



## ALTI SİGMA EĞİTİM TASARIMLARININ PROJELERİN PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ EFFECTS OF SIX SIGMA EDUCATION DESIGNS ON PERFORMANCE OF PROJECTS

Ali ŞEN\*

Yasin BÜYÜKKÖR\*\*

Murat TANIK\*\*\*

Samim DÜNDAR\*\*\*\*

### Öz

İşletmelerin anahtar süreçlerinin performansının artırılmasında Altı Sigma metodolojisinin ve Altı Sigma araçlarının kullanımı günümüzde yaygın olarak kabul görmüştür. Altı Sigma yöntemi faaliyetleri süreç tabanlı bir bakışla ele alırken süreç performansının iyileştirilmesinde analitik yöntemlerden faydalanır ve özellikle istatistiksel düşünceye dayalı araçlar diğer iyileştirme araçları ile entegre bir şekilde kullanılırlar. Bu metodolojinin uygulanması ve olumlu sonuçlar doğurabilmesi için alınması gereken eğitimler “değişim için öncelikli bir kaldıraç” vazifesi görmektedir. “Altı Sigma metodolojisi, istatistiksel yöntemler ve diğer araçlar”ı kapsayan eğitimlerin performansı Altı Sigma proje sonuçları üzerinde doğrudan etkiye sahip olacağından eğitimlerin amaca uygun, kişilerin nitelikleri dikkate alınarak ve çalışanların beklentilerini karşılayacak şekilde tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Altı Sigma eğitimlerinin tasarlanmasında teorik altyapının oluşturulması ve uygulamalı çalışmaların değerlendirilmesine yönelik eğitim faaliyetlerinin en iyi Altı Sigma proje performansını sağlayacak şekilde entegre edilebilmesi için yapılması gerekenler araştırılmıştır. Teorik sunumlar ve “case study”lerin farklı ağırlıklarla kullanıldığı çok sayıda eğitimin sonuçlarının değerlendirildiği bir uygulama, çalışmanın kapsamında yer almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Altı Sigma Eğitimi, Süreç İyileştirme.

### Abstract

Six sigma methodology and its tools are becoming very popular for the improvement of key processes of organizations. As six sigma handles the activities with a process based perspective it mostly uses analytical methods and integrates statistical thinking with other improvement tools. The courses that must be taken in order to utilize and benefit from this methodology are “the primary leverage of change” Since the performance of six sigma courses that consists of the subjects “six sigma methodology, statistical methods and other tools” directly affects the project results, the design of a six sigma course gains a great importance and many issues like the expectations of the project participants their experiences and personal qualifications should be taken into consideration while deciding on the course path. The purpose of this study is to find the best ways to integrate the theoretical aspect and the case study applications for the course. The study also covers the results of many given courses with different designs and many weighted combinations of theoretical presentations and case studies.

**Keywords:** Six Sigma Education, Course Design, Process Improvement.

### 1. Giriş

Altı Sigma yaklaşımı günümüzde pek çok kuruluş tarafından hatasızlığı sağlamak, müşteri memnuniyetini arttırmak yani özetle finansal olarak ölçülebilir sonuçları sağlayacak şekilde iş süreçlerinin performansını arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Değişik kaynaklarda Altı Sigmanın farklı tanımlamalarına rastlamak mümkündür. Bu tanımlamalar içinde Motorola çalışanlarından ve felsefenin kurucularından biri olan Harry (2000)'de Altı Sigma'yı şu şekilde tanımlamaktadır:

“Altı Sigma yoğun veri toplama yöntemleri ve istatistik analizleri kullanarak hataların kök nedenlerini tespit edip hatasızlığı başarmayı amaçlayan belirli bir disiplinle sahip bir metottur”. Farklı kişiler tarafından farklı şekilde tanımlanan Altı Sigma yaklaşımının organizasyonların başarısına sağladığı en önemli karakteristikler Harry ve Schroeder (2000) tarafından şu şekilde sıralanmaktadır.

\* Prof. Dr., İstanbul Kültür Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat - Yönetim Ekonomisi, ali.sen@iku.edu.tr

\*\* Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, yasinbuyukkor@hotmail.com

\*\*\* Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, murat.tanik@deu.edu.tr

\*\*\*\* Yrd. Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, samim.dundar@ege.edu.tr



- 1) Süreç odaklı bakış açısının sağlanması ve tabii ki buna bağlı olarak da müşteri odaklılığın kuruluşa yerleşmesi.
- 2) Süreç performanslarının kuruluşun her seviyesinde dikkate alınması ve süreç yeteneğinin tüm organizasyon için ön planda tutulması. (DPMO gibi metriklerin kullanımı)
- 3) Yeşil kuşak, kara kuşak, uzman kara kuşak gibi üstün yeteneklere sahip kişilerin sayısının artırılması
- 4) Hataların veya varyasyonun azalmasına odaklı kara kuşak projeleri
- 5) Gerçeklere dayalı yönetim anlayışının yaygınlaşması.
- 6) Proje seçimlerinin iş amaçlarına uygun olarak yapılması.
- 7) Üst yönetimin açık vizyon değer ve amaçlarının olması
- 8) Üst yönetimin belirlediği amaçların üretim sahasına ve müşteri temas noktalarına kadar yayılımı.

Tüm bu özellikleri sayesinde Altı Sigma yaklaşımı. General Electric, Motorola, gibi kuruluşlara yüksek başarı düzeyini yakalamalarına yardımcı olmuştur.

Tüm bu olumlu özelliklere sahip olmakla beraber organizasyon içerisinde başarılı bir Altı Sigma kurulumu sağlayabilmek için gerçekleştirilmesi gereken pek çok şart ve dikkate alınması gereken pek çok faktör vardır. Bu faktörler tüm kalite iyileştirme faaliyetinden çok da farklı olmamakla beraber Altı Sigma hareketi bakımından Anthony ve Banuelas (2002) tarafından incelenmiştir. Bu faktör ve bileşenler en başta yönetimin katılımı ve katkısı, kurum kültürünün değişimi ve çalışanların davranış ve inanç biçimlerinin olgunlaşması, organizasyonların iç yapıları gibi faktörlerdir. Elbette proje yönetimi kabiliyeti, proje önceliklerinin belirlenmesi ve seçimi, Altı Sigma projesi ile iş stratejileri arasındaki bağlantının kurulması, Altı Sigma-Müşteri, Altı Sigma-Tedarikçi, ve Altı Sigma-İnsan Kaynakları arasındaki bağlantıların gücü de oldukça yüksek öneme sahiptirler. Ancak tüm bu faktörlerin yanında oldukça yüksek öneme sahip diğer bir faktör de Altı Sigma Eğitimlerinin yeterliliğidir.

## 2. Altı Sigma Eğitimleri ve Çalışan Beklentilerinin Güçlendirilmesi

Altı Sigma metodolojisinin uygulanması ve olumlu sonuçlar doğurabilmesi için alınması gereken eğitimler “değişim için öncelikli bir kaldıraç” vazifesi görmektedir.

Açıktır ki alınan eğitimlerin başarılı Altı Sigma projelerine dönüşmesi için organizasyonel destek te çalışanlar açısından büyük önem taşımaktadır. Bu iki itici güç aynı zamanda çalışanların Altı Sigma projelerinden beklentilerinin de şekillenmesi üzerinde ağırlıklı role sahiptir. Motivasyonun “beklenti” teorisini (Expectancy theory of motivation) açıklarken Vroom (1964) “beklenti” kavramını harcanan çabaların istenen performans seviyesini sağlamanın algılanan olasılığı olarak tanımlamaktadır. Buch ve Tolentin (2006) ya göre beklenti, bir çalışanın, “eğer denersem başarırım” şeklinde ifade edebileceği zihinsel bir yapı veya inançtır. Araştırmalar göstermektedir ki bir görevle ilgili çalışanın beklentisi düşükse görevle ilgili hedeflenen sonuçlar ne kadar iyi olursa olsun çalışan konuya motive olamayacaktır.

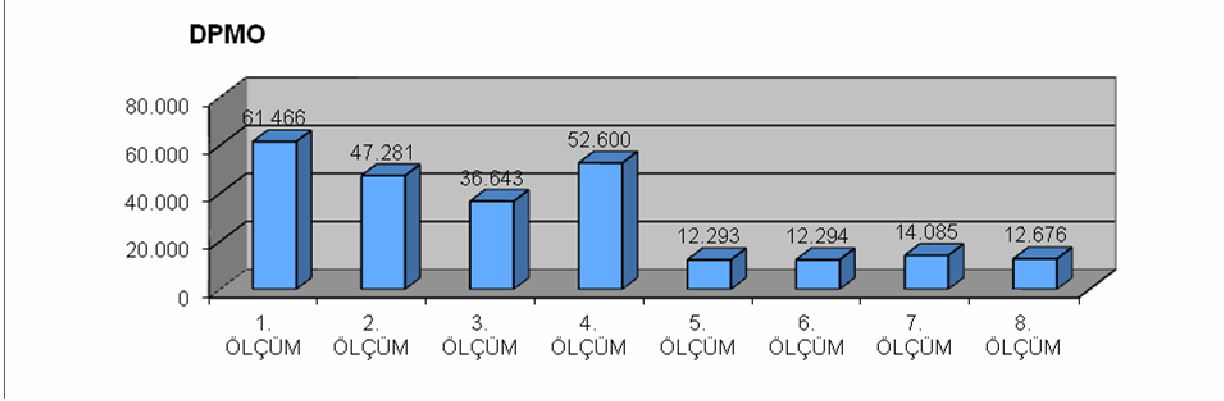
Buch ve Tolentin (2006) büyük ölçekli bir firmada 216 kişi üzerinde yaptıkları araştırmada Altı Sigma projelerinde yer alan ve almayan iki grubu kazandıkları yetenekler ve organizasyonel destek ana başlıkları altında çok sayıda beklenti faktörü bakımından karşılaştırmış ve pek çok ilginç bulguya rastlamışlardır. Bunlardan bir tanesi de çalışanların altı sigma projelerinde rol aldıkça ve kuşak dereceleri arttıkça projelere ait beklentilerinde de belirgin bir artış olmasıdır. Çalışmanın sonucunda Buch ve Tolentin (2006) Altı Sigma eğitimlerinin sınıf ortamı eğitimleri ile gerçek hayat projesi uygulamalarının bir araya getirmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar.

## 3. Uygulama

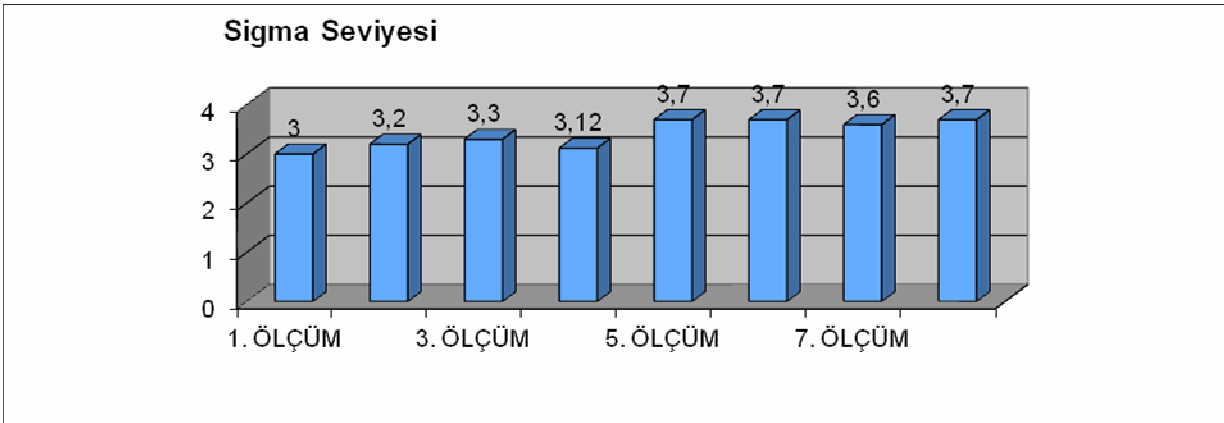
Uygulama otomotiv yan sanayinde önemli bir konuma sahip olan büyük ölçekli bir kuruluşta Mart 2005 tarihinde başlatılmış ve halen devam eden Altı Sigma çalışmalarını ele almaktadır. Yönetim proje hedefini hedefi 2008 yılının başında milyonda en fazla 3.4 kusurlu ürünün üretildiği Altı Sigma seviyesindeki süreçlere sahip olmak ve aynı zamanda beş adet kara kuşak ve otuz adet yeşil kuşak sahibi çalışana kavuşmak olarak belirlemiştir. İlk fazda üst yönetim kritik öneme sahip olduğuna karar verdiği beş adet ürünü belirlemiş ve bu ürünlere ait kalite karakteristiklerinin varyasyonunu azaltarak hatasızlığı başarmayı hedeflemiştir. Beş adet orta kademe yeşil kuşak adayı olarak belirlenmiş, bu adaylar yönetimin onayıyla ekiplerini oluşturmuş ve bu ekipler Altı Sigma projelerini yürütmek için ihtiyaç duydukları temel istatistik ve gerekli diğer Altı Sigma eğitimlerini almışlardır. İlk fazı Aralık 2005'te tamamlanan proje sonucunda ağırlıklı ürünlerin DPMO seviyesi başlangıç öncesi ortalama 60.000 civarında iken ilk fazın sonunda kuruluş yaklaşık milyon fırsatta 13000 kusur seviyesine ulaşmayı başarmıştır. Bu da kuruluşun yaklaşık 3 sigma seviyesinden 3.7 sigma seviyesine ulaştığını göstermektedir. Aralık 2005 te başlayan ikinci

fazda ise yeniden 5 adet yönetici belirlenmiş proje takımları oluşturulmuş ve yeni 5 adet ağırlıklı ürün belirlenerek ikinci faz çalışmalarına başlanmıştır. İkinci fazın sonunda Eylül 2006 da kuruluş yaklaşık 6000 DPMO ve buna karşılık olarak 4 sigma seviyesine ulaşmıştır.

Şekil 1: Altı Sigma Projeleri 1. Dalga Ölçüm Sonuçları-DPMO Seviyeleri



Şekil 2: Altı Sigma Projeleri 1. Dalga Ölçüm Sonuçları-Sigma Seviyeleri

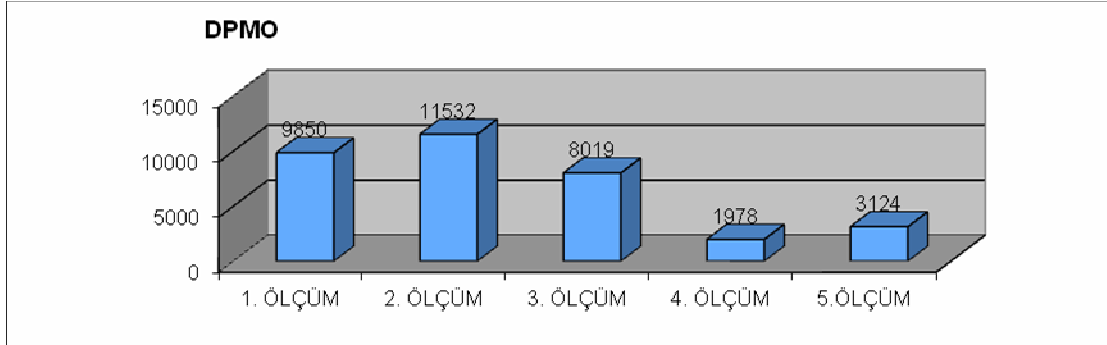


Bu iki fazı yürütürken proje takımları en iyi ve etkili iyileştirme yöntemlerini süreç yürüyüşleri sırasında, yani operasyonların yanı başlarına giderek kendi aralarında ve operatörlerle yaptıkları sorgulamalar sırasında elde etmişlerdir. Her iki fazın başlangıcında proje takımlarına temel istatistik eğitimleri verilmiş olup takımlar çalışmalar sırasında regresyon analizi, varyans analizi, deney tasarımı gibi kendilerince nispeten ileri sayılacak herhangi bir istatistik tekniğe ihtiyaç duymamışlardır. Temel istatistik bilgisi, tanımlayıcı-belirleyici istatistikler, verilerin grafiksel sunumu ve analizi gibi temel bilgiler, takımın ve diğer çalışanların teknik bilgileri ile ve de en önemlisi ekip çalışanlarının işbaşı sorgulamaları ile bir araya gelerek çok başarılı sonuçlar alınması mümkün olmuştur.

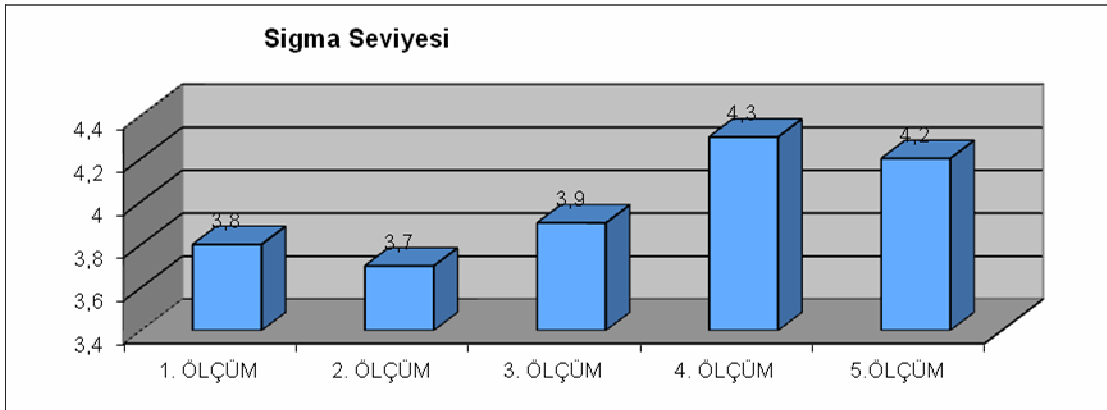
Çalışmalar daha detaylı bir şekilde incelendiğinde şu sonuçları çıkarmak mümkün olabilir: Kuruluş projeler öncesinde kritik süreçlerde 3 sigma süreç performansına sahipken, süreçlerde kök salmış ve kronikleşmiş pek çok problem mevcuttu ve bunların kısa vadede çözülmesi pekte mümkün görülmemekteydi. Ancak 6 sigma çalışmalarının başlamasıyla takımlar süreç odaklı bakış açılarını kuvvetlendirmişler ve problem çözümünün evrensel yapısı kabul edilebilecek DMAIC yaklaşımını öğrenerek sorunlara disiplinli ve metodolojik yaklaşıma yeteneklerini geliştirmiş ve en önemlisi veri toplamanın ve verilere dayalı karar vermenin etkili sonuçları ile yüzleşmişlerdir. Her iki fazda süreçlerden toplanmış veriler incelenip analiz edilirken sebep sonuç ilişkileri takım üyeleri tarafından kolaylıkla tespit edilebilmiştir ve herhangi bir ileri istatistik teknik veya analizi kullanma ihtiyacı oluşmamıştır. Proje ekipleri sadece disiplinli ve metodolojik davranış biçimleri ve süreç yürüyüşleri adı verilen yerinde incelemelerle

oldukça başarılı iyileştirmelere imza atmış ve yine DMAIC yaklaşımının kontrol fazını hayata geçirerek problemlerin tekrarının oluşmasını önlemeyi başarmışlardır.

Şekil 3: Altı Sigma Projeleri 2. Dalga Ölçüm Sonuçları-DPMO Seviyeleri



Şekil 4: Altı Sigma Projeleri 2. Dalga Ölçüm Sonuçları-Sigma Seviyeleri



Projelerin 3. fazında ise kuruluş stratejik kararlarıyla uyum sağlayacak şekilde yeni 7 adet proje belirlemiş ve yeni 7 adet iyileştirme takımı oluşturmuştur. Ekim 2006 yılında başlanan bu 7 projenin 4 tanesi sürecin tamamına odaklanmak yerine DPMO seviyelerinde ve maliyetlerde artışa neden olan kronikleşmiş problemler üzerine odaklanmıştır. Bir proje belirli bir kalite özelliğini iyileştirmek ve buna bağlı oluşan hasarlı muayene maliyetlerini düşürmek amacıyla seçilmiştir. Bir proje belirli bir sürece ait çevrim sürelerini düşürme amacıyla ve bir diğeri de enerji sarfiyatlarını düşürmek amacıyla başlatılmıştır. Bu projelerde de ekipler sonuçlara etki eden ve etki etme potansiyeli olan faktörler ve kök nedenlerle sonuçlar arasındaki ilişkileri kolaylıkla tespit etmişler ileri istatistik teknikler kullanmamışlardır. Ancak tüm projelerde özellikle iki projede ardışık operasyonlar arasındaki korelasyon yapıları araştırılmış, kutu grafikleri ile bu ardışık operasyon yapıları incelenmiş saçılım diyagramları yoğun olarak kullanılmış, tedarikçi ve hammadde farklılıkları basit hipotez testleri ile incelenmiştir. Ekipler keşfedici istatistik teknikleri, grafik gösterimleri yoğun olarak kullanmaya başlamışlardır. Projeler Mart 2007 tarihinde tamamlanmış ve üst yönetimin de memnuniyetini sağlayan başarılı sonuçlar doğurmuştur.

Gelinen noktada süreçlerdeki varyasyon oldukça azalmış, süreç performansı yaklaşık 4-4,5 sigma seviyesine ulaşmış ve süreç stabilizasyonunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. İyileştirme ağacının alt dallarındaki elmalar azalmış daha fazla ilerleme sağlamak için daha fazla ve dikkatli çabalar gösterme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Özel sebepli varyasyon kaynakları büyük oranda ortadan kaldırıldığından çoğu süreç varyasyonunun azaltılması için süreç parametreleri üzerinde odaklanma fırsatı doğmuştur. Basit sebep sonuç analizleri artık bazı noktalarda yeterli olmayıp daha ileri istatistik tekniklere duyulan ihtiyaç artmıştır. Kuruluş bu ihtiyacı karşılamak için proje çalışanlarına yönelik ileri istatistik eğitimlerini planlamış ve bu



eğitimin verilmesine başlanmıştır. Proje takımlarında rol alan çalışanlar genelde regresyon analizi, varyans analizi, deney tasarımı gibi tekniklere karşı endişe ile yaklaşmakta bu tekniklerin zor olduğuna karşı bir inanç ve başarısızlık korkusu hissetmektedirler. Bu endişe önceki projelerde daha fazla istatistik teknik kullanan kişi ve gruplar arasında daha azdır ve bu kişi ve gruplar daha ileri tekniklerin ihtiyacı içinde olduklarının bilincindedirler. Daha önce denemiş ve başarmış olanların beklentileri diğerlerine göre daha üst düzeydedir. Bu gerçek göz önüne alındığında ihtiyaç duyulan istatistik tekniklerle ilgili teorik eğitimlerin case study - vaka çalışmaları ile desteklenmesinin faydalı olacağı gerçeği ortaya çıkmaktadır. Vaka çalışmaları ile kişilerin teorik bilgileri nasıl hayata geçirebileceği somutlaştırılabilir ve bu çalışmaları anlayıp yorumlayabilen proje ekiplerinin beklentileri de değişecek ve başarıya olan inançları artacaktır. Kendileri teknikleri hiç uygulamamış bile olsalar ekipler, başarılı projeleri incelediğinde bu uygulamalarda yer alan tekniklerin gerçek hayatta nasıl kullanabileceklerini görür ve bunların süreç varyasyonuna karşı verilen savaşa ne kadar etkili silahlar olduğunun farkına varacaklardır.

Bu gerçekler dikkate alındığında, Altı Sigma eğitimleri tasarlanırken “case study” lerin yani vaka çalışmalarının eğitime entegre edilmesinin Altı Sigma projelerine olumlu katkılar yapacağı aşikardır. Bu çalışmada Czitrom ve Spagon (1997), 20 adet vaka çalışması incelenmiş bu çalışmaların amaçları ve bu amaçlara ulaşılırken kullanılan istatistik teknik ve metotlar listelenmiştir. Daha sonra kitaptaki vakaların, amaçlar ve içinde kullanılan teknikler bakımından Altı Sigmanın hangi aşamasında destekleyici olabileceği araştırılmıştır. Vakalarda kullanılan teknik ve yaklaşımlar ile DMAIC in aşamaları arasındaki ilişki bir matris notasyonu ile incelenmiş ve planlanan eğitimlerin uygun noktalarına bu vaka çalışmaları (case study) entegre edilmiştir. Bunlardan iki tanesi örnek teşkil etmesi amacıyla aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

Tablo 1: Vaka Çalışması 1

Vaka (Case) 1
Çalışmanın Adı Kuru Hak Usulü ile Gravürleme Sürecindeki Varyasyonun Yapısının Anlaşılması
Çalışmanın Amacı Yonga üreten organizasyonun ilk kuruluş evrelerinde, çoklu yongalar üzerinde hakketme-gravürleme işlemini gerçekleştiren cihazın çıktılarında belirli bir tek-düzensizlik (non-uniformity) yaşanmaktaydı. Hakketme süreci SiO <sub>2</sub> 'yi silikon yongalardan partiler halinde sıyrarak bir süreçtir. Bu çalışmanın amacı hakketme sürecinde oluşan gravür oranı ve düzensizliğin yapısının anlaşılmasıdır.
Çalışmada Kullanılan İstatistik Teknikler ve Amaçları
1- Oksit gravürleme işleminde oluşan gravür sıklığının ve düzensizliğin yapısını anlamak için pasif veri toplama stratejisi izlenmiştir. Süreçten ardışık olarak 27 kez örnek alınmıştır ve sürecin durağanlığı ve süreç yeteneği incelenmiştir
2- Veriler toplanırken işlemin yapıldığı altıgen hazne üzerindeki üç konumun etkileri dikkate alınarak örneğin 1,4,7,10,13,16,19,22,25 olarak 1. konumdan, 2,5,8,... şeklinde 2. konumdan vb. şekilde seçilmiştir. Her yonganın üzerinde 9 bölge kutu-yıldız prensibine bağlı olarak seçilmiş ve her noktada oksit gravür oranı ölçülmüştür.
3- Ölçümler x bar-R kartları üzerinde incelenmiş ve belirli bir akış kontrol cihazının özel sebepli varyasyon kaynağı olduğu tespit edilmiştir.
4- Sürecin zaman boyunca seyri izlenmiş, özel sebepli varyasyon kaynakları tespit edilerek sürecin durağanlığı sağlanmıştır.
5- Analizlerle özel sebepli 2 adet varyasyon kaynağı bulunup elimine edilmiştir
6- Yeni durum için düzeltilmiş kontrol limitleri hesaplanmıştır.
7- Süreç çıktılarının dağılımı histogramla incelenmiş ve süreç yeteneği hesaplanmıştır.
8- Altgruplar arası, yongalar arası ve yonganın kendi üzerindeki varyasyonlar varyans analizleri ile incelenmiştir.
9- Çalışmadan önceki ve sonraki durum, bar grafikleri ile karşılaştırılmıştır.

### Çalışmanın Sonucu:

Yapılan analizler ve iyileştirmelerle süreç yeteneği artmıştır. Yonganın kendi içindeki düzensizliğinin en önemli varyasyon kaynağı olduğu sonucuna varılmış ve gelecek analiz ve iyileştirmelerle ilgili planlar yapılmıştır. Buradaki varyasyonun neden kaynaklandığı ile ilgili araştırmalar potansiyel Altı Sigma projelerine ışık tutabilir ancak kullanılan tekniklerin karmaşıklığı göz önüne alındığında özellikle başlangıç aşamasındaki Altı Sigma projelerine katkısı sınırlı olabilir. Bu durum ilişkiler matrisindeki puanlamaya da yansıtılmıştır.



Tablo 2: Vaka Çalışması 6

Vaka (Case) 6
Çalışmanın Adı: Yüzey kalite seviyelerinin belirlenmesinde yeni ve geri dönüşümden gelen yonga plakalarının karşılaştırılması
Çalışmanın Amacı: Yüzey kalite seviyelerinin belirlenmesi elektronik sanayinde çok sayıda yonganın (wafer) kullanılmasını gerektirir. Yeni yongalar pahalı oldukları için yerine geri dönüşümden gelen eskilerin kullanımı cazip bir alternatiftir ve iyi bir stratejidir. Bu çalışmada oksit tabaka oluşturan yüzey bakımından 3 tip yonganın yani yeniler, iç süreçlerde dönüştürülmüş ve tedarikçiden dönüştürülmüş gelen yongaların denkliliğini araştırmaktadır.
Çalışmada Kullanılan İstatistik Teknikler ve Amaçları
1- Üç tip yonganın karşılaştırılması amacıyla pasif veri toplama planı oluşturulmuş tedarikçinin belirlediği şekilde 10 tekrarlı gözlem yapılmıştır. Gözlemler her yonga tipi için tabakalama tütünün 4 değişik noktasından alınmıştır. Operatörler her yonga üzerinde partikül sayılarını tabakalamadan önce ve sonra ölçmüşler ve oksit kalınlıklarını 9 noktada kaydetmişlerdir.
2- Her tabakalama işlemi için oksit kalınlıkları box plot grafiği ile incelenmiştir.
3- Oksit kalınlıklarının tabakalama bölgesi ve yonga tipinin fonksiyonu olarak box-plot grafiği çizilmiştir.
4- Oksit kalınlıklarının yonga tipinin fonksiyonu olarak box-plot grafiği çizilmiştir.
5- Oksit kalınlıklarının her yonga üzerindeki bölgelerin fonksiyonu olarak box-plot grafiği çizilmiştir.
6- Yukarıdaki grafik gösterimler kullanılarak değişkenler arası ilişkilerin analizi gerçekleştirilmiştir.
7- Yonga üzerindeki bölgelere göre bar diyagramı düzenlenmiş ve oksit kalınlıklarının dağılımı incelenmiştir.
8- Varyans analiz teknikleri ile oksit kalınlıkları ölçümlerini kullanılarak tabakalama bölgeleri arasındaki, yonga tipleri arasındaki varyasyon, ve her yonganın kendi içindeki varyasyon incelenmiştir.
9- Varyans bileşenleri çoklu bar diyagramları ile karşılaştırılmıştır.

### Çalışmanın Sonucu:

Analizler sonucu kuruluş geri dönüşümden gelen yonga kullanımının belirgin bir problem yaratmayacağına ve maliyetlerde önemli düşüş sağlayacağına karar vermiş bu yüzden yönetim geri dönüşümden gelen yonga kullanımına ağırlık verilmesini kararlaştırmıştır. Bu örnek uygulama maliyet düşürme stratejisi doğrultusunda veri analizlerinin kullanımına iyi bir örnek teşkil etmektedir. Vaka 6 için ilişkiler matrisindeki puanlama bu doğrultuda Vaka 1 e göre çok daha belirgin katkı sağlama potansiyeline sahiptir

Tablo 3: Vakalar ve DMAIC aşamaları arasındaki ilişkiler matrisi

Vaka (Case) No.	Çalışmanın Adı	Tanım	Ölçme	Analiz	Geliştirme	Kontrol
1	2 seviyeli 5 faktörde ve 3 seviyeli 1 faktörde prometrix rs35e ölçü çalışması		1	1	1	1
2	Karbon ölçümü için ftir spectrometresinin kalibrasyonu	2	2	8	1	1
3	Mikrobalans ısınma etkisinin ortaya çıkarılması			3		1
4	Grr metodolojisi için yıkıcı test etme ve tek yanlı speksiyonlar için ölçme kapasitesinin miktar değerlendirmesi	1	1	1	1	1
5	Kuru asitle yakma sürecinde değişkenliğin doğasını anlama		1	6	1	1
6	Yüzey kalite seviyelerinin belirlenmesinde yeni ve geri dönüşümden gelen yonga plakalarının karşılaştırılması		2	4	2	1
7	Temiz oda operatörlerinin saldıği aerosol tanecik sayısını etki eden faktörler		3	2	3	1



8	Varyans spesifikasyonu için olan örneklem planı temiz oda nitelendirmesi			2	3		1
9	Cihaz geliştirme laboratuvarında elde edilen gelişmeyi gösteren grafik			1	3		1
10	Cvd volfram birikim sürecinde açığa çıkan titanyum nitrit tabaka (tın) soyulmalarının deney tasarımı kullanarak yok edilmesi				4	5	1
11	İç bükey-dış bükeylik durumunda tekdüzeliğinin modellenmesi		3		10	7	1
12	Eleme Tasarımında confounding çözüm için daha az yonga kullanımı				5	4	1
13	Kontrol limitlerinin hesaplanmasında eğilim etkisinin ortadan kaldırılması				2		1
14	Yüzey Binme Teknolojileri için basılan satır döngü panolarının üretiminde istatistiksel süreç kontrol kapasite stratejisinin gerçekleştirilmesi				28		3
15	Yarı-iletken Endüstrisinde İstatistiksel Süreç Kontrol Limitlerinin Elde Edilmesi ve Kullanımı			1	4		3

## 5. Sonuç

Altı Sigma projelerinin başlangıcında, özellikle tanımlama ve ölçme aşamasında süreçlerle ilgili veri toplarken yerinde yapılan incelemeler ve süreç yürüyüşleri hem hataların kök nedenlerini tespit etmede hem de bariz bir şekilde ortada duran iyileştirme fırsatlarının kolayca değerlendirilmesine çok önemli katkılar yapmaktadır. Süreç iyileştirme projeleri ve Altı Sigma uygulamaları ile yeni tanışmış kuruluşlar ve iyileştirme takımları, projelerin başlangıç aşamasında sebep sonuç ilişkilerini kolaylıkla kurabilmekte ve ileri istatistik tekniklere ihtiyaç duymamaktadır. Bu nedenle proje başlangıcından önce verilen istatistik eğitimlerinde ileri istatistik eğitimlerin seviyesinin tanıtım düzeyinde tutulması yeterli olacaktır. Seviyenin bu düzeyde tutulması kişilerin karışık matematiksel formülasyonlar yüzünden panik ve endişe duyup olumsuz beklentiler içersine girmesi tehlikesini de ortadan kaldıracaktır. Süreçlerdeki varyasyon azaldıkça hem takım çalışanlarının bilgi ve beceri düzeyi arttığından hem de daha ileri düzeyde istatistik tekniklere duydukları ihtiyaç ortaya çıkmaya başladığından ileri tekniklerin projelerin ilerleyen fazlarında verilmesi daha uygun olacaktır. Takım üyelerinin “eğer denerseniz başarırım” şeklindeki beklentisi ve inancı projenin başarısı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Vaka çalışmaları kişilerin bu inançlarını kuvvetlendirirken teorik ve pratik bilgiyi bir araya getirip kişilerin gerçek hayat problemleri karşısındaki vizyonunu geliştirmektedir. Bu yüzden Altı Sigma projelerinin ileri fazlarında yürütülen eğitimlerin vaka çalışmaları ile desteklenmesi oldukça yüksek öneme sahiptir.

## KAYNAKÇA

- Harry, M. & Schroeder, R (1993), *Reengineering the Corporation*. Nicholas Brealey.
- Jiju Athony & Ricardo Banuelas (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, s. 20-27
- Kim Kreisler Buch and Anna Tolentino (2006). Employee expectancies for six sigma success. *Leadership & Organization Development Journal* Vol. 27 S. 1, 2006 s. 28-37, Emerald Group Publishing Limited
- Vroom, V.E. (1964), *Work and Motivation*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Czitrom, V., and Spagon, P. D. (1997). *Statistical Case Studies for Industrial process Improvement*. Philadelphia, PA, ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability.