

## ALTI SİGMA TEKNİĞİYLE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ÇEVİRİM SÜRELERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

Mustafa DESTE<sup>1</sup>, Murat KARABULUT<sup>2\*</sup>,

<sup>1,2</sup>İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Malatya,44280, Türkiye  
Geliş tarihi: 01.10.2020 Kabul tarihi: 04.12.2020

### ÖZET

Uluslararası ticari ilişkilerin giderek artması sonucu, işletmelerin piyasada var olması ve rekabet edebilmesi için geleneksel üretim yöntemleri yerine yeni üretim yöntemlerini öğrenmesi, uygulaması ve bunların devamlılığını sağlaması gerekmektedir. Bu kapsamda, getirdiği çözümlerle Altı Sigma tekniğinin, süreçlerin yeniden dizayn edilmesinde ve geliştirilmesinde işletmelerin kullandığı tekniklerin başında geldiğini ifade etmek mümkündür.

Bu çalışmada, Malatya Organize Sanayi bölgesinde faaliyet göstermekte olan bir tekstil işletmesinin süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın kapsamı, işletme için en önemli problemlerden biri olan çevrim sürelerinin iyileştirilmesi olarak belirlenmiştir. Uygulama sürecinde Altı Sigma tekniğinin Tanımlama, Ölçme, Analiz Etme, İyileştirme ve Kontrol Etme (TÖAİK) adımları takip edilmiştir. Bu çerçevede, ölçüm sistemleri analizi, kök neden analizi gibi tespit araçları kullanılarak, işletmenin müşterilerine gönderdiği ürünlerin çevrim sürelerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma sonucunda müşteriye en çok sevk edilen 15 farklı ürünün çevrim sürelerinde iki farklı süreçte kaizen iyileştirmesi yapılarak, işletmenin müşteri taleplerini daha kısa sürede üretmesi sağlanmıştır.

**Anahtar Kelime:** *Altı Sigma, Süreç İyileştirme, Kök-Neden Analizi*

## AN APPLICATION FOR IMPROVING CYCLE TIMES IN TEXTILE SECTOR WITH SIX SIGMA TECHNIQUE

### ABSTRACT

As a result of increasing international trade relations, enterprises need to learn, apply and maintain new production techniques instead of traditional production systems in order to exist and compete in the market. In this context, it is possible to express that the Six Sigma technique with the approach it has developed is one of the preferred techniques of enterprises in the redesign and development of processes.

In this study, a research was carried out to improve the processes of a textile business operating in Malatya Organized Industrial Zone. The scope of the research was determined as improving cycle times, which is one of the most important problems for the business. During the implementation process, the identification, measurement, analysis, improvement and control of the Six Sigma technique (TEVAİK) steps were followed. In this context, it is aimed to improve the cycle times of the products shipped to the customer by using detection tools such as measurement systems analysis and root cause analysis. As a result of this study, kaizen improvement was made in two different processes during the cycle times of 15 different products that were shipped to the customer, enabling the enterprise to produce customer demands in a shorter time.

**Key Words:** *Six Sigma, Process Improvement, Root-Cause Analysis*

<sup>1</sup> e-mail: [mustafa.deste@inonu.edu.tr](mailto:mustafa.deste@inonu.edu.tr) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5781-6543>,

<sup>2</sup> e-mail: [karabulut.murat.44@gmail.com](mailto:karabulut.murat.44@gmail.com) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1006-2024>,

## 1. Giriş

Günümüz dünyasında teknolojinin büyüyerek ivme kazanması, ticaretin ve ilişkilerin globalleşmesi, insanların birbirlerine ulaşmasının eskiye nazaran daha kolay bir hâl alması, var olma yarışını oldukça yükseltmektedir. Bu yüzden devamlı farklılaşan piyasa şartlarına uyabilmek ve yükselen rekabet yarışında ayakta kalabilmek için işletmelerin sahip olduğu kaynaklarını çok verimli kullanması gerekmektedir. Uluslararası ticaret ivmesinin sürekli yükseldiği günümüzde, işletmelerin piyasada varolabilmesi için geleneksel üretim yöntemlerinin yerine yeni üretim yöntemlerini öğrenmesi, uygulaması ve bunların devamlılığını sağlaması gerekmektedir. Eski geleneksel anlayışlar yerini düşük maliyetli, kısa teslim süreli ve iyi kalitede ürün çeşitliliğine bırakmaktadır. Rekabetin sınır tanımadığı, aynı ürünü üreten işletmelerin çoğaldığı günümüzde, müşteri istekleri en önemli ölçüt olmaktadır. Müşteriler, artık talep ettiği farklı bir ürün satın almak istemediği gibi işletmelerin israf ettiği kaynaklar için de bedel ödemekten kaçınmaktadır. Bu çerçevede, işletmelerin başvurabileceği en etkin yöntemlerden biri Altı Sigma tekniğidir. Bu nedenle, üretimdeki değişimlerle artan maliyetler, problemler ve müşteri baskısı ile karşılaşan çoğu işletme Altı Sigma tekniğini benimsemeye başlamaktadır. Altı Sigma izlediği yöntemler ile üreticilerin problemlerine kalıcı çözümler getirmekte, karmaşık yapılara müdahale ederken etkin araçlar kullanmaktadır. Altı Sigma tekniğinde, üretim merkezine müşterinin konulması, süreçlerin iyileştirilmesi, başarı ve sonucun sürekliliğinin sistematik bir şekilde sağlanması esastır.

Yapılan bu çalışmada işletmenin çözülmek istenen problemine Altı Sigma tekniği ile nasıl müdahale edilip çözüm getirileceği açıklanmıştır. Bu kapsamda, Altı Sigma ve kullanım alanları ile ilgili kavramsal bir çerçeve oluşturulduktan sonra, tekstil sanayinde faaliyet gösteren bir işletmede iplik çevrim sürelerinin iyileştirilmesine yönelik Altı Sigma uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Altı Sigma tekniğini işletmelerinde kullanma gereği duyan yöneticilere yol haritası çizmek ve onlara farklı bakış açıları kazandırmak olup bu kapsamda Altı Sigma alanında literatüre katkı sağlamaktır.

## 2. Kavramsal Çerçeve

Altı Sigma, sürekli olarak işletmedeki tüm süreçleri geliştirme düşüncesini amaçlamaktadır. Sistemlerde daima iyileştirme imkânları olmaktadır. Önemli olan bu fırsatların bulunması ve bu fırsatları değerlendirecek sistemlerin sürece entegre edilmesidir. Altı Sigma, sanayide kayıpları azaltmak, maliyetleri düşürmek, verimliliği artırmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak için kullanılan bir tekniktir. Bu teknikte problemlerin kaynağındaki değişkenliğin yok edilmesi, koyulan hedeflerle yönetimin gerçekleştirilmesi, sistematik, tam katılımlı ve sürekli iyileştirmenin hedeflenmesi esastır [1].

Motorola, Altı Sigma tekniğiyle kalite ve iyileştirme çalışmalarında önemli değişiklikler yapmış, büyük gelirlere elde etmiştir. Marka, 1992 yılında ortalama 5,4 sigma yeterliliğine gelmiş hatta bazı ürün ve süreçlerde bu oranı da geçmiş Altı Sigma yeterliliğine kavuşmuştur [2].

Daha önce 3,8 sigma seviyesinde olan General Electric, Altı Sigma tekniklerini süreçlerine ekleyerek 5,7 sigma seviyesine ulaşmıştır. Bu yeni sigma değerine ulaşması ve bunu takip eden iki yılda, General Electric 320 milyon dolardan fazla kazanç sağlamıştır [3].

Otomotiv sektöründe Altı Sigma tekniği ile 2.el otomobil satışının artırılmasına yönelik çalışmalar, hizmet sektöründe de bu tekniğin kullanılabilirliğine örnektir [4].

Türkiye'nin önde gelen enerji firmalarından olan Enerjisa, enerji santralinde yaptıkları çalışmada Altı Sigma tekniğini uygulamışlardır. Enerji santralinde buhar üretimi kayıplarına

sebepler veren nedenleri bulmak, üretimi etkileyen bu faktörleri iyileştirmek ve verileri istatistiksel yöntemlerle analiz ederek proje hedefine nasıl ulaştıklarını göstermişlerdir [5].

İmalat sanayinde ergonominin önemi üzerinde durmak, ergonomik risk analizleri ile risk seviyelerini belirlemek verimlilik açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, Durmuşoğlu ve Keskin [6] yapmış oldukları çalışmada, yüksek riskli olan süreçlerin Altı Sigma tekniğiyle orta ve düşük seviyesine belirli bir amaçla düşürülmesinin önemi üzerinde durmuşlardır. Ayrıca iyileştirmelerin hedef koyulan yüksek risk taşıyan yerlerin %75'inde gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Uluskan [7] yapmış olduğu çalışmada Türkiye'de Altı Sigma tekniğini kullanan işletmelerin haritadaki coğrafi dağılımını bulmuş, bu haritada yer alan 1000 firma arasından 265'inin bu tekniği kullandığını belirlemiştir. Harita üzerindeki sanayi şehirlerini ve kalite danışmanlık işletmelerini birbiriyle ilişkilendirerek, Altı Sigma tekniğinin bazı sanayi şehirlerinde neden kullanılmadığını irdelemiştir.

Literatürde tekstil sektöründe maliyetlerin en aza indirgenmesine yönelik bir çok farklı bakış açısıyla gerçekleştirilen çalışma bulunmaktadır [8, 9, 10]. Bu çalışmaların yanısıra Altı Sigma Tekniğininde tekstil sektöründe başarıyla uygulandığını ifade etmek mümkündür. Tekstil Sektörü öncülerinden Coats, Yünsa, Bossa, Kordsa, Söktaş ve Sasa Polyester 6σ'yı benimseyen işletmeler arasında yer almaktadır. Bir Sabancı kuruluşu olan Kordsa tekstil işletmesinde 2002 yılında gerçekleştirilen beş Altı Sigma projesinden yaklaşık 670 bin \$ kazanç elde edilmiştir [11].

Öztürk vd. [12] yaptıkları çalışmada, Altı Sigma tekniğinin tekstil sektöründe de başarıyla uygulandığını ortaya koymuşlardır. Örneğin, Bursa'daki Yeşim Tekstil A.Ş.'de Altı Sigma çalışmaları kapsamında şirketin hazır giyim bölümünde kalite, maliyet ve verimlilik konularında üç yıl içinde 657 kaizen (iyileştirme) çalışması yapıldığını ve bu çalışmalardan elde edilen kazancın 926.571 TL olduğunu belirtmişlerdir.

Bircan ve Köse [13] yaptıkları çalışmada Sivas ve Kayseri şehirlerinde içinde tekstil sektörünün de olduğu sanayi işletmelerinin üretim yönetim sistemlerini incelemişlerdir. Bu doğrultuda işletmelerin toplam kalite yöntemini ne kadar uygulayabildikleri, toplam kaliteyi arttırmak için yapılan çalışmaların boyutları, Altı Sigma tekniği konusunda ne düşündükleri ve Altı Sigma tekniğini uygulamaya ne kadar hazır olduklarını ölçmek için çalışma yapmışlardır.

Öncül vd. [14] hazır giyim sektöründe Altı Sigma tekniğini kullanmış, üretim hatalarını azaltmak için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarını gerçekleştirdikleri konfeksiyon işletmesinde Altı Sigma tekniğinin TÖAİK metodolojisinden yararlanıp hataları en aza indirmek ve daha kaliteli ürünler üreterek verimliliği artırmayı hedeflemişlerdir.

İşler ve Güner [15] tarafından tekstil sektöründe yapılan bir çalışmada ise Altı Sigma tekniğinin; üretim planlamada daha çok emek isteyen işlerin çevrim zamanını aşmayacak şekilde üretimde dengelenmesinde kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Koska vd. [16] bir tekstil işletmesinde Altı Sigma tekniğinin faaliyet performansına olan etkisini incelemişlerdir. Araştırma Kahramanmaraş ilinde faaliyet gösteren tekstil üretim işletmelerinde anket yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Altı Sigma uygulamaları ile operasyonel performans arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir.

### 3. Uygulama

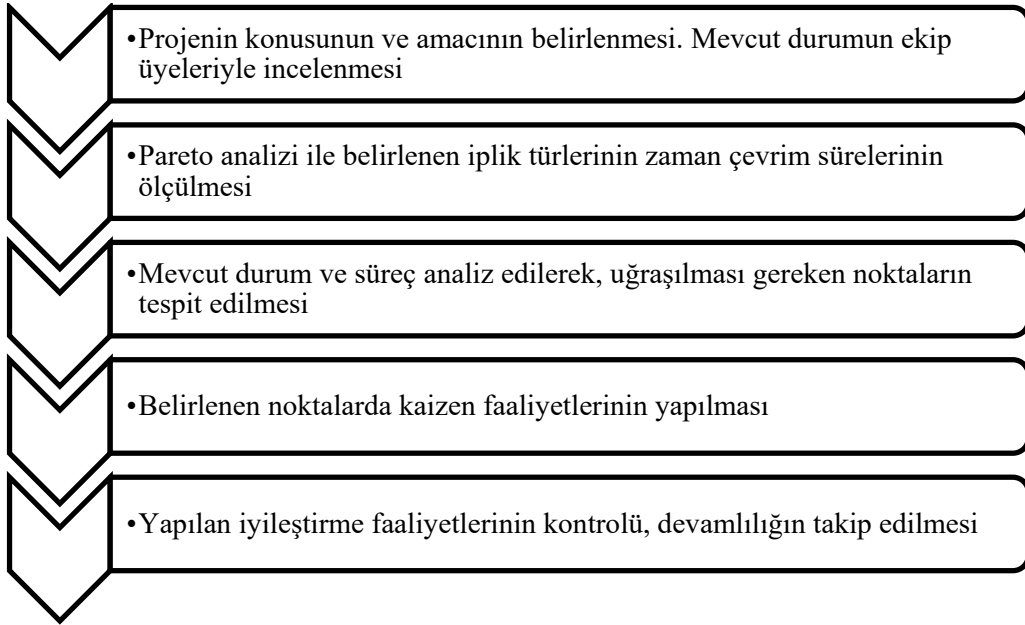
#### 3.1. Yöntem

Malatya Organize Sanayi'nde faaliyetlerini sürdüren tekstil işletmesinde yapılan bu uygulama çalışması için Altı Sigma tekniğinden faydalanılmıştır.

Altı Sigma metodolojisini, üretim, finans, sağlık sektörleri önde olmak üzere bütün sektörlerde olan işletmeler kullanabilmektedir [17]. Altı Sigma tekniğini uygulayan işletmeler, süreçlerin verimlilik değerlerini sigma seviyesi adındaki bir parametreyle izlemektedir. Sigma, istatistik biliminde bir değişkenliğin ölçüsü olan standart sapmayı tanımlamakta olup, işletmelerde süreçlerin değişkenlik durumuna, hata miktarlarının ve kayıpların ne kadar olduğuna işaret etmektedir [18].

Altı Sigma, daha önceki kalite tekniklerinin en iyi taraflarını alarak kendi kapsamında bütünleştirmektedir. Toplam kalite yönetimiyle koşulların elverişli hale getirildiği bir işletmede Altı Sigma tekniğini uygulamak çok daha kolay olacaktır [19].

Bu çalışmada, Altı Sigma tekniği ile süreçleri iyileştirmek için TÖAİK (Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol) döngüsü kullanılmıştır. Yapılan uygulamada kullanılan bu döngünün akış şeması ve adımları sırasıyla Şekil 1'de açıklanmıştır.



**Şekil 1.** Uygulama Akış Şeması

Ayrıca bu çalışmada, Altı Sigma tekniğinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olan beyin fırtınası tekniği ve sebep-sonuç diyagramı kullanılmıştır.

### 3.2. Tanımlama Aşaması

Tanımlama aşamasında, müşteri ihtiyaçları ile beraber çalışmanın kapsamı belirlenmiştir. İlk olarak temel sorunlar ayrıntılı olarak tanımlanmış ve planlanmıştır. Bu doğrultuda problemin çözümünde görev alacak ekip oluşturulmuştur. Yapılan uygulamanın tanımlama aşaması ise aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır:

Proje Konusu: Nihai ürün olarak müşteriye sevk edilen ipliklerin, çevrim sürelerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesidir.

Problem Tanımı: İşletmede iplik çevrim sürelerinin tanımlanmamış olması ve müşteri sipariş terminlerinin tecrübeye dayalı olarak verilmesi önemli bir problem olarak tespit edilmiştir. İşletmenin süreçlerindeki iplik çevrim sürelerinin beklenen seviyede olmaması, sürekli rekabet koşulları yükselen piyasada yön belirleyici olamama ve pazardaki liderliğini kaybetme kaygısına neden olmuştur. İlgili bölümlerin sorumlularıyla yapılan beyin fırtınası sonucunda, iyileştirilecek probleme dair ortaya çıkarılan sebeplerin kök-neden analizi Çizelge 1'de gösterilmiştir. Problem

kapsamlı bir şekilde kök-neden analizi yapılarak irdelenmiş ve elde edilen nedenler tabloya aktarılmıştır. Bu nedenler 5 ana faktörde toplanmıştır.

**Çizelge 1. Kök-Neden Analizi**

	<b>NEDENLER</b>	<b>Neden 1</b>	<b>Neden 2</b>	<b>Neden 3</b>	<b>Kök Neden</b>
<b>İNSAN</b>	Tip değişimlerinin fazla olması	Müşteri istekleri	Hammadde tedarikindeki gecikmeler	Siparişin aciliyeti	Müşteriler, Tedarikçiler
	İşletme içindeki taşımalarından kaynaklanan zaman kaybı	Takım değişim sürelerinin kısa olması			Üretim Teknisyenleri ve Operatörler
<b>MAKİNE</b>	Makine arızalarından dolayı oluşan üretim kaybı	Gece vardiyalarında ki kalifiye personel eksikliği	Yedek malzemelerin yetersiz olması	Emniyet stok kontrolünün düzenli yapılmaması	Bakım Teknisyenleri
	Takım değişimindeki kayıp zamanlar	Takım değişim sürelerinin kısa olması			Üretim Yönetimi
<b>ÇEVRE</b>	İklimlendirmenin yetersiz kalması	Farklı harmanların aynı ortamda çalışması	Farklı harman çalışma alanlarının bölünmemiş olması		Üretim ortamı, üretim sorumluları
<b>MALZEME</b>	Klips ve kopçalardaki deformasyon	Tedarikçilerden istenen özellikte ürün gelmemesi	Klips ve kopçaların zamanında değiştirilmemesi		Tedarikçiler ve üretim teknisyenleri
<b>METHOD</b>	Hammadde tedarikinde yaşanan gecikmeler	Tedarikçilerin verdikleri termine uymaması	Finans tarafından ödemelerin zamanında yapılmaması	Gümrük işlemlerinin uzun sürmesi	Tedarikçiler ve yönetim

İnsan faktörüne baktığımız zaman; ilk olarak müşterilerin çok farklı ürün tiplerinde sipariş talebi geçildiği ve bundan dolayı işletme içi tip değişikliğinin bir hayli yüksek olduğu tespit edilmiştir. Makine faktöründe ise arızalardan oluşan üretim kaybı ve takım değişimindeki kayıp zamanların çevrim sürelerinin uzamasına sebep verdiği gözlemlenmiştir. Çevre faktöründe ise üretim ortamındaki iklimlendirmenin yetersiz olması reposes faaliyetlerinin yüksek olmasına sebebiyet vermiş ve çevrim süresinin uzamasına neden olmuştur. Malzeme faktöründe ise üretimdeki makine parçalarının deformasyonu ile iplik çevrim sürelerinin beklenenden daha uzun sürede gerçekleştiği belirlenmiştir. Son olarak method faktöründe üst yönetim kararlarının işletme içindeki üretimi doğrudan etkilediği ve bu konu üzerine eğilmesi gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Tüm bu bilgiler ışığında, işletmeye ekstra maliyet harcaması yaptırmadan belirlenen faktörler çerçevesinde yapılabilecek iyileştirmeler için aksiyon alınmaya başlanmıştır.

### 3.3. Ölçme aşaması

Mevcut süreç tüm yönleriyle ele alınmış ve iplik çevrim sürelerinin ölçümü yapılmıştır. Proje kapsamında uygulama yapılan iplik işletmesinde 04.03.2020- 31.08.2020 tarihleri arasında üretilen iplik türleri ve miktarları Pareto Grafiği ile incelenmiştir. Bu grafik sayesinde toplam üretimin %80'ini oluşturan iplik türleri belirlenmiştir. Bu ipliklerin yapılan etütler sonucu çevrim süreleri hesaplanmıştır. Toplam üretimin %80 ini oluşturan iplik türlerinin ilk üretim sürecinden son üretim sürecine kadar olan bölümlerde zaman etütleri yapılarak iplik bazında çevrim süreleri belirlenmiştir. Bu çevrim süreleri iplik türü bazında 1 kg ipliğin kaç günde üretileceği şeklinde hesaplanarak oluşturulmuştur. Yapılan etütler sonucunda toplam üretimin %80'ini oluşturan 15 farklı ürün tipinde elde edilen veriler kg/gün cinsinden Çizelge 2'de verilmektedir:

**Çizelge 2. İplik Çevrim Süreleri**

İPLİK KODU	SİPARİŞ MİKTARI(KG)	ÇEVİRİM SÜRESİ(GÜN)
1	1	0,002144
2	1	0,001984
3	1	0,001856
4	1	0,001856
5	1	0,001856
6	1	0,001504
7	1	0,001472
8	1	0,001472
9	1	0,00144
10	1	0,001344
11	1	0,001248
12	1	0,001088
13	1	0,002144
14	1	0,001856
15	1	0,001056

### 3.4. Analiz aşaması

Bu aşamada süreçten sağlanan veriler ışığında çevrim süresi uzun olan iplik türleri detaylı analiz edilmiştir. Bölüm sorumlularıyla beraber işletmenin iplik çevrim sürelerini istenen seviyeye yükseltilmesi için nasıl aksiyon alınması gerektiği belirlenmiştir. Bu çerçevede kısa sürede iyileştirilebilecek noktalarda aksiyon alınması, iyileştirilmesi uzun sürede gerçekleştirilebilecek aksiyonlarınsa sonraki zamanlara bırakılması kararlaştırılmıştır.

### 3.5. İyileştirme aşaması

Bu aşamada, süreci iyileştirmek adına problemin ortadan kaldırılması veya etkisinin olabildiğince azaltılması için gerekli aksiyonlar alınmıştır.

İplik üretim işletmesinde en çok üretilen tipler bazında iyileştirme aksiyonları alınmaya başlanmıştır. Bu iyileştirmeler süreçte yer alan iki üretim sürecindeki iki kaizen ile yapılmıştır. Bu kaizenler; en çok çalışan tiplerin bobin metrajlarında iyileştirme, kops çapında iyileştirme çalışmalarından oluşmaktadır. Bobin metrajlarındaki iyileştirmeye takım değişim sayısının ve işletme içi taşımaların azaltılması hedeflenmiştir. Kops çapındaki iyileştirmeye ise takım değişim süresini uzatmak ve takım değişim sayısını azaltmak hedeflenmiştir. Tip bazında yapılan iyileştirmelerde, işletme prosedürü gereği iplik kodları ve iplik üretim miktarları verilmemiş, bunun yerine 1-15 arası rakamlar veriler iplikler tasnif edilmiştir. Yapılan kaizen çalışmaları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır:

#### 3.5.1. Kaizen 1

*Problem: Takım değişiminde yaşanan kayıp zamanlar, işletme içinde taşımalarından kaynaklanan kayıp zamanlardan dolayı verimlilik kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir:*

*Çözüm: İplik bobin metrajları artırılarak, aynı üretim tonajı; daha az takım değişimi ve daha az bobin üretimiyle sağlanmıştır. Bu şekilde taşıma sürelerinden kaynaklanan kayıp zamanlar azaltılmış, malzeme sarfiyatından önemli bir kazanım*

elde edilmiştir. Örneğin 1 nolu iplik kodundaki üründe 1 kg iplik 0,002144 günde üretiliyorken bobin metrajının artırılması sonucu 1 kg iplik 0,002128 günde üretilir duruma gelmiştir. Bu 1 kg bazındaki iyileştirme süresi bu ipliğin aylık üretimi baz alındığında işletmeye aylık olarak 20 saat kazanç sağlamıştır. Yine aynı iyileştirmede daha az bobin üretimiyle aynı sipariş tonajları yakalandığından bobinlerin yerleştirdiği palet sayısında önemli kazanç sağlanmıştır. Tüm bu bilgiler ışığında 15 farklı tipte yapılan bu kaizen iyileştirmesinin sonucu ve elde edilen kazançları Çizelge 3'te gösterilmiştir:

**Çizelge 3.** Bobin metrajında yapılan iyileştirmelerin katkısı

İPLİK	İPLİK İŞLETMESİNE KATKISI(SAAT)	MALZEME SARFIYAT KAZANCI
1	20	33 PALET
2	10	14 PALET
3	4,2	9 PALET
4	2,55	5 PALET
5	2,56	5 PALET
6	2,82	6 PALET
7	7,5	16 PALET
8	7,02	1 PALET
9	8,3	35 PALET
10	3,1	1 PALET
11	2,46	4 PALET
12	1,9	4 PALET
13	1,47	4 PALET
14	1,25	3 PALET
15	0,133	1 PALET

### 3.5.2. Kaizen 2

*Problem:* Takım değişiminde yaşanan kayıp zamanlar ve işletme içinde taşımalarından kaynaklanan kayıp zamanlardan dolayı verimlilik kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir.

*Çözüm:* Ring kops çapları artırılarak, aynı üretim tonajı; daha az takım değişimi ve daha az kops üretimiyle sağlanacağından taşıma sürelerinden kaynaklanan kayıp zamanlar azaltılıp, aynı zaman diliminde daha fazla üretim alınarak önemli bir kazanım elde edilmiştir.

Örneğin 1 nolu iplik kodundaki ürünün ring makinesi bileziği 50 mm'dir. İlk artırma değerinin (pranganın yukarı-aşağı hareket hızı ya da kops sarım hızı) 28 olduğu tespit edilmiştir. Üretimden çıkan ilk partiden 10 adet kops alınarak çap ölçümü yapılmıştır. Normalde olması gereken çap miktarı  $(50-2)*10=480$ 'ken yapılan ölçümün bu oranın altında kaldığı belirlenmiştir. 10 adet kops ağırlığının toplam gramajı ise 1660 gr olduğu ve takım değişim süresininin 140 dk olduğu belirlenmiştir. Artırma değeri 26 olarak değiştirildiğinde yapılan değişiklik sonucu takım değişim süresini 150 dk'da tamamladığı tespit edilmiştir. 10 adet kops alınarak kops

çaplarında yapılan ölçüm sonucu kops çap miktarlarının toplamda 480 mm olduğu ve istenen düzeye geldiği tespit edilmiştir. 10 tane kopsun toplam gramajının 1684 gr olduğu belirlenmiştir. Mevcut durumda günde  $1440/140 = 10,3$  takım değişimi yapılır ve her takım değişiminde  $11*5=55$  dk kayıp zaman yaşanır. İyileştirilmiş durumda günde  $1440/150 = 9,6$  takım değişimi yapıp  $10*5 = 50$  dk kayıp zaman olduğu gözlemlenmiştir. Sadece bu tipe özgü olarak 5 dk'lık kazanç elde edilmiştir. Aylık bazda 28 gün üzerinden  $(5*28) = 2,3$  saat kazanç sağlanmıştır. Yine 1 nolu ürün bazında yapılan kaizen iyileştirmesinin işletmeye 1 nolu ürün bazında aylık üretim tonajı katkısı 127 kg'dır. Tüm bu bilgiler ışığında 5 farklı tipte yapılan bu kaizen iyileştirmesinin sonucu ve elde edilen kazançları Çizelge 4'te gösterilmiştir:

**Çizelge 4.** Kops çapında yapılan iyileştirmelerin katkısı

İPLİK	BİLEZİK ÇAPİ(MM)	İLK KOPS AĞIRLIK (GR)	İLK ARTIRMA DEĞERİ	İLK ÇAPİ (MM)	SON ARTIRMA DEĞERİ	SON ÇAPİ	SON KOPS AĞIRLIK (GR)	AYLIK ÜRETİM KAZANCI(SAAT)	AYLIK ÜRETİM KAZANCI(KG)
1	50	166	28	45	26	47	168,4	2,3	127
2	50	163	47	45	46	46	167	2,3	211
3	54	179	59	47	57	48	183,5	2,3	248
4	45	124	29	41	28	42	126,6	2,3	85
5	48	169	31	44	29	45	174,9	2,3	154

### 3.6. Kontrol aşaması

Bu aşamada, iyileştirme aşamasında yapılan değişikliklerin etkisinin devamlılığı takip edilmiştir. Gerçekleştirilen iyileştirmelerin devamlı olması ve süreklilik kazanması adına süreçler standardize edilmiş ve devamlı kontrol edilmiştir. İplik çevrim sürelerinde yapılan optimizasyon çalışması, işletme bünyesinde üretim ve planlama bölümlerinin hedeflerinde bulunmaktadır. Süreçlerdeki kayıpları minimize etmek ve iplik çevrim sürelerini yapılan kaizen faaliyetleriyle istenilen seviyeye getirmek optimizasyon çalışmalarına örnek teşkil etmiştir. Bu veriler, aylık düzenli bir şekilde kontrol edilmiş ve iplik üretim süresi nedeniyle gecikme yaşanan tipler SAP sisteminde kayıt altına alınmıştır. Yapılan kaizen çalışmalarından sonra iplik çevrim sürelerinde iyileştirme sağlanan iplik türleri Çizelge 5'te gösterilmektedir:

**Çizelge 5.** İplik çevrim sürelerinde yapılan iyileştirmeler

İPLİK KODU	SİPARİŞ MİKTARI(KG)	ÖNCEKİ ÇEVİRİM SÜRESİ(GÜN)	İYİLEŞTİRİLMİŞ ÇEVİRİM SÜRESİ
1	1	0,002144	0,002128
2	1	0,001984	0,001968
3	1	0,001856	0,001824
4	1	0,001856	0,00184
5	1	0,001856	0,00184
6	1	0,001504	0,001472
7	1	0,001472	0,001456
8	1	0,001472	0,001456
9	1	0,00144	0,001392



10	1	0,001344	0,001312
11	1	0,001248	0,001216
12	1	0,001088	0,001072
13	1	0,002144	0,002128
14	1	0,001856	0,001824
15	1	0,001056	0,001024

#### Çizelge 5 Devamı

Bu iyileştirmelerle yıllık bazda; malzeme sarfiyatından 79.671,59 \$, iplik üretim miktarı kazancından 31.118,88 \$ olmak üzere toplamda 110.790,47 \$ kazanç elde edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Altı Sigma müşteri taleplerinin en kaliteli seviyede ve hatasız biçimde sağlanmasına odaklanan bir tekniktir. İşletmelerin Altı Sigma tekniğini özümseyip, tüm süreçlerinde aktif olarak kullanması piyasada rekabet etme şansını artırmış olacaktır. Bu teknik sayesinde işletmeler; yüksek kalite ve müşteri taleplerine uygun çözümler getirdiklerinden piyasada aranan işletmeler olacaklardır. Bu yüzden işletmeler Altı Sigma tekniğine büyük önem vermekte ve bu tekniği işletme süreçlerine dâhil etmek için büyük yatırımlar yapmaktadırlar.

Yapılan bu uygulama ile Malatya Organize Sanayi'nde faaliyetlerini sürdüren işletmede, Altı Sigma tekniği ile süreçleri iyileştirmek için TÖAİK (Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol) döngüsü kullanılmıştır. Öncelikle yaşanan sorun detaylı bir şekilde tanımlanmış, proje konusu ve problem tanımı yapılmış, bu doğrultuda problemin çözümünde görev alacak ekip oluşturulmuştur. İşletmenin süreçlerindeki iplik çevrim sürelerinin istenilen seviyede olmaması, sürekli rekabet koşulları artan piyasaya yön verememe ve pazardaki liderliğinden olma kaygısına neden olmuştur. İlgili bölümlerin sorumlularıyla yapılan beyin fırtınası sonucunda, iyileştirilmesi istenen probleme dair ortaya çıkarılan sebepler kök-neden analiziyle gösterilmiştir. Proje kapsamında uygulama yapılan iplik işletmesinde 04.03.2020- 31.08.2020 tarihleri arasında üretilen iplik türleri ve miktarları Pareto Grafiği ile incelenmiştir. Bu grafik sayesinde toplam üretimin %80'ini oluşturan iplik türleri belirlenmiştir. Toplam üretimin %80 ini oluşturan iplik türlerinin ilk üretim sürecinden son üretim sürecine kadar olan bölümlerde zaman etütleri yapılarak iplik bazında çevrim süreleri hesaplanmıştır. Analiz aşamasında süreçten sağlanan veriler ışığında çevrim süresi uzun olan iplik türleri detaylı olarak incelenmiştir. İplik üretim işletmesinde en çok üretilen tipler bazında iyileştirme aksiyonları alınmaya başlanmıştır. Bu iyileştirmeler süreçte yer alan iki üretim sürecindeki iki kaizen ile yapılmıştır. Bu kaizenler; en çok çalışan tiplerin bobin metrajlarında iyileştirme, kops çapında iyileştirme çalışmalarından oluşmaktadır. Bobin metrajlarındaki iyileştirmeye takım değişim sayısının ve işletme içi taşımaların azaltılması hedeflenmiştir. Kops çapındaki iyileştirmeye ise takım değişim süresini uzatmak ve takım değişim sayısını azaltmak hedeflenmiştir. Son olarak, iyileştirme aşamasında yapılan değişikliklerin etkisinin devamlılığı takip edilmiştir. Yapılan iyileştirmelerin devamlı olması ve süreklilik arz etmesi için süreçler standardize edilmiş ve devamlı kontrol edilmiştir. Proje kapsamında yapılan iyileştirme faaliyetlerinin geri dönüşü proje bitiminde ve sonraki zaman diliminde çok hızlı bir şekilde alınmıştır.

İplik çevrim sürelerinin istenilen seviyede olmaması, işletmenin müşterilerine karşı olan sorumluluğu zamanında yerine getirememesi durumu geçmişten gelen bir problem ve üzerinde önemle durulması gereken bir nokta olarak görülmüştür. Bu sorun müşteri siparişlerinin geciktirilmesinde önemli problemlerden biri olarak kayda alınmıştır. Bu çalışma ile beraber problemin tanımı ve büyüklüğü net olarak ortaya konmuş ve hedefler belirlenmiştir. Süreç ile ilgili somut verileri toplamak adına uygulamalar yapılmış, bu verilerden problemin kök nedenleri açığa çıkarılmıştır. Süreç, iş akışındaki ilk operasyondan itibaren bir bütün olarak ele alınmış, işletmedeki bölüm sorumluları projeye dahil edilerek problem çözüme kavuşturulmuştur.

Problemin Altı Sigma tekniğiyle incelenmesiyle, öncelikle izlenecek adımların tüm proje ekibinin kafasında net olarak tanımlı hale getirilmesi sağlanmıştır. Kök nedenlere yönelme ve bu nedenleri sayısal verilerle destekleme sayesinde, problemden uzak alanlara kayma ve boşa enerji harcamanın, dolayısıyla problemin çözümsüz hale gelmesinin önüne geçilmiştir. Sonuç olarak Altı Sigma tekniğiyle geçmişten gelen ve çok zor görünen bir problem başarıyla çözülmüştür.

Bu çalışma tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir iplik işletmesinin çevrim sürelerini iyileştirmeye yöneliktir. Literatür incelendiğinde iplik üretim işletmelerinde daha önce yapılan bir çalışma bulunmamıştır. Ayrıca bu çalışma, benzer yapıdaki işletmeler için de bir uygulama modeli sunmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Altı Sigma tekniğiyle yapılacak olan benzer çalışmaların farklı sektörlerde de uygulanması hem işletme hem de müşteri açısından faydalı olacağı ve ülke ekonomisine katkıda bulunacağı gayet açıktır. Bu durum göz önünde bulundurularak sonraki araştırmacılara ilgili teknik ile işletme süreçlerinde uygulamalar yapmaları tavsiye edilmektedir.

## Kaynaklar

- [1] Baş T., Altı Sigma, 5.Baskı, Kalite Ofisi Yayınları, İstanbul, 2003.
- [2] Gürsakal N., Altı Sigma: Müşteri Odaklı Yönetim, 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2015.
- [3] Eckes, G. (2007), Herkes İçin Altı Sigma. Çev. Adıyaman, B., MediaCat Yayınları, İstanbul, 10-11.
- [4] Firuzan, A. R., Kuvvetli, Ü., Gerger, A., (2012), Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, Journal of Yasar University, 25(7), s. 4176-4188.
- [5] Satı, Z., E., Gülay, K., (2012), Altı Sigma Yönteminin Bir Enerji Santralinde Uygulanması, Business and Economics Research Journal, 3(4), s. 143-163.
- [6] 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), s.293-300.
- [7] Uluskan, M., (2017),Türkiye'nin Altı Sigma Haritası, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3), s.131-1.
- [8] Bilgiç H., Baykal P., (2017), Örne Konfeksiyonda Kumaş Eni ile Kumaş ve Model Türünün İkinci Kalite Maliyetine Etkisi, Tekstil ve Mühendis, 24:106, 78-87.
- [9] Frency, Ng S. F., Hui, C. L.P. and Leaf, G. A. V., (1999), A mathematical model for predicting fabric loss during spreading, International Journal of Clothing Science and Technology, 11.2/3 pp: 76-83. 4.
- [10] Vuruşkan, A., Yazgan Bulgun, E., (2006), Hazır Giyim Ve Konfeksiyon Sektöründe Ön Maliyet Tahminleme: Ege Bölgesindeki Konfeksiyon Firmalarına Yönelik Bir Araştırma, Tekstil ve Mühendis Dergisi, Sayı 64, 48-57.
- [11] Yıldırım H., Demir M., (2007), Tekstil Sektöründe Altı Sigma Yaklaşımı, Öneri Dergisi, 7(27), s.115-127.
- [12] Atatürk Ü. İİBF Dergisi, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 2011.
- [13] Bircan, H. Ve Köse, S. (2012), Altı Sigma ve Firmaların Altı Sigmaya Bakış Açısı: Sivas-Kayseri İli Örneği, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi 8/2, 107-129.
- [14] Öncül, K., Erdoğan, M.Ç. ve Güneş, M. (2014). "Hazır Giyim Üretiminde Altı Sigma Yöntemini Kullanarak Üretim Hatalarının Azaltılması: Bir Örnek Çalışma", Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 24/2, 224-227.
- [15] İşler M., Güner M., (2014) "Yalın Üretim Araçlarından Heijunka ve Konfeksiyon Uygulamaları", XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 264-267.
- [16] Koska, A., Göksu N. ve Sünbül M.B. (2016) "Yalın Stratejinin Faaliyet Performansına Etkisi: Kahramanmaraş Tekstil İşletmelerinde Bir Uygulama", Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 13: 283-296.

- [17] Çeliknalça, F.F. (2006), "Evaluating Quality in Mass-Housing Projects Via Six Sigma: The Case of Odtükent," Yüksek Lisans Tezi,, Odtü, Ankara.
- [18] Dağlıoğlu G., İnal C., Aksoy K., (2009), Altı Sigma Nedir?, Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, sayı 18 (2), 132.
- [19] Çalışkan, G., (2006), Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 5(17), s. 60-75.