

## ALTI SİGMA YAKLAŞIMI VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Murat KARABULUT<sup>1</sup>, Pınar Yıldız KUMRU<sup>2</sup>, Fatma Serab ONURSAL<sup>3</sup>

### Öz

Uluslararası ticaretin giderek arttığı bugünün dünyasında, şirketler varlıklarını sürdürebilmek için geleneksel üretim sistemlerinin yerine yeni üretim tekniklerini öğrenmek, uygulamak ve bunların sürekliliğini sağlamak ya da var olan sistemi sürekli iyileştirmek zorundadırlar. Geliştirdiği yaklaşımla Altı Sigma, süreçlerin yeniden tasarlanması ve geliştirilmesinde şirketlerin tercih ettiği teknikler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Altı Sigma ve kullanım alanları hakkında literatür araştırması yapıldıktan sonra süreçlerin iyileştirilmek istendiği tekstil işletmesinde uygulaması yapılmıştır. Altı Sigma felsefesinin TÖAİK adımları gerçekleştirilerek ve SIPOC diyagramı, ölçüm sistemleri analizi, kök neden analizi gibi tespit araçları kullanılarak, işletmenin müşteriye sevk ettiği ürünlerin zamanında üretim oranlarının istenen seviyedeki değerlerine ulaşılması hedeflenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Altı Sigma, Süreç İyileştirme, Sipoc Diyagramı

**JEL Sınıflaması:** D24, L11, M11

## SIX SIGMA METHODOLOGY AND A CASE STUDY IN TEXTILE SECTOR

### Abstract

In today's world of increasing international trade, companies are suggested to learn, implement and maintain new production techniques in place of traditional production systems in order to sustain their assets. In this approach, we have worked on "Six Sigma", one of the strongest components of these so-called systems. Within the scope of this study, Six Sigma and its application areas are investigated, and as a result of the obtained findings, six sigma applications have been made in the textile industry where the process is desired to be improved. In the study, conducted by following the six sigma's DMAIC steps, improvement of basic problem "production rates on time" have been made by using the detection tools such as SIPOC diagrams, measurement systems analysis, root cause analysis, determination of the poor quality sources.

**Keywords:** Six Sigma, Process Improvement, Sipoc Diagram

**JEL Classification:** D24, L11, M11

### 1. Giriş

Altı Sigma felsefesi, müşteri merkezli çalışmayı, somut veriler ışığında karar almayı, tüm prosesleri geliştirmeyi, yapılan iyileştirmelerin başarılı ve kalıcı olmasını öngörmektedir. Kullandığı metodoloji ile, şirketlere, süreçlerinde iyileşme ve piyasada rekabet avantajı sağlamaktadır.

Altı Sigma, sürekli olarak her operasyondaki tüm prosesleri geliştirme düşüncesini ve bunları gerçekleştirmeyi kapsamaktadır. Sistemlerde her zaman iyileştirme fırsatları olmaktadır. Asıl olan bu fırsatların fark edilmesi ve bu fırsatları değerlendirecek sistemlerin oluşturulmasıdır.

<sup>1</sup> Çalık Holding-Denim Fabrikası, [karabulut.murat.44@gmail.com](mailto:karabulut.murat.44@gmail.com) ORCID: 0000-0002-1006-2024

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kocaeli Üniversitesi, [pinarki@kocaeli.edu.tr](mailto:pinarki@kocaeli.edu.tr) ORCID: 0000-0002-6729-7721

<sup>3</sup> Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, [sonursal@ticaret.edu.tr](mailto:sonursal@ticaret.edu.tr) ORCID: 0000-0001-6545-9291

Altı Sigma metodolojisi, işletmelerde kayıpları minimize etmek, maliyetleri azaltmak, verimliliği yükseltmek ve müşteri memnuniyetini oluşturmak hedefleriyle gerek üretim gerekse de hizmet sektöründe yer alan bütün çevrelerce kullanılmaya başlanılan bir tekniktir.

İşletmelerde yaşanan problemlerin temelinde yer alan değişkenliği yok eden, ortaya koyduğu amaçlar ile yönetimi özümseyen, sistemli, tam katılımın gerekli olduğu ve sürekli iyileştirme ilkesine dayandırılan Altı Sigma; uzun dönemlere yayılan, kalıcı çözümler geliştiren bir tekniktir (Çelebi, 2006).

Dünyada birçok işletme tarafından tercih edilen Altı Sigma; sadece bünyesinde kuvvetli araçların bulunduğu bir teknikten ziyade yönetsel ve kültürel bir değişim sistematiğidir. Tanımlama (Define), Ölçme (Measure), Analiz (Analyze), İyileştirme (Improvement) ve Kontrol (Control) aşamalarından oluşan TÖAİK (DMAIC) problem çözme tekniğini kullanmakta, birçok farklı sektörde uygulanmakta ve bu uygulamalarda istenilen başarılarla ulaşılmaktadır. Hedeflenen başarıların yakalanması sebebiyle Altı Sigma tekniği işletmeler için önemli bir yol haritası olma hüviyetini korumaktadır (Goh, 2011).

Bu çalışmada, Altı Sigma metodolojisi tekstil alanında çalışan bir işletmenin üretim süreçlerinde uygulanarak zamanında üretim oranının iyileştirilmesi hususunda müşteri isteklerinin karşılanması amaçlanmıştır. Literatür araştırması ve kavramsal çerçeve bölümünde, konuyla ilgili çalışmalardan örnekler ve Altı Sigma tekniği hakkında bilgiler verilmiş, metodolojisinin temelini oluşturan istatistiksel yöntemler hakkında açıklamalar yapılmıştır.

Bu çalışmanın temel materyali, Altı Sigma metodolojisinin gerçekleştirileceği denim kumaş üreten bir işletmenin süreçleri ve ürünleridir. Uygulama aşamasında, Altı Sigma TÖAİK (Tanımla, Ölçme, Analiz Etme, İyileştirme, Kontrol) adımları takip edilmiş, kullanılan teknik detaylar açıklanmış ve deney sonuçları analiz edilmiştir. İyileştirme aşamasında, sorunla ilgili çözümsel yaklaşımlara ve elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Sonuç bölümünde gerekli çıkarımlar yapılarak sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Temel amaç; yerli literatürde yapılmış olan Altı Sigma çalışmalarına fayda sağlayarak, Altı Sigma tekniğini işletmelerinde kullanma ihtiyacı duyan yöneticilere yol göstermek, onlara farklı bakış açıları kazandırmaktır.

## **2. Literatür Araştırması ve Kavramsal Çerçeve**

### **2.1. Altı Sigma**

Altı sigma, kontrol dışı değişkenliği ortadan kaldırmak ya da minimize etmek, hataları önlemek sürekli olarak operasyondaki süreçleri iyileştirerek geliştirmek düşüncesini gerçekleştirilmeyi hedeflemektedir. Kalite yönetimi ve mükemmelliği isteyen tüm sistemlerde her zaman iyileştirme fırsatları vardır. Asıl olan bu fırsatların fark edilmesi ve bu fırsatları değerlendirecek sistematiğin oluşturulmasıdır. Sanayide kayıpların azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi, verimliliğin artırılması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması için başvurulan bir teknik olarak da tanımlanabilir. Problemlerin kaynağındaki değişkenliği yok etmeyi, koyduğu hedeflerle yönetimi gerçekleştirilmeyi, sürekli iyileştirmeyi amaçlayan güçlü bir problem çözme ve süreç optimizasyon metodolojisini kullanan, istatistiksel tekniklerden yararlanan güvenilir bir yöntemdir diye de tanımlanabilir.

Altı Sigma tekniğinden, telekomünikasyon, üretim, finans, sağlık sektörleri başta olmak üzere bütün sektörlerdeki işletmeler faydalanabilmektedir (Çelikalça, 2006).

Altı Sigma tekniğini uygulayan firmalar, süreçlerin verimlilik değerlerini sigma seviyesi adı verilen bir parametre ile takip etmektedir.

Sigma, istatistik biliminde bir değişkenliğin ölçüsü olan standart sapmayı tanımlarken, işletmelerde süreçlerin değişkenlik durumunu, hata miktarlarını ve kayıpların ne miktarda olduğunu göstermektedir (Dağlıoğlu, İnal ve Aksoy, 2009).

Amaca ulaşabilmek için DMAIC ve DMAV süreçleri kullanılmakta, süreçler Yeşil Kuşak veya Kara Kuşak Altı Sigmacılar tarafından gerçekleştirilmekte ve Usta Kara Kuşaklar tarafından denetlenmektedir (Pzydek, 2003). Projelerin başarılı olabilmesi ekip üyelerinin doğru seçilmesi ve görev ve sorumlulukların iyi dağıtılmasına bağlıdır. Sorumlulukların tanımlanıp sıralanması kuşak renkleri ile belirlenir (Patr, 2008).

## **2.2. Altı Sigma Organizasyonu**

Altı Sigma tekniğinin başarılı olması için, herkesin görev tanımının çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle Altı Sigma organizasyonlarındaki herkese aldığı eğitimin türüne göre farklı görevler verilmektedir. Kuşak renk uygulaması işletmenin yapısı ve projenin türüne göre farklılık gösterir (Baş, 2008).

### **2.2.1. Üst kalite konseyi**

Altı Sigma tekniğinde çalışmalar kara ve yeşil kuşaklar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bununla beraber üst yönetimin çalışmaları desteklemesi ve önem vermesi gerekmektedir. Bu yüzden bu tekniğin uygulanacağı büyük çaplı işletmelerde bir üst yönetim grubunun olması çalışmanın geleceği için çok önemlidir.

### **2.2.2. Şampiyon**

Altı Sigma şampiyonu, iyileştirme çalışmalarını üst yönetim grubu adına takip eden kişidir. Başlıca görevleri arasında; iyileştirme çalışmaları ile işletme amaçlarının aynı doğrultuda gitmesini gerçekleştirmek, eğitim planı hazırlamak, etkisi yüksek projeleri belirlemek, iyileştirme takımlarının kaynak ihtiyacını karşılamada yardımcı olmak, kara kuşakları denetlemek ve çalışmanın genel amaçlarını belirlemektir (Baş, 2008).

### **2.2.3. Süreç sahibi**

İşletmede bulunan üst düzey yöneticilerden biri "süreç sahibi" olarak belirlenmektedir. Başlıca görevleri; üst yönetime seçimde yardım etmek, önemli görevleri alacak ekip üyelerinin belirlenmesinde yardım etmek, eğitim planlarını oluşturup gerçekleşmesini sağlamak, şampiyona ve ekiplere yardım etmektir (Işığışok, 2005).

### **2.2.4. Uzman kara kuşak**

Altı Sigma metodolojisi konusunda en üst düzey bilgisi olan kişidir. Başlıca görevleri; iyileştirme takımlarında bulunanlara zorlandıkları kısımlarda destek olmak, proje tanımlamasına yardımcı olmak, şampiyonlara çalışmaların tamamlanma sürelerinin netleştirilmesinde yardım etmek, kara kuşakların eğitimine ve sertifikalandırılmasına yardımcı olmak, gerekli olduğunda teknik danışmanlık verebilmek, ekibe Altı Sigma hakkında eğitim verip bilgilendirmektir (Işığışok, 2005).

### 2.2.5. Kara kuşak/ Yeşil kuşak

Uygulamada kullanılacak araçları belirlemek, proje engellerini belirlemek, gerektiğinde şampiyonlardan yardım talep etmek, ekibi yönlendirmek ve yönetmek sorumlulukları vardır. İyileştirme takımlarında liderlik rolündedirler. İyileştirme çalışmalarını seçmek, yürütmek ve sağlanacak kazanımlardan en çok sorumlu olan kişilerdir.

Altı Sigma tekniğini etkili şekilde kullanıp, işletmede yaşanan sorunlara hızlı ve kalıcı çözüm getirmeleri gerekmektedir (Baş, 2008).

### 2.2.6. Takım üyeleri

Altı Sigma çalışmaları bünyesinde sorumluluk alan ve gerçekleştirilmesi için gerekli yardımı olan kişilerdir. Çalışmalara destek sağlarken, rutin işlerine devam etmektedirler. Altı Sigma felsefesi, bu felsefede kullanılan araçlar ve temel ölçüm ve analiz yöntemleri konusunda bilgili olmaları gerekmektedir.

### 2.3. Altı Sigma ve Literatür

Motorola, Altı Sigma anlayışıyla kalite ve iyileştirme konularında önemli değişiklikler yaparak büyük kazanım sağlamıştır. 1992 yılına geldiğinde ortalama 5,4 sigma yeterliliğine ulaşmış hatta bazı ürün ve süreçlerde bu oranı da geçerek Altı sigma yeterliliğine ulaşmıştır (Gürsakar, 2003).

Çalışkan (2006) çalışmasında, Altı Sigma'nın kendisinden önceki kalite anlayışlarının en iyi ve en başarılı oldukları yanlarını alarak kendi bünyesinde bütünleştirdiğinden bahsetmiş, Toplam Kalite Yönetimi ile koşulları uygun hale getirilmiş bir işletmede Altı Sigma'yı uygulamanın daha kolay olacağını savunmuştur.

Önceleri 3,8 sigma seviyesinde çalışan General Electric, Altı Sigma tekniklerini süreçlerine dahil ederek 5,7 sigma seviyesine erişmiştir. Bu yeni sigma değeriyle beraber iki yıl içinde, General Electric 320 milyon dolardan fazla tasarruf elde etmiştir (Eckes, 2007).

Güner, Akman ve Yücel (2010) çalışmalarında erkek gömleği üretim sürecinde altı sigma tekniği kullanarak iyileştirmenin nerelerde yapılması gerektiğini bulmuş, ilik, düğme dikimi hatalarını iyileştirmiş; kesim, tamir ve kalıp zamanlarında da sırasıyla %78,1, %77,4 ve %53'lük oranlarda kazanımlar sağlamışlardır.

Firuzan, Kuvvetli ve Cevher'in (2012) çalışmaları, otomotiv sektöründe altı sigma tekniği ile 2.el otomobil satışlarının artırılabilmesi hizmet sektöründe de uygulanabilirliğine örnek teşkil etmiştir.

Satı ve Gülay (2012), Türkiye'nin önemli enerji firmaları arasında yer alan Enerjisa enerji santralinde yaptıkları çalışmada altı sigma tekniği kullanarak enerji santralinde buhar üretimi kayıplarına yol açan nedenlerin bulunması, üretimi etkileyen bu faktörlerin iyileştirilmesi ve verilerin istatistiksel yöntemlerle analizi ile proje hedefine nasıl ulaşıldığını ortaya koymuşlardır.

Durmuşoğlu ve Keskin (2015), imalat sanayinde ergonominin önemi üzerinde durmuşlar, Sue Rodgers yöntemini kullanarak ergonomik risk analizleri ile risk seviyelerini belirlemişlerdir.

Çalışmanın devamında yüksek risk teşkil eden süreçlerin, altı sigma problem çözme metodu ile orta ve düşük seviyelere belirli bir hedef çerçevesinde indirgenmesinin önemini vurgulamışlar ve yapılan çalışma neticesinde iyileştirmenin, hedeflenen yüksek riskli bölgelerin %75'inde sağlandığını göstermişlerdir.

Uluskan (2017), yaptığı çalışmada Türkiye’de Altı Sigma uygulamasını benimseyen firmaların haritadaki coğrafi dağılımını bularak, 1000 firma arasından 265’inin kullandığını belirttiği tekniği daha sonra yine harita üzerinde sanayi kentleri ve kalite danışmanlık şirketleri dağılımıyla ilişkilendirmiştir. Bazı sanayi kentlerinde niçin benimsenmediğini sorgulamıştır.

Avunduk (2019), çalışmasında bir firmanın üretim süreçlerinde enerji kullanımını azaltmak için yalın üretim ve Altı Sigma tekniklerini kullanmış, en çok enerji tüketilen noktayı belirledikten sonra yapılan iyileştirme sonucunda enerjide tasarruf sağlandığını ortaya koymuştur.

#### **2.4. Altı Sigma’nın İlkeleri ve Yararları**

Bir işletmede Altı Sigma felsefesini hayata geçirebilmek adına işletmede stratejik iyileştirmeler, kültür değişimi ve sorun çözüme yeteneğinin geliştirilmesi elzemdir. Bu durum da üst yönetimin desteğini alarak gerçekleştirilecek bir iştir. Altı Sigma, öğrenen organizasyon özelliğinde olup sistemli, projeye dayalı olarak çalışan bir felsefedir. Temel işlevi müşteri odaklı olmaktır. Müşteri beklentilerinin, işletmenin bütün süreçlerinde dikkate alınması bu felsefenin gerektirdiklerindedir. Ürün kalitesinden ziyade süreç kalitesindeki seviyeler yükseltilmelidir. Altı Sigma felsefesinden bir firma stratejisi olarak faydalanıldığında uygulandığı firmalara büyük rekabet avantajı sağlamaktadır zira sürecin sigma seviyesi yükseldikçe, ürün kalitesi artmakta ve maliyetler düşmektedir. Sonuçta yüksek müşteri memnuniyeti elde edilmektedir. Bütün bu işlevleriyle Altı Sigma, işlem sürelerinin azalmasına, hata oranlarının düşürülmesine, maliyetlerin azaltılmasına, verimliliğin yükselmesine, sadık müşteri sayısının artmasına, pazar payının büyümesine, firmalarda kültür değişiminin yaşanmasına katkı sağladığı için işletmeler için çok önemli bir teknik olmaktadır.

#### **2.5. Altı Sigma Tekniğinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemler**

Bir işletmede Altı Sigma tekniği uygulanırken, bu teknik içerisinde yer alan tüm yöntemlerin kullanılmasına gerek yoktur. İşletmeler süreçlerine uygun olan yöntemlerden bir veya birkaçından faydalanabilirler. Bu bölümde Altı Sigma tekniğinde en sık kullanılan yöntemlerden söz edilmektedir.

**Beyin fırtınası**, yaratıcı düşünmeyi ortaya çıkaran ve kısa sürede takım anlayışıyla özgürce birçok fikri gündeme getiren bir yöntemdir. Beyin fırtınasında grubun her üyesi ele alınan problem hakkında görüşlerini öne sürmek için sırayla davet edilmektedir. Beyin fırtınası oturumunda asla eleştirici veya alaycı davranışlara izin verilmemektedir. Ayrıca oturumda bulunan herkesin eşit düzeyde olduğu kabul edilmekte ve asıl amaç istekli ve yaratıcı bir ortamın oluşturulmasıdır.

**Sebe-sonuç diyagramı**, problem yaşanan bir süreçte açığa çıkarılan bir hatanın olası tüm nedenlerini göstermek için kullanılan bir yöntemdir. Hata belirlendikten sonra, hatanın belirlendiği süreçte ilgili bütün kişiler, bir araya gelerek beyin fırtınasını gerçekleştirirler ve böylece yaşanan hatanın olası tüm sebepleri ortaya çıkarılır. Tespit edilen ana sebepler ve ana sebepleri etkileyen yan sebepler bir balık kılıcı şeklinde gösterilmektedir. Bundan dolayı sebep sonuç diyagramı balık kılıcı diyagramı olarak da adlandırılmaktadır.

**Hata türü ve etkileri analizi yöntemi**, hatalar ortaya çıkmadan hataları engellemeye yönelik bir sistem olarak ortaya çıkmış ve bu yönde geliştirilmiştir. Bu yöntemde bir ürün, işlem ya da hizmette ortaya çıkabilecek bütün hata ve hata tipleri sistematik bir şekilde analiz edilerek, bu hata ve tiplerini engellemeyi içeren bir yöntem olarak tanımlanmaktadır.

ABC Analizi, Altı Sigma ve toplam kalite kontrolü konularında sıklıkla kullanılan bir analizdir. Bu yöntemden, lojistik ve tedarik zincirinde etkin bir stok optimizasyonu ile maliyetleri düşürmek ve satış, kalite kontrol, üretim planlama gibi bölümlerde meydana gelen süreç problemlerini incelemek için faydalanılmaktadır. ABC Analizinde “A grubu” elemanları “çok önemli”, “B grubu” elemanları “orta derecede önemli” ve “C grubu” elemanları da “az önemli” işler olarak sınıflandırılmaktadır. ABC Analizinde, sadece A grubundaki işleri yapıp geri kalan işlerin sonraya bırakılmasının aksine bütün işleri önem derecesine göre sıralayarak tümünü verimli bir biçimde yapmak esastır (Yenersoy, 2011).

### 3. Altı Sigma Metodolojisi

İşletme bünyesinde iyileştirme çalışmaları için birçok teknikten faydalanılmaktadır. Bununla beraber bütün tekniklerin temelinde W. Edwards Deming’in PUKÖ (Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al) döngüsü yer almaktadır. Altı Sigma tekniğinde ise süreçleri iyileştirmek için TÖAİK (Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol) yani DMAIC (Define, Measure, Analysis, Improve, Control) yaklaşımından yararlanılmaktadır (Özgen, 2006). Beş aşaması vardır: Tanımla, Ölç, Analiz et, İyileştir ve Kontrol et. PUKÖ döngüsüne benzeyen TÖAİK döngüsünün farklılığıysa ölçme ve iyileştirme adımlarında ayrı olarak değerlendirme yapmasıdır. İlk Tanımlama aşaması, işletmenin amaç ve varlığına uygun olarak projelerin doğru bir şekilde belirlenip personelin seçilmesini ve yeşil ve kara kuşak olarak eğitilmesini kapsar. Burada problemin tanımı ve hangi kriterlere etki ettiği iyi anlaşılmalıdır ki proje amaç ve kriterleri doğru saptanabilsin. Kritik müşteri istekleri, proje personelinin rol ve sorumlulukları, süreç haritası, performans kriterleri ve proje amaç ve hedefleri bu aşamada belirlenir (Gupta, 2004; Avunduk, 2019). Tüm sürecin akış diyagramı, girdi-çıktısı belirlenip incelenerek sebep-sonuç ilişkisi çıkarılır, incelenir. Gözlenen ile hedeflenen arasındaki farkların nasıl ortadan kaldırılabileceği araştırılır. Çözümün başarılı olması halinde doğrulanarak sürekliliği sağlanır. Şayet hedeften sapılmışsa adımlar yinelenir.

#### 3.1. Tanımlama Fazı

Tanımlama fazı başlangıçtır. Müşteri istekleri ve ihtiyaçlarıyla beraber çalışmanın kapsamı belirlenmektedir. Öncelikle yaşanan sorun detaylı bir şekilde tanımlanmakta, planlanmakta proje bildirisi oluşturulmakta, projenin sınırları belirlenmekte, yararları açıklanmakta ve bu doğrultuda problemin çözümünde görev alacak ekip oluşturulmaktadır. Problemin tanımlanmasıyla çalışmanın kritik noktaları belirlenmektedir. Bu adımda, mevcut durumun sağlıklı bir şekilde analiz edilmesi için proje planı, iletişim planı ve SIPOC diyagramı (Supplier, Input, Process, Output, Customer), sebep-sonuç diyagramlarından faydalanılmaktadır.

#### 3.2. Ölçme Fazı

Bu fazda amaç performansı niteliklendirmektir. Girdi ve çıktı verileri bir plan dahilinde toplanarak kalite, hız, maliyet, performans analiz için hazır edilir. Mevcut sürecin tüm yönleriyle ele alınacak biçimde ölçümünün yapılması ve bu ölçümden sağlanan verilerin analiz edilmesiyle sürecin tekrardan tasarlanması bu adımda gerçekleşmektedir.

Ölçümlerden önce, ölçüm işleminin herhangi bir yanığıya yol açmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Süreçten toplanan bilgilerle ürünün ya da hizmetin yaratılmasındaki sürecin geleceğinin tayin edilecek olması nedeniyle çalışmanın bu adımı çok önemlidir. Mevcut durum için değer akış haritası oluşturulur. Verinin kalitesi çok önemlidir. Bu veriler ile mevcut durumun performansı saptanır.

### **3.3. Analiz Fazı**

Analiz fazında; süreçten sağlanan veriler çeşitli istatistikî araçlarla incelenmektedir. Amaç kritik faktörleri belirlemek ve kök neden analizleri ile hataların sebeplerini çıkarmaktır.

Bu adımda verilerin, normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek için normal dağılım testleri yapılmaktadır ve bu testlerden elde edilen sonuca göre kullanılacak teknikler belirlenmektedir. Tanımlama ve ölçme fazlarında elde edilen girdilerin sonuç üzerindeki etkisi istatistik araçlar kullanılarak analiz edilir ve sonuç üzerinde etkisi en yüksek girdilerin belirlenmesi gerçekleştirilir (Akyüz ve Kurt, 2016). Analiz fazında analiz için süreç haritalama, değer akış haritalama, zaman değer haritalama, spagetti diyagramları gibi yöntemlerden yararlanılır. Kök nedenlerin belirlenmesinde beyin fırtınası, balık kılıçığı, 5 neden analizi kullanılabilir. Veri analizinde grafik yöntemlerden yararlanılabilir. Doğrulama için kontrol grafikleri, korelasyon ve regresyon, hipotez testleri yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Analiz aşaması sonunda kontrol listeleri oluşturulmalıdır.

### **3.4. İyileştirme**

Analiz adımıyla derlenen istatistikî sonuçlarla belirlenen nedenler için iyileştirme organizasyonlarının yapıldığı adımdır. Süreci iyileştirmek adına hangi noktalar üzerine yoğunlaşmak gerektiği önceki adım olan analiz adımıyla alınıp gerekli iyileştirmelerde bulunmaktadır. Alternatif çözümler üzerinde de çalışılmalıdır. Şayet alternatif çözümün hataları görülmüşse düzeltilerek tekrar uygulamaya sokulmalıdır. Böylelikle en iyi çözüm belirlenebilir. Bu adımda problem ortadan kaldırılmakta veya etkisi olabildiğince azaltılmaktadır.

### **3.5. Kontrol Fazı**

Son aşama olan kontrol fazında, iyileştirme sonucu yapılan değişikliklerin etkisinin devamlılığı takip edilmektedir. Gözlem ve kontrol sistemlerinin tanımlanması, standart ve prosedürlerin geliştirilmesi süreç yeterliliğinin sağlanarak kapanış işlemlerinin yapılması bu aşamada gerçekleşir. Yapılan iyileştirmelerin kalıcı olması ve süreklilik kazanması için süreçle standardize edilmekte ve sürekli kontrol altında tutulmakta, döngüler yinelenmektedir. Ancak bu şekilde hedeflenen Altı Sigma'ya ulaşılabilir.

## **4. Metot**

### **4.1. Çalışmanın Amacı**

İşletmede, üretimde Altı Sigma araçlarından yararlanarak zamanında üretim oranının yükseltilmesi, gecikmelerden doğan ceza maliyetlerinin düşürülmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda yapılan altı sigma çalışmaları ile bir iyileşme tespit edilse de yeterli görülmediğinden daha sonra öncelikle ABC analizi gerçekleştirilerek firma için değeri daha yüksek olan A grubu ürünlerde yoğunlaşarak Altı Sigma çalışmaları sürdürülmüştür.

İşletmedeki problemi saptamak için izlenen yol, geliştirilen çözüm, uygulama ve bulgular adım adım paylaşılmıştır.

## 4.2. Altı Sigma Uygulaması

Uygulamada TÖAİK süreci adım adım takip edilmiştir.

### 4.2.1. Tanımlama Aşaması

**Çalışmanın Amacı:** Nihai ürün olarak müşteriye sevk edilen kumaşların, %86-87 seviyesinde gerçekleşmekte olan zamanında üretim oranında %8-10 civarında iyileştirme hedeflenmektedir.

**Problem Tanımı:** Zamanında üretim oranı, 2017 yılında ortalama %87,12 ve 2018 yılının ilk 2 ayında ortalama %86,29 şeklinde gerçekleşmiştir. İşletmenin zamanında üretim oranlarının istenilen düzeyde olmaması, giderek rekabet koşulları artan piyasada yön belirleyici olamama ve pazardaki liderliğini devam ettirememeye kaygısı vermiştir.

**Problem:** Müşterilerin gecikmelerden şikayetçi olmaları ve geciken ürünlerin daha fazla geciktirilmemesi için katlanılan ulaşım maliyetleri zararı ve itibar kaybı, müşteri kaybı riski. Gerçekleşen zamanında üretim oranının istenen seviyede olmamasıdır.

**Zamanında üretim oranı:** Onaylanan müşteri siparişleri için; işletmenin vermiş olduğu termin tarihindeki yapmış olduğu birinci kalite üretim miktarının, termin tarihindeki olması gereken birinci kalite üretim miktarına olan oranıdır.

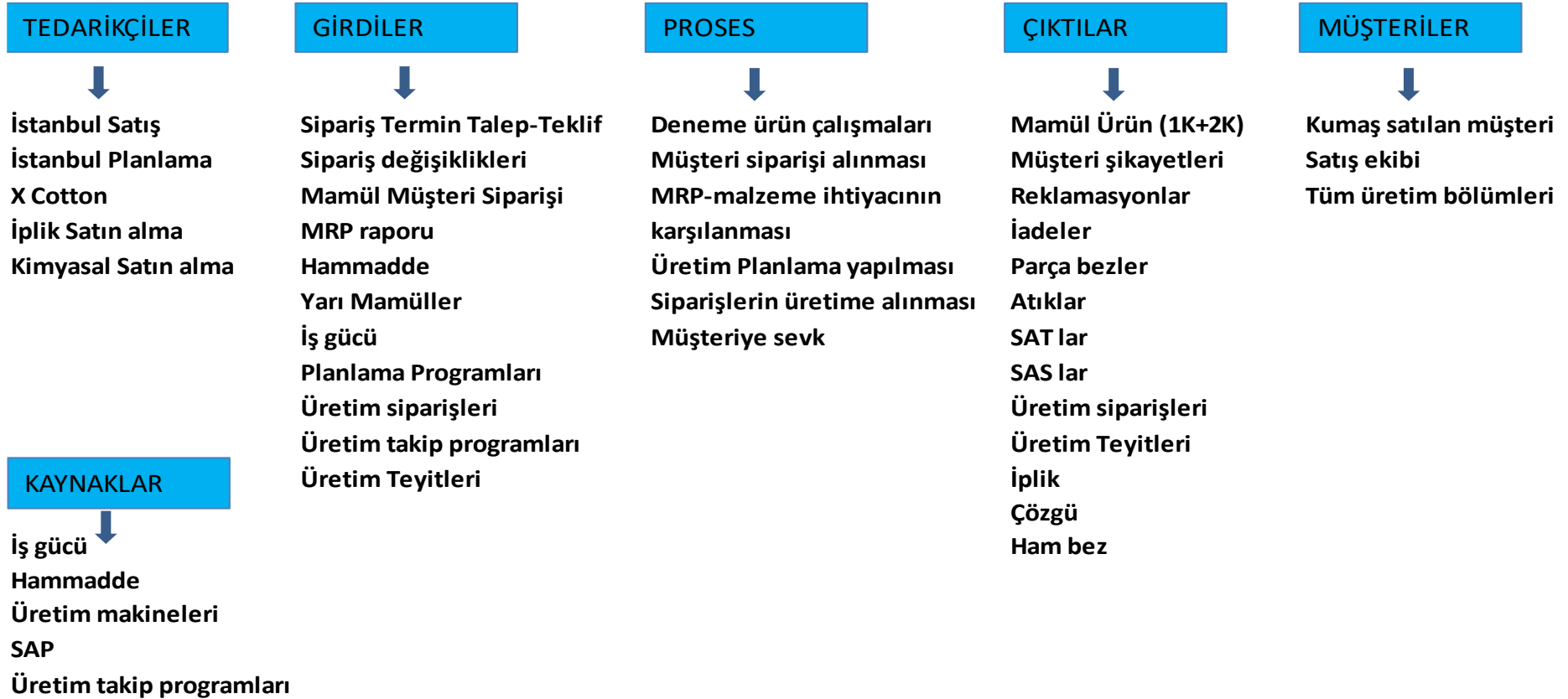
**Hedef:** 2017 yılında ortalama %87,12 ve 2018 yılının ilk iki ayında ortalama %86,29 şeklinde gerçekleşen zamanında üretim oranını %93-95 seviyesine çıkarmaktır. Hedef, 2017 yılına ait birbirini takip eden zamanında üretim oranları en yüksek olan 3 ayın ortalaması alınarak bulunmuştur. İşletme de ilk etapta bu oranı gerçekleştirmeyi kendine hedef koymuş, ilerleyen dönemlerde bu hedefin üzerine çıkmayı amaçlamıştır. İşletme, hedeflediği bu zamanında üretim seviyelerini yakalayarak piyasadaki müşterilerinden sağlayacağı hızlı ve olumlu dönüşleri hızlandırarak piyasadaki etkinliğini artırmak istemektedir.

Bu uygulama aynı zamanda yüksek lisans tezi olarak savunulmuş ve kabul edilmiştir. Aşağıdaki tablo ve şekiller yüksek lisans tezinden alıntılanmıştır.

Altı Sigma tekniğinin uygulandığı süreç ile ilgili olan Sipoc Diyagramı Şekil 4.1.'de verilmektedir.



## SİPARİŞİN ALINMASI, HAZIRLIK VE ÜRETİM SÜRECİ



Şekil 4.1: Sipoc Diyaqramı: Siparişin alınması, hazırlık ve üretim süreci (Karabulut, M. 2019).

Sipoc Diyagramı hazırlandıktan sonra ilgili bölümlerin sorumlu kişileri ile yapılan beyin fırtınası sonucu iyileştirilmek istenen problemin çözümüne yönelik maddeler puanlanarak bu maddeler üzerinde çalışılması ve iyileştirme yapılması amaçlanmıştır. Puanlama sistemi her kişinin belirlenen sebep üzerinden 1-9 arasındaki rakamlardan önem derecesine göre puan vermesi şeklinde yapılmıştır. Bu maddeler Tablo 4.1.'de verilmektedir.

**Tablo 4.1:** Beyin fırtınası sonucu ortaya çıkan maddeleri puanlama

	NEDENLER	GRUP	Ş	M	Ş	B	A	E	M	T	D	D	M	Σ
1	Ürün performans değerlendirme ve ürün onayı olmadan sipariş alınması	Metot	9	9	9	5	7	7	9	7	5	9	7	83
2	PPR üretimi yapılmaması ve kısa metrajlı denemelerde ürünlerdeki problemlerin görülmemesi	Metot	9	9	9	9	7	1	9	7	5	9	7	81
3	Araya alınan siparişlerin diğer siparişleri geciktirmesi	İnsan	9	5	9	7	3	5	9	9	9	7	7	79
4	Ür-ge denemelerinde üretimin, olması gerekenle fiili durumunun farklı olması (Yürüyen prosesten yapılıp, ürün ağacının farklı prosesten tanımlanması, mamul üzerine finish (terbiye) yapılması)	İnsan	7	9	7	7	9	9	9	7	7	9	7	87
5	Finish (Terbiye) bölümünde re-proseslerin fazla yapılması (Kalite + İşletme içi)	İnsan- Malzeme- Metot	9	5	9	5	7	7	9	9	5	9	9	83

Kök Nedenler araştırılarak belirlenen kök nedenlere çözümler geliştirilmiştir. Bulunan Kök-Nedenlere uygun çözüm önerileri Tablo 4.2'de Kök-Neden Analizi ve Çözüm Önerileri şeklinde açıklanmıştır.

**Tablo 4.2:** Kök Neden Analizi ve Çözüm Önerileri

NEDENLER	GRUP	TOPLAM PUAN	1. neden	2. neden	3. neden	4. neden	Çözüm Önerileri
Ürge denemelerinde üretimin, olması gerekenle fiili durumunun farklı olması	İnsan	87	Fiili üretimin proses yoluna sadık kalmaması	Asıl üretimin karta göre yapılması	Kartın fiili duruma göre revize edilmemesi	Müşterinin istediği farklı proses	Olması gerekenin dışında işletmelerde farklı proses yapılması engellenecek.
			İşletmenin uygun olmaması	Çalışılan reçeteye göre proses yapılmaması	Müşteri temsilcisi aciliyeti		
Ürün performans değerlendirme ve ürün onayı olmadan sipariş alınması	Method	83	Ürün performans sisteminin kullanılmaması	ZCDPP004 "Performans Takip Sistemi" raporu isteğe uygun çalışmaması	Ürge yeni çözgü açınca (işletme çalışmadan) performans raporuna düşmesi	Sistem bu şekilde tasarlanmış	1. ZCDPP004 - Performans Takip Sistemi raporunun eksiklerinin tamamlanarak kullanılacak 2. Performansına onay verilmeyen tiplerden sipariş alınması sistemden engellenecek.
Finish Re-proseslerin fazla yapılması (Kaliteden+İşletme içi)	İnsan - Malzeme - Method	83	Üretim problemleri				1. Sistemsel problem incelenip, çözüm bulunacak, bundan sonraki tüm revizyonlar anlık yapılacak 2. MRP raporundaki P li finish kodları incelenip, sipariş i olan tiplerin reçeteleri kontrol edilecek ve düzeltmeler üretim öncesi yapılacak 3. Satış listesindeki 1.100 tipin listesi Tuğrul Bey'e iletilip, tüm tipler güncellenecek
Kısa metraj denemelerde üründeki problemlerin görülmemesi	Method	81	Denemenin makine boyundan kısa olması (Çözgü 350 mt, finish 750 mt)	Makine boyundan dolayı kısa partilerde renk müdahalelerinin görünmemesi	Makine standardı bu şekilde		
			PPR üretimi yapılmaması	Stok maliyeti, üretim maliyeti, kapasite yetersizliği			
Araya alınan siparişlerin diğer siparişleri geciktirmesi	İnsan	79	Yönetim istediği için	Kapasite boşluğu olmadığı için			

**Kaynak:** (Karabulut, M. 2019).

#### 4.2.2. Ölçme Aşaması

İşletmenin 2017 yılındaki stoklarında hareket gören 1.552 kalem ürün tipi olduğu izlenmiştir. Bu ürün tipleri farklı müşterilerin farklı özelliklerde istediği denim kumaş türlerini kapsamaktadır. Bu ürünlerin toplam tutarı 188.356.212 \$'dır. İşletmenin ürün stoklarının ABC yöntemine göre analiz edilerek A grubu ürünlerin izlenmesinin elde edilecek bulgular açısından daha etkin olacağı öngörülerek stok hareketliliğindeki izlenince sürdürülmüştür.

ABC analizi sonucunda ürün stok sayısına göre %18,1(281 kalem)'i A, %34,02 (528 kalem)'i B, %47,88 (743 kalem)'ü ise C kategorisinde olduğu bulunmuştur. Yıllık stok değer tutarı esas alındığında ise ürünlerin %76,4'nün A, %17,8'nin B, %5,8'nin ise C grubu kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3:** ABC Analizi

ABC KATEGORİ	STOK MİKTARI		STOK DEĞERİ		GECİKME/VERİMSİZLİK ORANI
	SAYI	%	TUTAR (\$)	%	
A	281	18,1	143.904.146	76,4	12,88
B	528	34,02	33.527.406	17,8	14,16
C	743	47,88	10.924.660	5,8	14,54
<b>TOTAL</b>	<b>1.552</b>	<b>100</b>	<b>188.356.212</b>	<b>100</b>	

**Kaynak:** (Karabulut, M. 2019).

İşletmede, proje kapsamında ABC Analizi tekniği ile belirlenen A kategorisi ürün grubuna ait, 2017 yılında gerçekleşen üretim verileri ve yine aynı zaman diliminde işletmenin kendisine piyasadaki rekabet durumunu ve lider firma olma vizyonundan yola çıkarak, başarabileceğine inandığı ve bu doğrultu hedef koyduğu ve müşterisine termin verdiği üretim verileri ile bu verilerin oranından elde edilen zamanında üretim oranlarıyla beraber gecikme oranları Tablo 4.4'te gösterilmektedir:

**Tablo 4.4:** 2017 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerindeki üretim verileri

	2017 yılı ortalaması	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>Zamanında üretilen kumaş metraji</b>	23.557.505	1.895.055	1.866.023	2.308.265	2.048.659	2.171.983	1.976.426	1.778.152	1.762.868	2.358.843	1.777.990	1.837.739	1.775.502
<b>Toplamda sevk edilmesi gereken kumaş metraji</b>	27.040.164	2.107.523	1.997.602	2.460.669	2.215.017	2.486.968	2.171.863	2.053.132	2.169.348	2.741.799	2.411.375	2.255.825	1.969.043
<b>Zamanında üretim oranı (%)</b>	87,12	89,92	93,41	93,81	92,49	87,33	91,01	86,60	81,27	86,03	73,74	81,47	90,17
<b>Gecikme oranı (%)</b>	12,88	10,08	6,59	6,19	7,51	12,57	9,99	13,40	18,73	14,97	26,26	18,53	9,83

**Kaynak:** (Karabulut, M. 2019).

#### 4.2.3. Analiz aşaması

Elde edilen veriler üzerinde düşünülüp, bölüm sorumlularıyla beraber işletmenin zamanında üretim oranını istenen seviyeye yükseltmek için neler yapılması gerektiği tartışılmıştır. Bu kapsamda kısa vadede iyileştirilebilecek noktalarda aksiyon alınması, iyileştirilmesi uzun vadeye yayılacak ve şirkete ilave maliyet yükleyecek işlemlerin ise daha sonraki dönemlere bırakılmasına karar verilmiştir.

#### 4.2.4. İyileştirme aşaması

Katma değeri en fazla olan A kategorisi ürünlerde, beyin fırtınası sonucu puanlanan maddelerden sırasıyla en yüksek puanı alanlardan başlayarak iyileştirme safhası için çalışmalara başlanmıştır. 2017 yılında gerçekleşen aylık üretim verilerinden yola çıkılarak, ardışık olarak birbirini takip eden zamanında üretim oranı en yüksek 3 ayın ortalaması alınıp ortaya çıkarılan hedef üretim oranını yakalamak için, yapılan iyileştirme faaliyetlerinin hangi bölümde yapıldıkları Tablo 4.5.'te ayrıntısıyla açıklanmaktadır: İyileştirme faaliyetleri: Ür-ge ve tüm bölümlerin, olması gerekenin dışında işletmelerde farklı proses yapmasının engellenmesi; Performans Takip Sistemi Raporu düzenlenerek, tüm denemeler için onay şartının getirilmesi; Performansına onay verilmeyen tiplerin Ürün Yönetimi tarafından aktif edilmemesi ve sipariş alınmasının sistemden engellenmesi; Finish Re-proseslerin sebepleriyle alakalı çalışmalar sonucu iade oranının azaltılması; satış bölümüyle görüşülüp, kapasite fazlası araya sipariş alınmaması şeklinde uygulanmıştır.

#### 4.2.5. Kontrol aşaması

Kontrol aşamasında yapılan iyileştirme çalışmalarından sonra elde edilen 2018 yılına ait üretim verileri ay ay takip edilerek süreklilik kazanıp kazanmadığına bakılmıştır. Üst yönetime sunulan raporlarla da sürekliliği onanan iyileştirmeleri kazandıran öneriler süreçlerde standardize edilerek süreçler kontrol altına alınmıştır.

### 4.3. Bulgular

Belirlenen iyileştirmeler devreye alındıktan sonra elde edilen sonuçlar Tablo 4.6'da paylaşılmıştır.

A kategorisi ürün tiplerinde 2017 Ocak-Aralık aylarında zamanında üretim yüzdesi %87,12, gecikme yüzdesi %12,88 olarak gerçekleşmiş ve 2018 yılının ilk iki ayında %86,29 iken yapılan iyileştirme çalışmaları kapsamında alınan kararlar ile 2018 yılı ikinci yarısında %91,54 altına düşmediği, 2018 yılı ağustos ayında %95,81, aralık ayında ise %94,8 olarak sürdürülebildiği izlenmiştir.

2018 yılı Ocak-Aralık aylarında gerçekleşen ortalama zamanında üretim oranında: bir önceki yıl ortalamasına göre %87,12'den %92,08'e yükseldiği, gecikme oranının ortalamasının ise yine bir önceki yıla göre %12,88'den, %7,92'ye düştüğü belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulardan, Altı Sigma süreçleri ile yapılan iyileştirme çalışmaları sonucunda hedeflere ulaşmada doğru adımların atıldığı anlaşılmış ve sürdürülmesinin firma yararına olacağına karar verilmiştir.

**Tablo 4.5:** Yapılan iyileştirme faaliyetleri

NEDENLER	GRUP	PUAN	İLGİLİ BÖLÜM	YAPILAN İYİLEŞTİRME
Ür-ge denemelerinde üretimin, olması gerekenle fiili durumunun farklı olması	İnsan	87	ÜRGE-İŞLETMELER	Ür-ge ve tüm bölümlerin, olması gerekenin dışında işletmelerde farklı proses yapması engellendi.
Üretim süreçlerinden ürün onayı alınmadan müşterilerden sipariş alınması	Metot	83	ÜRÜN YÖNETİMİ- ERP	Performans Takip Sistemi Raporu düzenlenerek, tüm denemeler için onay şartı getirildi. Performansına onay verilmeyen tipler, Ürün Yönetimi tarafından aktif edilmemekte ve sipariş alınması sistemden engellenmektedir.
Finish Re-proseslerin fazla yapılması (Kaliteden+İşletme içi)	İnsan- Malzeme- Metot	83	FİNİŞ	Finish Re-proseslerin sebepleriyle alakalı çalışmalar yapıldı. Çalışmalar sonucu iade oranı azaltıldı.
Araya alınan siparişlerin kapasiteyi aşması ve diğer siparişleri geciktirmesi	İnsan	79	SATIŞ	Satış bölümüyle görüşülüp, kapasite fazlası araya sipariş alınmaması kararı alındı.

**Kaynak:** (Karabulut, M. 2019).

**Tablo 4.6:** 2018 yılı Ocak-Aralık aylarındaki A kategorisinde bulunan ürün tiplerindeki üretim verileri

2018	2017 ORT.	2018 ORT.	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Zamanında üretim metrajı	23.557.505	25.598.192	2.241.589	1.782.822	2.262.395	2.190.596	2.478.441	1.843.120	1.774.666	1.797.061	2.282.493	2.118.939	2.318.048	2.508.022
Toplam sevkiyat metrajı	27.040.164	27.801.607	2.513.379	2.136.214	2.461.762	2.418.875	2.620.962	1.940.675	1.908.856	1.875.456	2.433.719	2.314.609	2.531.751	2.645.349
Zamanında üretim oranı (%)	87,12%	92,08%	89,18%	83,46%	91,9%	90,56%	94,56%	94,97%	92,97%	95,81%	93,79%	91,54%	91,56%	94,8%
Gecikme oranı	12,88%	7,92 %	10,82%	16,54%	8,1%	9,44%	5,44%	5,03%	7,03%	4,19%	6,21%	8,46%	8,44%	5,2%

**Kaynak:** (Karabulut, M. 2019).



## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Altı Sigma müşteri taleplerini en kaliteli düzeyde ve hatasız biçimde yerine getirmeye odaklanmış bir felsefedir. Firmaların Altı Sigma felsefesini benimseyip, tüm süreçlerinde aktif bir şekilde kullanması dünya firmalarıyla rekabet etme şanslarını artıracaktır. Bu felsefeyle beraber yüksek kalite ve müşteri taleplerine uygun hizmetler sağladıklarından piyasada aranan firmalar haline geleceklerdir. Bu yüzden firmalar Altı Sigma yaklaşımına büyük ilgi duymaktadırlar ve metodolojiyi şirket bünyesine dâhil edebilmek için büyük insan kaynağı yatırımı yapmaktadırlar. Şirket yöneticileri için, Altı Sigma yaklaşımına hâkim kişiler hem işe alım hem de terfi süreçlerinde fark yaratmaktadırlar.

Bu çalışmada, Altı Sigma felsefesi tekstil alanında çalışan bir işletmenin üretim süreçlerinde uygulanarak zamanında üretim oranının iyileştirilmesi hususunda müşteri isteklerinin karşılanması amaçlanmıştır. Felsefenin uygulandığı işletmede zamanında üretim oranının istenilen seviyede olmamasından dolayı işletmenin müşterilere karşı olan sorumluluğunu zamanında yerine getirememesi süregelen bir sorun ve üzerinde önemle durulması gereken hassas bir dönüm noktası olmuştur ve müşteri sipariş teslimatlarının gecikmesinde önemli problemlerden biri olarak göze çarpmıştır. Yapılan bu çalışmayla problemin tanımı ve büyüklüğü net olarak ortaya konulmuş, hedefler belirlenmiştir. Süreç ile ilgili somut verilerin toplanması için çalışmalar yapılarak, öncelikle bu verilerden problemin kök nedenleri tespit edilmiştir. Süreç, iş akışındaki ilk operasyondan itibaren bir bütün olarak ele alınarak, işletmedeki bölüm sorumluları çalışma içerisine dahil edilmiş, ortak bir sinerji yaratılarak problem çözülmüştür.

Problemin Altı Sigma yaklaşımı ile ele alınmasıyla, izlenecek adımlar tüm ekibin aklında net olarak tanımlı hale getirilmiştir. Öncelikle ABC analizi yapılarak A grubu ürünlere odaklanılması gerekliliği savunulmuş ve gerçekleştirilmiştir. Kök nedenlere odaklanma ve bu nedenleri sayısal veriler ile destekleme sayesinde, problemden alakasız alanlara kaymanın ve dolayısıyla problemin çözümsüz hale gelmesinin önüne geçilmiştir.

Çalışmada Altı Sigma yaklaşımı kullanılarak yıllardır süregelen ve çok zor gibi gözüken bir problem başarı ile çözümlenerek %87,12 olan zamanında üretim oranı giderek artmış, 2018 Aralık ayında % 94.8'e (yıllık ortalama da % 92.08) çıkarılarak hedeflenen iyileşme sağlanmıştır. İşletmede Altı Sigma uygulaması tüm adımları ile gösterilmiş, teorik bilgilerin uygulama aşamasında nasıl kullanılacağı, her adımın uygulamasında nelere dikkat edileceği, verilerin nasıl toplanıp Altı Sigma süreci içinde değerlendirilerek çözüme ulaşılabileceği çalışanlarla da paylaşılmıştır.

Altı Sigma ile yapılacak benzer çalışmaların farklı sektörlerde de uygulanmasının hem işletme hem de müşteri açısından yararlı olacağı ve ülke ekonomisine katkıda bulunacağı gözönünde bulundurularak sonraki araştırmacılara ilgili yöntem ile uygulamalar yapmaları önerilmektedir.

Şirketlerin insan kaynağı ihtiyacını karşılayan en önemli kurumlar olan üniversitelerin, bu yönde ortaya çıkmış talebi değerlendirerek öğrenim planlamalarında Altı Sigma'ya çok daha fazla yer ayırmaları gerekmektedir. Ayrıca her yöntem gibi Altı Sigma felsefesi de sürekli gelişmekte, diğer sistemler ile entegre edildiğinde yeni yaklaşımlar sunmaktadır.

Üniversitelerin bu yeniliklere öncülük ederek sanayi şirketlerini yönlendirmeleri, ülkemizde endüstrinin gelişmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Ayrıca gerek üretim sektöründeki gerekse de hizmet sektöründe bulunan işletmelerde bölüm ayırmadan yapılan projelerde Altı Sigma felsefesinin bütün adımlarıyla kapsamlı olarak uygulanması gerekmektedir.

### **Kaynakça**

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

Baş, T. (2008). Altı Sigma, e- kitap, www.kaliteofisi.com, son erişim tarihi: 15.12.2008, 23.

Çağlar Akyüz, M., Kurt M., (2016), Altı Sigma Yaklaşımı ve Savunma Sanayii Sektöründe Bir Uygulama, *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers)*, 27(3), 13-24.

Çalışkan, G., (2006), Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(17), 60-75.

Çelebi, S., Müşteri Odaklı Altı Sigma ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 223734.

Çeliknalça, F.F. (2006), "Evaluating Quality in Mass-Housing Projects Via Six Sigma: The Case of Odtuket," Yüksek lisans Tezi, ODTÜ, Ankara.

Dağlıoğlu, G., İnal, T., Aksoy, K., (2009), Altı Sigma Nedir?, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, sayı 18 (2), 132.

Durmuşoğlu, B. A., Keskin, G. A., (2015), Altı Sigma Yöntemi ile İmalat Sektöründe Ergonomik Risk İndirgeme Uygulaması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 293-300.

Eckes, G. (2007), *Herkes İçin Altı Sigma*. Çev. Adıyaman, B., MediaCat Yayınları, İstanbul, 10-11.

Firuzhan, A. R., Kuvvetli, Ü., Gerger, A., (2012), Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, *Journal of Yasar University*, 25(7), 4176-4188.

Goh, T. N. (2011), "Six Sigma in Industry: Some Observations After Twenty-Five Years", *Quality and Reliability Engineering International*, 27, 222-227.

Güner, M., Akman, Ü., Yücel, Ö., (2010), Erkek Gömleği Üretim Sürecinin Altı Sigma Yöntemiyle İyileştirilmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(1), 75-82.

Gupta, P., (2004), "Six Sigma Business Scorecard: Ensuring Performance for Profit", McGraw-Hill, ABD.

Gürsakal, N. (2003), Altı Sigma, Vipaş A.Ş., Bursa, 8.

Işığışık, E., (2005), Altı Sigma Kara Kuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası, Sigma Center Yönetim Sistemleri, Bursa, Aralık, 90.

- Karabulut, M. (2019), “Altı Sigma Yaklaşımı ve Tekstil Sanayi Sektöründe Bir Uygulama” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Özgen, G. (2006), “Altı Sigma Metodolojisi ve Elektrik Sektöründe Bir Uygulama,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Patır, S., (2008), Kalite Anlayışında Altı Sigma Yaklaşımı, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(24).
- Pzydek, T., (2003), The Six Sigma Handbook: The Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts and Managers at All Levels, Revised and Expanded Edition.
- Satı, Z., E., Gülay, K., (2012), Altı Sigma Yönteminin Bir Enerji Santralinde Uygulanması, *Business and Economics Research Journal*, 3(4), 143-163.
- Uluskan, M., (2017), Türkiye'nin Altı Sigma Haritası, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 131-143.
- Yenersoy G., (2011), *Endüstri Mühendisliğinde Üretim Planlama Kontrol: Envanter Yönetimine Giriş ve Temel Kavramlar*, Papatya Yayıncılık, İstanbul.