

YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK TEKSTİL
SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEMA BİLİCİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

KASIM 2019

YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK TEKSTİL
SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SEMA BİLİCİ
155109003**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

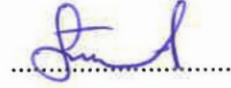
Endüstri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Fuat Kosanoğlu

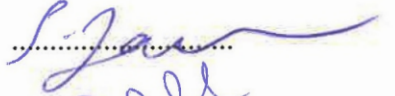
KASIM 2019

YALOVA Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 155109003 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **SEMA BİLİCİ** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK TEKSTİL SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Fuat KOSANOĞLU**
Yalova Üniversitesi

.....


Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Selim ZAİM**
İstanbul Şehir Üniversitesi

.....


Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Eyüp ÇALIK**
Yalova Üniversitesi

.....


Dr. Öğr. Üyesi Fuat KOSANOĞLU
Yalova Üniversitesi

.....


Teslim Tarihi : 11 Ekim 2019
Savunma Tarihi : 05 Kasım 2019



ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinden tezin son bölümüne kadar her aşamada bana yol gösteren tez danışmanım Sayın Dr. Öğr Üyesi Fuat Kosanoğlu'na, bu süreçte hiçbir zaman desteğini ve yardımını esirgemeyen Erzurum Tekstil Genel Müdür Yardımcısı Sayın İbrahim Halil Aytaş'a ve beni en iyi şekilde yetiştiren, her zaman yanımda olan aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

Ekim 2019

Sema BİLİCİ
Endüstri Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Yalın Üretim.....	2
1.1.1 Yalın üretimin tarihçesi.....	5
1.1.2 Yalın üretim teknikleri	5
1.1.3 İsraf çeşitleri.....	7
1.1.4 Yalın düşüncenin performans ölçütleri	8
1.2 Literatür Araştırması	9
2. METODOLOJİ	13
2.1 Değer Akış Haritalama	13
2.1.1 Değer akış haritalama süreci	15
2.1.2 Malzeme akış sembolleri	16
2.2 Hata Türü ve Etkileri Analizi	17
2.3 Balık Kılıcı Diyagramı	20
3. UYGULAMA.....	23
3.1 Amaç	23
3.2 Problemin Tanımı ve RÖS Değerlerinin Hesaplanması	26
3.2.1 Şiddet değeri	32
3.2.2 Olasılık değeri	35
3.2.3 Farkedilebilirlik değeri.....	37
3.2.4 Risk öncelik değerinin hesaplanması	38
3.3 Mevcut Durum Analizi.....	24
3.4 Gelecek Durum Analizi.....	39
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ.....	53



KISALTMALAR

VSM	: Değer Akış Haritalama
FMEA	: Hata Türleri ve Etkileri Analizi
AHP	: Analitik Hiyerarşi Proses
OEE	: Toplam Ekipman Etkinliği
RS	: Risk ncelik Katsayısı
SMED	: Single Minutes Exchange of Die
TPM	: Total Production Maintenance



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Malzeme akış sembolleri.....	16
Çizelge 3.1 : FMEA formu.	24
Çizelge 3.2 : Proses FMEA şiddet değerlendirme kriterleri tablosu	33
Çizelge 3.3 : Uygulanan proses üzerindeki hataların şiddet değerleri.....	34
Çizelge 3.4 : Hatanın oluşma olasılığı değerlendirme kriterleri tablosu	36
Çizelge 3.5 : Uygulanan proses üzerindeki hataların olasılık değerleri.	36
Çizelge 3.6 : Hata saptama değerlendirme kriterleri tablosu	37
Çizelge 3.7 : Uygulanan proses üzerindeki hataların fark edilebilirlik değeri	38
Çizelge 3.8 : Mevcut durum RÖS değerleri tablosu.....	39
Çizelge 3.9 : Gelecek durum RÖS değerleri tablosu.....	45



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Değer akış haritalama süreci	15
Şekil 3.1 : FMEA süreci	17
Şekil 3.2 : Çalışmanın metodolojisi.....	24
Şekil 3.3 : Paketleme ve kukalama arası stoğun balık kılçığı analizi.....	28
Şekil 3.4 : Hammadde temin süresinin balık kılçığı analizi.	28
Şekil 3.5 : Verimsiz makinelerin balık kılçığı analizi.	29
Şekil 3.6 : Boyamalarda karşılaşılan abrajın balık kılçığı analizi.	29
Şekil 3.7 : Kuka gramajlarında karşılaşılan varyasyonun balık kılçığı analizi.....	30
Şekil 3.8 : Veri düzensizliğinin balık kılçığı analizi.....	30
Şekil 3.9 : Mevcut durum analizi.....	25
Şekil 3.10 :Mevcut durum çevrim süresi grafiği.	26
Şekil 3.11 :Gelecek durum haritası.....	40
Şekil 3.12 :Emniyet stok miktarı hesaplanması.....	41
Şekil 3.13 :Mevcut durum kukalama makinesi iş ucu.	42
Şekil 3.14 :Gelecek durum kukalama makinesi iş ucu.....	42
Şekil 4.1 : Gelecek durum çevrim süresi grafiği.	46



DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK TEKSTİL SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI

ÖZET

Günümüzde rekabet ve pazar koşullarındaki değişim her geçen gün daha da artmaktadır. Şirketler gittikçe zorlaşan piyasa koşullarında değer yaratabilmek ve hayatta kalabilmek için faaliyet gösterdikleri sektörler için çözümler üretmektedirler. Bu koşullara uyum sağlamak amacıyla üretim sistemleri, farklı stratejileri ve yenilikleri ortaya koyarak, geleneksel sistemlerden ayrılarak, her türlü israfı ve maliyeti düşürerek karlılığı arttırmak ve sürekliliğini korumak amacıyla yeniden şekillenmiştir. Bu üretim sistemlerinden biri olan Yalın üretim, üretim akışını en üst düzeye çıkarırken israfı en aza indirmeyi veya tamamen ortadan kaldırmayı amaçlar. İhtiyaç duyulan iyileştirme çalışmalarının başlayabilmesi için problemlerin ortaya çıkış sebeplerinin tanımlanması gerekir. Değer akış haritalama (VSM), mevcut sistemin performansını ortaya koymak ve analiz etmek için veri toplanmasını içeren ve üretim sürecini planlamaya yönelik bir yalın üretim aracıdır. Üretimde yer alan tüm malzeme, bilgi akışı ve nihai ürünlerin ortaya çıkması için gerçekleştirilmesi gereken prosesleri gösteren değer akış haritaları, firmaların kaynaklarını verimsiz kullanmalarına sebebiyet veren süreçlerin incelenmesinde ve iyileştirilmesi gereken istasyonların tespit edilmesinde önemli katkı sağlayan bir yalın üretim tekniğidir. VSM, analiz edilen üretim hattının toplam çevrim süresini, envanter seviyelerini ve mevcut teslim süresini belirlemek için kullanılan etkili bir yöntemdir. Bu değerler, nihai ürüne değer katmayan faaliyetleri tanımlamak ve ortadan kaldırmak için kullanılır. Bu çalışma, bir tekstil fabrikasında değer akış haritalama yöntemi kullanılarak belirlenen darboğazların yalın üretim uygulamalarıyla iyileştirme yapmayı amaçlamaktadır. Bunun için ilk olarak her bir istasyon arasında gereğinden fazla yarı mamul stoğu bulunması, hammaddenin temin süresinin uzunluğu, çalışan makinelerden istenilen verimin alınamaması, boyamave kukalama sürecinden karşılaşılan varyasyonlar ve hatalı üretim girişleri gibi birçok problem tespit edilmiştir. Daha sonrasında Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) yöntemi ile bulunan hatalar arasında değerlendirilme yapılmış olup en yüksek puana sahip olan üç hata mevcut durum üzerinde haritalandırılmıştır. Değer akışı yöntemi ile takt zamanlar ve çevrim zamanları ortaya çıkarıldıktan sonra firmanın rekabet gücünü artırmak için olası iyileştirmeler tartışılarak gelecek durum üzerinde tekrar FMEA yöntemi uygulanarak değerlendirilmedi bulunulmuştur.



AN APPLICATION OF A LEAN MANUFACTURING MODEL BY CARRYING OUT VALUE STREAM MAPPING IN TEXTILE INDUSTRY

SUMMARY

Today, the competition and the change in the market conditions increase everyday. Companies create solutions based on the sector in which they operate to be able to create value and survive in the market conditions which get more and more difficult. Competition and change in market conditions is increasing every day. Companies, regarding the sector they are operating in, develop solutions in order to create value and survive in the harsh market conditions. In pursuit of adapting themselves to these conditions, production systems have been reshaped to reduce any waste and cost, and increase profitability and maintain sustainability, by discarding traditional systems and developing different and innovative strategies.

Being one of these production systems, lean manufacturing was developed following Eiji Toyoda and Taichiro Ohno's research trip to the U.S. in order to visit the production sites and analyze the production systems of Ford in 1950. The Toyoda family became much more successful after 1970 compared to their competitors through their innovative methods. Lean manufacturing systems are practiced all over the globe and are discussed in numerous academic studies.

Regardless of being large or small scaled, every company operates among a vast number of competitors to serve customers who become more conscious every day. Within this context, lean manufacturing provides competitive advantage by identifying the problems in our business and offering more efficient ways of operating.

Being concerned with every step of a process from design to transportation, lean manufacturing comprises five principles;

- Identify value
- Map the value stream
- Create flow
- Establish pull
- Seek perfection

When applied in compliance with the above mentioned principles, lean manufacturing provides customer satisfaction, regular cash flow, continuous profitability and continuous improvement.

The main principle of lean manufacturing is to eliminate everything that does not add value for the customer. This perspective considers everything as waste which the customer does not believe adds value and is unwilling to pay for. There are seven types of waste;

- Defects
- Overproduction

- Excess Inventory
- Inappropriate Processing
- Unnecessary Transportation
- Unnecessary/Excess Motion
- Waiting

The aim of this system is to eliminate waste at each step of production from design to delivery in order to reduce cost, increase customer satisfaction, accelerate cash flow and maximize company profitability.

Lean manufacturing system incorporates main performance criteria. These criteria are key indicators of providing process standardization along with continuous improvement. Major performance criteria analyzed in this study are as follows;

- Productivity
- Process Quality
- Throughput
- Overall Equipment Effectiveness
- Work in Process
- Heijunka

There are various tools to create leanness by steady elimination of waste;

- Just in time (JIT)
- Kaizen
- Kanban
- Jidoka
- Poke Yoke
- SMED
- 5S
- Total quality management
- Value stream mapping

Value Stream Mapping (VSM) is one of lean manufacturing techniques aiming to eliminate or reduce non-value adding operations in the process where input is transformed into output.

In order to begin with necessary improvement actions, origins of problems need to be addressed. VSM is a lean manufacturing method to analyze the performance of the current system by gathering data and to redesign the production process.

Identifying necessary processes required for all materials, data flow and end products, VSM is a lean manufacturing technique providing significant contributions to analyzing processes leading to inefficient use of sources, and determining stations that require improvement. VSM has proven to be quite efficient in terms of determining total cycle time, inventory levels and lead time of the analyzed production line. Analysis results are employed to define and eliminate non-value adding activities regarding the end product.

VSM technique starts with selecting a product family within a process. The next step is to determine necessary improvement by analyzing the current system and to make a future state analysis. Eventually the future state plan is carried into practice.

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), another technique analyzed in this study, is a total quality management technique initially developed by the U.S.

military. This method targets to identify all potential failure modes with their causes and effects, and to eliminate them.

It has become one of the most important risk analysis methods due to its easy applicability. While analyzing failures within the process, FMEA becomes more effective when applied with methods such as fishbone or Pareto analysis.

FMEA incorporates a number of activities;

- Assessment of failure types in the production process of a product or service
- Determining potential causes of the failures
- Prioritizing failures connected to probability, severity and detection according to RPN value
- Monitoring problems and taking correcting actions

According to RPN value, in order to eliminate potential failures and their causes, or to minimize their negative effects, change in various elements, such as design, production process, material or production method, is recommended. This requires reduction in probability, severity and detection values. Recommended corrective actions should be applied, following results should be evaluated. Application of corrective measures is quite important. At this level, results are periodically analyzed and evaluated until the critical RPN values are eliminated.

The purpose of this study is to offer solutions to the problems encountered during production to increase customer satisfaction and improve production processes of a textile company which is manufacturing hand knitting yarn for almost 60 countries in its 2 production facilities with over 1200 employees. The company incorporates several major processes such as preparation, ring-spinning, specialty yarn spinning, skeining, dyeing and swa print.

This study consists of 2 main parts. In order to prioritize problems, initially, FMEA method was applied, involving all processes from arrival of raw material to delivery of end product. Then, VSM technique was employed to improve processes in which failures occur.

Firstly a team in charge of conducting FMEA technique was formed; secondly, together with this team, 6 most frequently encountered failures were determined. The team, then, examined the whole process from demand forecasting to delivery to the customer so as to identify failures taking both domestic and international customer feedback into consideration. Fishbone method was utilized to better examine failures by intensifying the analysis. Potential causes of the failures were identified by this method facilitating solution propositions throughout the whole process.

When designing the fishbone, the criteria listed below were taken into consideration;

- Method
- Manpower
- Machine
- Environment
- Measurement

Fishbone method encompasses benefits such as;

- Detecting the causes of the problem more clearly,
- Creating an open discussion environment,
- Strengthening communication within the team.

Detailed failures are listed from higher to lower in the fishbone diagram according to the RPN value calculated by multiplication of severity, probability and detection degrees of the failures. The study, then, aimed to improve work in process and bottlenecks identified with VSM method by lean manufacturing practices. Applying these methods served to determine various problems such as excess work in process, long material lead time, low productivity of equipment, variations encountered during dyeing and skeining processes, manufacturing defects, and the current state map was constructed. After identifying takt time and cycle time through VSM, possible improvements to increase competitiveness of the company were discussed. The difference between takt time and cycle time were reduced as much as possible with suggested improvements, and work in process and bottleneck problems were minimized. Moreover, total lead was improved by 48% and total cycle time by 57%. Future state map was constructed. Then, with this new map FMEA was applied again and it was observed that RPN values of initial failures had decreased. In addition, the employees have become more conscious, more educated and more environmentally aware through the improvements.

Considering these applications and their results, it is striking what a significant system lean manufacturing is.

1. GİRİŞ

Üretim, bireylerin ihtiyaçlarının karşılamak için mal ve hizmetlerin miktarını ya da faydalarını arttırmaya yönelik çalışmaların tümü olarak tanımlanmaktadır. Üretim yönetimi ise, bir işletmenin tüm kaynaklarını en uygun şekilde kullanarak talebi olan ürünü istenilen zamanda ve fiyatta müşteriye sunmaktır. Bunu gerçekleştirmek için gerekli olan kaynaklar, insan, makine ve sermayedir.

Üretim süreci boyunca işletme kaynaklarının, verimli ve planlı bir şekilde yürütülerek, maliyet ve zaman tasarrufu ile birlikte karlılık elde etmek günümüz rekabetçi koşullarında son derece önemlidir. Üretim yönetimindeki amaç, bu rekabetçi ortamlarda üretim sürecindeki gerekli ve gereksiz işlerin birbirinden ayrılması, israflardan kaçınılması, mevcut değerleri yalın bir şekilde sunarak şirket karlılığını arttırmaktır. Bu uygulamalar işletmelerin müşteri gözüyle ürüne değer katmayan, faydası olmayan faaliyetleri, işlemleri ortadan kaldırmaya yönelik uygulamalardır.

Ayrıştırma işlemi, ürüne değer katan ve katmayan faaliyetlerden oluşan, israfı engelleyen, değer akışının analizi ve değerlendirmesi ile birlikte yapılmaktadır. Yanlış ürün ya da hizmetin doğru veya doğru ürünün zamanından önce üretilmesi sadece israf olarak değerlendirilmektedir. Yalın bakış açısında müşteriye değer katmayan her şey israf olarak nitelendirilmektedir. Taiichi Ohno (1988), israfı “kaynak tüketen fakat değer yaratmayan bir faaliyet” olarak tanımlamıştır. İsrafın ortadan kaldırılması ürünün tasarımından dağıtıma kadar pek çok süreçte üzerinde durulması gereken bir konudur Sang, Khairuzzaman, Abdul, Boon, & Yew, (2013). Bu süreçte amaç israfın azaltılması ile müşteri taleplerini mümkün olduğunca en üst seviyede yerine getirmektir.

Bu çalışmanın amacı, siparişe göre üretim yapan bir firmada yalın üretimin uygulanabilirliğinin incelenip, yapılabilecek bir takım çalışmalar sonucunda ne tür kazanımlar elde edilebileceğinin araştırılmasıdır. Tez içerisinde Yalın Üretim tekniklerinden biri olan değer akış haritalama tekniği (VSM) ve hataların analizinde önlenmesinde kullanılan hata türleri ve etkileri analizi (FEMA) yöntemi kullanılmıştır. Uygulama gerçekleştirilirken Microsoft Visio 2013 programı seçilmiştir. Bu sayede seçilen ürünün geçtiği prosesin mevcut ve gelecek durumu simüle edilmiştir. Uygulamada ilk olarak bir proste VSM yöntemi ile üretim birimlerinin her biri için takt zaman ve çevrim zamanları belirlenmiştir. Daha sonrasında ise FMEA yöntemi ile hatalar analiz edilerek, hataların oluşumunu en aza indirmek hedeflenerek uygun noktalarda dengelenmiş üretim akışı tasarlanacak şekilde iyileştirmeler sunulmuştur.

1.1 Yalın Üretim

Günümüzün küresel rekabet ortamında işletmeler giderek daha talepkar olan müşterilere hizmet vermektedir. İşletmeler piyasadaki varlıklarını sürdürebilmek için, alıcılar ister bireysel tüketici isterse bir başka üretici/satıcı firma olsun, alıcılarının beklentilerini hızla karşılayabilmek ve anlık olarak değiştirilen siparişlere cevap vermek ve uyum sağlamak zorundadır. Büyük ya da küçük ölçekli her firma çok sayıda rakibin olduğu bir ortamda ve giderek bilinçlenen tüketicilere hizmet etmelidir. Bu bağlamda Yalın Üretim iş yapma şeklimizdeki problemleri ortaya çıkararak ve daha etkin çalışma yollarını göstererek kuruluşlar arası rekabet avantajı sağlamaktadır. Yalın üretim; ürünün kalite ve fiyat açısından, müşterinin istediği zamanda, en az kaynak harcayarak üretebilmek ve müşteri gözünde değer teşkil eden faaliyetlerdir. Yalın üretimin en temel hedefi israfı en aza indirmektir. Henry Ford israfı "değer katmayan her şey" olarak tanımlamıştır (Suzaki, 1987). Yalın düşüncede israf, herhangi bir ürün ya da hizmetin tüketicisine herhangi bir yarar sunmayan, müşterinin fazladan bedel ödemeyi kabul etmeyeceği her şeydir. Tasarımından sevkiyatına kadar tüm aşamalardaki her türlü israfın (hatalar, gereksiz üretim, stoklar, duruşlar, gereksiz işler, gereksiz hareketler, gereksiz taşımalar) ortadan kaldırılması ile maliyetlerin düşürülmesi, kullanıcı memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyumun arttırılması, nakit akışının hızlandırılması dolayısı ile firma kârlılığının artırılması amaçlanır (Şeker, 2016).

Literatürde Yalın Üretime ilişkin birbirine yakın özellikte fakat değişik ifadeler ile tanımlar mevcuttur. Hayes & Pisano (1994), bir ürün ya da hizmetin ortaya çıkması için gereken her şeyin minimum derecede olması olarak tanımlamıştır. Liker & Wu (2000)'ya göre bir ürünün, en kısa sürede, en iyi kalitede ve en az maliyet ile tamamlanması amacıdır. Seth & Gupta (2007), atıkları en aza indirerek, değer akışını sürekli maksimum halde tutmayı amaçlayan bir yönetim şekli olarak tanımlamıştır. Worley & Doolen' e (2006), göre bir üretim sistemindeki değer akışının tüm adımlarındaki israfın kaldırılması için oluşturulan bir sistemdir. Shah & Ward (2003), bir ürünün tedarikçiden müşteriye kadar olan süreçteki tüm adımlarındaki israfın tanımlanarak ortadan kaldırılması olarak tanımlamıştır. Comm & Mathaisel (2005)'a, göre Yalın Düşünce maliyetleri azaltıp, çevrim sürelerini düşüren ve değer akışındaki iyileştirmeleri sürekli hale getiren bir sistemdir. Storch & Lim (1999), günümüz rekabetçi ortamında, müşteri memnuniyetini, müşteri isteklerini dikkate alarak sağlayan bir sistem olarak tanımlamışlardır. Hallgren & Olhager 'e (2009), göre ise bir sistemin tüm süreçlerindeki etkinliği arttırmayı hedefleyen bir üretim sistemidir.

Yalın üretim amacına, tasarımdan sevkiyata tüm adımlarda yalın ilkeler uyguladığında ulaşmaktadır. Yalın düşünce beş adımlı bir süreçtir (Morgan & Liker, 2007).

- Değer

Yalın bakış açısına göre değer kavramı nihai müşteri tarafından tanımlanabilir. Değer kavramının anlamlı olabilmesi için ise üretimdeki faaliyetlerin, müşteri isteklerinin; belli bir zamanda ve belli bir fiyattan, belli bir ürün veya hizmet ile karşılmasına doğrudan katkı sağlayabilecek özellikte olması gerekmektedir (Womak & Jones, 1998).

- Değer Akışı

Değer Akışı, sürecin tüm adımlarının hammaddeden nihai ürüne kadar olan tüm aşamalarını inceler. Değer akışındaki israfların ortadan kaldırılması ve geride kalan değer katan adımların artmasıyla birlikte ürünlerin bütünleşik bir sistemde sürekli bir değer akışı sağlanır.

- Sürekli Akış

Sürekli akış, hammadde, malzeme ve parçaların ardışık yapılan operasyonlarla hiç bekletilmeksizin ürüne dönüştürülebilmesi ve bu yolla temel performans göstergelerinin önemli boyutta iyileşmesine olanak sağlar. Akışta süreklilik, değer hızla bir şekilde nakde dönmesini sağlar. Eğer bir üründen diğerine geçiş sırasında üretim zamanında bir kayba yol açıyorsa ya da herhangi bir makine diğer makinelerle uyumlu bir hızda çalışmıyorsa, israf var demektir (Sari, 2018).

- Çekme

Yalın Sistemde her departman bir önceki departmanın müşterisidir ve ondan ürün talep eder. Müşterisi ürün talep etmeden üretmeyen departmanlar böylece birbirlerinden ürünü çekerek üretim yaparlar. Yalın düşüncede amaç, kullanıcıya istediği şeyi, istediği zamanda ve istediği miktarda vermektir (Liker, 2005). Bu sayede, çekme sistemi ile müşterinin değeri çekmesi sağlanır.

- Mükemmellik Arayışı

Bu ilkenin temel dayanağı bir operasyonun her yönünün sürekli olarak geliştirilebileceği ve her zaman daha iyisinin var olduğu düşüncesidir. Yalın düşüncenin şeffaflık ilkesinden dolayı, her şeyin apaçık görüldüğü bir çalışma ortamı sağlamakta ve değer yaratmanın en iyi yollarını daha açık bir şekilde görülmesine olanak sağlar. Ayrıca fonksiyon iyileştirmeleri gerçekleştiren çalışanlara hızlı ve pozitif yönde bir geri bildirim sağlamaktadır (Womak & Jones, 1998).

Yukarıda belirtilen beş ilkeye dayanan Yalın düşünce günümüzde Türkiye’de ve dünyada birçok ülkede karlılığı, müşteri memnuniyetini ve sürekli iyileşmeyi hedef alan şirketlerde uygulanmaktadır.

1.1.1 Yalın üretimin tarihçesi

Eiji Toyoda ve Taichi Ohno, 1950’de Ford üretim sistemini incelemesi ve Ford’un öncülük ettiği kitle üretim sisteminin Japonya için uygun olmadığına karar vermiştir. Bu kararı verirken kitle üretiminde bazı kısıtlamaları göz önünde bulundurmuşlardır. Kitle üretiminde, her üretim faktörü çok sayıda kullanılarak çok sayıda gereksizlik ve israf içermektedir. Bu anlayışa göre kitle üretim sistemi üretimde esnekliği engellemektedir. Sonuçta, tip değişim sürelerinin uzun olması büyük lot üretimini doğurmaktadır.

İkinci Dünya Savaşı sonrası ürettiği otomobiller ile üretkenliği ve stok yönetimini iyileştirmeyi amaçlayan Toyoda ailesi, gerek üretime getirdiği yenilikler ve gerekse sürekli gelişimi sağlayarak o dönemde rakiplerine oranla büyük adımlar atmıştır. Özellikle 1970’den sonra ürettiği düşük motor hacmi otomobilleri ile pazarda günden güne yer almaya başlayan Toyota Amerikan pazarının %40’ını ele geçirmeye başlamıştır.

Toyota’nın geliştirmiş olduğu bu sistem bugün sadece Japonya’da değil tüm dünyada uygulanmakta ve sayısız akademik çalışmaya öncülük etmektedir. Bu başarının ardında işlemlerin eliminasyonu ve bu felsefenin kararlı bir şekilde yürütülmesi yatmaktadır.

1.1.2 Yalın üretim teknikleri

- Just in time

Just In Time (JIT) Tam zamanında üretim demektir. Doğru ürünün doğru miktarda ve doğru zamanında üretilmesi ilkesine dayanır. Siparişin müşteriye eksiksiz ve hatasız istenilen zamanda ulaştırılması, stokları minimum seviyede tutulması ve ekipmanların hatasız ve maksimum verimlilikle çalışması ile sürekli gelişme anlamına gelen kaizen sistematigi ile uygulanır.

- Kaizen

Japonca’da kai (değişim) ve zen (daha iyiye) anlamına gelir. Kaizen sürekli gelişmeden çok sürekli gelişme isteğidir. Çünkü yalnızca işletmelerde kullanılan bir terim olmamasıyla birlikte bir yaşam biçimi olarak yorumlanır. Kaizen yönteminde iyileşmelere bir anda devrim niteliğinde değil, küçük adımlarla her defasını daha iyiyi hedefleyerek ve yapılarak ulaşılır.

Ayrıca yöneticilerden işçilere herkesi ilgilendiren çalışma biçimidir.

- Kanban

Japonca'da kanban, işaret, sinyal, tabela anlamına gelen bilgi iletimini ve haberleşmeyi sağlayan kartlardır. Kanban, çekme sisteminin olmazsa olmazıdır. Bu sistemde üretilen her bir parçanın kartı vardır.

- Jidoka

İngilizce karşılığı otonomasyon olan Jidoka, problem kaynağının tespiti ve üretim hattının durmaması için gereken çözümü bulmaya çalışan bir sistemdir. Jidoka ayrıca iş gücünü azaltmak üzere tasarlanmıştır.

- Poke yoke

Anlamı, hata önlemi olan Poke Yoke, hatayı anında saptar ve oluşumunu engelleyerek daha büyük problemlerin çıkmasını engeller. Güvenilirliği yüksek, maliyeti düşük ve özgün bir tasarımıdır.

- SMED

Single Minutes Exchange of Die kelimelerinin baş harflerinden oluşan SMED, tekli dakikalarda kalıp değişimi anlamına gelir. Üretimde en çok zaman kaybettiren kısıtların en başında bir modelin ve ya tipin değişim süresidir. En doğru SMED uygulaması için üretimdeki tüm faaliyetlerin standart hale getirilmesi gerekir.

- 5S

5S her türlü çalışma ortamında uygulanabilir. İsmi, seiri (toparlanma), seiton (düzen), saiso (temizlik), seiketsu (standardizasyon) ve shutsuke (disiplin) kelimelerinden alan 5S toplam kalite yönetiminin gereği olan temiz ve düzenli çalışma ortamı oluşturmak için tasarlanmıştır.

- Toplam kalite yönetimi

İsmi "Total Production Maintenance" kelimelerinin ilk harflerinden alan TPM, üretimin her aşamasında tüm çalışanların katılımı ile makine ve ekipmanın etkinliğini en üst seviyeye taşımayı hedefleyen bir bakım yönetimi yaklaşımıdır. Kayıpların azaltılması ve verimliliğin artırılması amaçlanır.

- Değer akış haritalama

Değer Akış haritalama, adını İngilizce Value Stream Mapping kelimelerinin baş harflerinden alır. Metodoloji bölümünde daha geniş biçimde ele alınacak olan VSM, girdileri çıktılara dönüştüren bir sistemde tüm çıktılara değer katmayan faaliyetleri ortadan kaldırır.

1.1.3 İsrâf çeşitleri

Ohno (1988), israfı ürüne değer katmayan dolayısıyla müşterinin ödeme yapmak zorunda olmadığı, maliyetleri arttıran ve ortadan kaldırılması gereken faaliyetler olarak tanımlamıştır.

Yedi temel israf şu şekildedir;

- Hatalı Üretim

Hatalı ürünler her şartta israftır. Hatalı ürün için harcanan para, emek ve zamandan dolayı ortaya çıkan israf türüdür.

- Fazla Üretim:

Fazla üretim gerekenden fazla veya erken üretim yapmaktır. Diğer israf türlerine katkıda bulunması sebebiyle en kötü israf türüdür.

- Fazla Stok

Fazla üretim ile ilgili olarak gerekli olanın üzerinde üretim ile oluşan stok durumundan kaynaklanan israf türüdür.

- Gereksiz İşlem

Müşteri ihtiyacının minimum gereklilikle karşılamak yerine gereksiz süreç adımlarının, proseste yer alan yanlış aşamaların, ürünle ilgili yanlış bilgilerin mevcut olması durumunda ortaya çıkan israf türüdür (Bodek, 2004).

- Gereksiz Taşıma

Gereksiz yere ekipman, malzeme, hammadde, mamul ve yarı mamulün hareket ettirilmesi veya taşınması ile ortaya çıkan israf türüdür.

- Gereksiz Hareket

İyi organize edilmemiş çalışma ortamları sayesinde boşa yapılan hareketlerden dolayı ortaya çıkan israf türüdür.

- Bekleme

Bir proseste süreçler arasındaki akış sırasında, parçaların istasyonlara zamanında gelmemesi, değer yaratmayan faaliyetlerin yer almasıyla işgücünün verimli bir şekilde kullanılmamasıyla ortaya çıkan israf türüdür (Yorke & Bodek, 2005).

1.1.4 Yalın düşüncenin performans ölçütleri

Yalın üretim uygulamalarında kullanılan performans ölçütleri sürekli iyileşme ile beraber, süreçlerin standardizasyonunu sağlamada en önemli göstergelerdir. Uygun bir şekilde uyarlanmış performans ölçütleri, üretim stratejilerini uygulamada kolaylık sağlamaktadır (Neely, 1999). Bu çalışmada, aşağıda yer verilen yedi performans ölçütü incelenecektir.

- Verimlilik

Verimlilik, en az girdi ile en fazla çıktı elde etmektir. Verimliliğin temel hedefi, işletmelerde kapasite ve kaynakların etkin kullanımı ile birlikte elde edilecek faydayı en üst seviyeye taşımaktır (Chan, Qi, Chan, Lau, & Ip, 2003). Verimlilik statik olmayan dinamik bir ölçüttür.

- Süreç Kalitesi

Süreç girdileri çıktılara dönüştüren faaliyetler topluluğudur. Süreç kalitesi ise, bir işletmede kaliteyi kontrol etme yeteneğidir.

- Üretilen İş Miktarı

Bir sistemin belli bir zaman dilimi içerisinde üretebileceği ürün miktarıdır. Aynı şartlar altında üretilebilecek en yüksek miktar o sürecin kapasitesini gösterir.

- Toplam Ekipman Etkinliği

Toplam ekipman etkinliği(OEE) ile üretim yapan ekipmanın zamanının ne kadar etkin kullanıldığı görülebilir. OEE, kullanılabilirlik, kalite ve performans metrikleriyle çarpıldığında çıkan sonuçtur. OEE, mevcut durum ve beklenen durumun analiz edilerek, iyileştirmelere olanak sağlar (Kumar, Sujatha, & Thyagarajan, 2012).

- Ara Stok Miktarı

İşletmelerde bir sonraki iş istasyonuna girmeyi bekleyen yarı mamul, mamul, hammadde veya varlıklardır. Finansal kaynakların en verimli biçimde kullanılması için tüm stokların iyi planlanması gereklidir. Stokları elde tutma çalışmaları firmalar için büyük maliyet oluşturmaktadır.

- Dengelenmiş Üretim

Liker (2005)'a göre dengelenmiş üretim yani Heijunka iş yükünü düzleştirmedir. Türkçe karşılığı “seviyelendirme” olan Heijunka, değer akışını verimli hale getirmeyi amaçlar. Üretim programını sürekli değiştirmek yerine düzgünleştirilmiş bir program sayesinde değişken olan müşteri taleplerini az bir stok ile karşılamak mümkündür.

1.2 Literatür Araştırması

Toyota Üretim Sistemi olarak da bilinen Yalın Üretim üzerine yazılmış oldukça fazla makale bulunmaktadır. Bu bölümde ilk olarak daha genel anlamda Yalın Üretim çalışmalarından bahsedilecek olup daha sonrasında VSM ile yapılmış çalışmalar incelenecektir.

Crawford ve Blackstone, (1988) yaptığı ankette yalın üretim uygulaması ve buna bağlı operasyonlara bağlı problemleri açıklamayı hedeflemiştir. Anket sonucuna göre işletmeler için, çalışan ve teknik problemlerdir.

Slopp, Bokhorst ve Germs, (2009) Yalın Üretimdeki kontrol mekanizmasının siparişe göre üretim yapan firmalarda nasıl uygulanabileceğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda teslim süresi %55'den %80'e yükselmiştir.

Satoğlu ve Durmuşoğlu, (2003) Türkiye’de bulunan orta ve büyük ölçekli firmaların yetkilileri tarafından doldurulan anket ile bu firmaların olgunluk düzeylerini incelemiştir. Türkiye’de faaliyet gösteren firmaların itme yöntemi dışına çıkmadıkları fakat Sgstratejik Yönetim altındaki bileşenlere bakıldığında olgunluk derecelerinin daha dengeli olduğu sonucuna varmışlardır.

Bonavia ve Marin, (2006) bir seramik tuğla fabrikasında Yalın retim’in uygulanabilirliği konusunda çalışmışlardır. Yapılan alışma sonucunda bir takım Yalın retim tekniklerinin kısıtlılığı kaldığını ve bunların standartlaştırılması gerektiği savunulmuştur.

Gupta ve Brennan, (1995) yaptıkları çalışmada ufak çaplı bir firmada JIT uygulanabilirliğini ölümü ve bu uygulamanın yapılabilmesi için sürekli akışın olması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Golicic ve Medland, (2007) ABD’deki küçük bir firmadaki Yalın retim uygulamalarının üzerinde tedarik zinciri üyelerinin etkisini deneysel olarak açığa çıkarılmıştır. Çalışma verileri göstermektedir ki, küçük firmalar müşterilerinin ve tedarikçilerinin üzerinde herhangi bir değişimde etkili değilse uygulanan Yalın retim kazancı da sınırlı olacaktır.

Bamber ve Dale, (2000) havacılık sektöründe faaliyet gösteren geleneksel üretim yapan bir firmada yalın üretim tekniklerinden biri olan kanban tekniği ile siparişe göre üretim yapıyor olmanın art ve eksi yönlerinden bahsetmiştir.

Gahagan (2007), VSM tekniğini bir benzetim modeli ile birlikte kullanmıştır. Arena programında geliştirilen bir VSM şablonu ile haritalamadaki bulguları doğrularak ve değer akışındaki değişiklikleri deneyerek kazanımların belirginleştirilmesini sağlamıştır.

Ar ve Al-Ashraf (2012), Yalın retim ilkelerinin bir otomotiv üretim tesisi için uyarlandığı bir vaka üzerinde çalışmışlardır. Bu alışma ile, stok kontrolünün sağlanması, ürün kalitesinin iyileştirilmesi ve daha iyi bir operasyonel kontrol sağlanması amaçlanmıştır.

Sedefoğlu ve Akman (2018), VSM tekniğini Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) metodu ile birlikte kullanarak verimsiz bir üretim hattı için iyileştirmeler sunarak bir aksiyon planı oluşturmuşlardır.

Mohanraj ve Sakthivel (2011), Değer Akış Haritalama ve Kalite Yayılım Fonksiyonu yöntemlerini birlikte kullanarak atıkların bilimsel olarak açıklanması ve israfın engellenmesi amaçlamışlardır.

Akçaoğlu (2012), Bayes İnanç Ağları (Bayesian Belief Network) modeli kullanarak VSM tekniğine bağlı olarak belirlenen darboğaz süreçlerin ve sürelerinin iyileştirilmesinde çözüm önerileri sunmuştur.

Vinoth ve Raghuraman (2013), üretim hattındaki atık ve katma değeri olmayan işleri analiz ederek performansı iyileştirmek için gerekli eylem planlarını VSM ve Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA) yöntemiyle oluşturmuştur.

Emiliani ve Stec (2004), VSM ile liderlik üzerine çalışarak inanç, davranış ve rekabet konuları üzerinde durmuştur.

Efe ve Engin (2012), VSM yöntemini kullanarak ultrason, tomografi, röntgen, laboratuvar sırasında bekleyen hasta grubu için bekleme süresini azaltıcı öneriler sunmuştur.

Maraşlı, Akça, ve Kama (2016), Yalın Üretim ilkeleri ışığında yaptıkları çalışmada bir dondurma üretim işletmesinde kalıp değişim sürelerini ve stok seviyelerini düşürerek ortaya çıkan yeni kalıp değişim süreleri gelecek durum haritasında göstermiştir.

Barker (1994), üretim alanında değer katan faaliyetleri belirleyerek, makine ve süreçlerin iyileştirilmesi ile iş zamanına değer katacak iyileştirmeler hedeflemiştir.

Ramesh ve Kodali (2012), VSM ile AHP yöntemlerini bir arada kullanarak israf türlerini belirlemek için bir karar sistemi kurmuşlardır.

Agus & Hajinoor (2012), üretim sektöründe 3 performans değişkeni olan ürün kalitesi performansı, yalın üretim performans ölçütü, işletme performansı ve alt boyutları arasındaki ilişkiyi gözlemlemiştir.

Anvari, Zulkifli, & Yusuff (2013) bulanık mantık yaklaşımı ile israfı önlemek amacı ile bütünleşik bir model ortaya koymuştur.

Gurumurthy & Kodali (2011), PVC ürün üreten bir firmada stok seviyeleri, çevrim süresi, işgücünün etkin kullanımı gibi performans ölçütleri ile iyileştirmeler ortaya koymuştur.



2. METODOLOJİ

2.1 Değer Akış Haritalama

Girdileri (hammadde, enerji ,işgücü) çıktılara (ürüne ve/veya hizmete) dönüştüren süreçte çok sayıda faaliyet vardır. Bu faaliyetler arasında nihai ürüne değer katanların yanında değer katmayanlar da vardır. Yalın üretim tekniklerinden biri olan değer akışı haritalama metodu (Value Stream Mapping) nihai ürüne değer katmayan adımları gösteren bir harita sunmaktadır. Değer akış haritalama yöntemi, prosesleri tek tek iyileştirmek yerine sistemin bütünü iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bu yöntem ile fazla elleçlemenin ortadan kaldırılması, kaynakların en etkin biçimde kullanılması, hammaddenin zamanında ürüne dönüştürülmesi, teslim sürelerinin kısaltılması, maliyetlerin azaltılması ve işletmeye bu sayede kârlılığın artırılması amaçlanmaktadır.

Değer akışı haritalama tekniği, yalın sistemleri kurmak için, sistem içinde şimdiki ve gelecekteki durumları göstermek amacıyla kullanılmaktadır (Rother & Shook, 1999). Değer akış haritası yapmak en basit haliyle var olan sistemdeki bilgi ve malzeme akışlarını gözlemlemek, bunları görselleştirmek ve daha çok verimlilik hedefleyen bir gelecek durum oluşturma sürecidir (Jones & Womack, 2001).

Değer akışı haritalandırma ile ortaya konulmak istenen; tasarımdan sevkiyata ürünün prosesinin izlenerek malzeme ve bilgi akışında yer alan her aşamanın sembolize edilmesidir. Daha sonraki aşamada gerekli anahtar sorular sorularak akışın nasıl olması gerektiğini gösteren 'gelecek durum' haritası çizilecektir. Çalışma için ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun analiz edilmesi ve gerekli iyileştirmeler düşünülerek gelecek durumun tasarlanması ve buna bağlı faaliyet planının hazırlanması, değer akışı haritalandırmanın temel adımlarını oluşturmaktadır (Birgün, Gülen, & Özkan, 2006).

Değer Akış Haritalama tekniği, diğer yöntemlere göre kullanılabilirlik tarafından kolay ve anlaşılır olması, karmaşık yazılım veya programlara ihtiyaç duyulmadan oluşturulabilmesi, öğrenilmesi ve anlaşılmasının oldukça basit olması ve sistemin durumuyla ilgili kullanıcıya daha ayrıntılı bir bakış açısı kazandırması gibi önemli avantajlara sahiptir (Solding & Gullander, 2009). Değer Akış Haritalama bir işletmenin nasıl çalıştırılması gerektiğini detaylı bir şekilde anlatan görsel bir araçtır (Rother & Shook, 1999).

Değer akış haritalama tekniği uygulamasında bir takım temel ölçütler vardır. Bu ölçütlerin karar vermek için yöneticilere doğru bilgi sağlaması beklenir (Rother & Shook, 1999).

- Takt Zamanı

Takt zamanı herhangi bir üretim veya hizmetin hızını müşteri talebi ile ilişkilendiren bir ölçüttür. Takt zamanının asıl hedefi üretimin talep ile kesin olarak örtüşmesini sağlamak olduğundan yalın üretimin en önemli kısımlarından biri olarak görülür (Marchwinski & Shook, 2007). Müşteri istekleriyle oluşan toplam talebi karşılarken aynı zamanda stok seviyesini en az seviyede tutacak şekilde üretimi ilişkilendirmek takt zamanı ile mümkündür. Takt zamanı Tam Zamanında Üretim'in (Just In Time) temelidir.

Takt Zaman=Günlük Kullanılabilir Üretim Süresi/Günlük Müşteri Talebi

- Çevrim Süresi

Gözlem yapmak suretiyle süresi ölçülmüş olan, ürünün prodesteki tamamlanma süresi. Bu süre, hesaba ve şartlara ve operatör sayısına bağlı olabilmektedir. Çevrim zamanı takt zamanından daha az olursa fazladan üretim yapılmış olacaktır ve bu da prodeste fazladan operatör çalıştığını gösterir (Rother & Shook, 1999).

- Katma Değer Süresi

Çevrim süresi sırasında müşterinin “Değer” olarak tanımladığı işlemlerin gerçekleştirildiği süre olarak tanımlanabilir.

- Değer Yaratmayan Süre

Müşteri tarafından herhangi bir ürüne veya hizmete maliyet katan fakat değer katmayan faaliyetlerin süresidir (Marchwinski & Shook, 2007).

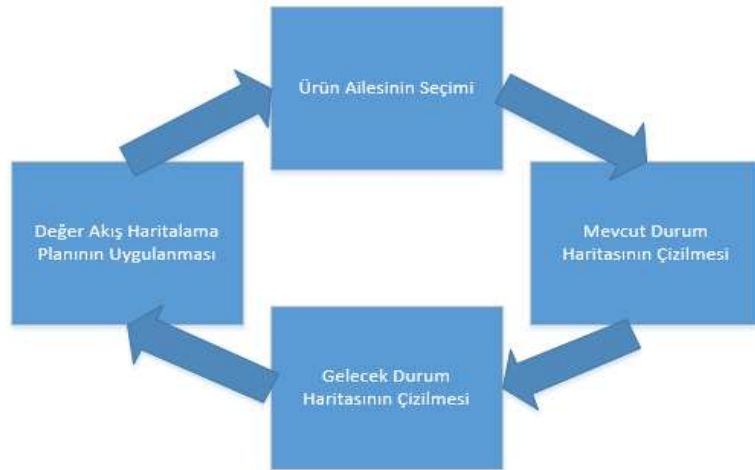
- Akış Zamanı

Bir ürünün, hammaddeden sevkiyata kadar olan süredeki dönüşümün toplam zamanıdır.

2.1.1 Değer akış haritalama süreci

Mevcut ve gelecek durumdaki gelişmeler birbirini etkileyen çalışmalar olduğundan gelecek durum ile ilgili planlar mevcut durum haritası çizilirken ortaya çıkar. Bu çalışmanın sonucunda bir faaliyet planı ortaya konur (Rother & Shook, 1999).

Aşağıdaki şekilde de görüleceği üzere; ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun çizilmesi, gelecek durumun çizilmesi ve faaliyet planının oluşturulması değer akış haritalamanın en temel adımlarıdır.



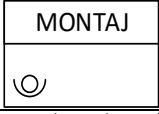
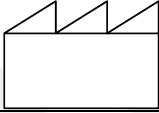
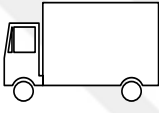
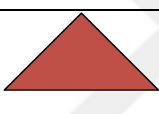
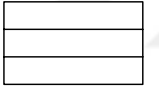


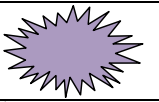
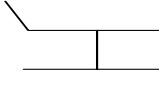
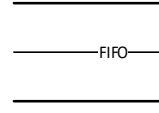
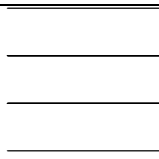
Şekil 2.1 : Değer akış haritalama süreci.

Değer akışı bakış açısında amaç, yalnızca süreçler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmak ve sadece parçaları değil bütünü iyileştirmektir. Burada önemli olan nokta, değer oluşturan akışı yakalamaktır (Rother & Shook, 1999).

2.1.2 Malzeme akış sembolleri

Aşağıdaki tabloda malzeme akış sembollerinden bazıları gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Malzeme akış sembolleri.

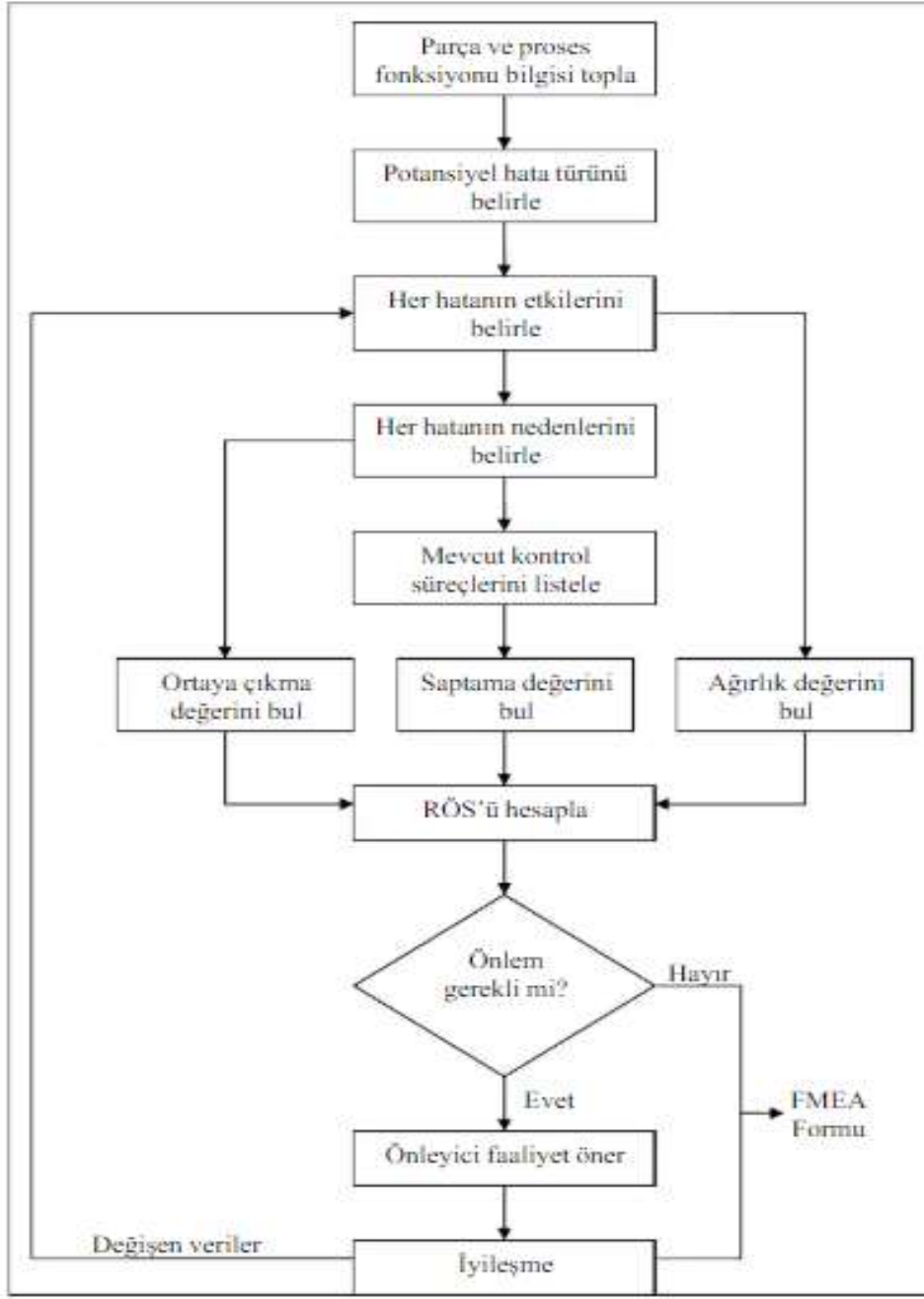
Malzeme Akışı Sembolleri	Tanımı
	Üretim Prosesi
	Dış Kaynaklar(Müşteri/Tedarikçiler)
	Sevkiyat
	Stok
	Bilgi Kutusu
	Manuel Bilgi Akışı
	Elektronik Bilgi Akışı
	Kaizen İyileştirmesi
	Kanban Kutusu
	FIFO Prensibi
	Süpermarket

2.2 Hata Türü ve Etkileri Analizi

Hata türü ve etkileri analizi yöntemi, olası hata ve başarısızlık türlerini kaynağında yok etmeyi amaçlayan ve ilk defa ABD ordusunda kullanılan etkili bir toplam kalite yönetimi tekniğidir. Uygulama kolaylığı ve her sektörde kullanılabilmesi sebebiyle FMEA yöntemi, diğer kalite tekniklerine göre oldukça yararlı bir yöntemdir.

FMEA aşağıda listelenen bir grup faaliyetler içermektedir:

- Bir ürün veya hizmetin oluşum sürecindeki hata/başarısızlık türlerinin değerlendirilmesi,
- Söz konusu hata/başarısızlığın potansiyel sebeplerinin belirlenmesi,
- Olasılık, şiddet ve fark edilebilirliğe bağlı olarak hataların önceliğini ortaya çıkarılması,
- Sorunların izlenmesi ve düzeltici faaliyetlerin yapılması.



Şekil 2.2 : FMEA süreci (Pillay & Wang, 2003).

Olası durumda olan her hatanın risk esasına bağlı kritiklik durumuna bakılır. Hataların kritiklik durumunu ölçen ölçüt RÖS (Risk Öncelik Sayısı) olarak adlandırılır.

$$RÖS = P(\text{Oluşma Olasılığı}) \times S(\text{Şiddet}) \times D(\text{Fark Edilebilirlik})$$

P(Oluşma Olasılığı): Hatanın frekansı

1. Muhtemel

2. Mümkün Değil
3. Hiç Mümkün Değil
4. İmkansız

Bir hata türünün ne sıklıkla oluşabileceğidir. Bu değerlendirme 1-10 arasında yapılır.

S(Şiddet): Hatanın ciddiyeti

1. Etkisiz
2. Kritik Değil
3. Kritik
4. Çok Kritik

Herhangi bir hatanın müşteriye olan etkisidir. Bu değerlendirme 1-10 arasında yapılır.

D(Fark Edilebilirlik): Müşteriye ulaşmadan önce hatanın farkedilebilirliği

1. Fark edilemez
2. Farkedilmeyebilir
3. Farkedilir
4. Çok aşıkar

Herhangi bir parçanın montaj hattından ayrılmadan önce hataların belirlenme olasılığıdır. Bu değerlendirme 1-10 arasında yapılır. RS'n en büyük değeri en etkin hatayı gösterir. Bu durumda RS katsayısının en büyük olduğu değerden başlanır. Dolayısıyla RS katsayısı FMEA kullanımında belirleyici bir özellik taşımaktadır (Akın, 1998).

Düzeltici ve önleyici faaliyet alma kararı, RS değerlerine göre verilir. (Akın, 1998)

$RS < 60$ ise nlem almaya gerek yoktur.

$60 \leq RS \leq 100$ ise önlem alınması gerekir.

$RS > 100$ ise acil önlem alınması gerekir.

RÖS değerine göre, olası hataları ve nedenlerini ortadan kaldırılması veya olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için tasarım, üretim proses süreci, malzeme veya üretim yöntemi gibi çeşitli kısıtlarda iyileştirme önerilir. Bunun için olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerlerini azaltmak gereklidir. Öngörülen düzeltici önlemlerin uygulanarak sonuçlar değerlendirilmelidir. Düzeltici önlemlerin devreye sokulması bu açıdan büyük önem taşır. Bu aşamada belirlenen aralıklara göre yüksek RÖS değerleri ortadan kaldırıncaya kadar çözümler incelenir ve öneriye sunulur.

Uygulanabilirliği bakımından bu yöntem en önemli risk analiz tekniklerinden birisi olmasına neden olmuştur. FMEA her ne kadar proses içerisindeki hataları incelese de balık kılıcı veya pareto analizi gibi yöntemler ile uygulandığında daha güçlü bir hale gelmektedir.

2.3 Balık Kılıcı Diyagramı

Tüm hataların potansiyel nedenleri kısmında, her bir hata türü için tespit edilen tüm muhtemel nedenler belirlenmelidir. Hataların nedenlerinin tespit yöntemlerinden biri de balık kılıcı diyagramıdır.

Bir başka adı sebep sonuç diyagramı olan balık kılıcı diyagramı 1943 yılında Kaoru Ishikawa tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem yedi kalite aracından biridir.

Yöntem, hataların kaynaklarını tespit edebilmek amacıyla ana kategorilere ayrılarak oluşturulur. Yöntemin amacı ürün tasarımı ve kalite hatalarının en aza indirilmesidir.

Balık kılıcı diyagramı oluşturulurken aşağıdaki alt başlıkların neden olduğu kısıtlar göz önüne alınmaktadır.

- Metod
- İnsan
- Makine
- Ölçüm
- Çevre

Yukarıdaki kategoriler göz önüne alınarak problemlerin ana nedenleri hakkında beyin fırtınası yapılır. Balık kılıcı diyagramı, bir problemin muhtemel tüm nedenlerini ve arasındaki ilişkiyi bu şekilde inceler.

Bu yöntemin;

- Problemin nedenlerini daha net görebilme,
- Açık tartışma ortamı oluşturma,
- Takım içi iletişimi geliştirme gibi faydaları vardır.





3. UYGULAMA

3.1 Amaç

Bu çalışmada, 1200'ün üzerinde çalışanı ve 2 üretim tesisi bulunan , yaklaşık 60 ülkeye el örgü ipliği üreten bir tekstil işletmesinin müşteri memnuniyetini arttırmak ve üretim süreçlerini iyileştirmek için üretim alanında yaşanan sorunlara çözümler sunulması amaçlanmıştır. İşletmede hazırlama, ring, fantezi, kukalama, boyahane ve swa baskı gibi birçok önemli proses bulunmaktadır.

Firma bünyesinde üretilen ürünlere ait ürün tasarımı ve dizaynı hem firmaya hem de müşteriye ait olabilmektedir.

Üretim hattındaki sıklıkla karşılaşılan belli başlı bazı hataların sebeplerini ve etkilerini belirleyerek problemlerin detaylandırılması ve çözüm önerilerinin sunulması hedeflenmiştir. Bunun için öncelikle hataların meydana geldiği sürecin iyileştirilmesi için değer akış haritalama (VSM) tekniği kullanılmıştır. Daha sonrasında problemleri önceliklendirmek adına, üretilen ürün için hammaddenin tedarikinden final ürünün müşteriye sevkiyatına kadarki tüm prosesleri kapsayacak şekilde hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) tekniği kullanılmıştır.



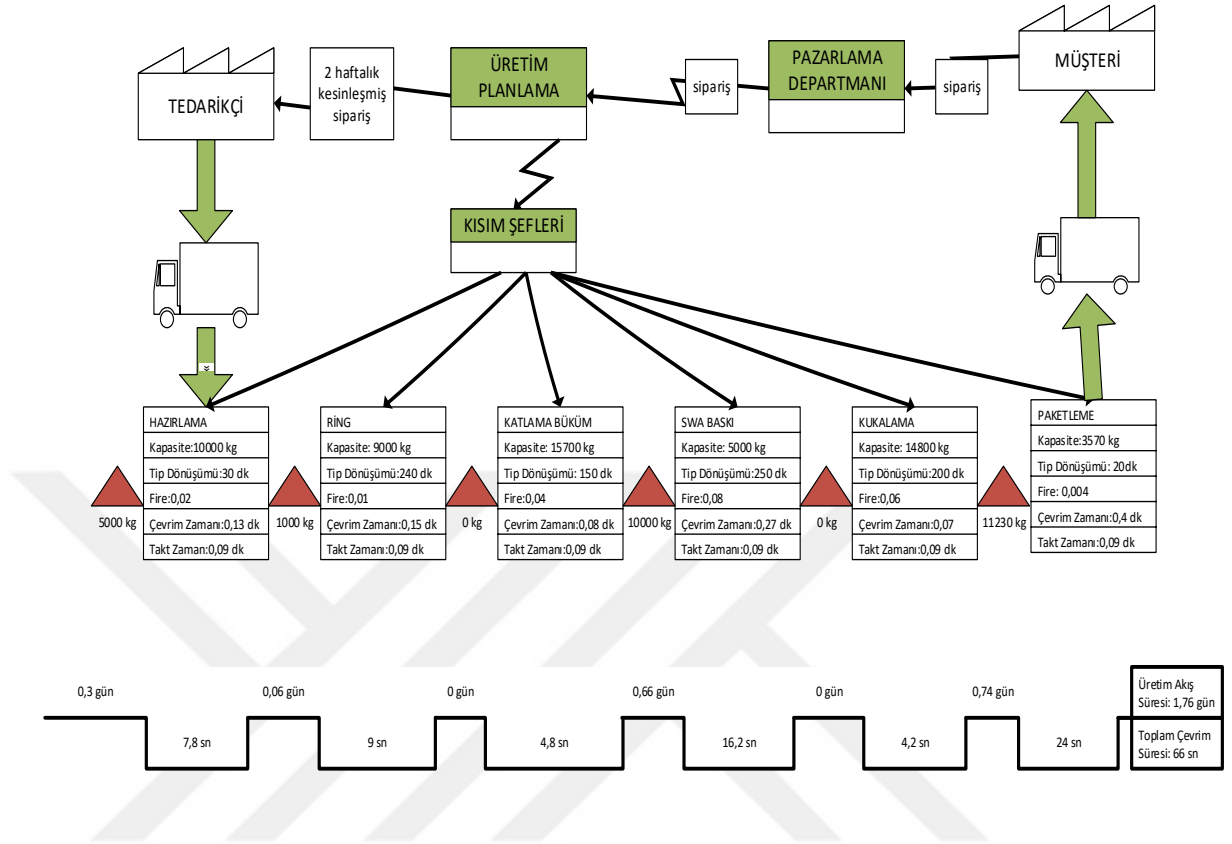
Şekil 3.1 : Çalışmanın metodolojisi.

3.2 Mevcut Durum Analizi

Mevcut durumda 15 tonluk bir sipariş için takt time, çevrim süreleri ve ara stoklar Şekil 3.7 'deki gibi haritalandırılmıştır.

Süreç, müşteriden gelen sipariş için pazarlama departmanından bildirilen sipariş miktarlarına göre üretim planlama departmanının gerekli hammaddeyi tedarikçiye bildirmesi ile başlar. Seçilen proses için gerekli hammadde akriliktir ve bu hammadde talebi her ay yalnızca iki kez yapılabilmektedir. 6 hafta ile 10 hafta arasında değişen hammadde gelişi ile proses, hazırlama departmanı ile başlar. Devamında seçilen ürün ailesinin tipine göre, iplik üretimiminin diğer adımları olan ring, katlama büküm, swa baskı ve kukalama departmanlarında devam ederek ambarda paketlenir ve müşteriye sevk edilir. Söz konusu kalite için müşteri talebi doğrultusunda üretilen her bir rengin bir paket içinde olması gerekmektedir. Bu işleme asortileme adı verilmektedir. Bu kısım da kukalama ve paketleme arasında bazen kontrolsüz bir ara stok durumuna bazen de atıl kapasite durumu oluşturabilmektedir. Her bir departmanın çevrim süresi, çalışan ve makine kapasitesinden dolayı farklılık göstermektedir. Buna bağlı olarak sürecin her bölümünde, ara stoklar veya üretilecek

siparişin ürün kalitesine göre değişkenlik gösteren kapasite dengesizliği oluşabilmektedir.



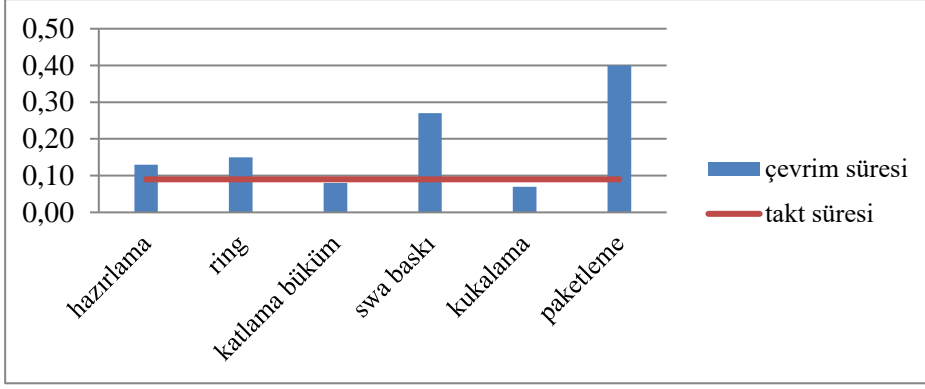
Şekil 3.2 : Mevcut durum analizi.

Hammaddenin üretime hazır olduğu düşünüldüğünde toplam akış süresi 1,76 gün olup, toplam çevrim süresi ise 66 sn'dir. Toplam çevrim süresi her bir iş istasyonun çevrim süreleri toplamından oluşurken toplam akış süresi ara stokların proses öncesi ne kadar beklediğinin toplamını da alır. Yalın üretimin en temel amacı, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektiği zamanda üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanının bilinmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda amaç çevrim süresi ve takt zamanının olabildiğince yakın olmasını sağlamaktır.

Şekil 3.7'de görüldüğü üzere;

- Bu işletmede takt süresi 0,09 dk'dır.
- Diğer bir deyişle müşteri 0,09 dakikada 1 kg ürün talep etmektedir.

Mevcut durum haritası, her bölümün çevrim süresi ile takt süresi arasındaki farkın çok fazla olduğu göstermektedir. Bu durumda Şekil 3.8 'de görüldüğü gibi, bazı bölümlerde ara stok varken bazı bölümlerde atıl kapasite mevcuttur.



Şekil 3.3 : Mevcut durum çevrim süresi grafiği.

Mevcut duruma ve yapılan FMEA çalışmasına bakıldığında, kukalama işleminin çevrim süresi takt süresine daha yakinken paketlenme işleminin çevrim süresi takt süresine oldukça uzaktır. Bu durum iki bölüm arasında kontrolsüz bir ara stok durumu oluşturmaktadır. Müşteriden gelen siparişler doğrultusunda açılan hammadde talepleri tedarikçinin üretim durumuna göre 6-10 hafta gibi uzun bir sürede gelmektedir. Bu doğrultuda siparişin teslim süresinde problem yaşanmaktadır. Ayrıca makinelerden istenilen verim alınamamasının sebebi zayıf bakım planlamasından kaynaklandığı görülmüştür. Elverişli olmayan parçalar, çeşitli araç gereçler veya zarar görmüş makine parçaları, tip dönüşüm, takım değişimi ve hazırlık süresilerinin uzamasına sebebiyet verebilmektedir.

3.3 Problemin Tanımı ve RÖS Değerlerinin Hesaplanması

Çalışmanın yapıldığı firmada gerçekleştirilen FMEA uygulaması temel olarak 3 aşamadan oluşmaktadır.

- Proseste meydana gelen hataların ve nedenlerinin belirlenmesi,
- Olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerlerinin atanması ve risk öncelik katsayısının (RÖS) hesaplanması,
- Hataların RÖS değerine göre sıralanması ve önlemlerin saptanması.

FMEA yönteminde çoğunlukla bir kişi süreçten sorumlu olsa da, bu yöntem farklı uzmanlık alanlarından gelen ve farklı fikirlere sahip kişilere ihtiyaç duyar. Sistemde oluşabilecek potansiyel hatalar belirlenirken kullanılan en yaygın yöntem beyin fırtınası tekniğidir. Yapılan düzenli toplantılarda her ekip üyesi fikrini beyan ettikten sonra grup üyelerinin fikirleri gruplanarak belirli başlık altında toplanır.

Bu çalışmada mevcut durumda görüleceği üzere iyileştirilecek proses için 3 tane Endüstri Mühendisi, 1 tane Mekatronik Mühendisi ve 1 tane Tekstil Mühendisi olmak üzere 5 kişilik bir ekip kurulmuştur. Kurulan ekip ihtiyacı olan bilgileri kalite, üretim, pazarlama, lojistik departmanlarındaki uzmanlar ve müşterilerden toplayarak karşılaşılan en büyük 6 probleme rastlamışlardır. Söz konusu 6 problem tespit edilirken yapılan toplantıların, ekip üyelerinin sorumluluklarının ve rollerinin bilincinde olmuş olması büyük önem taşımaktadır.

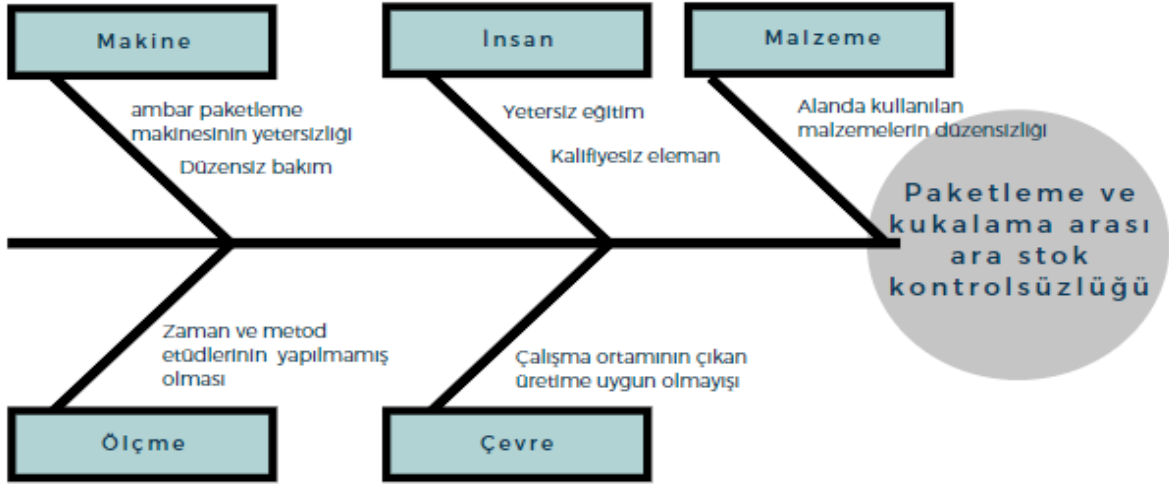
FMEA ekibi, belirlediği her bir hata türüne istinaden, olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerleri için belirlediği 1-10 arası bir değer vermiştir.

Ekip üyeleri tarafından olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerleri belirlenen hatalar kritiklik derecesine göre Çizelge 3.1 'de sıralanmıştır ve bu öncelik sırasına göre düzeltici, önleyici ve kalite iyileştirici faaliyetler geliştirmek üzere VSM yönteminden faydalanmışlardır. Hataların kritiklik derecesini belirleyen RÖS değerleridir.

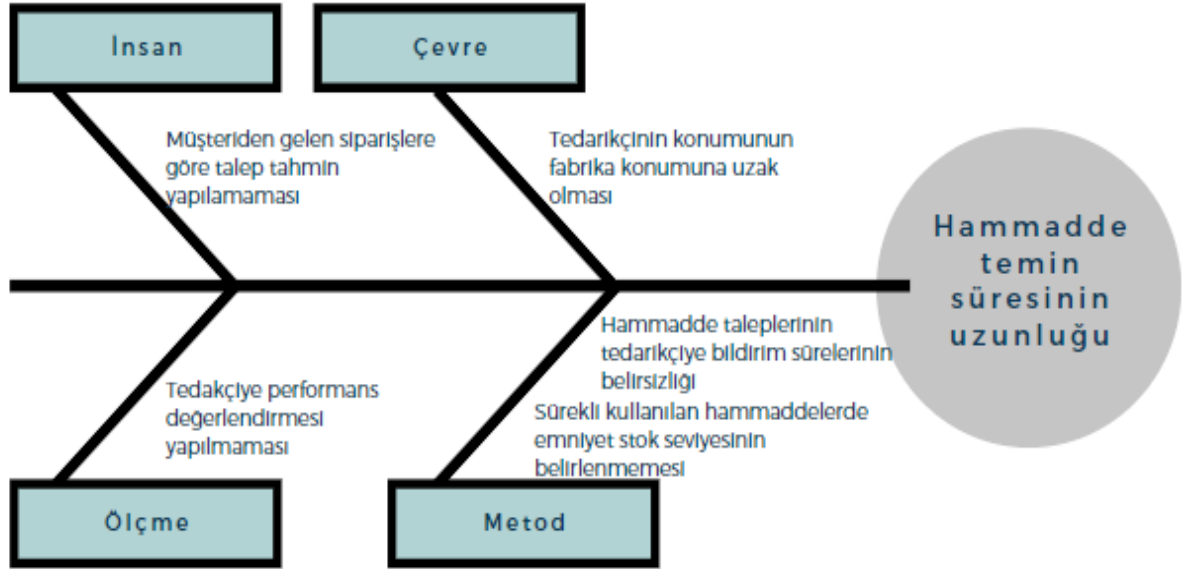
Söz konusu FMEA çalışması üretilen tüm ürünler için hammaddenin tedarik edilmesinden final ürünün müşteriye sevkine kadarki tüm prosesleri ele alacak şekilde yapılmıştır.

Potansiyel bir hatanın birden fazla nedeni olabilir ve bu şekilde birden fazla hataya da sebebiyet verebilir. Bu nedenle hataların kök neden analizini yapmak çok önemlidir.

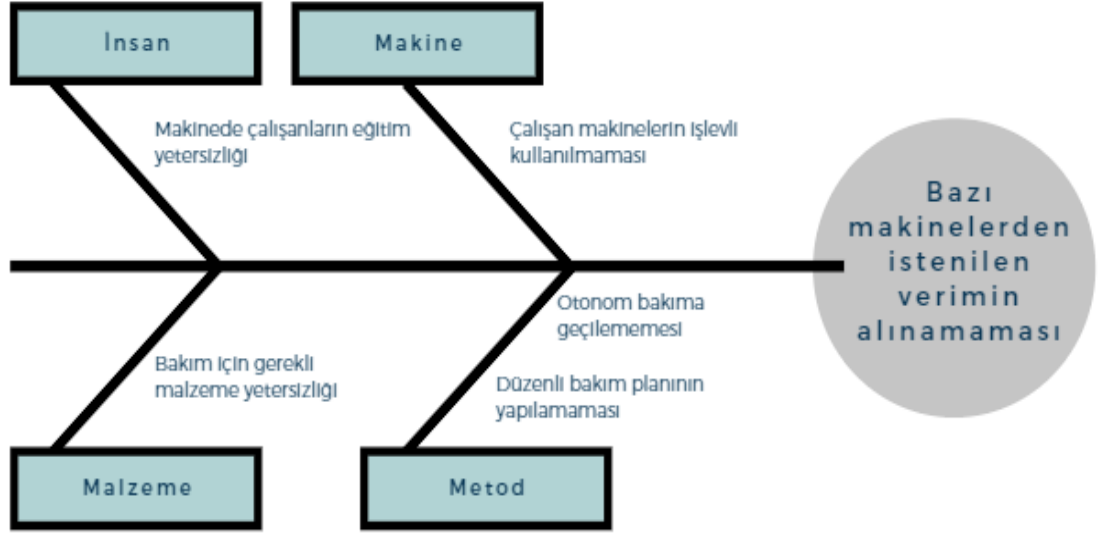
Bu çalışmada mevcut durumlar göz önüne alınarak çalışma yapılan işletmede karşılaşılan hataların balık kılıcı diyagramları oluşturulmuştur.



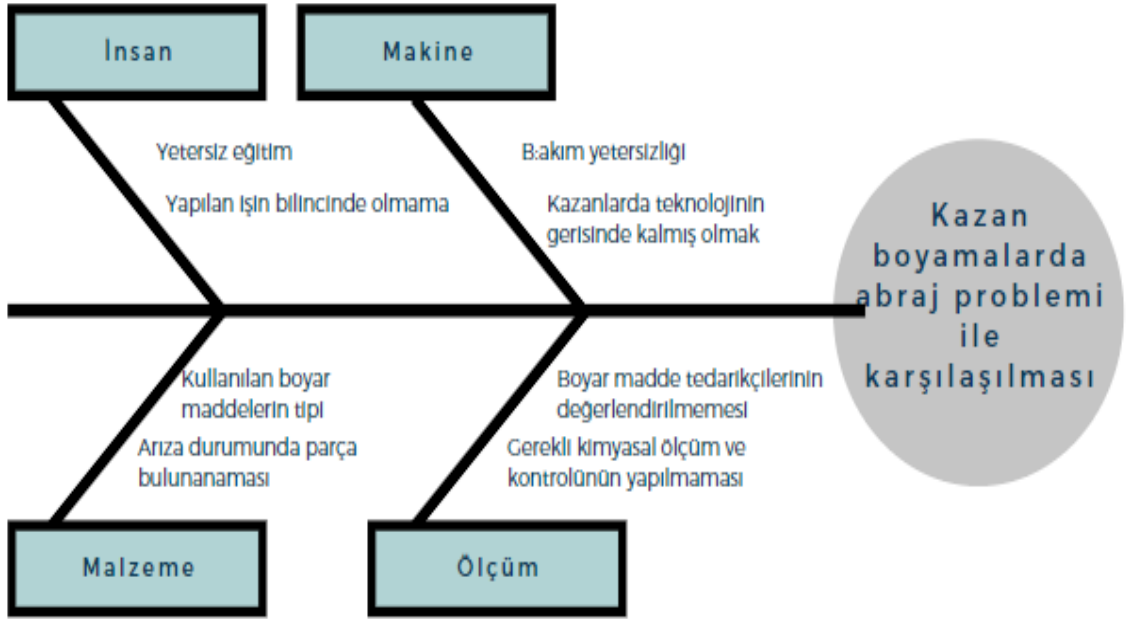
Şekil 3.4 : Paketleme ve kükalama arası stoğun balık kılıçığı analizi.



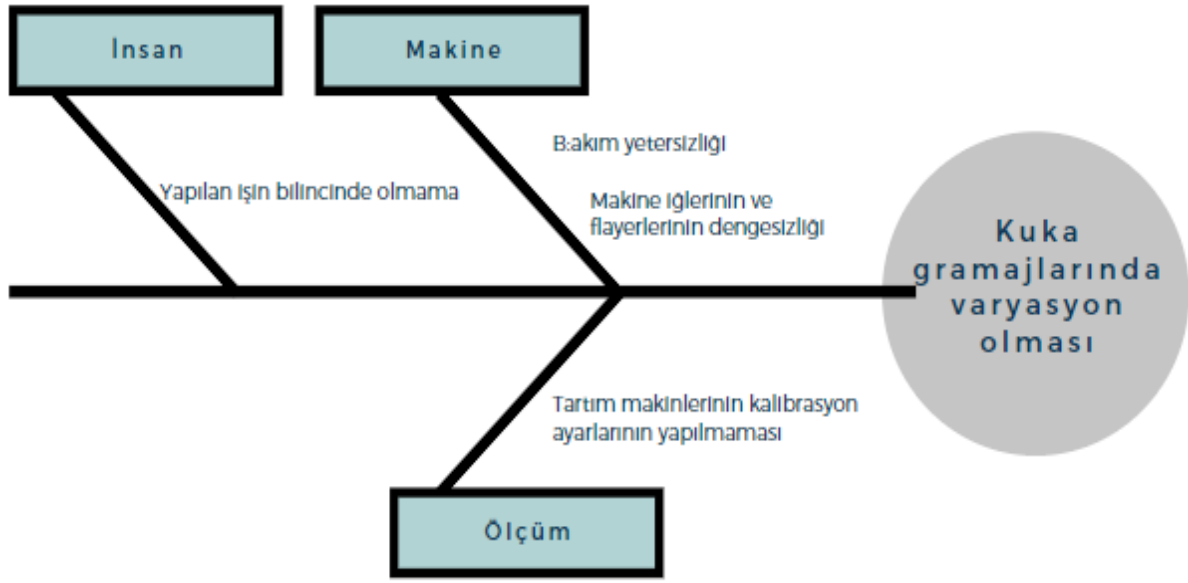
Şekil 3.5 : Hammadde temin süresinin balık kılıçığı analizi.



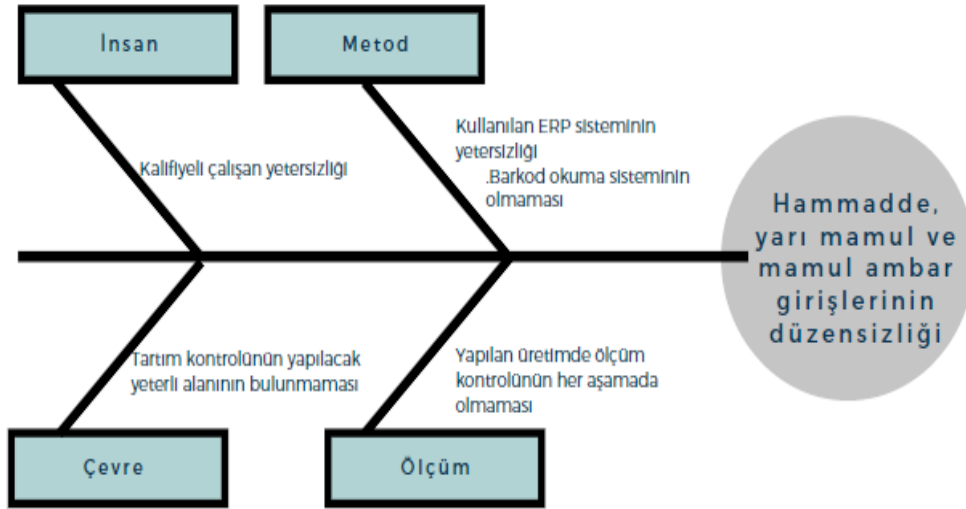
Şekil 3.6 : Verimsiz makinelerin balık kılıçığı analizi.



Şekil 3.7 : Boyamalarda karşılaşılan abrajın balık kılıçığı analizi.



Şekil 3.8 : Kuka gramajlarında karşılaşılan varyasyonun balık kılçığı analizi.



Şekil 3.9 : Veri düzensizliğinin balık kılçığı analizi.

Mevcut proses göz önüne alındığında her hatanın potansiyel nedenleri balık kılçığı diyagramlarında rahatlıkla görülebilmektedir. Grup üyeleri tarafından FMEA formu doldurularak hangi hatanın risk değerinin en fazla olduğunu bulabilmek için ise her hatanın şiddet, olasılık ve farkedilebilirlik derecesini gösteren tablolar oluşturulmuştur.

Çizelge 3.1 : FMEA formu.

		POTANSİYEL HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (PROSES FMEA)										FMEA No:					
Parça Numarası:				Proses Sorumlusu Bölüm								FMEA Tarih (Orj.)					
Model Yıl(lar) / Program(lar)				Kilit Tarih								FMEA Tarih (Rev.)					
Takım Üyeleri:																	
Proses Basamağı / Fonksiyon	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkileri	Önemi	Sınıflandırma	Hatanın Potansiyel Sebepleri	Oluşum Sıklığı	Proses Kontrolü - Hatanın Önlenmesi İçin	Proses Kontrolü - Hatanın Tespit Edilmesi İçin	Tespit Edilmesi	Risk Öncelik Göstergesi	Önerilen Faaliyetler	Sorumlu Bölüm & Hedef Kapanış Tarihi	Aksiyon Sonuçları				
													Uygulanan Kalıcı Önlemler & Uygulanmaya Başlama Tarihi	Önemi	Oluşum Sıklığı	Tespit Edilmesi	Risk Öncelik Göstergesi
İstekler																	

3.3.1 Şiddet değeri

Söz konusu hataların iç müşteri veya nihai müşteri üzerindeki etkiye neden olma derecesi tabloda gösterildiği gibidir. Olası hataların şiddet değerleri belirlenirken grup üyelerinin tecrübelerinden ve geçmiş kayıtlardan faydalanılmıştır.Şiddet değeri belirlenirken şiddet değerlendirme tablosundan yararlanılmıştır. Puanlama sistemi 1-10 arası derecelendirme ile yapılmıştır.



Çizelge 3.2 : Proses FMEA şiddet değerlendirme kriterleri tablosu (Akin, 1998).

Etki	Kriter	Derece
Tehlikeli	Emniyetle ilgili arıza, yasalarla uyumsuz bir arıza. Hata herhangi bir ikaz olmadan meydana gelir	10
Ciddi	Emniyetle ilgili arıza, yasalarla uyumsuz bir arıza. Hata bir ikazla meydana gelir	9
Çok Büyük	Üretimin tümü hurdaya ayrılabilir. Ürün kullanılamaz hale gelip temel fonksiyonlarını kaybeder. Müşteri büyük hoşnutsuzluk duyar	8
Büyük	Hatanın ürün/proses üzerinde büyük etkisi bulunmakta. Ürün kullanılamaz. Üretimin ayıklanması ve bir bölümün hurdaya ayrılması gerekir. Müşteri memnuniyetsiz	7
Önemli	Parçanın yeniden işlenmesi ve ya onarılmasına neden olur. Ürün performans derecesi düşmüştür. Ürün çalışmaktadır fakat müşteri memnuniyetsizdir	6
Orta	Hata ürün performansı veya proses üzerinde orta şiddette etkili. Müşteri ürünün kullanımından rahatsızlık duyar. Bazı parçaların performansı düşüktür	5
Küçük	Hata ürün performansı veya proses üzerinde küçük şiddette etkili. Hata müşteri tarafından fark edilir ve ürün kullanımında aksaklıklar yaşanır	4
Önemsiz	Hata ürün performansı veya proses üzerinde önemsiz etkili. Hata müşteri tarafından fark edilir.	3
Çok önemsiz	Hata ürün performansı veya proses üzerinde çok önemsiz etkili. Hata müşteri tarafından fark edilmez	2
Etkisi yok	Hata ürün performansı veya proses üzerinde etkisiz	1

Çizelge 3.3 : Uygulanan proses üzerindeki hataların şiddet değerleri.

Hata	Müşteri Üzerindeki Etki (Şiddet)	Şiddet Değeri
Paketleme sırasında yapılan asorti işlemi ile bir önceki proses olan kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü	Asortileme işleminin uzun sürmesi sonucu verilen terminde sapma oluşu	8
Hammadde temin süresinin uzunluğu	Üretime istenilen zamanında başlanamadığından müşteriye verilen terminin tutturulamaması	8
Bazı makinelerden istenilen miktarda verim alınamaması	Üretimin istenilen verimde gitmemesinden dolayı müşteriye verilen terminin tutturulamaması	7
Kazan boyamalarda abraj ile karşılaşılması	Müşterinin gönderilen üründen memnun kalmaması	4
Kuka gramajlarında varyasyon olması	Müşterinin gönderilen üründen memnun kalmaması	4
Hammadde, yarı mamul ve mamul ambar girişlerin düzensizliği ve hatalı veriler	Müşteriye gönderilen miktarın hatalı çıkması	4

Çizelge 3.3'de görüldüğü üzere karşılaşılan 6 hatanın şiddet değerleri verilmiştir. Asortileme işlemi sırasında paketleme ve kukalama sırasında oluşan ara stok kontrolsüzlüğünün şiddet değeri 8 olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni bu işlemin düzensizliği nedeniyle siparişin müşterinin istediği terminden uzaklaşmasıyla müşterinin memnuniyetsizlik duymasıdır. Hammaddenin temin süresinin uzunluğunun şiddet değeri 8 olarak belirlenmiştir. Bu hatada da bir önceki hata gibi müşteriye verilen termini etkilediğinden müşteri durumdan memnuniyetsizlik duymaktadır. Ayrıca hammaddenin her geçen süre geç gelmesi, tüm süreç planını alt üst etmektedir. Bazı makinelerden istenilen verimin alınamamasının şiddet değeri ise 7'dir. Bunun nedeni ise şiddet derecelendirme tablosunda belirtildiği üzere kolaylık sağlayan bazı parçaların istenilen performansta çalışmamasıdır. Bunu sonucunda tüm prosesin verimliliği düşmektedir. Kazan boyamalarda abraj ve kuka gramajlarında varyasyon ile karşılaşılmamasının şiddet değeri 4'tür. Bu hata müşteri tarafından fark edilebilir değer olup ürün kullanımında rahatsızlık yaşanmaktadır. Düzensiz verilerin ise şiddet değeri 4'tür. Bu hatanın sonucunda üretilen ürün miktarının tam olarak bilinmemesi ve müşteriye eksik veya fazla ürün gitmesi durumlarıyla karşılaşılabilmektedir.

3.3.2 Olasılık değeri

Potansiyel hatanın belirlenen her 10 proseste tekrarlanma olasılığı tabloda verildiği gibidir. Bu değere ortaya çıkma ya da hatanın frekansı da denmektedir. Grup üyeleri olası hataların olasılığı üzerinde düşünürken geçmiş kayıtlardan ve kişisel tecrübelerden faydalanmıştır. Olasılık değeri belirlenirken hataların ortaya çıkma değerlendirme tablosu kullanılmıştır. Puanlama sistemi 1-10 arası derecelendirme ile yapılmıştır.

Çizelge 3.4 : Hatanın oluşma olasılığı değerlendirme kriterleri tablosu (Akın, 1998).

Hata Olasılığı	Olası Hata Oranları	Derece
Hemen hemen kesin	1/2'den fazla	10
Çok yüksek	1/3	9
Yüksek	1/8	8
	1/20	7
Orta	1/80	6
	1/400	5
	1/2000	4
Düşük	1/15000	3
Çok düşük	1/150000	2
Hemen hemen olanaksız	1/150000'den düşük	1

Çizelge 3.5 : Uygulanan proses üzerindeki hataların olasılık değerleri.

Hata	Olası Hata Oranları	Olasılık Değeri
Paketleme sırasında yapılan asorti işlemi ile bir önceki proses olan kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü	Her 10 proseste 6	6
Hammadde temin süresinin uzunluğu	Her 10 proseste 4	4
Bazı makinelerden istenilen miktarda verim alınamaması	Her 10 proseste 4	4
Kazan boyamalarda abraj ile karşılaşılması	Her 10 proseste 6	6
Kuka gramajlarında varyasyon olması	Her 10 proseste 5	5
Hammadde, yarı mamul ve mamul ambar girişlerin düzensizliği ve hatalı veriler	Her 10 proseste 3	3

Karşılaşılan 6 hatanın olasılık değerlerinin bulunabilmesi için 2018 Ocak ve 2019 Ocak arası rastgele 10 prosesin incelenebileceği 10 sipariş seçilmiştir. Rastgele seçilen 10 siparişte karşılaşılan bu 6 hatanın gerçekleşme sayısına göre olasılık değerleri belirlenmiştir.

3.3.3 Farkedilebilirlik değeri

Hatanın farkedilebilirlik kısmına söz konusu hatanın içi veya nihai müşteriye sevk edilmeden önceki saptanabilirlik değerleri tabloda belirtildiği gibidir. Bu değer işletmenin hatayı ortaya çıkmadan önce yakalayabilme yeteneğidir. Farkedilebilirlik değeri yeterince sağlandığında fazla miktarda kontrolün getirdiği maliyet ve zamanı azaltmak için hatanın ortaya çıkma olasılığını azaltıcı çalışmalar yaparak kontrol sayısı azaltılabilir (Erginel, N., 1999). Farkedilebilirlik değeri belirlenirken tespit edilebilirlik değerlendirme tablosundan yararlanılmıştır. Puanlama sistemi 1-10 arası derecelendirme ile yapılmıştır.

Çizelge 3.6 : Hata saptama değerlendirme kriterleri tablosu (Akin, 1998).

Fark Edilebilme	Kriter	Derece
İmkansız	Fark edilme imkanı yok	10
Çok zor	Kontrollerin hata türünü belirlemesi çok zor	9
Zor	Kontrollerin hata türünü belirlemesi zor	8
Çok az	Kontrollerin hata türünü belirlemesi çok az	7
Az	Kontrollerin hata türünü belirlemesi az	6
Orta	Kontrollerin hata türünü belirlemesi orta	5
Ortanın üstü	Kontrollerin hata türünü belirlemesi ortanın üzerinde	4
Yüksek	Kontrollerin hata türünü belirlemesi yüksek	3
Çok yüksek	Kontrollerin hata türünü belirlemesi çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Kontrollerin hata türünü belirlemesi hemen hemen kesin	1

Çizelge 3.7 : Uygulanan proses üzerindeki hataların farkedilebilirlik değeri.

Hata	Farkedilebilirlik Olasılığı	Farkedilebilirlik Derecesi
Paketleme sırasında yapılan asorti işlemi ile bir önceki proses olan kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü	Potansiyel hatanın sebebi ve takip eden hatanın farkedilebilirliği az	6
Hammadde temin süresinin uzunluğu	Potansiyel hatanın sebebi ve takip eden hatanın farkedilebilirliği az	6
Bazı makinelerden istenilen miktarda verim alınamaması	Potansiyel hatanın sebebi ve takip eden hatanın farkedilebilirliği çok az	6
Kazan boyamalarda abraj ile karşılaşılması	Potansiyel hatanın sebebi ve takip eden hatanın farkedilebilirliği ortalamanın üzerinde	4
Kuka gramajlarında varyasyon olması	Potansiyel hatanın sebebi ve takip eden hatanın farkedilebilirliği yüksek	3
Hammadde, yarı mamul ve mamul ambar girişlerin düzensizliği ve hatalı veriler	Potansiyel hatanın sebebinin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği orta	5

FMEA ekibi tarafından her bir hatanın farkedilebilirliğini belirlerken hata türüne sahip olan parçanın sevkiyatının önlenmesi olanağı değerlendirilmiştir. Diğer değerlere oranla farkedilebilirlik göreceli bir değerdir. Bu değer verilirken hata sanki oluşmuş gibi değerlendirilir ve hatalı hali ile sevkiyatı önleyebilmesi değerlendirilir. Verilen değerler hatalı parçanın kendi üretim sahasını terketmeden belilenme olasılığını göstermektedir (Akın, 1998).

3.3.4 Risk öncelik değerinin hesaplanması

Söz konusu hataların hangisinin etkisinin daha yüksek olduğunu bulabilmek için RÖS değeri kısmına hatanın oluşma olasılığı, hatanın şiddeti ve farkedilebilirlik puanlarının çarpılması sonucu elde edilen sonuç yazılmıştır. Risk öncelik puanı 100'e eşit veya 100'den büyük hatalar için ilk adım, gerekli düzeltici faaliyetleri belirlemek ve daha sonra tekrarlanmaması için beraberinde önleyici faaliyetler belirlenmiştir.

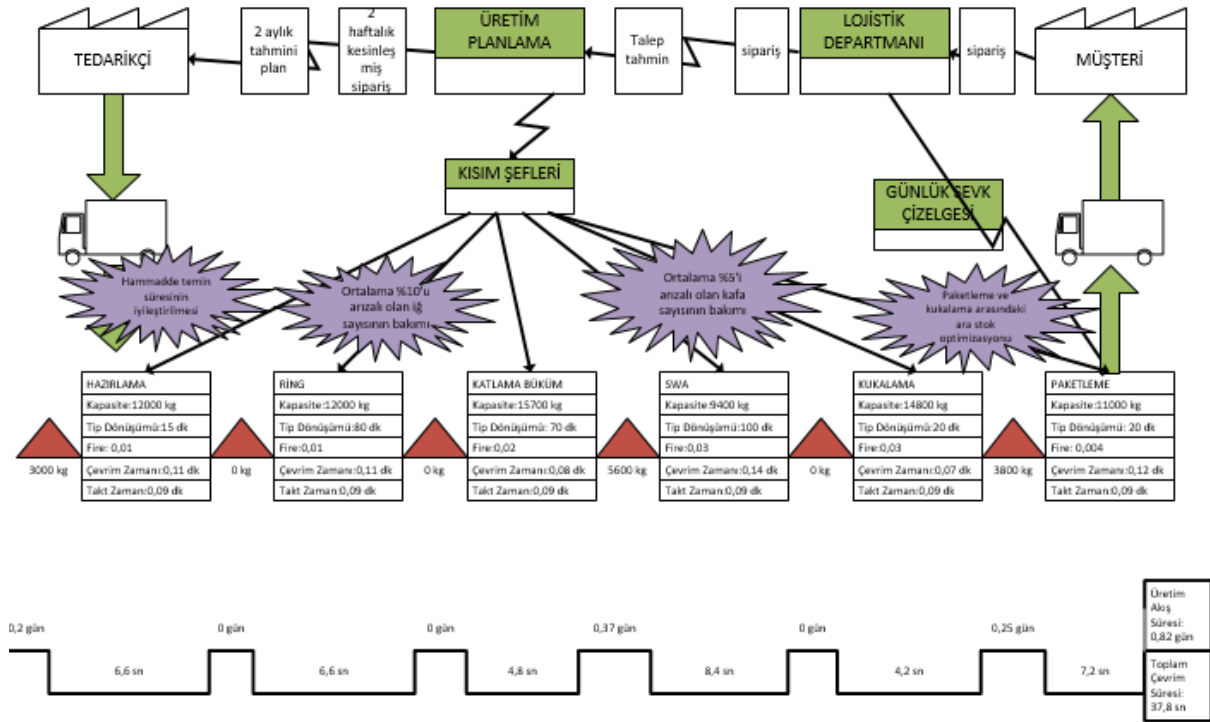
Çizelge 3.8 : Mevcut durum RÖS değerleri tablosu.

Sıra No	Hata	RÖS(Olasılık x Şiddet x Farkedilebilirlik)
1	Paketleme sırasında yapılan asorti işlemi ile bir önceki proses olan kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü	RÖS $6 \times 8 \times 6 = 288$
2	Hammadde temin süresinin uzunluğu	RÖS $4 \times 8 \times 6 = 192$
3	Bazı makinelerden istenilen miktarda verim alınamaması	RÖS $4 \times 7 \times 6 = 168$
4	Kazan boyamalarda abraj ile karşılaşılması	RÖS $6 \times 4 \times 4 = 96$
5	Kuka gramajlarında varyasyon olması	RÖS $5 \times 4 \times 3 = 60$
6	Hammadde, yarı mamul ve mamul ambar girişlerin düzensizliği ve hatalı veriler	RÖS $3 \times 4 \times 5 = 60$

Yöntemin çalışma prensibi, hataların hesaplanan RÖS değerlerinin en yüksek olandan en düşük olana göre sıralanması üzerinedir. Nedeni ise bir önceki RÖS değerine sahip hatanın daha fazla risk barındırması ve iyileşmeye daha fazla ihtiyaç duymasıdır. Bundan sonraki adım ise üretim prosesinin tamamının üzerinde çalışılarak toplam üretim akış süresini, çevrim süresini ve mevcut durum RÖS değerlerini en aza indirmek olacaktır.

3.4 Gelecek Durum Analizi

Değer akış haritalama yöntemi ile üretim sürecinin çevrim zamanının, ara stok miktarının ve atıl kapasitenin azaltılması amaçlanmıştır. Değer akış haritalama ile mevcut durum ortaya çıkarılmış, sonuç ve öneriler kısmında detaylı anlatılacak olan kaizenler ile Şekil 3.9 'da verilen gelecek durum değer akışı haritası ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 3.10 : Gelecek durum haritası.

Yapılan çalışmada aşağıdaki düzeltmeler ile karşılaşılan hatalardan ve israflardan kaçınılabileceği sonucuna varılmıştır. FMEA çalışmasını uygulanırken hataların sebeplerini görebilmek adına yapılan balık kıçığı diyagramı yardımı ile bir takım iyileştirmeler sunulmuştur.

- Eklenmesi önerilen lojistik departmanı ile müşterilerden gelebilecek siparişleri talep tahminleme yöntemleri ile geliş süresi 6-10 hafta arası olan hammadde tedarigi daha kolay sağlanacaktır. Talep tahmin yöntemleri, gelecekteki satışların eldeki bilgiye göre tahmin etmeyi analiz etmeye yarar. Bu çalışmanın, düşük envanter, işletme bütçesinin oluşturulması, nakit akışının planlanması, tedarik gereksinimlerinin belirlenmesi ve nihai ürünler için pazarlama stratejilerinin saptanması gibi başlıca yararları vardır.

- En sık kullanılan hammaddeler için emniyet stok seviyeleri geliştirilerek fazla stok veya üretimi engeleyebilecek hammadde yoksunluğunun önüne geçilebilir. Örnek olarak, şekil 3.12’de görüleceği üzere, oluşturulan stok modelinde stokta olan ve açıkta iş emri olan miktara ve günlük kullanıma bakıldığında yeni sipariş verilmesi (ya da verilmemesi) gerektiği görülmektedir. Bu çalışma ile fazla stok tutmanın ve hammaddesiz kalmanın önüne geçilecektir.

Stok Kodu	Stok Adı	Öngörü Yöntemi	Öngörülen Stok Modeli	Stok	Açık İş Emirleri	Açık Satınalma Miktarı	Termin Süresi	Tahmini Stok	Günlük Ortalama Kullanım	Öngörülen Kullanım Günlük	Faktör	Asgari Stok Seviyesi	Azami Stok Seviyesi	Sipariş Miktarı
11112-001	Akrilik	SonYılı	15-30	7.841	20970	8624	45	-4.505	5	5	0%	300	450	4955

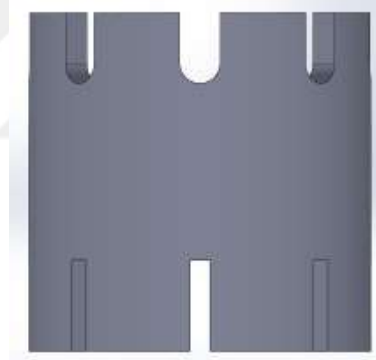
Şekil 3.11 : Emniyet stok miktarı hesaplanması.

- Hammaddenin istenilen termide gelebilmesi için belirli aralıklarla tedarik performans değerlendirmesi yapılabilir. Bu değerlendirmede özellikle problem yaşanan teslimat süresinin iyileştirilmesi amaçlanarak tedarikçi ile ilişkiler yeniden gözden geçirilebilir.
- Paketleme bölümünün çevrim süresinin takt zamanından fazla olduğundan metod çalışması yapılarak bu durum dengelenebilir. Özellikle çalışması yapılan asortileme işlemi için her makinede birden fazla renkte üretim yapıldığında ürün gruplama işlemi daha kolay olacaktır. Ek olarak poşetleme ve poşet kapatma işlemi kukalama makinesi sonuna entegre edilip direk paketleme bölümüne hazır hale getirilebilir. Bu sayede paketleme bölümü çevrim süresi %70 oranında azalmıştır.

Çizelge 3.9 : Paketleme bölümü zaman etüdü.

Paketleme Bölümü İş Adımları	Mevcut Durum (dk)
Kukayı gruplama	0,07
Poşetleme	0,19
Poşet kapatma	0,08
Pakete koyma	0,06
Toplam Ham Çevrim Süre	0,4
Paketleme Bölümü İş Adımları	Gelecek Durum(dk)
Kukayı gruplama	0,07
Poşetlenen ürünü alıp pakete koyma	0,05
Toplam Ham Çevrim Süre	0,12

- Planlı bakım planı ile zaman içerisinde donanımı azalan parçaların onarımları gözden geçirebilir ve muhtemel hatalar önceden planlanarak bakıma alınabilir. Ayrıca planlı bakımın alt dalı olan önleyici bakım ile arızaların başlangıç safhasında ortaya çıkması önlenecektir.
- Mevcut durumda kukalama makinelerinde iğ uçları Şekil 3.10'daki gibidir. Bu durum işçi ürünü makineden çıkardığında kukanın ucunu makineden ayırmak için makasla kesmesi ve bu durumda fazladan ürünü deşe yapmasına neden olmaktadır. İyileştirilen durumda Şekil 3.13'de görüldüğü üzere iğ ucunda revizyon yapılmış olup kukalama işlemi bittiğinde bu uç yardımıyla ürün makineden çıkarılmadan önce kukanın uç kısmı otomatik olarak kesilecektir. Bu revizyon sayesinde deşe oranı %2.5 oranında azalmıştır. Çalışması yapılan kalitede günlük alınan üretim 1680 kg iken yeni durumda 1720 kg olmuştur. Ayrıca uygulanması muhtemel planlı bakımlar sayesinde makinelerin duruş süreleri azalabilir ve daha verimli şekilde çalışılabilir.



Şekil 3.12 : Mevcut durum kukalama makinesi iğ ucu.



Şekil 3.13 : Gelecek durum kukalama makinesi iğ ucu.

Ayrıca aşağıdaki öneriler ile de daha iyi bir çalışma ortamı sağlanabilir.

- Tüm bölümlerde çalışanların bilinçlendirilmesi ve içi yapacak yeterli seviyeye ulaşması için çalıştıkları departmana uygun eğitimler verilebilir. Özellikle işe başlamadan önce detaylı verilecek oryantasyon programı ile işe olan yatkınlıklarını arttıracaktır. Ayrıca belirli aralıklarla motivasyonu arttırıcı etkinlikler düzenlenebilir.
- Özellikle ara stoğun fazla olduğu kukalama ve paketlemenin yapıldığı alan genişletilebilir ve kullanılan malzemeler 5S'e uygun şekilde düzenlenebilir.
- Ambardaki paketleme makinesi otomasyona uygun şekilde revize edilebilir. Otomasyon ile işiçi sayısı optimize edilebilir.
- Ring bölümünde eleman dağılımları gözden geçirilerek duruş süreleri azaltılabilir. Fitol kiloları arttırılarak tip dönüşüm süreleri düşürülebilir. Bu sayede fazla içi gücü de engelenmiş olacaktır.
- Swa baskı bölümünde takım değişim süreleri azaltılabilir. Boya kazan kiloları arttırılarak tip dönüşüm süresi düşürülebilir.
- Paketleme bölümünde eleman sayısı yeniden düzenlenerek kapasite arttırılabilir. Biten ürünün kutulama işlemi kuka makine başlarında yapılarak paketleme bölümündeki içi yoğunluğu dengelenebilir.
- Her istasyonda 5S ile çalışanların çalışma ortamı iyileştirilmesi sağlanabilir.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz dünyasında müşteri memnuniyetini ve karlılığı en üst seviyede tutmak kalitenin en temel amaçlarından ikisidir. Hatasız ve tam zamanında ürünü müşteriye teslim etmek yalın üretimin ve toplam kalite yönetiminin gerekliliklerindedir.

Bu çalışmada, değer akışı haritalandırma yönteminin ve hata türleri ve etkileri analiz yönteminin entegre kullanıldığı bir yalın üretime geçiş uygulaması yapılmıştır. Yalın üretim tekniklerinden biri olan VSM ve toplam kalite yönetiminin bir parçası olan FMEA ile öneriler sunulurken işletmenin çevrim süresinin azaltılması, stok miktarının düşürülmesi, karşılaşılan problemlerin etkilerinin en aza düşürülmesi hedeflenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda RÖS değeri en yüksek olan problemlerin; paketleme ile kukalama bölümü arasındaki ara stok yoğunluğu, hammadde temin süresinin uzunluğu ve bazı makinelerde istenilen verimin alınamaması olduğu görülmüştür.

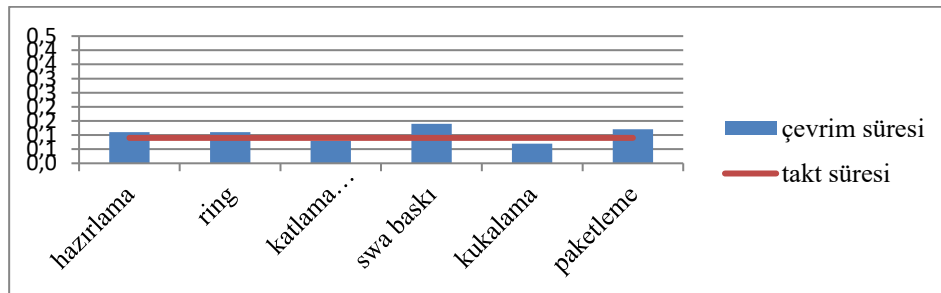
Önerilen iyileştirmeler sonucu son olarak FMEA çalışması tekrarlanmış ve parametlerin yenilenmesi sonucu RÖS değeri 100'ün üzerinde olan her problemin RÖS değerinin oldukça azaldığı görülmektedir. Oluşturulan FMEA ekibi; hammaddenin işletmeye girişi ile nihai ürünün ambalajlanma ve sekiyatına kadar olan ve müşteriden alınan geri dönüşlerin dökümanlarını inceleyerek değerlendirmiştir.

Çizelge 4.1 : Gelecek durum RÖS değerleri tablosu.

Sıra No	Hata	RÖS(Olasılık x Şiddet x Farkedilebilirlik)
1	Paketleme sırasında yapılan asorti işlemi ile bir önceki proses olan kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü	RÖS 2 x 2 x 3= 12
2	Hammadde temin süresinin uzunluğu	RÖS 2 x 3 x 2 = 12
3	Bazı makinelerden istenilen miktarda verim alınamaması	RÖS 3 x 3 x 2 = 18

Önceki RÖS değeri 288 olan paketleme ve kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü için önerilen ambardaki paketleme makinesinin otomasyonu, o alanda çalışan işçi sayısının optimize edildiği ve 5S ile çalışma ortamının iyileştirildiği düşünüldüğünde bu hatanın gerçekleşme olasılığının ve şiddet değerinin 2, farkedilebilirlik değerinin ise 3 olabileceği kanısına varılabilir. Bu durumda sipariş müşterinin istediği termine uygun tarihte teslim edilebilir ve daha düzenli bir çalışma ortamı oluşturulabilir. Diğer bir problem olan hammadde temin süresindeki uzunluk probleminin önceki RÖS değeri 192 idi. Bu sayede problemin en büyük çözüm önerisi olan lojistik departmanı ve planlama departmanı daha entegre çalışacak olup, müşterinin geçmiş taleplerine bağlı olarak talep tahminleme yöntemi yapılacaktır. Bu durumda müşteri durumdan çok etkilenmeyecek ve yaşanan en büyük problem olan termin problemi çözülecektir. Önerilen iyileştirmelerin yapıldığı durumda bu problem için yeni RÖS değeri 12 olacaktır. Önceki RÖS değeri 168 olan makinelerden istenilen verimin alınamaması probleminde kuka makinelerindeki iğlerin iğlerindeki iyileştirme ile deşe oranı %2.5 oranında azalmıştır. Çalışması yapılan kalitede günlük alınan üretim 1680 kg iken yeni durumda 1720 kg olmuştur. Ayrıca uygulanması muhtemel planlı bakımlar sayesinde makinelerin duruş süreleri azalabilir ve daha verimli şekilde çalışılabilir. Önerilen iyileştirmeler sonucu yapılan FMEA ile en yüksek RÖS değerine sahip 4 hata 100'ün altında kalmıştır. Bu durumda tekrar düzeltici ve önleyici faaliyetlere gerek kalmamıştır

Şekil 4.1'de görüldüğü üzere önerilen iyileştirmeler, düzeltici ve önleyici faaliyetler ile her bir iş istasyonunun çevrim zamanı ile takt zaman arasındaki fark azalmıştır. Dolayısı ile mevcut durum grafiğindeki atıl kapasiteler ve ara stoklar ortadan kaldırılarak mevcut durumun toplam akış süresi %48'li bir oranda iyileşerek 0,85 güne, toplam çevrim süresi %57'lik bir oranda iyileşerek 37,8 sn'ye düşürülebileceği görülmüştür.



Şekil 4.1 : Gelecek durum çevrim süresi grafiği.

Unutulmaması gereken nokta şudur ki, iyileştirilen kısımların sürekliliği için yapılan çalışmaların devamlı hale getirilmesidir. Bununla birlikte sürecin sistemli bir şekilde devamlılığı da olmazsa olmazdır. Başarılı bir FMEA, sürekli katılımın ve belirlenen sürede tamamlanmış bir çalışmanın sonucudur.

Yalın üretim işletmelere karşılaşılan hataları önleme yolunda birden fazla teknikler sunmaktadır. Yapılan uygulamalar ve sonuçları ele alındığında yalın üretimin nedeni önemini yansıtan ve dikkat çekmeyi başaran bir yöntem olduğu göze çarpmaktadır.





KAYNAKLAR

- Agus, A., & Hajinoor, M. S. (2012). Lean Production Supply Chain Management As Driver Towards Enhancing Product Quality and Business Performance. Case Study of Manufacturing Companies in Malaysia. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 29(1), 92–121.
- Akçaoğlu, Ö. (2012). *Değer Akış Haritalarında Belirlenen Darboğazların Çözümü için Bayes Ağları ile Senaryo Üretimi: Çamaşır Makinesi Fabrikasında Bir Uygulama*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Akın, B. (1998). *Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA)*. Bilim Teknik Yayınevi.
- Anvari, A., Zulkifli, N., & Yusuff, R. M. (2013). A Dynamic Modeling to Measure Lean Performance Within Lean Attributes. *International Journal of Advance Manufacturing Technology*, 663–667.
- Ar, R., & Al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping : A Lean Manufacturing Process Case Study. *Procedia Engineering*, 41, 1727–1734. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>
- Bamber, L., & Dale, B. G. (2000). Lean Production: A Study Of Application In A Traditional Manufacturing Environment. *Production Planning & Control*, 291–298.
- Barker, R. C. (1994). The Design of Lean Manufacturing Systems Using Time-Based Analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(11), 86–96.
- Birgün, S., Gülen, K. G., & Özkan, K. (2006). Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması : İmalat Sektöründe Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, (Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama), 47–59.
- Bodek, N. (2004). *Kaikaku - The Power and Magic of Lean: A Study in Knowledge Transfer* (PCS Press).
- Bonavia, T., & Marin, J. A. (2006). “An Empirical Study Of Lean Production In The Ceramic Tile Industry In Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 505–531.
- Chan, F. T. S., Qi, H. J., Chan, H. K., Lau, H. C. W., & Ip, R. W. L. (2003). A Conceptual Model of Performance Measurement for Supply Chains.

- Management Decision*, 41(7), 635–642.
- Comm, C. L., & Mathaisel, D. F. X. (2005). An exploratory analysis in applying lean manufacturing to a labor-intensive industry in China. *Asia Pacific Journal of Marketing & Logistics*, 63–80.
- Crawford, K. M., & Blackstone, J. H. (1988). A Study of JIT Implementation and Operating Problems. *Internat J. Production Res.*, 1561–1568.
- Efe, Ö. F., & Engin, O. (2012). Yalın Hizmet-Değer Akış Haritalama ve Bir Acil Serviste Uygulama. *Verimlilik Dergisi*, (4), 79–102.
- Emiliani, M. L., & Stec, D. J. (2004). Using Value-Stream Maps To Improve Leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 8(25), 622–645.
- Erginel, N., M. (1999). Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizinin Etkinliği İçin Bir Model ve Uygulaması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 17–26.
- Gahagan, S. M. (2007). Adding Value To Value Stream Mapping : A Simulation Model Template For VSM. In *Proceedings of the 2007 Industrial Engineering Research Conference*.
- Golicic, S. L., & Medland, S. (2007). Size Might Matter: A Case Study of Lean Implementation in an SME. *Society for Marketing Advances Proceedings*, 261–264.
- Gupta, S. M., & Brennan, L. (1995). Implementation of Just In Time Methodology In A Small Company. *Production Planning and Control*, 358–368.
- Gurumurthy, A., & Kodali, R. (2011). Design of Lean Manufacturing Systems Using Value Stream Mapping with Simulation: A Case Study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(4), 444–473.
- Hallgren, M., & Olhager, J. (2009). Lean and Agile Manufacturing; External and Internal Drivers and Performance Outcomes. *International Journal of Operations & Production Management*, 976–999.
- Hayes, R. H., & Pisano, G. P. (1994). Beyond World-Class: The New Manufacturing Strategy, 77–86.
- Jones, D., & Womack, J. (2001). *Bütünü Görmek*. Yalın Enstitü Yayınları.
- Kumar, J. S., Sujatha, G., & Thyagarajan, D. (2012). Assesment of Overall Equipment Effectiveness, Efficiency and Energy Consumption of Breakfast, 2(2), 39–48.
- Liker, J. K. (2005). *Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi*. Optimist Yayınları.
- Liker, J. K., & Wu, Y. C. (2000). Japanese Automakers, US Suppliers and Supply-Chain Superiority. *Sloan Management Review*, 81–93.

- Maraşlı, H., Akça, C., & Kama, A. (2016). Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması. *International Journal of Academic Values Studies*, 4(2), 106–120.
- Marchwinski, C., & Shook, J. (2007). *Yalın Kavramlar Sözlüğü* (Yalın Enst).
- Mohanraj, R., & Sakthivel, M. (2011). QFD integrated value stream mapping : an enabler of lean manufacturing. *Int. J. Productivity and Quality Management*, 7.
- Morgan, J. M., & Liker, J. K. (2007). *Totota Ürün Geliştirme Sistemi*. Farba Yayınları.
- Neely, A. (1999). The performance measurement revolution: why now and what next? *International Journal of Operations & Production Management*, 19(2), 205–228.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Pillay, A., & Wang, J. (2003). Modified Failure Mode And Effect Analysis Using Approximate Reasoning. *Reliability Engineering and System Safety*.
- Ramesh, V., & Kodali, R. (2012). A Decision Framework for Maximising Lean Manufacturing Performance. *International Journal of Production Research*, 50(8), 2234–2251.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek*. Yalın Enstitü Yayınları.
- Sang, L. C., Khairuzzaman, W. I. W., Abdul, R. S. Z., Boon, H. K., & Yew, J. . (2013). Sustaining Customers' Loyalty: A Survey of A Coating Resins Manufacturer. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 731–734.
- Sari, E. B. (2018). Üretim Hattı Tasarımında Değer AKIŞ Haritalama Tekniğinin Kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 67–81.
- Satoğlu, Ş. I., & Durmuşoğlu, M. B. (2003). A Field Study on Measuring the Lean Maturity Level in Manufacturing Firms in Turkey. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*.
- Sedefoğlu, G., & Akman, G. (2018). Improving an Inefficient Production Line Via AHP and Value Stream Mapping. *Journal of Naval Sciences and Engineering*, 14, 1–22.
- Şeker, A. (2016). Yalın Üretim Sisteminde Kanban, Tek Parça Akışı ve U Tipi Yerleştirme Sistemleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 449–470.
- Seth, D., & Gupta, V. (2007). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *The Management of Operations*, 44–59.

- Shah, R., & Ward, T. W. (2003). Lean Manufacturing Context, Practice, Bundles and Performance. *Journal of Operations Management*, 129–149.
- Slomp, A., Bokhorst, J. A. C., & Germs, R. (2009). A Lean Production Control System For High-Variety/Low-Volume Environments: A Case Study Implementation. *Production Planning & Control*, 20, 586–595.
- Solding, P., & Gullander, P. (2009). Concepts for simulation based value stream mapping. In *WSC '09 Winter Simulation Conference* (pp. 2231–2237).
- Storch, R. L., & Lim, S. (1999). Improving flow to achieve lean manufacturing in shipbuilding. *The Management of Operations*, 127–137.
- Suzaki, K. (1987). *The New Manufacturing Challenge – Techniques for Continuous Improvement* (Free Press).
- Vinoth, G., & Raghuraman, S. (2013). Lean Engineering Principles: An Effective Way to Improve Performance and Process on Production Floor. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 2(3).
- Womak, J. P., & Jones, D. T. (1998). *Yalın Düşünce*.
- Worley, J. M., & Doolen, T. L. (2006). The Role of Communication and Management Support in Lean Manufacturing Implementation. *Management Decision*, 228–245.
- Yorke, C., & Bodek, N. (2005). *All You Gotta Do Is Ask* (PCS Press).

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Sema BiLİCİ

Doğum Yeri ve Tarihi: Konya/Sarayönü 20/02/1992

Adres: Yalova İzmit Karayolu Cad. Köprübaşı Sok. Ağbulut Apt.Çiftlikköy/Yalova

E-Posta: semabilici@gmail.com

Lisans: Karabük Üniversitesi Endüstri Mühendisliği

Yayın ve Patent Listesi:

Bilici, S., Dizdar, E.N., 2015: Sağlık Sektründe Toplam Kalite Yönetiminin Uygulanabilirliğine Yönelik Bir Araştırma. *35. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi – Eylül 2019 Ankara, Turkey.*

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

Bilici, S., Kosanoğlu, F., 2019: Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Tekstil Sektöründe Yalın Üretim Uygulaması. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi – Doğan Tanıtım Matbaa Yayıncılık, Mart 537-546, 2019 Yalova, Turkey.*