endeksi; ülkemizde uygulanmakta olan yönetmeliğe göre şebeke performansını ölçmek ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Ortalama sistem kesinti süresi indisi olarak bilinmektedir. Kesinti süresi ile etkilenen tüketici sayısı çarpılır ve her kesinti için bu çarpımların toplamı alınır. Bulunan değer, sistemden beslenen tüketici sayısına bölünerek SAIDI endeksi bulunur.

SCADA; DSL/3G modem, akıllı röle, RTU, akıllı sensörler gibi cihazlarla saha verilerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplayan sistemlerdir. Tanımlanan kriterlere göre bu bilgileri değerlendirip gerektiğinde kullanıcıya erken uyarı alarmları üretir. Üretimi etkileyen çeşitli etkenlerin merkezi bir noktadan grafiksel veya trend olarak takip edilmesini gerçekleştirir. Sahadaki kontrol noktalarına uzaktan müdahale edilmesine imkan sağlar.

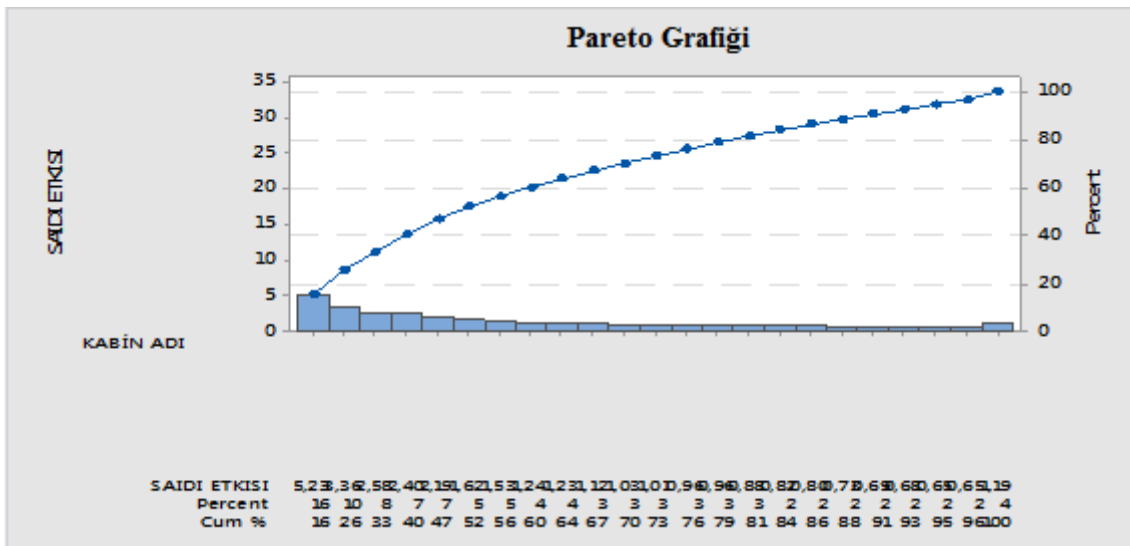
Tanımlama aşamasında, beyin fırtınası yapılarak SCADA kapsamına alınacak kabinler için seçim kriterleri ve problemin olası sebepleri tespit edilmiştir. Belirlenen sebepler balık kılıçığı yöntemiyle sınıflandırılmıştır. Problemin ağırlıklı olarak insan ve uygulanan metotlardan kaynaklandığı görülmüştür. Sebepler üzerinde beş neden analizi yapılarak kök nedenler tespit edilmiştir. Mevcut durumun analizinin analitik olarak yapılabilmesi için SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) diyagramı kullanılarak projenin sınırları çizilmiştir. Böylece iyileştirme fırsatları daha kolay tespit edilmiştir.

3.4.2. Ölçme Aşaması

Bu aşamada ilgili şirkette mevcut durumun çerçevesini çizebilmek için geçmiş dönem verileri kullanılarak, SCADA kapsamındaki kabinlerin toplam ve 1 aya düşen arıza sayıları ile kabinde yapılan toplam ve 1 aya düşen manevra sayıları (kullanım sayısı) ölçülmüştür.

Mevcut durumda daha önce SCADA kapsamına alınan kabinlerin 30 tanesinde 1 yıldaki kullanım sayısı 30'un altındadır. Bu kabinlerin 3 tanesinde ise kullanım sayısının 0 olduğu görülmüştür. İlk montaj zamanında izleme amacı da düşünülerek seçim yapılmıştır fakat günümüz şartlarında ilgili şirket izleme görevini başka bir teknoloji üzerinden yapabildiğinden mevcut durum verimlilik oranı %80 olarak görülmektedir.

Geçmiş dönem verilerine bakılarak SCADA kapsamında olmayan kabinlerin arıza sayısı, kesinti süresi ve SAIDI etkisi ölçülmüştür. Grafik-1'de kabin isimleri gizlenerek verilen pareto grafiğinde SCADA sisteminde olmayan kabinlerin şirket SAIDI endeksine etkisi görülmektedir.



Grafik 1. SCADA Sisteminde Olmayan Kabinlerin SAIDI Etki Grafiği

3.4.3. Analiz Aşaması

Analiz aşamasında hipotez testi yapılmıştır.

H0:%95 güvenilirlik seviyesinde SCADA'ya dahil olan kabinlerin ortalama kesinti süresi ile olmayanların ortalama kesinti süresi arasında fark yoktur.

H1:%95 güvenilirlik seviyesinde SCADA'ya dahil olan kabinlerin ortalama kesinti süresi ile olmayanların ortalama kesinti süresi arasında fark vardır.

Girdimiz kabinlerin SCADA sisteminde olup olmama durumu, çıktımız ortalama kesinti süresi olduğundan, Two Sample T-test uygulanmıştır. Hipotez testi sonucuna göre SCADA sisteminde olan kabinlerle olmayan kabinler arasında kesinti süresi yönünden fark vardır. P-value 0,05'den küçük olduğu için H0 ret, H1 kabul olur. Şekil-2'deki program çıktısında hipotez testi sonucu görülmektedir.

Çift Örneklem T-Testi: Toplam Kesinti Süresi-SCADA Durumu

Method

μ_1 : mean of Toplam KESİNTİ SÜRESİ (SAAT) when SCADA DURUMU = SCADA VAR
 μ_2 : mean of Toplam KESİNTİ SÜRESİ (SAAT) when SCADA DURUMU = SCADA YOK
 Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Tanımlayıcı İstatistikler: Toplam KESİNTİ SÜRESİ (SAAT)

SCADA DURUMU	N	Mean	StDev	SE Mean
SCADA VAR	123	9,2	16,7	1,5
SCADA YOK	1238	4,46	7,33	0,21

Tahmini Fark:

Difference	95% CI for Difference
4,76	(1,76; 7,77)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
3,14	126	0,002

Şekil 2. Hipotez Testi Sonucu Program Çıktısı

3.4.4.İyileştirme Aşaması

Bu aşamada kök sebeplere ilişkin çözümler üzerinde çalışılarak uygulamaya geçilmiştir:

- SCADA kullanımına yönelik farklı işleyiş, verilen eğitim ve bilgilendirme toplantılarıyla ortadan kaldırılmıştır ve her ilin SCADA kullanım oranının artırılması sağlanmıştır.
- SCADA kapsamına alınacak lokasyonlar, arıza sayısı, ortalama kesinti süresi, toplam kesinti süresi, ilgili kabinin SAIDI etkisi, haberleşme sinyal seviyesi, hücre tipi, ayırıcı/kesici sayısı ve kabinin ring beslemeye elverişli olma durumu gibi kriterlere göre seçilmiştir.
- SCADA lokasyonlarının belirlenmesinde süreç haritası oluşturularak zamanın doğru yönetilmesi sağlandığından montaj sırasında meydana gelen zaman baskısı ortadan kalkmıştır.

- Süreç haritası onaylanarak şirket yönetim sistemi dokümanlarına eklenmiştir ve mail olarak bütün çalışanlara yayınlanmıştır.

Mevcut SCADA noktalarından kullanılmayanların tespit edilmesiyle oluşturulan 1. liste ile belirlenen kriterler doğrultusunda oluşturulan montaj yapılacak lokasyonları içeren 2. liste süreç haritasının ana adımlarıdır. Bu adımlara göre kullanım sayısı 0 olan iki kabinde sökülen ekipmanlar, SAIDI etkisi en yüksek olan iki kabine montajlanarak iyileştirme aşamasının en önemli kısmı gerçekleştirilmiştir.

3.4.5.Kontrol Aşaması

Kontrol aşamasında demontaj-montajı yapılan teknolojik ekipmanların hedeflendiği gibi şirket SAIDI endeksini azaltıp azaltmadığı kontrol edilmiştir. Tablo-1’de kontrol sonuçları görülmektedir.

Tablo 1. Kontrol Aşaması SAIDI İyileşmesi

	Montajdan Önce				Montajdan Sonra				İyileşme Miktarları		
	Arıza Sayısı	Ortalama Kesinti Süresi (Dakika)	Toplam Kesinti Süresi (Dakika)	Kabinin SAIDI Etkisi (Dakika)	Arıza Sayısı	Ortalama Kesinti Süresi (Dakika)	Toplam Kesinti Süresi (Dakika)	Kabinin SAIDI Etkisi (Dakika)	Ortalama Kesinti Süresindeki İyileşme (Dakika)	Toplam Kesinti Süresindeki İyileşme (Dakika)	SAIDI Etkisindeki İyileşme (Dakika)
1.kabin	44	92	4048,2	5,69	28	5	140	0,17			
2.kabin	32	52	1655,4	2,72	41	5	205	0,33			
Montajdan sonra tahmini 1 yıllık arıza durumuna göre											
1.kabin	62	92	5704	10,33	62	5	310	0,32	87	5394	10,01
2.kabin	93	52	4836	7,24	93	5	465	0,75	47	4371	6,49

Arıza ekipleri montajı yapılan bu kabinlere, arızaya müdahale amacıyla gitmeyeceklerinden araç ve saat ücretleri üzerinden maddi kazanımlar da gerçekleşmiştir. Tablo-2’de elde edilen maddi kazançlar görülmektedir.

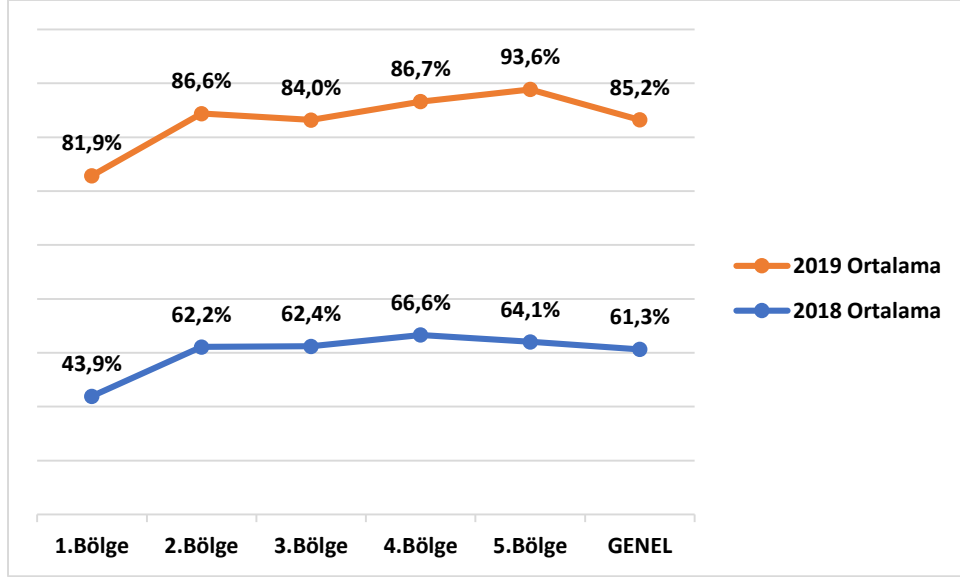
Tablo 2. Kontrol Aşaması Maddi Kazançlar

	Ortalama Kesinti Süresi (dk) Scadasız	Ortalama Kesinti Süresi (dk) Scada ile	Montajdan İtibaren Müdahale Edilen Toplam Arıza Sayısı	Toplam Kesinti Süresi Scadasız (Saat)	Toplam Kesinti Süresi Scada ile (Saat)	Toplam Maliyet (TL) Scadasız	Toplam Maliyet (TL) Scada ile	Maliyet İyileşme (TL)
1.kabin	92	5	28	42,9	2,3	3.864,00 ₺	67,67 ₺	3.796,33 ₺
2.kabin	52	5	41	35,5	3,4	3.198,00 ₺	99,08 ₺	3.098,92 ₺
Toplam			69	78,5	5,8	7.062,00 ₺	166,75 ₺	6.895,25 ₺

İyileşme rakamları, montajdan sonra 4,5 aylık süreyi kapsamaktadır. Montajı yapılacak toplam kabin sayısı 30 olduğu düşünüldüğünde aynı arıza verilerine göre yılda 285.000TL civarı kazanç tahmin edilmektedir. Arızaya 2 personel 1 araç olarak gidildiğinden bunun saatlik maliyetiyle,

SCADA sisteminde çalışarak arızaya uzaktan müdahale eden personelin saatlik ücreti üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Ayrıca kontrolü yapılan diğer konu Grafik-2’de görülmektedir. İlgili şirketin elektrik dağıtım yaptığı bölgelerde SCADA sisteminin kullanım oranları artırılarak bölgelerdeki işleyiş farklılıkları giderilmiştir.



Grafik 2. Bölgelere Göre SCADA Kullanım Oranları

3.5.Araştırma Bulguları

Projenin tanımlama aşamasındaki problem tanımına, projenin hedefine ve kapsamına uygun olarak çalışma yapılmıştır. İlgili şirkette teknolojik yatırımlardan SCADA sistemi montajları artık çalışan görüş ve tecrübelerine göre değil bilimsel istatistiklere göre yapılmaktadır.

Ölçme aşamasında, günümüz şartlarında bazı kabinlerdeki teknolojik ekipman ihtiyacının ortadan kalktığı görülmüştür. Hatta 3 adet kabinde kullanım sayısının 0 olduğu gözlemlenmiştir. İlk montaj yıllarında izleme amacı da düşünülmüştür fakat günümüz şartlarında ilgili şirket izleme görevini başka sistemlerle yapabildiğinden bu kabinlerdeki ihtiyaç ortadan kalkmıştır. Şartlar ve ihtiyaçlar sürekli değişebildiğinden, bu değişikliğe cevap verebilen bir süreç tasarlanmıştır.

Analiz aşamasında, SCADA sistemine dahil olan kabinlerle olmayan kabinlerin arasında kesinti süresi yönünden fark olduğu hipotez testiyle kanıtlanmıştır. Arızanın çok olduğu kabinlerde SCADA sisteminin kesinti sürelerini düşürdüğü bilimsel istatistiksel yöntemlerle kanıtlanmıştır.

İyileştirme aşamasında, daha önce tanımlama aşamasında belirlenen kök nedenlerle ilgili çözümlerin uygulanmasına geçilmiştir. Sonuçlar kontrol aşamasında takip edilmiştir. İyileştirmeler amacına ulaşmıştır.

Bütün bu süreçte tamamen şirket kaynakları kullanıldığından giderler oldukça düşüktür. Ekipmanların demontaj-montajıyla birlikte gerekli bütün konfigürasyonlar şirket çalışanları

tarafından yapılmıştır. Projenin hedefine uygun hareket edilerek şirket SAIDI endeksine etki düşürülmüştür.

4.SONUÇ ve ÖNERİLER

Altı sigma, müşteri memnuniyetinin sağlanabilmesi bakımından değişen şartlara ve ihtiyaçlara uyum sağlayabilen bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda, süreç iyileştirmeleri ve yeterlilik analizleri sistematik ve bilimsel yollarla yapılmaktadır. Bu sayede organizasyonlar kişilere bağlı kalmadan, kurumsallığın gereği olarak süreçlere bağlı çalışabilmektedir.

Çalışmamızda, teknolojik yatırımların yapılacağı lokasyonların seçiminde, günümüz şartlarına uyum sağlayabilen, istatistiğe dayalı, geçerli kriterlere göre çalışan, sistematik ve hataya mahal vermeyen bir iş süreci oluşturulmuştur. Bu sayede şirket zaman israfının ve maddi kayıpların önüne geçmiştir. Altı sigma yaklaşımındaki tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol aşamaları enerji sektöründe faaliyet gösteren elektrik dağıtım şirketi özelinde uygulanmıştır. Bütün montajlar gerçekleştiğinde yılda 285.000TL maddi kazanç beklenmektedir.

Enerji sektöründeki diğer uygulamada, enerji santralinde buhar üretimindeki kayıpların, yapılan iyileştirmeler ile ortadan kaldırılmasıyla 25.000\$ kazanç ve buhar türbini kapasitesinin 30kWh artırılması sağlanmıştır. Pet şişe üretimi yapan bir firmadaki uygulamada ise, 6 sigma TÖAİK aşamaları uygulanarak enerji tüketimleri analiz edilmiştir. En çok enerji tüketilen nokta belirlenerek süreç iyileştirmeleri yapılmıştır ve 150.000 TL'lik bir kazanç elde edilmiştir. Bu iki uygulamada çalışmamızla benzer olmak üzere süreç iyileştirmeleri yapılarak maddi kazançlar elde edilmiştir.

Altı sigma yaklaşımı şirketlerde bir kültür olmalıdır. Bu sebeple, süreç iyileştirme uygulamaları işletmede sürekli hale getirilmelidir.

Çalışmamızın kısıtları; araştırmanın tek bir işletmede yapılmış olmasıdır. Şirket gizliliği sebebiyle, proje çıktısı olarak oluşturulan iş süreci, çalışmamızda yer almamaktadır. Ayrıca şirkete özgü bazı bilgiler gizli tutulmuştur.

Son olarak konuyla ilgili bazı önerilerimiz de bulunmaktadır. Altı sigma yaklaşımının sürekli uygulanabilmesi için şirketlerde altı sigma birimleri kurulmalıdır. Kendi işini yapan personel ile altı sigma projeleri yürütülürken yoğunluk yaşanabilmektedir. Altı sigma birimi sadece bu tip iyileştirme projeleriyle ilgilenecek şirketin daha fazla kar etmesine katkıda bulunacaktır. Altı sigma kültürünün şirkete yerleştirilmesi için ilgililere eğitim verilerek, uygulama pratiği sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Avunduk, H. (2019). "Yalın Altı Sigma: Bir Pet Şişirme Makinesinde Süreç İyileştirme Uygulaması", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 18(70):633-653.

Çağlar, M. & Kurt, M. (2016). "Altı Sigma Yaklaşımı Ve Savunma Sanayi Sektöründe Bir Uygulama", Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Dergisi, 27(3):13-24.

Çırkan, F. (2009). "Altı Sigma Süreç İyileştirme Tekniği ve Sanayide Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Firuzan, A. R.; Kuvvetli, Ü. & Gerger, A. (2012). " Altı Sigma Metodolojisi Ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama", Journal of Yasar University, 25(7):4176-4188.

- Güner, M.; Akman, Ü. & Yücel, Ö. (2010). "Erkek Gömleği Üretim Sürecinin Altı Sigma Yöntemiyle İyileştirilmesi", *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 20(1):75-82.
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Gürsakal, N. & Oğuzlar, A. (2003). *Altı Sigma*, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:205, Bursa.
- Işığçok, E. (2011). *100 Soruda Altı Sigma*, Marmara Kitabevi, Bursa.
- Martin J.W. (2007). *Lean Six Sigma For Supply Chain Managment: The 10-Step Solution Process*, Mc Graw Hill, New York.
- Özveri, O. & Dinçel, D. (2012). "Altı Sigma Proje Seçim Yöntemleri ve Bir Hastanede Uygulanması", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2):55-78.
- Satı, Z.E. & Gülay, K. (2012). "Altı Sigma Yönteminin Bir Enerji Santralinde Uygulanması", *Business and Economics Research Journal*, 3(4):143-163.
- Stamatis, D.H. (2004). *Six Sigma Fundamentals: A Complete Guide to the System, Methods and Tools*, CRC Press, Boca Raton.
- Tezsürücü, D. & Tunail, İ. (2010). "Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Örnek Olay İncelemesi", *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 8(1):129-146.