

T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI



SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI: SICAK ÇELİK DÖVME
FABRİKASINDA BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUGAY YILMAZ

İSTANBUL, 2023

T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI



SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI: SICAK ÇELİK DÖVME
FABRİKASINDA BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUGAY YILMAZ

İSTANBUL, 2023

KABUL VE ONAY

TUGAY YILMAZ tarafından hazırlanan “**SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI: SICAK ÇELİK DÖVME FABRİKASINDA BİR UYGULAMA**” adlı tez çalışmasının savunma tarihi 14.09.2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği /oy çokluğu ile İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ** Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof.Dr. Nurdan ÇOLAKOĞLU

.....

Üye

Dr.Öğr.Üyesi Sabahattin Kerem

AYTULUN

İstanbul Arel Üniversitesi

.....

Üye

Dr.Öğr.Üyesi Furkan DIŞKAYA

İstanbul Kent Üniversitesi

.....

İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Ali AKDEMİR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI: SICAK ÇELİK DÖVME FABRİKASINDA BİR UYGULAMA**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

14.09.2023

TUGAY YILMAZ

ÖZET

**SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI: SICAK ÇELİK DÖVME
FABRİKASINDA BİR UYGULAMA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TUGAY YILMAZ
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ
(DANIŞMAN: PROF.DR. NURDAN ÇOLAKOĞLU)
İSTANBUL, 2023**

Bu araştırmanın amacı sıcak çelik dövme fabrikası özelinde süreç iyileştirme çalışması yapmaktır. Süreç iyileştirme, üretime dair birçok farklı değişkenin aynı anda kontrol edilmesini içermektedir. Bu bağlamda süreç iyileştirme üretilen ürünün kalitesini artırırken diğer yandan da hem iş görenlerin hem de toplamda işletmenin performansını yükseltmektedir. Süreç iyileştirme müşteri talep beklentilerini dikkate almakla birlikte ürünlerin üretildiği üretim araçlarını da dikkate almaktadır. Söz konusu çelik dövme fabrikaları olduğunda ise üretim araçlarının büyük olması ve üretilen malların da özel olarak korunması gerekmektedir. Bu bakımdan süreç iyileştirme sektöre özgü teknikleri ve yöntemleri gerektirmektedir. Sıcak çelik dövme fabrikalarında ise süreç iyileştirme üretim araçlarının arıza ihtimali bağlamında da incelenmiştir.

Fabrikanın satış, satın alma ve planlama, kalite yönetim ve son olarak üretim ve bakım departmanları olmak üzere toplamda 4 departmanı etkileyen hata türleri tespit edilmiştir. Tespit edilen tüm hataların kök nedenleri araştırılmış, departmanlardan sorumlu personelin katılımıyla ilgili hataların etkileri üzerinde durulmuştur. Takiben departmanları ve birimlerini etkileyen hataları irdelemek üzere yöntem olarak Hata Türleri ve Etkileri Analizi(HTEA) kullanılmış ve hataların Risk Öncelik Sayısı(RÖS) değerleri hesaplanmıştır. Fabrikada alınan önlemlerle dört departmanda en öne çıkan iki hata türünde %90'nın üzerinde bir iyileştirme sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Süreç, Süreç İyileştirme, Çelik, Sıcak Çelik Dövme Fabrikası.

ABSTRACT

PROCESS IMPROVEMENT STUDY: AN APPLICATION IN HOT STEEL FORGING FACTORY

MSC THESIS

TUGAY YILMAZ

GRADUATE SCHOOL, ISTANBUL AREL UNIVERSITY

DEPARTMENT OF ENGINEERING MANAGEMENT

ENGINEERING MANAGEMENT

(SUPERVISOR: PROF.DR.NURDAN ÇOLAKOĞLU)

İSTANBUL, 2023

The purpose of this research is to conduct a process improvement study specific to the hot steel forging factory. Process improvement involves controlling many different variables of production at the same time. In this context, process improvement increases the quality of the product produced, on the other hand, it increases the performance of both the employees and the enterprise in general. While process improvement takes into account customer demand expectations, it also takes into account the means of production in which the products are produced. When it comes to steel forging factories, the means of production must be large and the goods produced must be specially protected. In this regard, process improvement requires industry-specific techniques and methods. In hot steel forging factories, the process improvement was also examined in terms of the possibility of failure of production tools.

Error types affecting 4 departments in total, namely sales, purchasing and planning, quality management and finally production and maintenance departments of the factory, have been identified. The root causes of all detected errors were investigated, and the effects of the errors related to the participation of the personnel responsible for the departments were emphasized. Then, FMEA was used as a method to examine the errors affecting the departments and units, and the ROS values of the errors were calculated. With the measures taken at the factory, an improvement of over 90% was achieved in the two most prominent error types in four departments.

Key Words: Process, Process Improvement, Steel, Hot Steel Forging Factory

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	vii
KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
1 GİRİŞ	1
2 SICAK ÇELİK VE DÖVME	3
2.1 Sanayi ve Endüstri Kavramları	3
2.2 Türkiye’de Demir ve Çelik Sanayisinin Gelişimi	5
2.3 Türkiye’de Faaliyet Gösteren Entegre Demir Çelik Fabrikaları.....	6
2.4 Avrupa ve Dünya Genelinde Çelik Üretimi	8
2.5 Çelik Yapımı Süreçleri.....	10
2.6 Çelik Nedir?	12
2.7 Çelik Yapıları	12
2.8 Çeliklerin Sınıflandırılması	16
2.9 Dövme Çelikler	17
2.10 Dövme İşleminin Temelleri	17
2.11 Dövme Uygulamaları	19
2.11.1 Açık Kalıpla Dövme	19
2.11.2 Kapalı Kalıplı Çapaklı ve Çapaksız Dövme	19
2.12 Dövme İşlemini Etkileyen Etmenler	20
2.13 Sıcak Dövme İşlemlerinde Öne Çıkan Problemler	23
2.13.1 İçe Çekme Sorunu	24
2.13.2 Dolduramama Problemi	24
2.13.3 Şekilsel Hatalar	25
2.13.4 Eğilme Sorunu.....	25
2.13.5 Malzemeden Kaynaklı Problemler.....	25
2.13.6 Kalıpların Deforme Olması.....	26
2.13.7 Yüzey Sorunları	26
2.14 Dövme Tezgâhları	26
2.14.1 Yüksek Enerjili Dövme Makinaları	27
2.14.2 Kurs ve Kuvvet Sınırlı Tezgahlar	28
2.15 Sıcak Dövmenin Üretim Süreci	29
2.16 Sıcak Dövme Türleri	30
2.16.1 Açık Kalıpta Dövme	30
2.16.2 Hassas Dövme	30
2.16.3 Kapalı Kalıpta Dövme.....	31
2.17 Sıcak Dövme Makineleri.....	32
2.17.1 Çekiçler	32
2.17.1.1 Mekanik Düşmeli Çekiçler	32
2.17.1.2 Havalı Çekiçler	33
2.17.1.3 Karşı Vuruşlu Çekiçler	33
2.17.2 Vidalı Presler.....	34

2.17.3	Mekanik Presler	34
3	SÜREÇ İYİLEŞTİRME	36
3.1	Süreç Kavramı.....	36
3.2	Süreçlerin Özellikleri	38
3.3	Sürecin Verimliliği.....	39
3.4	Süreç Yönetimi.....	40
3.5	Süreç İyileştirme Metodu	42
3.6	Süreç İyileştirme	43
3.6.1	Süreç İyileştirme Döngüsü	44
3.6.2	Süreç İyileştirmenin Aşamaları.....	46
3.6.3	Süreç İyileştirme Faaliyetleri	46
3.6.4	Süreç Merkezli Yönetim	47
3.6.5	Süreç İyileştirmede Dikkate Alınması Gereken Etmenler	49
3.6.6	Süreç İyileştirme ve Kaizen	50
3.6.7	Süreç İyileştirme Yöntemleri	51
3.7	HTEA Tekniği.....	54
3.8	Fabrika Düzenlemesi ve Yerleşimi	56
3.9	Süreç İyileştirmeye Göre Fabrika Yerleşimi.....	59
3.10	Üretim Yönetimi	60
4	UYGULAMA.....	63
4.1	Çalışmanın Önemi ve Amacı	63
4.2	İlgili Araştırmalar	64
4.3	Çalışmada Kullanılan Materyal ve Yöntem.....	66
4.4	Çalışmanın Gerçekleştirildiği Firma Hakkında Bilgiler	66
4.4.1	Çalışmanın Gerçekleştirildiği Firmanın Üretim Süreçleri	67
4.5	İyileştirme Sürecine Tabi Tutulacak Birimler ve Sürecini Etkileyen Hata Türleri.....	68
4.5.1	Satış Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri	69
4.5.2	Satın Alma ve Planlama Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri.....	70
4.5.3	Kalite Yönetim Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri	72
4.5.4	Üretim ve Bakım Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri	73
4.6	HTEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması.....	75
4.6.1	Satış Departmanı HTEA(Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması	76
4.6.2	Satın Alma ve Planlama Departmanı HTEA(Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması	86
4.6.2.1	Satın Alma ve Planlama Departmanı Önlem Öncesi ve Önlem Sonrası Mukayesesi.....	94
4.6.3	Kalite Yönetim Departmanı HTEA(Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması	95
4.6.3.1	Kalite Yönetim Departmanı Önlem Öncesi ve Önlem Sonrası Mukayesesi.....	101
4.6.4	Üretim ve Bakım Departmanı HTEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması	102
5	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	115
6	KAYNAKLAR	119

7	ÖZGEÇMİŞ.....	127
---	---------------	-----



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Türkiye'nin Çelik Haritası (Kaynak: TÇÜD, 2022).....	7
Şekil 2.2 Türkiye'nin Ülke ve Bölgelere Göre Çelik İthalatı	10
Şekil 2.3 Ham Çelik Üretim Yöntemleri.....	11
Şekil 2.4 Ferrit Yapısı	12
Şekil 2.5 Östenit Yapısı	13
Şekil 2.6 Sementit Yapısı.....	13
Şekil 2.7 Perlit Yapısı	14
Şekil 2.8 Beynit Fazı	15
Şekil 2.9 Martenzit Mikroyapıları(.....	16
Şekil 2.10 Çapaklı Dövme İşleminde Hacmin Ayarlanması	20
Şekil 2.11 Sıcaklığın Şekil Değiştirimdeki Etkisi (Kaynak: Vural, 2005).	23
Şekil 2.12 Dövme İşlemlerinde Ortaya Çıkan Hatalar.....	23
Şekil 2.13 Kalıbın Dolmaması Kaynaklı Sorun.....	24
Şekil 2.14 Dövme Tezgâhları.....	27
Şekil 2.15 Çekiç Tezgahının (a) ve Karşı Vuruşlu Çekiçlerin Şematik Gösterimi....	28
Şekil 2.16 Açık Kalıpta Dövme	30
Şekil 2.17 Kapalı Kalıpta Sıcak Dövme	31
Şekil 2.18 Mekanik Düşmeli Çekiç	32
Şekil 2.19 Havalı Çekiçler	33
Şekil 2.20 Karşı Vuruşlu Çekiç.....	33
Şekil 2.21 Vidalı Pres.....	34
Şekil 2.22 Mekanik Pres	35
Şekil 2.23 Hidrolik Pres	35
Şekil 3.1 Süreç Kavramının Elemanları.....	37
Şekil 3.2 Süreç İyileştirme Döngüsü.....	45
Şekil 3.3 Süreç ve Sonuç.....	48
Şekil 3.4 Prosese Göre Örnek Yerleşim ve Yönetim Düzeni	60

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Çelik Üretim Dağılımı	9
Tablo 2.2 İlk 10 Ülke - Çelik Üretimi.....	9
Tablo 2.3 Üç Dövme Metodunun Karşılaştırılması	18
Tablo 2.4 Kalıp Yağlarının Özellikleri	21
Tablo 2.5 Dövme Doldurmama Hatası ve Çözüm Önerileri.....	24
Tablo 3.1 RÖS Değerlendirme Ölçeği	55
Tablo 3.2 Hataların Ortaya Çıkma Olasılığı ve Puanı	56
Tablo 3.3 Saptanabilirlik Puan Değerlendirme Tablosu	56
Tablo 4.1 Önlem Öncesi Satış Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri.....	76
Tablo 4.2 Önlem Sonrası Satış Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri.....	78
Tablo 4.3 Satış Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları.....	86
Tablo 4.4 Önlem Öncesi Satın Alma ve Planlama Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri.....	87
Tablo 4.5 Önlem Sonrası Satın Alma ve Planlama Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri.....	88
Tablo 4.6 Satın Alma ve Planlama Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları	95
Tablo 4.7 Önlem Öncesi Kalite Yönetim Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri	96
Tablo 4.8 Önlem Sonrası Kalite Yönetim Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri	97
Tablo 4.9 Kalite Yönetim Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları....	102
Tablo 4.10 Önlem Öncesi Üretim ve Bakım Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri.....	103
Tablo 4.11 Önlem Sonrası Üretim ve Bakım Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri.....	105
Tablo 4.12 Üretim ve Bakım Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları	114
Tablo 5.1 En İyi Oranda Süreç İyileştirmesi Yapılan Hata Türleri	116

KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

BDT:	Bağımsız Devletler Topluluğu
ÇHC:	Çin Halk Cumhuriyeti
DÖV-HAS:	Dövhas Çelik Dövme
HTEA:	Hata Türleri ve Etkileri Analizi
KHM:	Kübik Hacim Merkezli
KYM:	Kübik Yüzey Merkezli
KPMG:	Klynveld Peat Marwick Goerdeler
RÖS:	Risk Öncelik Sayısı
TÇÜD:	Türkiye Çelik Üreticileri Derneği

ÖNSÖZ

Bu araştırmada süreç iyileştirme yöntemlerinden Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA) kullanılmış olup bir sıcak çelik dövme fabrikası örneğinde incelenmiştir. Çalışmada çelik ve dövme işlemleri, süreç iyileştirme teknikleri de kavramsal çerçeve olarak incelenerek sunulmaktadır. Uygulama bölümünde ise çelik dövme fabrikası üzerinde yapılan analizler belirtilmektedir. Bu doğrultuda bilhassa çelik dövme süreci olan fabrikalara, işletme ve şirketlere ve ilgili literatüre katkı sağlaması hedeflenmiştir. Bu tezin nirengisindeki hedefimin gerçekleşmesi maksadıyla Yüksek Lisans eğitimimde maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşime; sıcak çelik dövme fabrikasında gerekli olan veri setinin toplanmasında destek ve yardımları için fabrika yönetimi nezdinde Sn.Ferit BALKAN'a ve araştırmanın bu aşamaya gelmesinde katkılarını esirgemeyen değerli hocam Sn.Prof.Dr.Nurdan ÇOLAKOĞLU'na teşekkür ederim.

14.09.2023

TUGAY YILMAZ

1 GİRİŞ

Üretim ve yapı sektöründeki en sık kullanılan malzemelerinden birisi olarak öne çıkan çelik; demir ve karbonun birleşiminden oluşan bir alaşımdır. Bu bağlamda çelik alaşımı demir elementi ile karbonun %0,02 ila %2,1 aralığında birleşiminden meydana gelmektedir. Çelik üretiminin yapılabilmesi için doğal alanda farklı türlerde demir cevherlerinin yer aldığı bilinmektedir. Üretimde ise doğada bulunan demir cevherlerinden daha çok demir oranı yüksek demir cevherleri kullanılmaktadır. Ancak kullanılan demir cevherleri farklı elementler ve cevherler de içerebilmektedir. Bu noktada amaç bir yandan kaliteli malzeme üretmekten diğer yandan da bu kaliteyi, malzemeyi işlevsel ve maliyet olarak da düşük bir şekilde üretmektir. Çeliğin kalitesi bu durumdan doğrudan bir şekilde etkilenmektedir. Bu bağlamda çelik üretiminde demirle birlikte farklı cevherler ve elementler de üretime eklenebilmektedir (Uzkut ve Özdemir, 2001: 68).

Sağlam ve kaliteli bir alaşım olan çelik, sanayi ve endüstriyel alanlarda sıklıkla tercih edilen bir malzeme olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda çeliğin şekil alması için de birçok mühendislik tekniği geliştirilmiştir. Bu tekniklerin başında dövme gelmektedir. Dövme tekniği aslında fizik açısından temel bir basit makine tekniği olsa da çelik gibi alaşımlara şekil verme açısından en etkili yöntemlerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Bu bakımdan dövme tekniğinin geçmişi tarihsel olarak 4000 yıl öncesine kadar gitmektedir. Dövme tekniği ile birçok farklı ürün üretilebilmektedir. Örneğin basit bir şekilde düşünüldüğünde birçok makinede kullanılan dişliler, araç taşıt parçaları, cıvatalar, türbin miller, madalya ve hatta madeni paralar da dövme tekniğinin bir parçası olarak üretilmektedir (Çakır ve Nas, 2016: 94).

Sıcak ve soğuk bir şekilde yapılan dövme işlemlerinde maddenin kolay şekil alabilmesi adına sıcak dövme teknikleri öne çıkmaktadır. Bununla birlikte sıcak dövme işlemlerinde madde yüksek sıcaklıkta esnetildiğinden daha az kuvvete ihtiyaç duyulmaktadır. Sıcak dövme teknikleri büyük ebatlarda daha kolay işlem görmektedir. Günümüzde ise sıcak çelik dövme üzerine birçok farklı sektörden (otomotiv sanayi, yan parça sanayi, dişli sanayi, tarım makineleri sanayisi vs.) fabrikanın kurulduğu gözlemlenmektedir. Dolayısıyla işletmeler arasında rekabet artarak devam etmektedir.

Rekabetin artması sonucunda işletmeler hem yönetimsel hem üretimsel açıdan yenilikler yapmaya başlamıştır. Bu süreç genel olarak iyileştirme süreci olarak ifade edilmektedir. Süreç iyileştirme yöntemleri işletmelerin genel olarak performans ve verimini artıran dinamiklerdir. Bu bakımdan süreç iyileştirme bir yandan yöneten ve yönetilenler (ya da işveren ve iş görenler arasında) işe ve performansa dair ilişkilerin sağlıklı bir şekilde yürütülmesinde diğer yandan da üretim süreçlerinin dizayn edilmesinde etkili olmaktadır (Kovancı, 1999: 281).

Söz konusu sıcak çelik dövme fabrikaları olduğunda ise süreç iyileştirme hem maddelerin elde edilmesinde hem de ham maddenin işlenmesinde takip edilen bir yapıyı içermektedir. Süreç yönetimi işletmenin üretim sürecinde ortaya çıkabilecek her türlü sorunuyla doğrudan ilgilidir. Her üretim sürecinde birçok farklı sorun ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlar iş görenlerden, yöneticilerden, malzemelerden, iş makinelerinden ya da üretilen malın gönderileceği alanlardan oluşabilmektedir. Süreç iyileştirme bu süreci çok iyi yöneterek işletmenin en zararlı hatta hiç zarar görmeden hamle yapmasını sağlamaktadır (Deste ve Berber, 2018: 21).

Süreç iyileştirme yöntemleri tüm işletmeler için orta birtakım genel geçer ilkeler içerse de her sektör ve hatta sektörde yer alan işletmeler için özel analizler gerektirmektedir. Çünkü işletmelerin içinde bulunduğu sektörün sorunları birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Dolayısıyla süreç iyileştirme için tek geçerli bir yöntem yoktur. Bu araştırmada da sıcak çelik dövme fabrikaları üzerinde uygulama bir süreç iyileştirme analizi yapılmaktadır. Araştırma hem spesifik bir alan üzerinde çalışması bakımından hem de uygulamalı bir araştırma olması bakımından önem kazanmaktadır.

Araştırma bu önem bağlamında sıcak çelik dövme fabrikasında süreç iyileştirmeyi uygulamalı bir şekilde analiz etmeyi hedeflemektedir. Bu temel amaç doğrultusunda giriş bölümü dışında dört bölümden oluşan çalışmanın giriş bölümünde konunun genel hatları çelik sanayisinin gelişimi ve çelik üretimi gibi konular aktarılmaktadır. Birinci bölüm ise çelik, sıcak çelik dövme yöntemleri ve sıcak çelik dövme makinelerinin incelenmesine ayrılmıştır. İkinci bölümde ise süreç iyileştirme yöntemleri irdelenmektedir. Araştırma uygulamalı bir çalışma olduğundan yöntemi de üçüncü bölümde tanıtılmaktadır. Dördüncü bölümde ise uygulama sahasından toplanan verilerin süreç iyileştirme teknikleri üzerinden analizine yer verilmektedir.

2 SICAK ÇELİK VE DÖVME

2.1 Sanayi ve Endüstri Kavramları

Literatürde iç içe geçen kavramlardan olan sanayi ve endüstri özellikle teknolojinin de gelişmesiyle birlikte birbirlerinin yerine de kullanılır hale gelmiştir. Teknoloji birlikte ise endüstri 3.0, endüstri 4.0 gibi yeni kavramsallaştırmaların yapıldığı gözlemlenmektedir. Sanayi ve endüstri kavramları birbirleri yerine kullanılsa da endüstri genel olarak hammaddelerin işlenmesi, bu işleme süreçlerinde kullanılan enerjilerin meydana getirilmesi ve bu kaynakların oluşturulması sürecinde kullanılan yöntem ve araçların tamamını kapsamaktadır. Sanayi ise endüstri kavramının altında kendine has sektörler için tanımlanmaktadır. Bu bağlamda sanayi hammaddelerin ya da yarı işlenmiş maddelerin kullanıma hazır hale getirilmesindeki pratikleri kapsamaktadır. Örneğin sanayiden çıkan ürünler- her zaman olmasa da- doğrudan tüketiciye de gidebilmektedir. Bu sanayi faaliyetleri ise toplamda bir endüstrinin parçası olarak değerlendirilmektedir (Yıldız, 2018: 548).

Sanayi ve endüstri faaliyetlerinin gelişmesi üretimi ve üretim tekniklerini doğrudan etkilediğinden ülke ekonomilerinin de en önemli parçasını ifade etmektedir. Bu açıdan sanayinin endüstriyel alanda gelişmesi için süreç yönetimin ve süreç iyileştirme tekniklerinin doğru bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Her sanayi dalı kendi alanında büyük bir ekonomiyi kaplamaktadır. Üretim süreçlerindeki her sorun hem işletmenin hem de makro düzeyde ekonominin zarar görmesine neden olmaktadır. Bu bakımdan sanayinin kendisi makro anlamda endüstrileşmeyi etkilemektedir. Nitekim literatür incelendiğinde endüstri 4.0¹ gibi kavramlar sanayi devrimlerinin üstünde değerlendirilmektedir. Yani sanayi devrimlerindeki gelişmeler endüstriyel alanın teknolojik ve bilişimsel alanda da yapılanmasını sağlamaktadır (Topcu, 2022: 5).

Tepe bir kavram olarak endüstrinin bazı alt sanayi türü şöyle sıralanmaktadır:

¹ Üretim sektöründeki önemli endüstriyel devrimler sonrası ülkeler ve şirketler küresel boyutta yaşanan bu değişimlere ayak uydurmak zorunda kalmış ve artan rekabet koşulları arasında rekabet üstünlüklerini devam ettirebilmek amacıyla bazı stratejiler geliştirmişlerdir. Almanya'da gündeme gelen Endüstri 4.0 da bu stratejilerden birinin adıdır.

- Temel Sanayi; tarım, balıkçılık gibi doğa odaklı ve az insan çabası gerektiren sanayi alanıdır.
- İmalat Sanayi; imalat sanayinde işleme süreçleri hem makinelerle hem de insan gücüyle yapılır. Büyük bir alanı kapsayan imalat sanayi yedek parça üretimlerinden mobilya imalatına kadar geniş bir sektörel alanı içermektedir.
- İnşaat Sanayi; konut yapımından köprü ve baraj yapımına kadar geniş bir alanda işleyen sanayi koludur. Endüstri 4.0 ve yeni teknolojiler bu sanayi dalının da farklılaşmasını sağlamaktadır. Örneğin 3 boyutlu çıktıların ev yapma aşamasında kullanılması gibi.
- Servis-Hizmet Sanayi: hizmet sektörünün en önemli bölümünü içeren bu alanda internet teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte e-ticarete bağlı olarak ekonomik hacmini büyötmektedir. Sadece kargı sektörü değil eğlence ve turizm sektörü de hizmet sanayisinin bir parçası olarak gelişmektedir (Ünsal, 2007: 12).

Endüstri ve sanayi kavramları çağdaş dönemde ise üretim teknolojilerinin gelişmesi anlamında da kullanılmaya başlanmıştır. Bu çerçevede üretim teknolojilerinin gelişim dönemlerine göre endüstri 1.0, endüstri 2.0 gibi kavramsallaştırmalara gidildiği ve bu ayrımların ölçütünde ise teknolojilerin gelişmesinin etkili olduğu gözlemlenmektedir. Son olarak endüstri 4.0 dönemi ifade edilmektedir. Endüstri 4.0'ın en önemli özelliğini ise internet teknolojileri oluşturmaktadır. İnternet teknolojileri sadece iletişim alanında değil üretim ve sanayi alanlarında da etkin olarak kullanılmaktadır.

İnternet teknolojileri kendi alanda bir sanayi ve yeni bir endüstriyel alanın oluşmasını sağlarken diğer yandan da başka üretim alanlarının üretim teknolojilerini belirlemeye başlamıştır. İnternete bağlı olarak üretim birçok makine nesnelerin interneti kavramından hareket etmektedir. Nesnenin ya da üretim aracının kendisi internetin bir parçası olduğundan üretilen malın anlık durumu, arızaları da anında bilinmektedir. Bununla birlikte makineler ister basit işlemler yapan olsun isterse de ağır sanayide çalışan makineler olsun internet üzerinden kendi aralarında da iletişim kurabilmektedir. Makineler arasındaki bu iletişim işin daha hızlı olmasını sağlarken aradaki insan gücünün ve azalmasını sağlamaktadır. Sanayi ve endüstri kavramlarının

bu yöndeki değişimi sadece üretim teknolojilerini değil istihdam alanlarının da değişmesini sağlamıştır (Dengiz, 2017: 41).

2.2 Türkiye’de Demir ve Çelik Sanayisinin Gelişimi

Türkiye’de demir çelik sanayisinin modern anlamda -sanayi ve modern üretim teknikleri çerçevesinde- gelişimi 1930 yılında başlamıştır. Bu dönem öncesinde ise demir ve çelik sanayi küçük ve orta boy işletmelerde yürütülmekteydi. Türkiye’deki modern anlamdaki ilk üretim askeri bir birliğin parçası olarak Kırıkkale’de yapıldı. 1937 yılına gelindiğinde ise Karabük Demir Çelik fabrikası kuruldu. Bu fabrika o dönemde Sümerbank’a bağlı olarak kurulmuştur. Süreç içinde bu fabrika üretim ihtiyaçlarını karşılayamadığından 1965 yılında Ereğli Demir Çelik, 1977’de ise İskenderun Demir Çelik Fabrikası kuruldu (Ersöz vd, 2016: 79).

1950’li yıllara kadar daha çok devlet temelli gelişen demir çelik sanayisine 1950 yılından sonra özel sektörde katılmıştır. Bu çerçevedeki ilk teşebbüs İzmir’de Metaş’la birlikte başlamıştır. Bu işletme ilk olarak elektrikli ocaklarla 20.000 ton kapasite ile üretime başlamıştır. Devam eden yıllarda ise Çolakoglu tesislerinin ve İstanbul Metalürji tesisleri demir çelik sektöründe yer almışlardır. Türkiye’deki demir çelik sektöründeki üretimi yapılan ürünlerin başında vasıflı çelik, yassı ürün ve uzun ürün grupları gelmektedir. Bu ürünlerin üretilebilmesi adına girdi alınan sektörleri ise hurda, enerji ve madencilik sektörleri oluşturmaktadır.

Tarihsel süreç 1970’li yıllarla birlikte ise 1977’de Türkiye’nin ilk entegre tesisi olan İsdemir faaliyete geçti. 1980 yılında sektörün yıllık ham çelik üretim kapasitesi 4 milyon 200 bin tona ulaştı. 1996 yılına gelindiğinde ise Türkiye, Avrupa kömür ve çelik topluluğu ile çelik ticaretine uygulanan gümrük vergisi kaldırılması amacıyla serbest ticaret anlaşması imzaladı. 2001 yılında üretim 15 milyon tona ulaştı. 2002’de Türkiye, dünya çelik üretiminde 13’üncü sıraya yükselerek, büyük bir başarı sağladı (Asil, 2007: 22).

Türkiye’deki demir-çelik üretiminin güncel durumu incelendiğinde ise Türkiye’de çelik sektörü 2021 yılında üretimini %13 arttırmıştır. Bu artış yaklaşık olarak 40 milyon tonun üzerine çıkıldığını göstermektedir. Bu rakamlar Türkiye’nin çelik üretiminde dünya genelinde 7. sırada yer almasını sağlamakla birlikte Avrupa’nın da en önemli üreticisi konumuna sokmaktadır (KPMG, 2022).

2.3 Türkiye’de Faaliyet Gösteren Entegre Demir Çelik Fabrikaları

• Karabük Demir Çelik Fabrikaları

Türkiye’de ilk kurulan demir çelik fabrikalarından birisi olan Karabük demir çelik 1932 yılında Rus heyetinin inceleme raporlar ve fizibilite raporlar çerçevesinde başlamış ve 1937 yılında kurulmuştur. Yıllık üç yüz bin ton işleme kapasite ile kurulan tesis için birinci sanayi planı sonrasında harekete geçilmiştir (kardemir.com) Demir-çelik fabrikasının Karabük bölgesinde kurulmasının nedenlerinin başında aşağıdaki etmenler gelmektedir:

- Ham madde havzaların ve maddenin erimesinde kullanılan kömür havzalarına olan yakınlığı
- Üretilen malların taşınması ve lojistik faaliyetleri adına demiryoluna yakın olması
- Bölgenin yoğun işçi yaşamasına sosyolojik olarak uygun olması
- Fabrikanın bu bölgede ağır sanayi olarak yer alacağından dolayı bölgenin jeolojik uygunluğu

Karabük demir çelik fabrikası günümüzde de faaliyetlerini devam ettiren Türkiye’nin ilk demir çelik fabrikası olarak hem tarihsel açıdan hem de demir çelik sektörünün ekonomisi bakımından önde gelen işletmelerden birisidir. 1995 yılında 2 Milyar dolarlık yatırımla Türkiye’nin en büyük şirketlerinden birisi haline gelen fabrika Cumhuriyet döneminin önemli bir parçası olan demiryolu raylarının üretilmesinde de önemli rol üstlenmiştir (kardemir.com).

• İskenderun Demir Çelik Fabrikaları

Türkiye’nin önde gelen demir çelik fabrikalarından bir diğeri olan İskenderun demir çelik fabrikası 1977 yılında İskenderun bölgesine 17 km uzaklıkta geniş bir arazi üzerine kurulmuştur. 1985 yılına gelindiğinde üretim kapasitesi 2,2 milyon tona çıkarılmıştır. İsdemir olarak da bilinen İskenderun demir çelik tesislerinde inşaat çelikleriyle birlikte blum ve pik üretimleri de yapılmaktadır. Bu üretimler sırasında ise sürekli döküm, sıcak haddeleme, yüksek fırın, sinter gibi teknikler kullanılmaktadır.

İsdemir tesislerinde üretilen ürünler iç piyasaya da verilmekle birlikte hem Ortadoğu'ya hem de Güney Avrupa pazarlarına satılmaktadır. 2004 yılında yatırımlar sayesinde hacmini genişleten fabrikanın sıvı çelik kapasitesi 5,3 milyonun üzerine çıkmıştır. 2006 yılında ise OYAK çatısı altında hizmetlerine devam etmiştir. 2008 yılı ile yassı ürün üretimine başlayan fabrika bu alanda da birçok farklı ürünü üretmeye başlamıştır. İsdemir ülkemizin yassı ve uzun ürün üretebilen tek entegre yassı çelik üreticisi konumunda bulunmaktadır (isdemir.com).

- **Ereğli Demir Çelik Fabrikaları**

Erdemir olarak ifade edilen Ereğli demir çelik fabrikası 1960 yılında devlet teşebbüsü olarak Ereğli'de kurulmuştur. 2006 yılında ise özelleştirilerek İsdemir gibi OYAK'a devredilmiştir. Yassı çelik üretiminde İsdemir'le birlikte öne çıkan fabrika 1965 yılında yarım ton yassı çelik üretimiyle sektöre girmiştir. 1996 yılında diğer fabrikalar gibi yatırım alan Erdemir 1998 yılında Karadeniz'in ve Türkiye'nin en büyük limanlarından olan Yeni Liman Tesisleri, 1999'da Kalay/Krom Kaplama Tesislerini hizmete soktu. Erdemir, 2008 yılında ise yerli bir üretim olan yüksek fırınına da üretime dahil etmiştir (erdemir.com).

TÇÜD (2022) güncel raporuna göre Türkiye'deki diğer demir çelik fabrikaları aşağıdaki harita üzerinden (Şekil 2.1 de) gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Türkiye'nin Çelik Haritası (Kaynak: TÇÜD, 2022)

Şekil 2.1 incelendiğinde çelik üretim bölgelerinin daha çok Karadeniz ve Marmara bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durumun temel iki nedeni bulunmaktadır. Birincisi ham maddeye olan yakınlık ikincisi ise liman kentleri üzerinden ihracatın kolay olması ve lojistik faaliyetlerindeki etkinlikleridir. Türkiye’deki çelik üretimi yıllara göre artmakla birlikte Türkiye’nin dünya çelik üreticileri arasındaki yeri de her geçen dönem yükselmektedir. 1990 yılında dünyanın en büyük 20 çelik üreticisi arasında yer alan Türkiye’nin toplam üretimi 9,4 milyon tondur. Ancak bu üretim kapasitesi 1990-1994 yıllarında özelleştirmelerle birlikte yükseldi. 2000 yılına gelindiğinde dünyadaki ham çelik üretiminde 17. Sıraya gelmiştir.

2002 yılı sonrasında çelik üretiminde yeni üretim teknolojilerine geçilmeye başlanmıştır. Bu dönemde özellikle ark ocaklı üretim tesislerindeki çelik üretimi kapasitesi artmıştır. 2020 yılı güncel verilerine göre Türkiye;

- Dünyanın en büyük 5. çelik ithalatçısı,
- Dünyanın en büyük 6. çelik ihracatçısı,
- Dünyanın en büyük 7. çelik üreticisi,
- Dünyanın en büyük 8. çelik tüketicisi konumunda yer almaktadır. (TÇÜD, 2022)

2.4 Avrupa ve Dünya Geneline Çelik Üretimi

Türkiye Avrupa’nın en büyük çelik üreticisi konumunda olmakla birlikte dünyanın da 7. Sırasında yer almaktadır. Dünya çelik üretiminde 2021 yılı ile birlikte %4,7’lik bir artış gözlenmiştir. 2021 yılında pandeminin etkileri devam etmiş ve çelik üretimi artmaya devam etmiştir. Bu bağlamda dünyanın önde gelen çelik üreticilerinden olan Hindistan’da üretim %17,8 oranında yükselirken Güney Kore’de ise %5,2 artmıştır. Çelik sektöründe 2022 yılında dünya çevresinde hareketlilikler etkili olmaya devam etmiştir. Özellikle hala sonlanmamış olan Rusya Ukrayna savaşı nedeniyle birçok Avrupa ülkesi ve Amerika, Rusya’ya yaptırımlar uyguladığından Avrupalıların Türk çeliğine ihtiyacı artmıştır (KPMG, 2022).

Dünyanın önde gelen çelik üreticilerinin başında ise Çin gelmektedir. Çin ve diğer ülkelerin toplam üretim hacimleri (2018-2020) aşağıdaki Tablo 1.de yer almaktadır.

Tablo 2.1 Çelik Üretim Dağılımı

	2018 (Mt)	2019 (Mt)	2020 (Mt)
Dünya	1808.4	1869.9	1829.1
ÇHC	920.0	1001.3	1052.9
Diğer ülkeler	888.3	868.6	776.2

(Kaynak: NTO, 2021: 12).

Tablo 2.de en çok çelik üreten ilk 10 ülke gösterilmektedir.

Tablo 2.2 İlk 10 Ülke - Çelik Üretimi

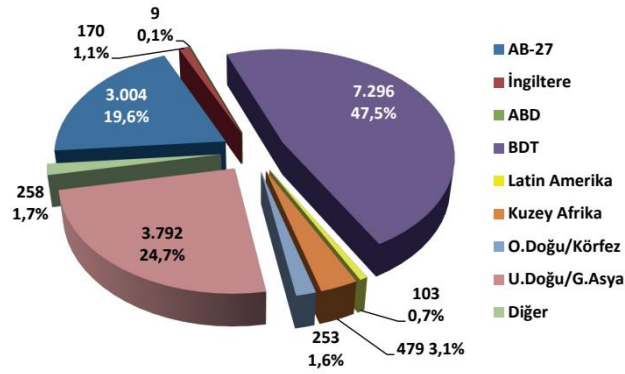
	Ülke	2019 Üretim (Mt)	2020 Üretim (Mt)	% Değişim (2020/2019)
1	ÇHC	1001,3	1052,9	5,2
2	Hindistan	111,3	99,6	-10,6
3	Japonya	99,3	83,2	-16,2
4	Rusya	71,5	73,4	2,5
5	ABD	87,8	8 72,7	-17,2
6	G. Kore	71,4	67,1	-6,0
7	Türkiye	33,7	35,8	6,1
8	Almanya	39,6	35,7	-10,0
9	Brezilya	32,6	30,9	-4,9
10	İran	25,6	29,0	13,4

(Kaynak: NTO, 2021: 12).

Tablo 2 incelendiğinde Türkiye'nin dünya çelik üretiminin ilk 10 içinde 7. sırada yer aldığı görülmektedir. Bununla birlikte tabloda Türkiye 2019 ve 2020 arasında gelişim gösteren üç ülkeden -Çin, Türkiye ve İran- birisi olduğu belirlenmektedir. Dünya çelik üretiminde önde gelen ülkeler arasında yer alan Hindistan'ın durumu diğer ülkelere göre farklılık arz etmektedir. Nitekim Çin, Japonya ya da Amerika gibi ülkeler çelik üretiminin önde gelen ülkeleri olmasıyla birlikte genel ekonomik refah bakımından da diğer ülkelerin önündedir. Ancak Hindistan'daki çelik ticaretinin yüksek olması ülkenin genel refahına yansımamaktadır. Bu durumun öncelikli nedenlerinden birisini nüfusun yüksek olması oluşturmaktadır. Bununla birlikte çeliğin sadece üretimi değil aynı zamanda işlenmesi

de önemlidir. Çeliğin ham madde olarak üretilmesi de ülkelerin ekonomisine canlılık getiren bir dinamik olsa da işlenerek satılması daha büyük artı değerler sağlamaktadır.

Dünya çelik üretim kapasitesi de her geçen dönem yükselmeye devam etmektedir. 2010 yılında 1.9 milyar ton olarak üretilen çelik 2016 yılında düşüşe geçse de 2018 yılı ile birlikte yeniden yükselmeye geçmiştir. Son olarak Dünya Çelik Derneği ve OECD kaynaklarından derlenen verilere göre, 2020 yılı dünya ham çelik üretim kapasitesi bir önceki yıla göre %1,6'lık bir artış göstererek 2,5 milyar tona yükselmiştir. Dünya genelinde çelik üretim kapasitesinin artmasında iki temel etmenin etkili olduğu gözlemlenmektedir. Bu etmenlerden birincisini ekonomik arz talep dengesi teşkil ederken ikinci etmeni ise çelik üretim teknolojinin gelişmesi oluşturmaktadır (Meclis Raporu, 2021:40). Şekil 2.2de Türkiye'nin 2021 yılındaki ülke ve bölgelere göre çelik ithalat grafiği -bin ton ve yüzde bazında- gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Türkiye'nin Ülke ve Bölgelere Göre Çelik İthalatı

(Kaynak: Meclis Raporu, 2021, 33).

2.5 Çelik Yapımı Süreçleri

Çelik üretim süreçlerinde çelik alaşımının içerdiği cevherlerin durumuna göre ya da üretilmek istenen malzemenin durumuna göre çelik üretim yöntemleri farklılaşmaktadır. Bu çerçevede dünya genelinde çelik üretim süreçlerinde dört yöntem kullanılmaktadır:

- **Klasik yüksek fırın/bazık oksijen fırın yöntemi:** bu yöntemde bazık oksijen fırınları kullanılmaktadır. Fırınlar sıvı olan ham demirin çeliğe dönüşmesini sağlamaktadır (Ersöz, Ersöz ve Erkmen, 2016: 3).

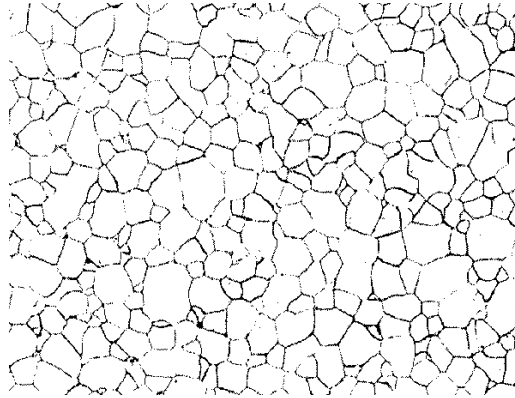
2.6 Çelik Nedir?

Çelik, demir elementi ve karbonun bileşiminden meydana gelen bir alaşımdır. Günümüzde en çok kullanılan element olan çelik özellikle inşaat sektörü başta olmak üzere çokça kullanılmaktadır. Genel olarak Fe ve C alaşımı olmakla beraber, yapısında belirli oranlarda P, S, Si, Al gibi elementler ile çeliğin özelliklerini geliştirmek amacıyla katılmış Mo, Mn, V, Cr, W gibi elementler de bulunabilmektedir. Saf demir, oda sıcaklığında Kübik Hacim Merkez (KHM) yapısına sahip olan α -Fe fazındadır. Yapının ısıtılmasıyla birlikte 911°C 'de α -Fe, KYM (kübik yüzey merkez) yapılı γ -Fe yapısına dönüşür. 1392°C 'de ise γ -Fe, KHM yapılı δ -Fe fazına dönüşür. Katı haldeki demir, 1536°C 'de ergiyerek sıvı faza dönüşür. (Toptop, 2011: 3).

2.7 Çelik Yapıları

Literatürde birçok çelik yapısı bulunmaktadır. Bu yapılar içerdikleri C miktarlarına göre farklılıklar göstermektedir. Belli başlı çelik yapıları; ferrit, östenit, sementit, perlit, beynit ve martenzittir. Bu yapılar ve açıklamaları sırasıyla Şekil 2.4,5,6,7,8 ve Şekil 2.9 da gösterilmiştir.

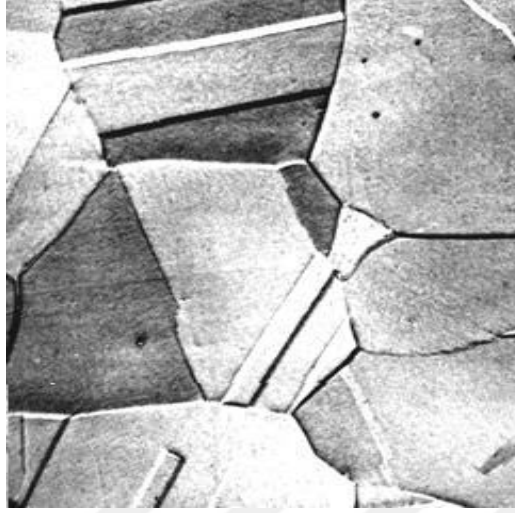
Ferrit: ilk çelik yapısı örneği olan ferrit fazı KHM kafes yapısına sahiptir. Oda sıcaklığındaki çözünürlüğü % 0,006'dır.



Şekil 2.4 Ferrit Yapısı

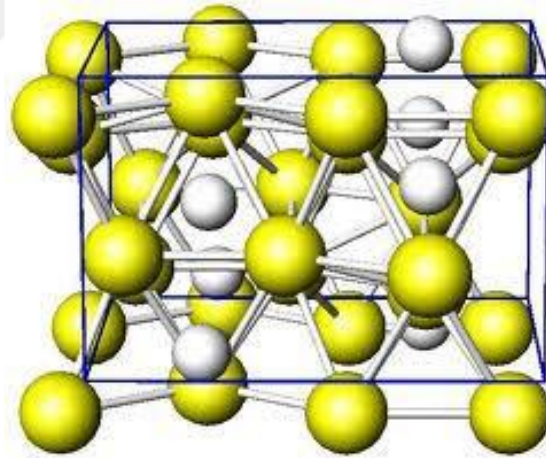
Östenit: östenit fazı Kübik Yüzey Merkezli (KYM) kafes yapısını içermektedir. Karbon çözünürlüğü en yüksek %2,06'dır. Östenit çeliklerin sertleştirilme aşamasında elde edilmektedir. Östenit fazının büyüklüğünü etkileyen

birden fazla faktör bulunmaktadır. Bu faktörler, östenitleştirme sıcaklığı, safsızlıkların miktarı, ısıtma ve soğutma süreleridir (Smith, 2000).



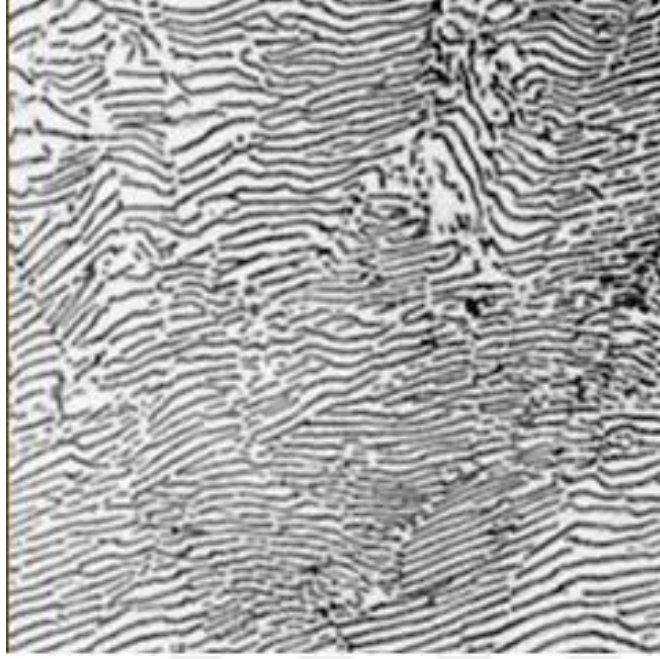
Şekil 2.5 Östenit Yapısı

Sementit: Sementit fazı metaller arası faz grubunda yer almaktadır. 3 Fe atomu ve 1 C atomunun birleşmesiyle meydana gelir. Karbon çözünürlüğü %6,67 dir.



Şekil 2.6 Sementit Yapısı

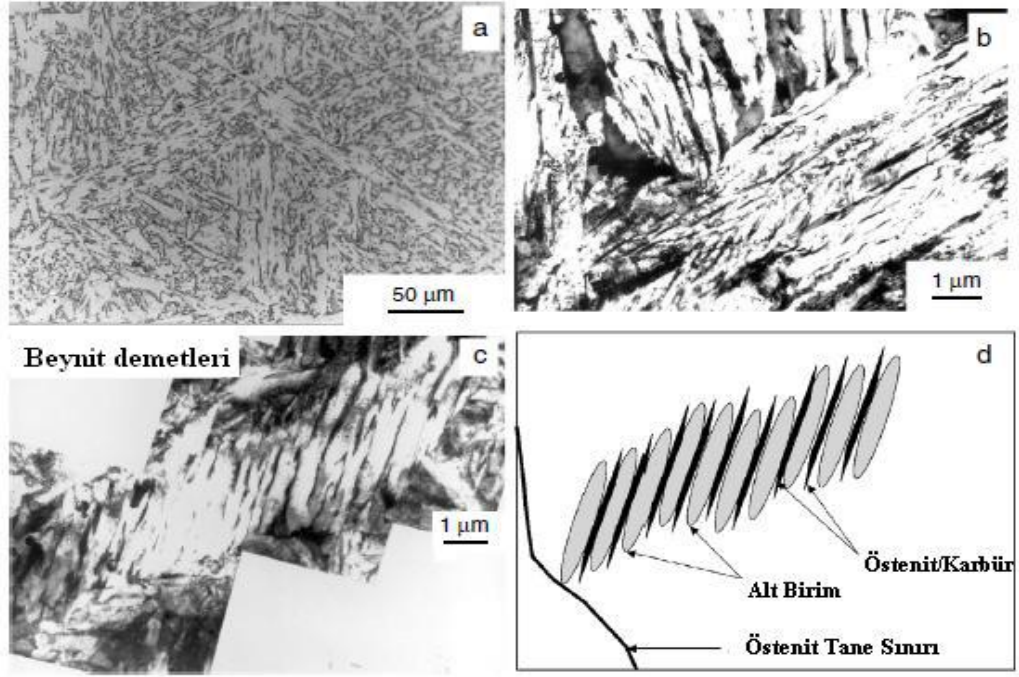
Perlit fazı: bir çeşit dönüşüm ürünüdür. Perlit oluşumunsa sıcaklı daima sabit kalır. Östenit kafesin karbon atomları tane sınırlarına hareket eder. Sonuç olarak sınırlarda demir atomlarıyla birleşen atomlar sementit yapısını oluşturur. Dönüşüm sürecinde dizilmiş ferrit ve sementit perlit yapısını oluşturur.



Şekil 2.7 Perlit Yapısı

Beynit: bu faz izotermal dönüşümle oluşmaktadır. Yapı taşı olarak da östenit fazı kullanılmaktadır. Bu fazın oluşum süreci iki farklı teoriyle açıklanmaktadır. Bu teorilerden ilkinde göre östenit fazından oluşan ferrit ve sementitin beynit fazını oluşturmasıdır. Diğer teoriye göre ise kayma ve ikizlenme ile doymuş ferrit kristallerinden beynit fazının elde edilmesidir (Totten, 2007).

Beynit fazı oluşturulurken ise bu iki teoride kullanılmaktadır. Perlit fazı oluşum sıcaklığının çok az altındaki sıcaklıkta oluşan beynit fazında ilk teori sıkça kullanılmaktadır. Sonuç olarak östenit çekirdeklerinden oluşan ferrit ve sementit yapıları beynit fazının oluşmasını sağlar. Bu oluşan sonuca üst beynit adı verilmiştir. Beynit oluşumunda iki teorinin bulunmasındaki temel sebeplerden biri de sıcaklık farkından dolayıdır. Martenzit yapısının hemen üstündeki sıcaklıkta oluşan beynit fazındaysa ikinci teori sıkça kullanılmaktadır. Sonucundaysa alt beynit olarak adlandırılır.

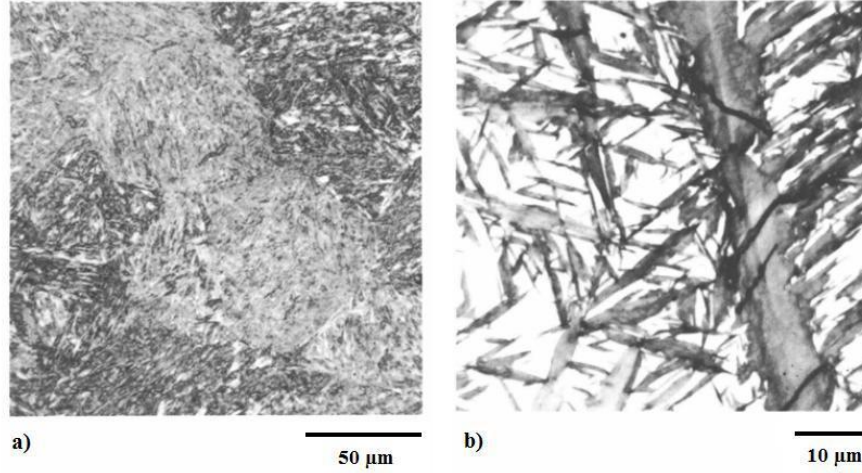


Şekil 2.8 Beynit Fazı

- a) Beynit yapısının optik mikroskop görüntüsü
- b) Beynit yapısının TEM Görüntüsü
- c) TEM’de alınmış beynit demetleri görüntüsü
- d) Beynit çekirdeklenmesinin ve büyümesin şematik görüntüsü (Bhadeshia ve Honeycombe, 2006).

Martenzit: bu faz diğer fazlara nazaran oldukça doygundur. Temelindeyse östenit fazı vardır. Östenit fazının ikizlenmesi sonucu oluşmaktadır. Çelik yapısı olan martenzit fazı çabuk soğuma ile elde edilmektedir. Martenzit oluşumunun başlama ve bitiş sıcaklıkları M_s ve M_f ile gösterilmektedir. Martenzit fazında da beynit fazında olduğu gibi iki farklı teori bulunmaktadır. İlk teori (atermal) ısı olmayan şekilde isimlendirilmiştir.

Martenzit oluşumu için gerekli soğuma sağlanmalıdır. Bu teori zamandan bağımsızdır. İkinci teorideyse (izotermal) M_s sıcaklığın oda sıcaklığının altına düşmesiyle oluşur. Malzemelerin içerdiği karbon miktarına göre sıcaklıklar 0°C ’nin altına düşer. İçeriğinde %0,6 dan fazla karbon bulunan fazların soğumasında martenzite ek olarak östenit çelik yapısı da oluşmaktadır.



Şekil 2.9 Martenzit Mikroyapıları(

Kaynak: Marder vd, 1970: 1546).

a) Çıta martenzit b) Tabakalı martenzit

Malzemelerin içerdiği karbon miktarına göre hızlı soğumayla oluşan martenzit yapısı farklılıkları yukarıdaki şekilde verilmiştir. Karbon miktarı az olan çeliklerde çıta martenzit oluşurken, %0,6 ve %1 karbon içeren çeliklerdeyse çıta ve tabakalı martenzit birlikte bulunur. %1 den fazla karbon içeren çeliklerde tamamen tabakalı martenzit yapısı bulunmaktadır.

2.8 Çeliklerin Sınıflandırılması

Çeliklerin sınıflandırılmasında kullanılan farklı başlıklar bulunmaktadır. Bunlar çeliklerin içeriklerine, kullanım alanlarına ve işlenme çeşitlerine göre değişmektedir. Çeliklerin sınıflandırılmasında kullanılan belli başlı kriterler şöyledir; üretim yöntemlerine göre çelikler, birincil ürün şekline göre çelikler, kimyasal bileşimine göre çelikler, uygulanan ısıl işleme göre çelikler, kullanım alanlarına göre çelikler, istenilen standarda göre çelikler ve mikro yapılarına göre çelikler olmak üzere birçok başlık altında sınıflandırılmaktadır.

İmalat çelikleri ve takım çelikleri sınıflandırması en genel ve çok kullanılan sınıflandırma türleridir. İmalat çeliklerinin seçilirken dikkat edilen özelliği kullanım alanına olan uygunluğudur. Çeliğin kullanılacak alana ve mekanik özelliklerine göre

imalat çelikleri ayırt edilmektedir. Takım eliklerindeyse daha genel bir yapıım söz konusudur. Çünkü bu çelikler imalat çeliklerinin ve mühendislik hizmetlerinde kullanılan diğeri tüm çeliklerin imalatının yapıldığı elik grubuna dâhildirler. Takım eliklerinin seçiminde kullanılan esas kriterler ise üretimde kullanılacak yerin özelliğine uygun elik üretimidir.

2.9 Dövme elikler

Dövme elikler, makine imalatı çeliklerdir. Sertleşebilir özelliklere sahip bu çelikler ayrıca alaşımlı ve alaşımsız olmak üzere iki şekilde de kullanılabilir. Geçirdikleri ısıt işlemler sonucu süneklik ve yüksek dayanıklılıkları özellikleri bulunmaktadır. Dövme elikler içerisinde ısıt çelikler, miller, somunlar, piston kolları ve cıvatalar gibi fazla tüketilen çelikler arasındadır. Ayrıca alaşım elementi içermeyen dövme çeliklerde bulunmaktadır. Az miktarlarda kükürt, fosfor ve mangan elementleri bulunur. Kimyasal olarak içeriklerinde çok az element olduğu için özellikleri karbon tarafından ortaya çıkarılır. eliklerde süneklik ve tokluk özellikleri karbon miktarıyla ters orantılıdır.

Karbon miktarı arttıkça süneklik, tokluk azalmakta, karbon miktarı azaldıkça ise artmaktadır. Karbon miktarına bağlı olarak artan bazı özelliklerde bulunmaktadır. Bunlar, sertleşebilirlik ve akma-çekme özellikleridir. Ayrıca karbon oranı düşük olan çelikler karbon oranı yüksek olanlara göre daha fazla deformeye uğrar. Dövme elikler, somun, şaft ve mil gibi önemli makine parçalarının imalatında da kullanılmaktadır.

Başka bir dövme elik örneğine bakmak gerekirse, burada da alaşımsız ve düşük karbon içeren çelikler görülür. İdeal dayanırları ve kaynaklanabilirlik özellikleri oldukça iyidir. Dayanırlıkları yüksek olmasına rağmen taşınmaları kolay olan çeliklerdir. Bu sebepten kaynaklı birçok sektörde kullanılabilirler. Özellikle yapı alanında en fazla kullanılan dövme çeliklerdir (Karaaslan, 2010).

2.10 Dövme İşleminin Temelleri

Geçmişten günümüze en eski işleme yöntemi olan dövmenin günümüzde hala birden fazla alanda kullanıldığı görülmektedir. Dövme işleminin kullanımın endüstride oldukça önemli bir yeri vardır. Dövme işlemleri basma kuvvetiyle birlikte

şekil değişikliği yöntemlerindendir. Ayrıca bu işlem sıcak, yarı sıcak(ılık) ve soğuk olarak uygulanabilmektedir. Malzemenin mutlak erime sıcaklığı (K) T_e ve şekil verme sıcaklığı da T ile gösterilirse genel olarak $T/T_e < 0,3$ soğuk şekil verme $T/T_e = 0,3-0,5$ ılık şekil verme $T/T_e > 0,5$ sıcak şekil verme şeklinde gösterilebilir (Başoğlu, 2006).

Bahse konu üç farklı dövme yönteminde sadece sıcaklık değişkeni bulunmamaktadır. Sıcaklığın yanında ayrıca parça şekilleri, yüzey pürüzsüzlüğü, metalin kalitesi ve kalıp ömrü gibi değişkenlerde dövme yöntemlerinde değişikliğe gidilmesinde rol oynamaktadır. Metal dövme işlemlerinin karşılaştırılması Tablo 2.3 te görülmektedir.

Tablo 2.3 Üç Dövme Metodunun Karşılaştırılması

	Sıcak dövme	Ilık dövme	Soğuk dövme
Dövme Sıcaklığı	Genelde $> 1100^{\circ}\text{C}$	Genelde $650^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$	Oda sıcaklığı
Parça şekli	Bütün şekiller	Genelde eksenden simetrik	Eksenden simetrik
Metal Kalitesi	Genelde hepsi	Karbon: hepsi Diğer alaşımla: $< \%10$	Düşük alaşımlı Çelikler ($C < \%0.5$, diğer $< \%3$)
Ön işlemler	Gereksiz	Gerekli olursa Yağlama	Fosfatlama, yağlama
Kabul Edilebilir Kalite	IT 16 – IT 12	IT 12- IT 9	IT 11- IT 7
Yüzey Pürüzlülüğü	$> 100 \text{ Rz}$	$< 50 \text{ Rz}$	5-20 Rz
Kalıp Ömrü	Yaklaşık 5,000 Adet	Yaklaşık 10,000 adet	Yaklaşık 20,000 adet

Metaller Tablo 3.teki tüm dövme teknikleriyle şekil alabilmektedir. Ancak dövme yönteminin çoğunlukla tercih edildiği metaller, düşük alaşımlı ve basit karbonlu alüminyumlarda kullanılmaktadır. Şekil alma kolaylığı kaynaklı tercih eğer mukavemet yetersizliğine sebep verecekse farklı alaşımlı çelikler tercih edilerek daha dayanıklı dövme ürünler meydana gelmektedir. Dövme yöntemi ayrıca düşük toleransla şekillenebilen ve yüksek dayanıklılığa sahip seri üretime en uygun işlem olarak bilinmektedir. Bu nedenle gelişimini de hızlı bir şekilde sürdürebilmektedir. Dövme işleminin sağladığı kolaylık ve üstünlüklere bakmak gerekirse, öncelikle bu yöntemin kullanıldığı durumlarda yapının tokluğu, dayanıklılığı ve sünekliği artmaktadır (Çapan, 2004).

2.11 Dövmeye Uygulamaları

Dövmeye işleminin uygulandığı çeliklerde boşluk kalmaz, otomasyona gidilir ve üretim hızı yükselir. Özelliklere ve ayrıcalıklara bakıldığında birçok yönden üstünlüğü bulunan bu yöntem farklı sektörlerde kullanılmaya elverişlidir. Ayrıca yöntemin incelenmesiyle dövmeye işlemini oluşturan ana malzemeler şu şekildedir. Şekil ve malzeme her neyse isimlendirilmesi ve metodun uygulanmak üzere getirilmesi yani ham maddenin sağlanmasıdır. Bu ilk durumda dövmeye işlemi uygulanacak madde belirlenmiş olmaktadır. Devamında kalıp belirlenir, kalıbın ve ham maddenin belirlenmesiyle birlikte aralarındaki temas yüzey şartları değerlendirilerek aşamalara devam edilir. Dövmeye işleminin aşamaları plastik şekil değiştirme mekaniğinin oluşturulmasıyla devam eder. İşlemin yapıldığı makine, ürünün tüm özellikleri ve metodun uygulanacağı atölye, çevrenin belirlenmesiyle son bulmaktadır.

2.11.1 Açık Kalıpla Dövmeye

Açık kalıpla dövmeye işleminde kaba şekilli parçalar kullanılır. Bu işlem en basit dövmeye metodudur. Dövmeye işleminde yığma (silindirik parça) ve uzun dikdörtgen prizma parçalar dövülür. Mitlerin ve disklerin dövülmesi, içi boş gömlek tipi dövmeye, yuvarlak ring ve fıçılama gibi birçok teknik kullanılarak açık kalıpla dövmeye işlemleri yapılmaktadır. Fıçılama dövülen çeliğin bombeleşmesidir. Fıçılamanın meydana gelmesinde iki neden bulunmaktadır. Bunlar, sıcaklık farkı ve sürtünmedir. Sıcaklık farkı sayesinde fırından çıkan parça kalıp içerisine konulduğunda değen kısımlarda ısı azalması gerçekleşirken diğer kısımlar daha zor akar. Böylece çelik bombeleşmiş olur.

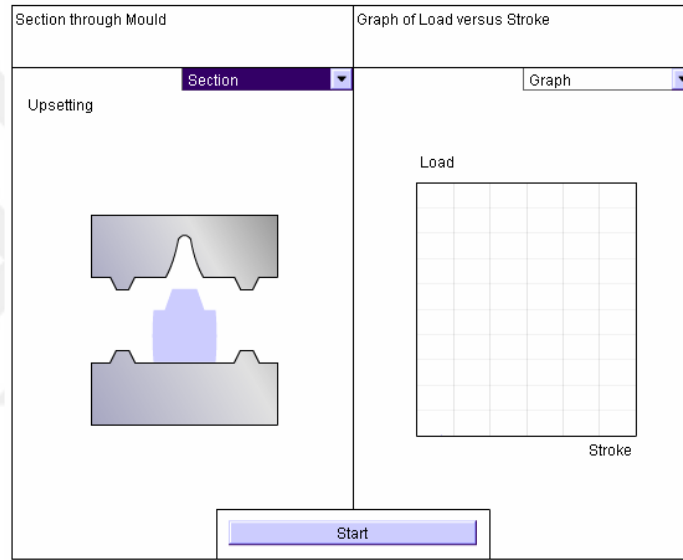
Sürtünmedeyse temas eden kısımlarda akış olmazken orta kısımlarda kolay bir şekilde akış olacak ve bombeleşme sağlanacaktır. Açık kalıpla dövmeye işlemi diğer işlemlere nazaran daha az kuvvet gerektirmektedir. Bu metotta uzun kesitler kolay bir şekilde kütük haline getirilebilmektedir (Ay, 1992).

2.11.2 Kapalı Kalıplı Çapaklı ve Çapaksız Dövmeye

Kapalı kalıplı çapaklı dövmeye sıcak şekilde yapılmaktadır. İki parça şeklinde oluşan çapaklı dövmede kalıplar kapandığı zaman aradaki boşluk gravürdür. Yani elde edilmek istenen parçadır. Kapalı kalıpta dövmeye işlemi dövmenin daha hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Kapalı kalıpta dövme işleminin temel özelliği bazı şekilli parçalarda ortaya çıkmaktadır. Nitekim bu tür dövme işlemleri dar toleransların elde edilmesi için önemlidir. Çapaklı ve çapaksız olarak çeşitlere ayrılan bu tür dövme işlemleri genel olarak sıcak haldeyken yapılır. Öncelikle dövülecek olan parçanın tavlınması sağlanır, kalıbın boşluğu doldurulur ve çapağın oluşması beklenir. Oluşan çapak alınır ve devam edilir. Çapaklı dövme işleminde $V+\Delta V$ hacminin de dikkatli bir şekilde ayarlanması gerekmektedir (Thomas, 1980)

Şekil 2.10 da Çapaklı dövme işleminde hacim ayarlanması için hammadde ve kapalı kalıbın olduğu uygulama görüntüsü mevcuttur.



Şekil 2.10 Çapaklı Dövme İşleminde Hacmin Ayarlanması

(Kaynak: Mustafa, 2017)

Çapaksız dövme işlemleri ise kapalı kalıpta hassas dövme olarak tanımlanmaktadır. Bu tür dövme işlemlerinde ΔV hacmi kabul edilmez. Dolayısıyla çapaklı dövme sonrasındaki V hacminin dikkatle ayarlanması gerekmektedir.

2.12 Dövme İşlemini Etkileyen Etmenler

Dövme işlemini etkileyen faktörler genel olarak dövme sürecindeki malzeme ve işlemlerden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda dövme işlemini etkileyen etmenler; kalıp yağları, sürtünme, dövme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı, tane boyutunun etkisi, gerilmenin etkisi, şekil alma hızının etkisi olarak sıralanmaktadır.

- **Kalıp Yağlar:**

Kalıp yağlarının kullanımı dövmenin birincil unsurları arasında yer almaktadır. Dövme ister sıcak isterse de soğuk bir şekilde yapılsın kullanılan yağın miktarı da cinsi de dövmenin kalitesini etkilemektedir. Kalıp yağları bir yandan sürtünmeyi etkilemekte diğer yandan da metal akışının düzgün olmasını sağlamaktadır (Karadağlı, 2014).

Kalıp yağlarının etkisi hangi tür yağların nasıl kullanılması gerektiğine dair aşağıdaki tablo öne çıkmaktadır. Tablo 2.4 te kalıp yağlarının özelliklerinden bahsedilmektedir.

Tablo 2.4 Kalıp Yağlarının Özellikleri

Yağlama	Ayırma	Soğutma	Koruma
Kalıp yüzeyini iş parçasının daha kolay akabileceği hale getirerek, kalıp boşluğunu tamamen doldurmasını sağlamak	İş parçasının dövme işlemi sonrasında kalıptan kolayca ve zarar görmeden ayrılmasını sağlamak	Kalıp üzerinde iş parçası kaynaklı oluşan ısıyı gidererek, termal çatlamaları ve yüksek sıcaklık aşınmalarını önlemek veya geciktirmek.	Kalıp dayanıklılığını ve ömrünü (iç yapısal olarak) olabildiğince yüksek tutarak en ekonomik dövme prosesine ulaşmada katkıda bulunmak

(Kaynak: Adiloğlu, 2008)

- **Sürtünme Etkisi:**

Dövme işlemlerindeki tüm ekipmanlar arasında -gerek basit makineler gerekse de üst düzey tezgahlar arasında olsun- sürtünme bulunmaktadır. Sürtünme ve malzemenin hem de araçların deforme olmasına neden olduğundan sürtünme etkisinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Sürtünme arttıkça ortaya çıkması beklenen malzemenin kalitesi düşebileceği gibi istenen şekli de almayabilir. Sürtünme etkisinin kontrol edilmesinde hem teknik cihazların konumu hem de yağlamaya dikkat edilmesi gerekmektedir (Karadeniz, 1997).

- **Dövme Sıcaklığı:**

Çeliğin ya da diğer malzemelerin dövme sürecinde istenen şekli alabilmesinde dövme sıcaklığı da önemli etmenlerden birisi olarak öne çıkmaktadır. Dövme sıcaklığı çeliğin türüne göre ayarlanması gerektiği verilmek istenen şekle göre de sıcaklık ayarlaması yapılmalıdır. (Karadeniz, 1997).

- **Kalıp sıcaklığı ve yüzeyi**

Kalıp sıcaklığının ayarlanması kalıbın doldurulması sürecini etkilemektedir. Kalıp sıcaklığının ayarlanmasıyla kalıpta kılcal çatlakların oluşmasının önüne geçilmiş olmaktadır (Karadeniz, 1997).

- **Tane Boyutunun Etkisi**

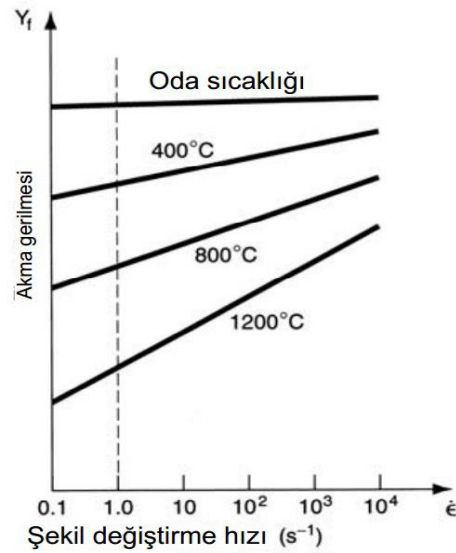
Tane boyutunun etkisi çeliğin şekil alma sürecine doğrudan etki etmektedir. Tanecikli yapının farklılaşması malzemenin kırılmasını ve tokluk seviyelerini değiştirmektedir. Malzemenin ısıya ve dövmeğe karşı mukavemeti de tane boyutuna göre farklılaşabilmektedir (Karadeniz, 1997).

- **Gerilme Halinin Etkisi**

Metallerin gerilmesi dövmenin etkisinin yüksek ya da düşük seviyede hissedilmesini sağlayarak şekil alma sürelerini değiştirir. Malzemenin sünek bir yapıda olması bazen onun yapısından kaynaklanırken bazen de ısınmanın artmasını bağlı olarak oluşmaktadır. Gerilme hali zaman zaman malzemenin istenmeye şekli almasına da neden olmaktadır (Karadeniz, 1997).

- **Şekil Değiştirme Hızı**

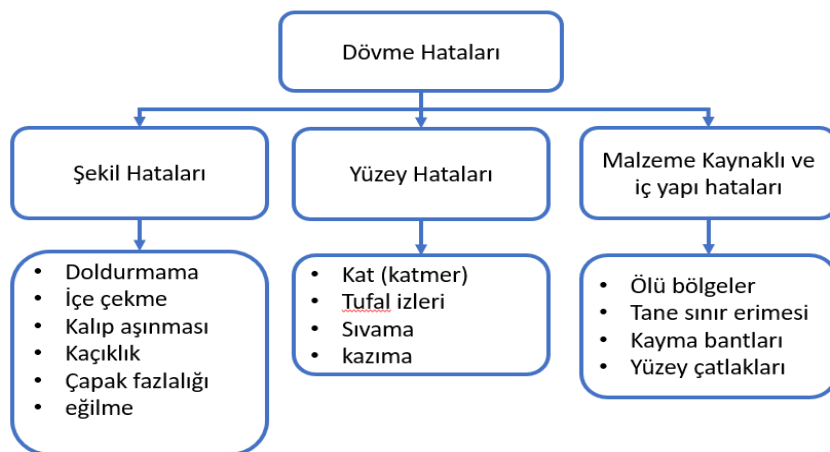
Şekil değiştirme süreci dövme ve ısı işlem verme işle başlasa da malzemenin şekilde almasında dövmenin hızı da etkili olmaktadır. Şekil değiştirme işlemleri oda sıcaklığında yapıldığında işlemlerin etkisi daha azdır. Sıcaklık arttıkça malzemenin şekil değiştirme hızı da değişmektedir. Aşağıda ısıya bağlı şekil değiştirme hızı Şekil 2.11 de grafik olarak gösterilmektedir (Vural, 2005).



Şekil 2.11 Sıcaklığın Şekil Değiştirimdeki Etkisi (Kaynak: Vural, 2005).

2.13 Sıcak Dövme İşlemlerinde Öne Çıkan Problemler

Dövme işleminin başarılı olması için dövme sürecinin önceden hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplama sürecinde önceden doğması muhtemel sorunların bilinmesi gerekmektedir. Yaşanacak sorunların önceden bilinmesi maddi zararların azalmasını sağlarken iş yapma kapasitesinin de artmasını sağlar. Dövme işlemi sırasında ortaya çıkacak problemlerin bilinmesi maliyetin düşmesini verimse yükselmesini sağlar. Dövme süreçlerinde ortaya çıkan problemler Şekil 2.12 de başlıklar halinde gösterilmektedir.



Şekil 2.12 Dövme İşlemlerinde Ortaya Çıkan Hatalar

(Kaynak: Eriklili, 2019:19).

2.13.1 İe ekme Sorunu

Dövme işlemeleri sırasında özellikle büyük kesit değişimlerinde de malzemeler de ie çekme sorunları olabilmektedir. Bu sorun sığ bir doldurmadan ciddi bir soğuk kaynama ile sonuçlanabilir. İe ek sorunu genellikle yeterli malzeme kalmamasından dolayı kaynaklanmaktadır. Böyle bir sorun ortaya çıktığında ise dövme kalının tasarımınnn değiştirilmesi gerekmektedir (Makas, 2016).

2.13.2 Dolduramama Problemi

Dövme işlemlerinde bazen malzeme kalıbı tam olarak dolduramaz. Kalıp tam dolu olmadığında ise şekilden kaynaklı dövme hataları olmaktadır. şekil 2.13 te malzemenin kalıbı tam dolduramama hatasına dair bir parça gösterilmektedir.



şekil 2.13 Kalıbın Dolmaması Kaynaklı Sorun

(Kaynak: Eriklili, 2019:19).

Dövme doldurmamadan kaynaklı sıklıkla görülen hatalar ve onlar için geliştirilen çözüm nerilerine Tablo 2.5 te değinilmiştir.

Tablo 2.5 Dövme Doldurmama Hatası ve çözüm nerileri

Hata Nedenleri	zm nerileri
Malzeme gramajının az olması	Gerekli hammadde hesaplamalarını yapmak ve analiz ile kontrol etmek. Hassas kesme işlemi yapmak
İyi yağlama yapılmaması	Otomatik yağlama sistemleri veya daha iyi yağlayıcı özelliği olan yağ ile değiştirmek
Kalıp tasarımınnn kaynaklanan hatalar (eğim açıları, radyüs vs.)	Tablodaki verilere göre dizayn yapmak ve dövme analizi ile kontrol etmek
Tezgah gcnnn yetersiz gelmesi	Gerekli güç hesaplamaları yapmak ve tezgah gerçek gücü ölçmek gerekir.
Malzeme tav sıcaklığının az olması	Malzemeye göre istenen sıcaklığa getirmek ve kontrol etmek

2.13.3 Şekilsel Hatalar

Dövme işlemleri genel olarak şekil verme üzerine yapılırlar. Dolayısıyla geometrik unsurlara (elips, yuvarlak, çember, kare vs.) dikkat edilmesi gerekmektedir. Şekil hatalarının nedenlerini ise ön şekillendirmedeki sorunlar teşkil etmektedir. Şekilsel hataların olmaması adına tasarım aşamasında verilecek şeklin belli olması ve bu şekle göre başlamak gerekmektedir.

2.13.4 Eğilme Sorunu

Eğilme problemi genel olarak delik kesme ya da çapak işlemlerinde ortaya çıkmaktadır. Dövme sırasında bazen malzemenin eksenlerinden birisi diğerine göre daha fazla uzadığından eğilme sorunu yaşanmaktadır. Eğilme sorununun yaşanmasında iki temel hata öne çıkmaktadır. Birincisi dövme sırasında makasın yerine tam oturmamasıdır. İkincisi ise makasta meydana gelen deformelerdir. Birinci hata için üretim yer alan iş görenlerin kesme işleminin ölçülerine dikkat emesi gerekmektedir. İkinci hatada ise kalıbın avadanlıklarının takip edilmesi gerekmektedir. Eğilme düzeltilerinin yapılabilmesi için bazı malzemelerde sıcak kalibre de kullanılabilmektedir (Makas, 2016).

2.13.5 Malzemedeki Kaynaklı Problemler

Malzemedeki kaynaklı problemler sünek kırılmalar ve malzemenin mikro yapısında ortaya çıkmaktadır. Mikro yapıdan kaynaklanan hataların başında ölü bölgeler gelmektedir. Ölü bölgeler dövme sırasında çok az deforme olan ya da hiç deforme olmayan bölgelerdir. Bu bölgelerde malzemelerde yeterli deformasyona uğramadığı için istenen mikro özellikleri alması daha zor olmaktadır. Bu tür sorunların çözülmesinde dövme kalıbının tasarımının istenen şekle uygun olması gerekmektedir (Makas, 2016). Mikro yapıdan kaynaklanan en önemli problemi ise malzemenin yanması teşkil etmektedir. Dövülecek malzemeler (malzeme alışıma durumuna göre) 1100~1225 °C arasında tavlınması gerekmektedir. Herhangi bir nedenle 1300 °C nin üzerine çıkıldığında malzemenin yüzeyden yanarak kalın tufal tabakası bağlayacağı gibi iç kısmı da eriyerek akma meydana gelir. Bu şekilde dövülen malzeme fiziki görünüş dışında mekanik özelliklerini de kaybeder (Eriklili, 2019: 29).

2.13.6 Kalıpların Deforme Olması

Kalıpların deforme olması kalıp açıklığından kaynaklanmaktadır. Bu tür sorunlar alt ve üst gravürlerin üst üste gelmesiyle oluşmaktadır. Kalıpların deforme olmaması için kalıplar arasındaki mesafenin doğru konumlanmasına dikkat edilmelidir. Bununla birlikte kalıplar arasında sürtünme varsa bu sürtünmeden dolayı da kalıpların deforme olmaması adına yağlamaya dikkat edilmesi gerekmektedir.

2.13.7 Yüzey Sorunları

Yüzey sorunları dövme işlemi sonrasında dövme biçiminden kaynaklı sorunları teşkil etmektedir. Şekil değiştirme işlemleri sağlanırken malzemenin yüzeyinde potluklar, kumlanmalar ya da çatlamlar meydana gelebilmektedir. Bazı malzemeler doğrudan üretimde kullanıldığından yüzeydeki sorunlar büyük bir probleme dönüşmekte ve çatlaklardan dolayı malzeme kullanılamamaktadır (Makas, 2016).

2.14 Dövme Tezgâhları

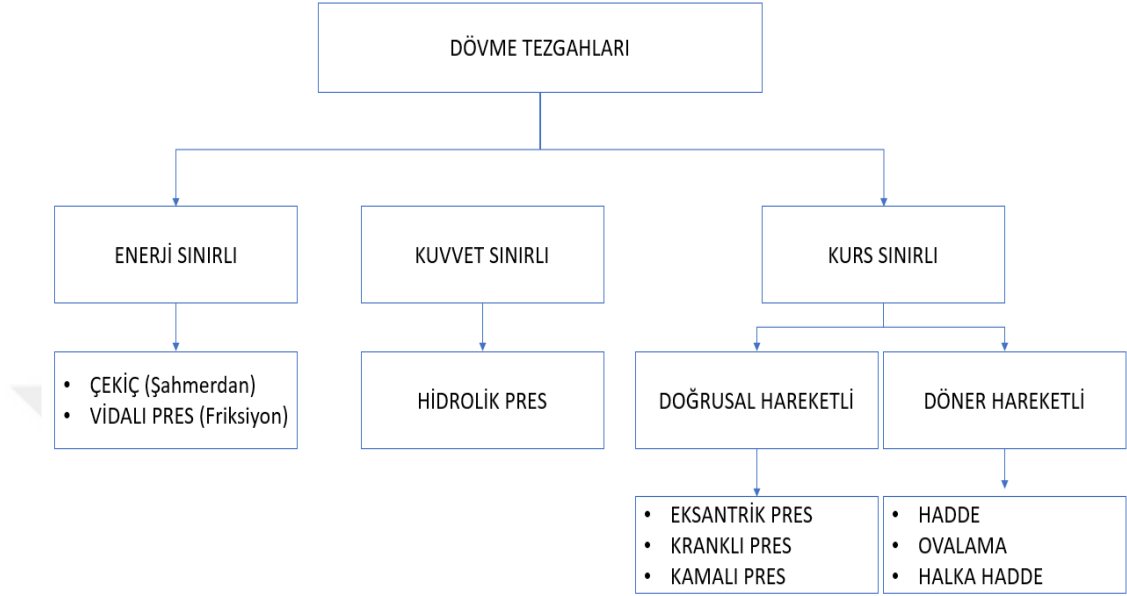
Dövme işlemlerinde makine olarak genellikle çekiçler ve presler kullanılmaktadır. Preslerse hidrolik ve mekanik olarak iki türdürler. Presler çekiçlere nazaran daha düşük hızlarda çalışsalar da malzemenin şekil almasında daha etkilidir. Saçlara şekil vermede presler en tekili dövme araçları olarak öne çıkmaktadır. Çekiçle dövmede ise malzemenin genellikle belirli bir bölgesinin şekil alması istenir ve sert darbelerle işlem görülür (Balıkçı, 2016).

Dövme tezgâhlarının fonksiyonları şunlardır:

- Malzemenin şekillendirilmesi adına gerekli enerji ve kuvvetle dövülmesini sağlamak
- Şekillendirme sırasında oluşan kuvvetlere ve momentlere karşı kalıplara konumlarını hassas olarak kılavuzluk yapmak (Makas, 2016).

Dövme makineleri sahip olduğu tezgahlarla birlikte üçe ayrılmaktadır: kurs sınırlı, enerji sınırlı ve kuvvet sınırlı makineler. Kuvvet sınırlı makinelerin güç ve enerji yüksektir. Hidrolojik presler bu türdeki makineler arasında sayılabilir. Kurs sınırlı makineler ise şekillendirme süreçlerini yük değerleri üzerinden yapmaktadır. Mekanik presler kurs sınırlı makineler arasında öne çıkmaktadır. Çekiçler de bu

alandaki makinelerdendir. Çekiçler enerjileri sınırlı makineler arasında öne çıkmaktadır (Başoğlu, 2006). Dövme tezgâhları Şekil 2.14 deki gibi sınıflandırılmaktadır.



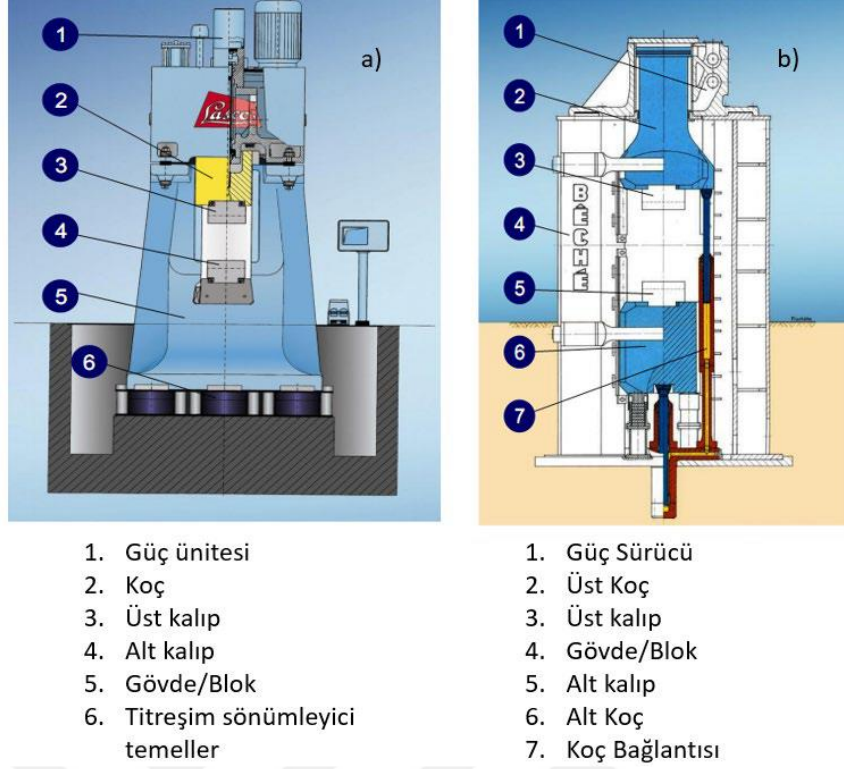
Şekil 2.14 Dövme Tezgâhları

(Kaynak: Eriklili, 2019:33).

2.14.1 Yüksek Enerjili Dövme Makinaları

Bu tür dövme makinelerinde temel olarak tezgâhın depolanmış çalışma kapasitesi öne çıkmaktadır. Yani malzemenin şekil alması için tezgâhtan güç alma işlemi parça şekilleninceye kadar devam eder. Enerji tezgahlarının başında vidalı presler ve çekiçler gelmektedir (Makas, 2016).

Dövme tezgahlarının en bilinen türlerinden birisi olan çekiçler çekicinin kalıbın örs üzerine düşürülmesiyle işlemektedir. Bu tür tezgahlarında şekil verme hızı diğer tezgahların önündedir. Dövülmesi gereken malzeme geniş ve büyük bir parçaysa karşı vuruşlu çekiçler tercih edilir. Çekiç tezgahlarının türlerine göre ve çalışma şekillerine Şekil 2.15 te yer verilmiştir.



Şekil 2.15 Çekiç Tezgahının (a) ve Karşı Vuruşlu Çekiçlerin Şematik Gösterimi

(Kaynak: Alan, 2006:34).

Çekiç tezgahlarının avantaj ve dezavantajları şöyle sıralanmaktadır:

- Hızlı çalışma sağlarken aynı zamanda kısa vuruşlar için imkân sağlar. Ancak genellikle şekillendirme sağlanana kadar dövmenin devam etmesi beklenir.
- Kalıbın soğuması uzun zaman alır, gürültü seviyesi yüksektir.
- Kalınlığın istenildiği gibi ayarlanmasını sağlar. Ancak kalıp açısı istenildiği gibi sağlanamaz.
- Çekiçler küçük olsa da yine büyük malzemeler şekil alabilir. Ancak bu tezgahlarda otomasyon preslere göre daha etkisizdir (Alan, 2006).

2.14.2 Kurs ve Kuvvet Sınırlı Tezgahlar

Kurs sınırlı tezgahlara örnek olarak mekanik presler verilebilir. Dövme işlemini presleme olarak yapan bu tezgahların kapasitesi 300-8000 ton arasında değişmektedir. Bu makinelerin kurs boyu diğer makinelere göre daha kısadır. (Odabaş, 2011). Bu tür tezgahlarda kurs sabit olduğundan vuruş her seferinde malzemeye özel olarak ayarlanabilir. Ancak bu tezgahlar deformasyon gerektiren parçalarda

kullanılamaz. Kurs sınırlı tezgahların mekanik preslerin fazla sayıda dövme adetlerine ulaşabilirler. Ancak hızlı soğuma olduğundan ince kesitler mekanik presler tercih edilmemektedir.

Kurs sınırlı tezgahlarında bir diğer örneğini ise boyuna hadde tezgâhları oluşturmaktadır. Boyuna hadde, volanı tahrik eden motor, kavrama ve bir dizi dişli üzerinden iki merdaneyi harekete geçirir. Merdaneler birbirine ters yönde döner. Boyuna hadde hem kare hem de silindirik taslak parça şekillenmesi için kullanılır (Şahin, 2021).

Kuvvet sınırlı tezgahlarda ise daha çok hidrolik presler yer almaktadır. Hidrolik preslerde pistona etki eden basınç üzerinden malzemelere şekil verilmektedir. Bu tür tezgâhlar dövme işlemlerinde sık tercih edilmemektedir. Çünkü çok büyük kuvvetlerle hareket ettiğinden yavaş işlem yapmaktadırlar. Çelik malzemede de pek tercih edilmeyen hidrolik presler daha çok titanyum ve alüminyum türündeki malzemelerde kullanılırlar. Bu tür malzemeler dövme deformasyonuna daha duyarlıdır.

2.15 Sıcak Dövmenin Üretim Süreci

Sıcak dövme süreci herhangi bir malzemenin ısıtılarak şekil alma sürecini ifade etmektedir. Çeliğin şekil alma süreci de bu şekilde gerçekleşmektedir. Kütükler halindeki parçadan üretilmek istenen malzemenin boyutuna göre çapaklar da hesaplanarak kesme işlemi yapılır. Kütüklerden yapılan kesmeler kırma presler aracılığıyla ya da kollu daireler tarafından yapılabilir. Kesilen parçalar ocaklarda istenilen sıcaklığa getirilir. Sıcak, metalin kendi iç yapısına göre farklılık gösterir. Dövme sürecinde oluşan her çapak başka bir araç tarafından kesilir.

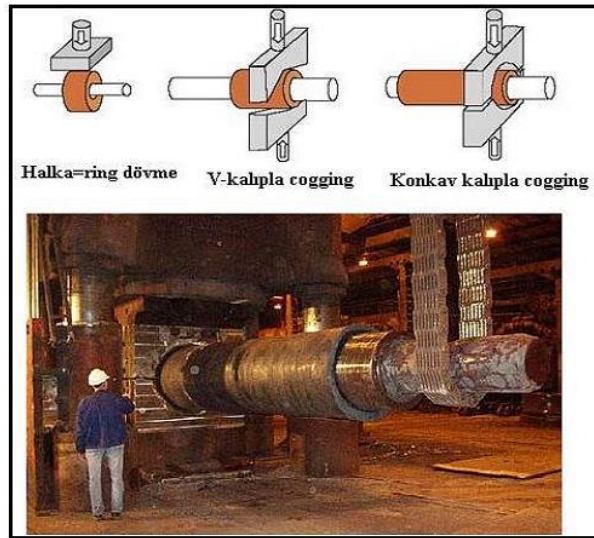
Çelik dövme işlemlerinde malzemenin daha düzgün bir şekil alabilmesi zaman zaman ütüleme şeklinde bir dövme işlemi de gerçekleşir. Soğumaya bırakılan parçada kabuklar ortaya çıkmaya başlar. Bu kabuklar kumlama tekniğinden geçirilir ve yüzeyin temizlenmiş olur. Daha sonra bilye tanburunun içine konulan parçalar bu bilyeler tarafından temizlenmeye devam eder. Bu aşamanın da tamamlanmasıyla malzeme kalite kontrole hazır hale gelir. Kalite kontrol sürecinde malzemedeki çatlaklar kontrol edilir. Yüzeyin serleşmesi gerekiyorsa ısıtılacak yüzey fırınlarına

gönderilir. Bu aşamadan sonra ise malzemenin gerekli deliklerinin ya da kenar düzeltmelerinin yapılması için torna işlemlerine geçilebilir (Edinsel, 2018).

2.16 Sıcak Dövme Türleri

2.16.1 Açık Kalıpta Dövme

Malzemenin açık kalıpta dövülmesi malzemenin alacağı şekle uygun bir kalıpla şekil alma sürecini ifade etmektedir. Malzeme bu kalıba aktarılabilmesi için belirli bir sıcaklığa da ulaşması gerekmektedir. Açık kalıpta dövme işlemlerinde malzeme tümüyle kalıpla sınırlandırılmaz. Kapalı kalıp dövme işlemlerinde ise dövme işlemi kalıp gravür içinde kalmaktadır. Açık kalıpta dövme işlemlerinde istenen şekle göre farklı kalıplar kullanılabilir. Bu kalıpların başında V-şekilli ve yuvarlak kalıplar gelmektedir. Açık kalıpta dövme işlemi daha çok büyük şekilli ve büyük parçalar için tercih edilmektedir. Bir örneği Şekil 2.16 da verildiği gibidir.



Şekil 2.16 Açık Kalıpta Dövme

(Kaynak: Yılmaz, 2015:6).

2.16.2 Hassas Dövme

Hassas dövmede malzemenin istenilene en yakın şekli alması sağlanır. Hassas dövmelemede ortaya çıkacak talaş ve çapak gibi sorunlar minimize edilir. Dolayısıyla da kullanıma daha yakın ürünler üretilebilir. Hassas dövmede malzeme kullanıma en yakın şekilde dövüldüğü için dövme sürecinin de nitelikli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Hassas dövme sürecinde öne çıkan özellikler şunlardır:

- Hassas dövme işleminde ham madde miktarı iyi ölçülmelidir. Hassas dövme sürecinde çapak olmayacağı için daha dikkatli olunması gerekmektedir. Çünkü ürün çapaksız çıkacağından hata payı çok daha azdır.
- Hassas dövme sürecinde sıcaklık malzemenin yapısına uygun olarak ayarlanmalı ve kalıbın sıcaklığı sabit tutulmalıdır. Çünkü kalıp sıcaklığı malzemenin sürekli olarak genleşmesine neden olacaktır.
- Kalıbın tam olarak silme bir şekilde kılavuzlanması yapılmalıdır. Bu işlem yapılmadığı takdirde çapaklanma sorunu olacaktır (Çapan, 1987).

2.16.3 Kapalı Kalıpta Dövme

Kapalı kalıp dövme işleminde ham madde hem alttan hem de üstten işlem görerek yapılır. Malzeme iki taraf arasından sıkıştırılarak istenilen forma sokulmaya çalışılır. Bu işlem sırasında bir yandan kalıbın gravürü dolarken diğer yandan da çapaklar dışarı atılır. Kapalı kalıpta dövme işlemlerinde malzeme sadece çok basit bir şekilde ise kolaylıkla istenen hale getirilebilir. Şekil daha karmaşıksa malzemenin son aşamasına gelmesi için başka işlemler de gerektirir. Şekil 2.17 de kapalı kalıpta yapılan sıcak dövmenin 3 ana işlemi gösterilmiştir.



Şekil 2.17 Kapalı Kalıpta Sıcak Dövme

(Kaynak: Yılmaz, 2015 :7).

Kapalı kalıp dövme işlemlerinde kare ya da daire kesitli çubuklar kullanılmaktadır. Çubuklar, üretilmek istenen malzemeye göre seçilir. Daha sonra ham

madde şahmerdanda dövölür ve ön Şekil verilmiŐ olur. Daha sonra apak temizliği yapılarak delik delme aşamasına getirilir (apan, 1987).

2.17 Sıcak Dövme Makineleri

Sıcak dövme makineleri temel olarak dört farklı gruba ayrılmaktadır: ekiler, vidalı presler, mekanik presler ve hidrolik presler. Dövme makinelerinin farklılaşmasında makinelerin çalışma prensipleri etkili olmaktadır.

2.17.1 ekiler

Farklı enerji kapasitelerin de olan ekiler en sık kullanılan dövme yöntemlerinin başında gelmektedir. Mekanik, havalı ve karşı vuruşlu olarak üç türölüdür.

2.17.1.1 Mekanik Düşmeli ekiler

Mekanik düşmeli çekiçlerin ana yapılarını gövde oluşturmaktadır. Gövdeye ek olarak ağır bir örs ve ağırlık (ko) yer almaktadır. Malzemeye Şekli veren gücü bu materyaller sağlamaktadır. Öncelikle zincir ya da kayıŐ yoluyla ko başı bir miktar yüksekliğe çıkar ve aşağıya bırakılır. Belli bir kuvvetle aşağıya gelen ko malzemenin ezilerek Şekil almasını sağlar. Koçlar ağırlıklarına göre 200-3000 kg arasında değişmektedir. Örs ağırlığı da bu ağırlığın 20 katını bulabilmektedir. Bu tür dövme işlemlerinde 3-5 kiloluk parçaların dövölmesi sağlanmaktadır. Şekil 2.18 de mekanik düşmeli çekicinin bir örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.18 Mekanik Düşmeli eki

(Kaynak: indiamart.com)

2.17.1.2 Havalı Çekiçler

Havalı çekiçlerin temel özelliğini basınçlı havanın kullanılması oluşturmaktadır. Bu tür çekiçlerde de koç bulunur. Ancak koç sadece kendi ağırlığı ile değil aynı zamanda basınçlı havayla da aşağıya doğru itilmektedir. Havalı çekiçlerde itme kuvveti 0.06-0.08 kg/mm² basınçlı silindir-piston sistemiyle sağlanır. Bu tür çekiçlerde koç ağırlıkları 200-250.000 kilo arasında değişir. Şekil 2.19 da havalı çekiçlerin bir örneği gösterilmektedir:



Şekil 2.19 Havalı Çekiçler

(Kaynak: turomak.com.tr)

2.17.1.3 Karşı Vuruşlu Çekiçler

Karşı vuruşlu çekiçlerde darbe ve sıkıştırma iki taraftan olacak şekilde hareket eder. Üst ve alt kalıpların hareketi ise basınçlı hava aracılığıyla sağlanır. Şekil 2.20 de karşı vuruşlu çekiç örneği verilmektedir.



Şekil 2.20 Karşı Vuruşlu Çekiç

(Kaynak: mtkpresteknik.com)

2.17.2 Vidalı Presler

Vidalı presler, literatürde friksiyon pres olarak da adlandırılmaktadır. Üst ve alt kalıplardan oluşan bu sistem de alt ve üst kalıplar vidalı diskler aracılığıyla baskı uygular. Vidalı diskler alt ve üst kalıpların istenen aralıklar da inip çıkmasını ve baskı uygulamasını sağlar. Vidalı mil istenilen hıza ulaştığında kalıbın altında ve üstünde kalın parçaya istenilen şekil verilir. Vidalı preslerde hassas dövme yapılabildiğinden dövme işlemi toleranslı bir şekilde yapılabilir.

Şekil 2.11 de vidalı pres örneği verilmektedir.



Şekil 2.21 Vidalı Pres

(Kaynak: mesutlarmakina.com)

2.17.3 Mekanik Presler

Mekanik presler dövme presleri olarak geçmektedir. Mekanik presler elektrik motorlarından aldıkları güçle hareket ederler. Dolayısıyla elektrik motorlarının mekanik presi hareket ettirecek güce sahip olması gerekmektedir. Preslerin baskı gücü de elektrik motorların hacmine bağlı olarak değişebilmektedir. Mekanik preslerin içerdiği kurs boyları diğer dövme araçlarına göre daha kısadır. Mekanik preslerin dövme kapasiteleri 300-8000 ton arasındadır. Maliyeti yüksek olan mekanik presler asimetrik parçalarda daha etkilidir (Çapan, 1987).

Şekil 2.22 de Mekanik pres örneği verilmektedir.



Şekil 2.22 Mekanik Pres
(Kaynak: haksanmakina.com.tr).

1.17.4. Hidrolik Presler

Hidrolik presler başlık hareketlidir ve piston sistemiyle çalışır. Bu pres sisteminde de alt ve üst kalıp vardır. Alt kalıp pres tablasına üst kalıp ise dövme başlığına bağlanır. Hidrolik pres başlıkları otomatik olarak kontrol edilebildiğinden malzemenin durumuna göre karar verilebilmektedir. 300-50.000 arasında dövme kapasitesine sahip olan hidrolik presler 78.000 tona kadar ürün dövmelebilmektedir. Maliyeti yüksek olmakla beraber, dövme hızı düşük olan bu presler; ayarlanabilir kurs ve baskı boyu, kırılğan malzemeleri şekillendirebilmesi gibi avantajlara da sahiptir (Çapan, 1987). Şekil 2.23 te hidrolik pres örneği verilmektedir.



Şekil 2.23 Hidrolik Pres
(Kaynak: Ay, 2017:3)

3 SÜREÇ İYİLEŞTİRME

3.1 Süreç Kavramı

Süreç kavramı farklı sektörlerde ele alınan bir terminoloji olduğundan her sektör içinde farklı tanımlamalar verilebilmektedir. Söz konusu makine ve üretim konuları olduğunda ise süreç; girdilerin makine ya da insanlar yardımıyla istenilen çıktılara dönüştürülmesini ifade etmektedir. Makine ve üretim sektörlerinde süreç üretilen ürünün kalite katılan dönemdir. Dolayısıyla üretim süreçlerinin iyileştirilmesi doğrudan bir şekilde üretilen ürünün kalitesini etkilemektedir(Gijo ve Scaria, 2014: 718).

Üretim alanlarında süreç, aynı zamanda var olan hataların da minimize edilmesini sağlayan bir alan olarak da tanımlanmaktadır. Üretilen ürünlerin hatalı çıkması önemli ölçüde makinelerden ya da üretici olarak iş görenlerden kaynaklanmaktadır. Hatalı olarak üretilen ürünler ise üreticilerin kâr marjına olumsuz etki ettiği gibi üretime de ket vurulmasına neden olmaktadır. Sürecin kontrol edilmesi ve sürecin sürekli olarak analiz edilmesi ürün kalitesini de doğrudan etkilemektedir.

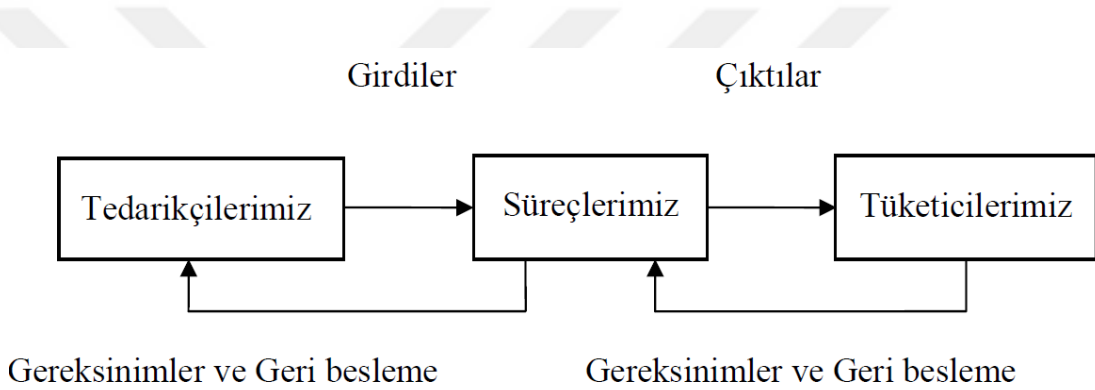
Süreç kavramı girdi ve çıktı arasında geçen sürenin incelenmesi anlamına geldiğinden aynı zamanda üretim araçlarının da kontrolünü içermektedir. Çünkü süreç kavramı sadece ürünle ilgili değil üretim aracına yönelik olarak planlanmaktadır.

Üretim araçlarının süreç kavramı içinde değerlendirilmesi demek üretim araçlarından kaynaklı sorunların da minimize edilmesi anlamına gelmektedir. Sürecin incelenmesi üretim araçlarının servis sorunlarının da iyileştirilmesini içermektedir (Armistead, 1999: 23).

Üretim faaliyetleri bağlamında süreç kavramı incelendiğinde kavrama dair aşağıdaki özelliklerin öne çıktığı gözlemlenmektedir. Buna göre süreç;

- Tüketiciler için kaliteli malzeme ve hizmet üretmektir.
- Belirli bir çıktı (ürün ya da hizmet) elde etmek için birbirleriyle etkileşim içinde bulunan insan, malzeme, ekipman, yöntem ve çevrenin toplamıdır.
- İşletmelerin üretim aşamalarının sadece teknik bölümlerini değil aynı zamanda iş görenlerinin de incelenmesini ifade etmektedir.

- İşletmelerin kurumsal kültürünün ve kurumsal iletişimini de ifade etmektedir.
- İşletmelerin işlerin başlangıcı ve sonu olmaktadır. Çünkü işletmeler üretim üzerine çalışmaktadır.
- Üretimin başlangıcı ve sonu arasında geçen aşamaların analiz ve değerlendirilmesine dayanmaktadır.
- Süreç kavramı art arda gelen işlem adımlarının karşılıklı ilişkiler bağlamında incelenmesidir. Üretim, çıktı, iş gören gibi değişkenlerin aynı anda ve birbirleriyle olan ilişkileri çerçevesinde incelenmesi de süreç kavramını karşılamaktadır.
- Sonuç olarak üretilecek olan çıktıların işlem aşamalarının incelenmesidir(Davenport, 1993; Brocke ve Roseman, 2014).



Şekil 3.1 Süreç Kavramının Elemanları

(Kaynak: Keçecioğlu, 2003:1).

Şekil 3.1 incelendiğinde süreç kavramının girdi ve çıktılar arasındaki aşamaların değerlendirilmesini içerdiği görülmektedir. Bu bağlamda süreç kavramı üretim değişkenlerinin ihtiyaçlarının ve geri beslemesinin yapılmasında da önemlidir. Geri beslemelerin zamanın yapılmasını sağlayan süreç yönetimi; üretimdeki kaynakların da etkin kullanılmasını sağlamaktadır. Üretim aşamasında ortaya çıkması muhtemel her sorun sürecin etkin yönetilmesi sayesinde bertaraf edilebilmektedir. Bu bakımdan süreç üretilecek olan ürün ya da hizmetin genel olarak değerlendirilmesini ve üretim incelemesinin yapılmasını da ifade etmektedir.

Süreç; tek bir üretim grubu adına değil hizmet grupları adına da kavramsallaşmıştır. Her ürün grubunun özellikleri farklı olduğundan sürece dair işlemler de farklılaşmaktadır. Ancak süreç kavramı üretim aşamalarındaki dikkati

içerdiğinden iş görenlerin odak noktalarının her bir aşamaya dikkat çekilmesini de sağlamaktadır.

3.2 Süreçlerin Özellikleri

Süreç kavramının ve süreç yönetiminin beş özelliği bulunmaktadır. Bu özellikler sürecin yönetilmesinde yardımcı olmakla birlikte aynı zamanda süreç kavramının tanımlanmasında da birer dayanak noktası teşkil etmektedir:

- **Tanımlanabilirlik:** Sürecin en temel özelliklerinden birisi olan tanımlanabilirliğe göre üretim aşamalarının belirlenebilir olması gerekmektedir. Üretim sürecinde yer alan aşamaların tanımlanabilir olması diğer özelliklerin de işlemlerini sağlamaktadır. Hangi ürün hangi aşamada ne işe yarar? Üretim aşamalarında ürünler hangi işlemlerden geçmektedir? gibi soruların yanıtları verilebilir olmalıdır.
- **Ölçülebilirlik:** Tanımlanan her olgunun ölçülebilir olması gerekmektedir. Süreç bakımından ölçmek demek bir üretim aşamasının ne durumda olduğunun rakamlarla ifade edilmesi demektir. Ölçebilmek içinse referans noktalarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu referans noktalarını ürünün ortalama kalitesi, makinelerin ortalama üretim kapasitesi gibi değişkenler belirlemektedir. Bu referans noktalarına da göre sürecinde kendisi de ölçülebilir olmaktadır. Sürecin içindeki bu tür alt değişkenler (makineler ya da ürünler) ölçülerek geri besleme yapılabilir. Yapılan ölçümler sonucunda ürünlerin kalitesi artırabilmekte ve sorunlar tespit edilebilmektedir.
- **Yinelenebilirlik:** sürecin tekrar edilebilir olmasını ifade eden yinelenebilirlik aynı zamanda sürecin sürdürülebilir olmasını da içermektedir. İşletme ve üretim süreçleri tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamada ve üretimin kendisini tekrar edebilir konumda olması gerekmektedir. İşletmelerin ekonomik olarak ayakta kalabilmesi için sürecin yinelenebilir olması işletmenin ticari hedefleri açısından da önemlidir.
- **Kontrol Edilebilirlik:** süreç kavramının en temel özelliği olan kontrol edilebilirlik sürecin değerlendirilmesini ifade etmektedir. Süreç; kontrol edilebilirlik üzerine kuruludur, belirlemesi yapılabilir. Süreç; üretim aşamalarının ve dolayısıyla üretimin kalitesinin artmasını sağlayan dinamik

olduğundan bu dinamizmin sağlanabilmesi için kontrol edilebilir olması gerekmektedir. Kontrol edilen her süreç elemanı için geri bildirim verilir. Geri bildirimler ise üretim sürecinin kalitesini artırmaktadır. Yapılan kontroller sadece ürün kalitesini değil aynı zamanda iş gören verim ve performansını da artırmaktadır. Üretim aşamasının kontrol edilmesi iş görenlerin işe dair kendilerini de geliştirmeleri anlamına gelmektedir. Nitekim her kontrol sürecinde iş gören yaptığı süreç yönetimini ve makineleri daha iyi öğrenecektir. Yaptığı yanlışları da doğruları da keşfetme ve pekiştirme imkânı bulacaktır.

- **Katma değer üretme:** katma değer üretmek de sürecin bir parçasıdır. Nitekim katma değer ham madde olarak giren bir ürünün başka özellikler ve nitelik kazanarak çıkmasıdır. Ürün bu şekilde katma değer kazanır ve ihraç edilmesi kolaylaşır. Ürünlerin işlenmesi aynı zamanda fiyatının da artması anlamına geldiğinden işletmelerin ekonomik olarak da gelişmesi için önemlidir. Katma değer üretme süreci olarak üretimde ham maddenin farklı şekillerde işlenmesi de rekabet adına önemlidir. Katma değerün üretilmesi için de sürecin kontrol edilmesi gerekmektedir(Bandara vd 2007; Campagna ve Formisano, 2013: 5).

3.3 Sürecin Verimliliği

Sürecin verimliliği hem süreci yöneten iş görenler açısından hem de üretimden çıktı olarak çıkan ürünler için önemlidir. Sürecin verimli olması demek hem iş görenlerin süreci iyi yönetmesi ve süreçten bir şeyler öğrenmesi anlamına gelmekte hem de ürünün kaliteli bir şekilde üretilmesi anlamına gelmektedir. Sürecin verimliliği belirli açılardan takip edilmelidir. Yapılan takip ve incelemeler sürecin verimliliğini de yükseltmektedir. Bu takip ilkeleri şunlardır:

- Sürecin çıktısı müşterilerin talep ve beklentilerini nasıl karşılamaktadır
- Sürecin içindeki üretim teknolojilerinin durumu nasıldır
- Üretim elemanlarında meydana gelen sorunların tekrar etme sıklığı nedir (Skrinjar and Trkman, 2013).

Bu ilkelerin takip edilmesi sürecin daha verimli işlemesi adına öne çıkmaktadır. Nitekim süreç; ürün ya da hizmet üretme üzerine kurulu olduğundan bu alanın ve aşamaların kontrol edilmesi sürecin de verimli olmasını sağlamaktadır. Verimli bir süreç yönetimi makine arızalarını ve üretim sorunlarını da minimize eder. Çünkü iş görenler süreci verimli bir şekilde kontrol ederek olası hataları ön görerek müdahale eder.

Üretim modelleri farklı olsa da her sürecin verimi kendi içinde geliştirilebilir. Verimin artması için her sektör kendi içindeki özel dinamiklerle birlikte değerlendirilmelidir. Sürecin veriminin yükselmesinde üretim aşamalarına ve üretim aşamasından çıkan ürünlerin müşterilere ulaşması çerçevesi de değerlendirilmelidir. Yani süreç verimi sadece üretim sürecini değil ürün ya da hizmetin tüketicilere ulaştırılması bölümünü de içermektedir. Bu bölümlerin tamamı sektörel olarak farklılıklar göstermektedir. Ancak sürecin kendisinin denetlenmesi verimi de yükselteceğinden sürece dair sektörel farklılıklarla birlikte ortak noktaların olduğu da unutulmamalıdır. Bu ortak noktaların başında ise sürecin denetlenmesi gelmektedir (Jones ve Linderman, 2014:338).

3.4 Süreç Yönetimi

Süreç yönetimi, sürecin her manada takibinin ve kontrollerinin sağlanıp, girdilerle idare edilmesi, hataların giderilmesi özetle en verimli hale getirilmesidir. Süreç yönetiminin işletme idaresinde önemli bir kavram olmasında Japon iş kültürünün katkılarının olduğu görülmektedir. Kaizen adlı verilen bir sistem geliştiren Japon kültürüne göre süreç yönetimiyle çalışanların da içinde bulunduğu tüm iş akışının denetlenerek geliştirilmesi mümkündür. Bu yaklaşımla şirketleri üst düzey başarılar yaşayan Japon firmaları kısa sürede diğer işletmelere örnek olmaya başlamıştır.

Kaizen düşüncesinde işletmeler sadece üretim bağlamında değil iş görenler arasında etik kültürün oluşması açısından da değerlendirilmektedir. İş görenler arasındaki kurumsal kültür ve kurumsal iletişimi de sürecin bir parçası haline getirerek süreç yönetimini daha geniş bir perspektiften ele almışlardır. Dolayısıyla süreç yönetilmesi gereken bir üretim ve ilişkiler dizisine dönüşmüş olarak değerlendirilmektedir(Masaaki, 2003: 1).

Süreç yönetimi tüketicilerin beklentileri çerçevesinde girdi ve çıktı arasında geçen aşamaların ve bölümlerin değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. Bu bölümün kendisi geleneksel işletme modellerinde göz ardı edildiğinden modern sistemde ve özellikle Japon modeliyle birlikte öne çıkmaya başlamıştır. Süreç yönetiminin yapılmasının kurumsal nedenleri şöyle sıralanmaktadır:

- Birçok sektörde yaşanan globalleşme eğilimi
- Şirket içinde yaşanan demokratikleşme eğilimleri
- Küresel anlamda artan ticari rekabet
- Bilişim sektörünün gelişmesi ve bu gelişim yönetilmesi gerekliliği
- İşletmeleri etkileyen siyasi gelişmeler
- Uluslararası ekonomi platformlarının kurulması
- Tüketicilerin beklentilerinin değişmesi ve bu değişime paralel olarak yaşanan üretim değişimleri
- Üretilen ürün ya da hizmetlerin tüketicilere ulaştırılma biçimlerinin değişmesi (Ahire ve Dreyfus, 2000).

Süreç yönetiminin işletme içi ve ekonomik nedenlerle yürütülmesi gerekliliğinde öne çıkan etmenler;

- Müşteri beklentilerinin karşılanamaması durumunda ortaya çıkan süreç yönetimi gerekliliği
- Müşteri şikayetlerin artması ve belirli bir alanda yoğunlaşması
- İşletmelerin süreç içinde değişen üretim politikaları
- İş gören performanslarında görülen dalgalanmalar
- İşletmelerin motivasyonlarının düşmesi
- Ürün maliyetlerinin değişmesi
- İş görenlerin işletmelerden beklentilerinin değişmesi (Benner ve Tushman, 2003).

Süreç yönetiminin etkili bir şekilde yapılması ise işletmelere bağlı aşağıdaki değişkenlerin olumlu yönde değişmesini sağlamaktadır:

- Sürecin en önemli parçası olan üretim araçlarının ve iş görenlerinin gelişmesi sağlanır

- Süreç sürekli denetlenmesi olası aksamaların önünü geçirir
- Ortaya çıkan sorunların krize dönmesi engellenir ve anında çözüm getirilir
- Üretim araçlarında meydana gelen teknik sorunlara daha çabuk müdahale edilebilir
- İş görenlerin performans ve motivasyonları da daha kolay analiz edilir(Das and Joshi, 2011).

3.5 Süreç İyileştirme Metodu

Süreç iyileştirmeye dair birçok farklı metotların olduğu gözlemlenmektedir. Bu farklılığın oluşmasında sektörel anlamdaki değişiklikler etkili olmaktadır. Ancak sektörel farklılıklara rağmen süreç iyileştirmeye dair ortak bir metodolojinin de olduğu gözlemlenmektedir(balancedscorecard.org). Bu bağlamda süreç iyileştirme metodolojisi belirli aşamalarla ele alınmaktadır:

1. Aşama=Hazırlık

- Öncelikle hazırlık yapabilmek için üst yönetimde yer alan idarecilere süreç yönetimi seminerlerinin verilmesi
- Sürecin elemanlarının belirlenmesi
- İyileştirilmesi gereken süreç elemanlarının belirlenmesi
- İyileştirme için gerekli maddi ve manevi değerlerin oluşturulması
- İşletme ekibindeki iş görenlerin gerekli eğitimleri alması

2. Aşama=Mevcut Durumun Analiz Edilmesi

- Sürecin işlemleri adına taslak planının yapılması
- Müşterilerle işletme ve üretilen ürünler bağlamında görüşmelerin yapılması
- İş görenlerle görüşmelerin yapılması
- Sürecin durumunun ve iyileştirilecek alanların ortaya çıkması.

3. Aşama=Sürecin Çözümlemesi

- Aynı sektörde hizmet veren diğer işletmelerin incelenmesi, hangi sorunlarda ne tür yönetimler sergilediklerinin belirlenmesi
- İşletmelerin kendilerine üretimsel ve iş gören gelişimi açısından hedefler koyması

- Ortaya çıkan sorunların tespit edilmesi
- Sorunların çözülmesi adına süreç iyileştirme tekniklerinin belirlenmesi
- Süreç iyileştirme teknikleri arasından seçimler yapmak; yapılan seçimlerde sektörel farklılıkların göz önünde bulundurulması

4. Aşama= İyileştirmenin Uygulanması

- Her süreç incelemesinde belirlenen kritik alanlara müdahale edilmesi
- Süreç iyileştirme biten bir yönetim alanı değil sürekli devam eden bir döngü alanıdır
- Her zaman her işin daha geliştirilebilir olduğuna dair inancın kabul edilmesi
- Yeni teknolojilerin hem üretime hem de iş görenlerin eğitime eklenmesi(Radnor, 2007; Software, 2007).

3.6 Süreç İyileştirme

Süreç iyileştirme; sürecin önceden analiz edilmesi sonucunda sürece dair belirli problemlerin iyileştirilmesi anlamına gelmektedir. Süreç iyileştirmede zaman zaman var olan sorun iyileştirilirken zaman zaman süreçteki soruna göre kökten değişimler yaşanabilmektedir. Sürecin üretim araçları ve iş görenler gibi farklı elemanları olduğundan iyileştirme teknikleri bu elemanlar çerçevesinde değişmektedir.

Süreç iyileştirmenin temel alanlarından birisini müşteri beklentileri oluşturmaktadır. Her işletme ekonomik ve ticari kaygılar güttüğünden ürettiği mal ve hizmeti müşterilere beğendirmek ve satmak durumunda olduğundan ürünlerin beğenilmeyen taraflarının işlediği süreçleri iyileştirmek istemektedir. Üretilen ürünler müşteriler nezdinde zaman zaman eksik, kusurlu bulunmakta ya da işlevsel bulunmamaktadır. Dolayısıyla da süreç bu eksik olan taraflardan iyileştirilmesi gereken bir yönetim aracına dönüşmektedir(Rasmussen vd, 2003: 65)

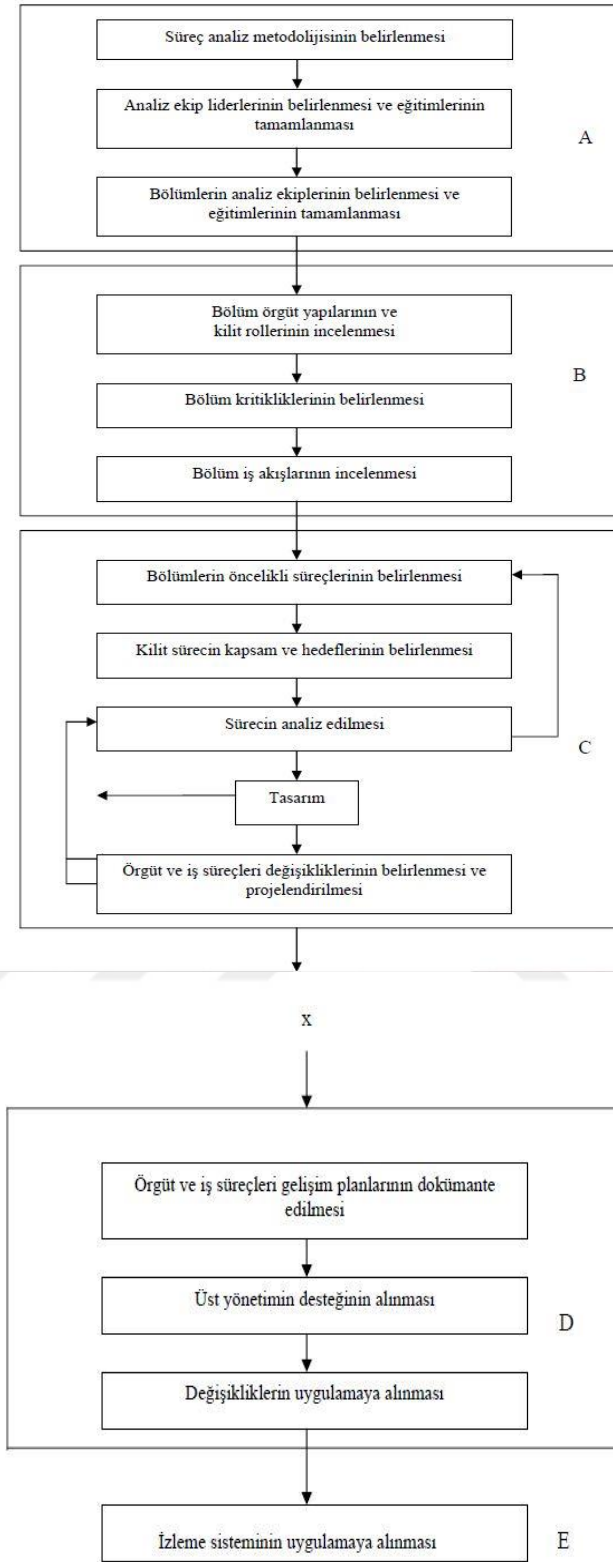
Süreç iyileştirmenin temel ilkeleri şöyle sıralanmaktadır:

- İşletmeler için ticari açıdan ayakta kalmak birincil etmen olduğundan öncelikle müşterilerin talep ve beklentilerinin takip edilmesi gerekmektedir. Süreç iyileştirme bu beklenti analizleri çerçevesinde yapılmalıdır

- Üretim araçlarının etkililiği kontrol edilmeli ve üretim araçları süreç iyileştirmenin bir parçası olmalıdır
- Ürün ve hizmetlerden beklenen özellikler spesifik bir şekilde tanımlanmalı ve iyileştirmeler de bu tanımlamalar üzerinden gitmelidir.
- Sürecin iyileştirilebilmesi geri besleme metotlarının etkin kullanılması gerekmektedir.
- Kaliteli kontrol sistemleri süreç iyileştirmeye eklenmelidir
- Kalite problemlerini daha meydana gelmeden önce teşhis etme ve önlem alma politikası benimsenmelidir. Bu durum, tıpta koruyucu hekimlik gibi yüksek maliyetli problemlerin ortaya çıkmasını engeller(Page, 2010: 23).

3.6.1 Süreç İyileştirme Döngüsü

Süreç iyileştirme belirli bir döngü çerçevesinde ilerlemektedir. Bu döngünün birinci aşamasında sürecin değerlendirilmesi gelmektedir. Bu aşamada sorunlar ve sorunların nasıl çözüleceği belirlenir. Süreçteki sorun hangi departmandaysa belirlenip ona göre aksiyon alınması gerekmektedir. İkinci aşamada ise sürecin analiz edilir. Bu aşamada süreç yönetimi de devreye girerek sürecin nasıl daha iyi iyileştirileceğine dair kıyaslar yapar. Bu kıyaslar işletme içindeki durumlar üzerinden gidebildiği gibi farklı işletmelerden alınan veriler üzerinden de yapılabilir. Bu aşamada çözümler sunularak iyileştirme planı oluşturulur. İyileştirme planında neyin ne zaman kim tarafından nerede yapılacağı belirlenmelidir. Üçüncü aşamada ise iyileştirme için belirlenen stratejiler uygulamaya konulur. Süreç iyileştirme üretim araçlarından birisine yönelikse ya da müşteri ilişki ve taleplerine yönelik makro bir iyileştirme ise önceden pilot bir uygulamanın yapılması gerekmektedir. Pilot uygulamada sürecin nasıl değiştiği gözlemlenip ana uygulamaya öyle geçilmelidir. Büyük değişimleri ekonomik anlamda da giderlere neden olacağından pilot uygulama üzerinden sorunların aşılp aşılmayacağı gözlemlenmelidir(Radenkovic, 2013).



Şekil 3.2 Süreç İyileştirme Döngüsü

(Kaynak: Keçecioğlu, 2003: 9).

3.6.2 Süreç İyileştirmenin Aşamaları

Süreç iyileştirme tasarım, (varsa) pilot uygulama, değişikliklerin deneyimlenmesi ve değişikliklerin gerçekleştirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Tasarım aşamasında sürecin genel incelemesi yapılarak arıza veren ya da sorun bölgeler belirlenir. Bu aşamada sorunların tespit edilmesinde bir yandan müşterilerden gelen talepler dikkate alınırken diğer yandan da iş görenlerden alınan geri bildirimler dikkate alınmalıdır. Üretim ve üretimin sonucu olarak ürünlerin kullanımı aynı anda değerlendirilmelidir.

Pilot aşamasında ise tespit edilen süreç iyileştirme sorunları geçici olarak, taslak biçimde uygulanır ve sonuçları gözlemlenir. Yapılan gözlemler sonucunda süreç iyileştirme tekniği değiştirilebilir. Pilot uygulama sonrasında ise değişikliklerin denenmesi ve uygulanması aşamasına geçilir. Bu aşamada:

- Yapılan pilot uygulamanın sonuçları analiz edilir
- İş akışı içindeki değişikliklerin standartlaşması
- Yapılacak değişikliklere yönelik iş görenlere eğitimler verilmesi
- Yapılan değişikliklerin yeniden izlenmesi ve bir süre kontrollerin daha sık yapılması (occr1.illinois.edu)

3.6.3 Süreç İyileştirme Faaliyetleri

Süreç iyileştirme faaliyetlerinin temelinde Japon kültüründe öne çıkan Kaizen düşüncesi yer almaktadır. Kaizen düşüncesinde ise süreç iyileştirme faaliyetlerinin temelinde insan yer almaktadır. Süreç iyileştire faaliyetlerinin temel amacı ise işletmenin ekonomik ve ticari olarak başarılı olmasıdır. Bu başarının merkezine ise üretim araçları ya da üretim teknolojilerinden daha çok iş gören yerleştirilmektedir. Kurum kültürü de iş akışının ve sürecin bir parçasıdır.

Etkili bir kurum kültürü iş görenlerin verim ve performansını geliştiren bir faktör olmaktadır. Mükemmeliyetçi bir yaklaşımın benimsendiği Kaizen düşüncesinde iş görenler olarak insanlar süreç yönetiminin merkezinde yer almaktadır. Sürecin temel parçası olarak iş görenler sürece dair sürekli bilgilendirilmelidir. Bununla birlikte süreç iyileştirme için üst yöneticiler etkili olsa da süreci iyileştirmenin merkezinde alt tabakadaki işçiler yer alacaktır. Planların ve teorinin uygulanması için sahadaki iş

görenler her zaman kilit roldedir. Süreç iyileştirmenin işleyebilmesi için iş görenlerin rahat bir iş hayatı içinde olması gerekmektedir(Gijo ve Scaria, 2014: 721).

Kaizen düşüncesinde süreç iyileştirme işyerlerindeki kurumsal kültür de iş görenler arasındaki ilişkiler de süreç iyileştirmenin bir parçası haline getirilir. Dolayısıyla işletmelerin sahibi ve idarecileri kurum içinde iş görenlerin rahat edeceği bir kurum kültürü tesis ederler. Çünkü süreç iyileştirme sadece teknik bazı detayların kontrol edilerek değiştirilmesi anlamına gelmemektedir. Süreç iyileştirilmesi insan merkezli olarak değerlendirilmelidir. İnsana yapılan yatırımla birlikte insana ve iş görenlere dair sürecin de iyileştirilmesi gerekmektedir. Süreci yöneten de iyileştiren temel dinamiği de iş görenler teşkil etmektedir.

Süreç iyileştirme faaliyetlerinin temelinde iş görenler yer aldığından üretim araçlarına yönelik eğitimler verilmelidir. Bu eğitimler üretim teknolojilerinin değişmesi ve gelişmesi sonrasında da yinelenmelidir. Ancak süreç iyileştirme faaliyetlerini üretim süreçlerinin denetlenmesine indirgenmemesi gerekmektedir. İş görenler için kurum kültürünün tesis edilmesi de süreç iyileştirmeye eklenmesi gerekmektedir. Çalıştığı iş yerinde zihinsel olarak rahat ve mutlu olan bir iş gören üretime de sürece de daha etkin katılacaktır(Krajewski, Ritzman ve Malhotra, 2014).

3.6.4 Süreç Merkezli Yönetim

Süreç merkezli yönetim düşüncesinin temelinde de Japon kültürü yer almaktadır. Japon kültüründeki işletmelerde sonuçtan daha çok sürecin kendisi önemlidir. İş görenler de süreç merkezinde değerlendirilmektedir. Sürecin önemsenmesi sürece dair olan aralıktaki iş görenlerin de değerlendirme biçimlerinin değişmesini sağlamaktadır. Bu doğrultuda süreç yönetiminde önemli olan iş görenlerin işe dair gayretleridir. Süreç yönetiminin daha iyi anlaşılması adına sonuç odaklı yaklaşımların da incelenmesi gerekmektedir.

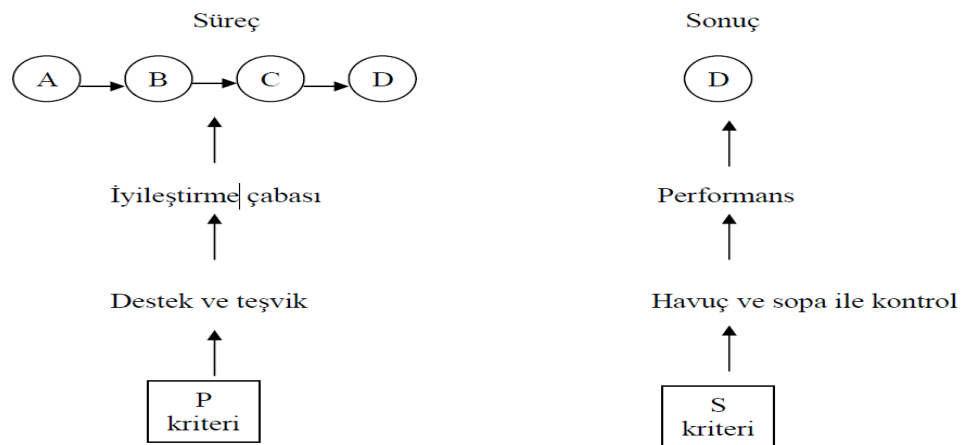
Sonuç odaklı yaklaşımlar kapitalizmin lokomotif güçlerinden birisi olan Amerika'da öne çıkmaktadır. İş görenlerin ekonomik hedeflere göre motive edildiği bu sistem de her iş görenin kendi payına düşen hedefleri tamamlayarak işletmenin ticari hedefleri arasında yer alır. Ancak verilen hedeflerin tutmaması durumunda da iş görenlerin strese girmesi muhtemeldir. Bu sisteme alternatif olarak ortaya çıkan süreç yönetiminde ise iş görenlerin toplu olarak işe dair göstermiş oldukları gayret öne

çıkmaktadır. Zihinsel olarak daha rahat hareket eden iş görenlerin işe dair motivasyonları diğer sisteme göre daha etkin olmaktadır (Ortner, 2008: 96).

Süreç merkezli yönetim iş görenlerin desteklenmesi ve teşvik edilmesini gerekli kılmaktadır. İş görenlerin teşvik edilmesi Amerikan iş hayatının sonuç yaklaşımli sisteminde de kendisini göstermektedir. Ancak süreç odaklı yönetim sistemlerinde de iş görenlerin teşvik ve motivasyonunu da sürecin kendisi ve sürecin yönetilmesi sağlamaktadır. Sürecin iş gören performansını yükseltmesi ise kurumsal kültür ve kurumsal iletişimle mümkün olmaktadır.

Süreç merkezli yönetimde iş görenlerin değerlendirme ve motive edilme şekilleri değişmiş olduğundan iş görenlerin performans ölçüm türleri de değişmektedir. Bu bağlamda iş görenler yaptıkları işin sonuçlarından çok iş sürecinde gösterdikleri verim üzerinden değerlendirilir. Ama bu durum süreç merkezli sistemde sonuçların önemsiz olduğu anlamına da gelmemektedir. Burada önemli olan istenen bir sonucun ortaya çıkması için iş görenlere yüklenen misyon ve sürecin değerlendirilmesidir (Noguera and Watson, 1999).

Süreç ve sonuç öncelikli yönetimler P kriterleri ve S kriterleri olarak ifade edilmektedir. P kriterleri süreci S kriterleri ise sonuç yaklaşımını karşılamaktadır. P'deki kriterler uzun vadelidir çünkü süreç içinde açıklanan ilkeleri içermektedir. Sonuç kriterleri ise kısa vadeli ve sonuca dayalıdır.



Şekil 3.3 Süreç ve Sonuç

(Kaynak: İmai, 2003: 19).

Şekil 14. incelendiğinde süreç odaklı yönetim faaliyetlerinde iyileştirme çabasının merkezde olduğu görülmektedir. İyileştirme çabalarının olması sürecin içindeki en önemli detaydır. Çünkü süreç değerlendirilmesi iyileştirme çabasıyla iç içedir(İmai, 2003:19).

3.6.5 Süreç İyileştirmede Dikkate Alınması Gereken Etmenler

Süreç iyileştirmede dikkat edilmesi gereken etmenler sadeleştirme ve basitleştirme kategorileri üzerinden değerlendirilmektedir.

Sadeleştirme

- Süreç iyileştirmenin etkili olabilmesi için öncelikle katma değer yaratan bölümlerin ele alınması gerekmektedir
- Uygulamanın daha kolay ve belirgin olabilmesi için karar ve kontrol adımlarının sadeleştirilmesi ve azaltılması gerekmektedir. Bu şekilde iyileştirme faaliyetlerinin iş görenlere aktarılması da daha kolay olmaktadır.
- İş gören sayısının -süreç iyileştirme alanındaki- azaltılması ve bilgi kirliliğinin önünü geçilmesi gerekmektedir. Ayrıca iş görenler arasındaki hiyerarşinin net bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir
- Süreç iyileştirme sistemlerinin işlemesi adına denetleyici sistemlerin belirlenmesi gerekmektedir(Hammer, 1997; Hammer, 2007).

Basitleştirme

- Erken karar alma becerisi geliştirilmeli
- Anında müdahale edilebilmeli
- Süreç iyileştirmenin en kısa sürede başlaması ve önceki hatalara göre ortak kullanımların belirlenmesi
- Süreç iyileştirme adına bu süreci iyi bilen profesyonellerle çalışılması gerekmektedir.
- Teknolojiyi girdi olarak kullanmak, otomasyon, bilgi erişimi ve işleme, uzman sistemleri kullanmak(Hammer, 1997; Hammer, 2007).

Sürecin iyileştirilmesi için öncelikle sürecin anlaşılması gerekmektedir. Sürecin kolaylıkla anlaşılabilmesi içinse sürece dair elemanların basitleştirilmesi ve sadeleştirilmesi sağlanmalıdır.

3.6.6 Süreç İyileştirme ve Kaizen

Kaizen yaklaşımı Japon kültürünün bir parçası olarak işletme kültürlerinin de parçası olmaya başlamıştır. Yalın düşünmeyi ve işletmelerdeki organizasyonun birlikte ele alınmasını sağlayan Kaizen düşüncesi Japoncada değişim anlamına gelmektedir. Türkçede ise sürekli iyileştirme olarak ifade edilmektedir (Akıl, 2013: 55).

Kaizen yaklaşımına göre önemli olan süreçtir. Bu durum Kaizen düşüncesinde sonuçların önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Ancak sonucu giden sürecin incelenmesi önemlidir. Süreç ne kadar iyileştirilebilirse sonuçta o denli istenen şekilde olacaktır. Çünkü sonucu doğuran da süreçtir. Sürecin iyileştirilmesi ise Kaizen düşüncesine göre olan biten bir şey değildir. Özellikle üretim her zaman devam eden bir şey olduğundan süreç iyileştirme üretime paralel olarak devam eder. Dolayısıyla süreç iyileştirmede önemli olan sürdürülebilirliktir. Sürdürülebilirliğin sağlanması için de sürecin yönetilmesi ve anında müdahalelerin yapılması gerekmektedir.

Söz konusu çelik üretimi ve dövme işlemleri gibi büyük ölçekli işlerde ise süreç yönetimi çok daha önemli bir hal almaktadır. Çelik dövme işletmelerinde hem iş gören sayısı fazla olmakta -iş gücüne duyulan ihtiyaç fazla olduğundan dolayı- hem de ağır sanayi ekipmanlarının sayısı fazla olmaktadır. Dolayısıyla sürece dahil edilen üretim elemanları yüksek olduğundan sürecin de o denli iyi yönetilmesi gerekmektedir. Sürecin içindeki bir aksama kısa sürede büyük bir organizasyonun işlemesine zarar vermektedir. Bununla birlikte ürün kalitesi de süreç iyileştirilmesinin bir parçası olduğundan çelik üretimi gibi bir alanda sürecin sıkı sıkıya takip edilmesi gerekmektedir.

Süreç iyileştirme çelik üretimi gibi büyük vinç ve makinelerin kullanıldığı bir alanda anlık sorunların tespit edilerek çözülmesini sağlayacağından ekonomik zararlarında önünde geçilmesini sağlar. Yüksek ısıda kullanılan makinelerin maliyetleri de yüksek olduğundan oluşması muhtemel sorunların anında çözülmesi makinelerin zarar görmesini engellemesi adına da önemlidir.

Sektör fark etmeksizin üretim ya da hizmet süreçlerinin tıkanması söz konusu olmaktadır. Bu tıkanmaların fark edilmesi de aşılmasının anahtarı da Kaizen

yaklaşımından hareketle ortaya çıkan süreç yönetimiyle mümkündür (Rahmanian ve Rahmatinejad; 2013:1094; Holtskog, 2013:577).

3.6.7 Süreç İyileştirme Yöntemleri

Süreç iyileştirme tekniklerinin çeşitlenmesinde sektörel farklılıklar etkili olmaktadır. Organizasyonların süreçleri birbirinden farklılık gösterdiği için kullandıkları iyileştirme teknikleri birbirinden farklı olabilmektedir. Farklılık aynı zamanda iyileştirme yapmak istedikleri alana veya sürece göre de değişiklik gösterebilir. En ideal teknikler şeklinde sınıflandırabileceğimiz bir küme yoktur (Ertuğrul, 2006:155). Öne çıkan süreç iyileştirme tekniklerinden birkaçı aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- **Kaizen Uygulaması:**

Kaizen uygulamasında süreç yönetimi kısa sürede iş görenlere anlatılabildiğinden ve uygulaması da kolay olduğundan tercih edilen süreç iyileştirme metodlarından birisidir. Bununla birlikte Kaizen uygulaması birçok farklı sektörde uygulanması kolay olduğundan da öne çıkmaktadır.

Süreç iyileştirme yönteminin merkezine insana hizmet etmeyi koyan Kaizen yönteminde iş görenler büyük bir önem taşımaktadır. Süreci iş gören çerçevesinde değerlendirilen Kaizen sisteminde iş görenlerin verim ve performansını yükseltecek olan kurumsal kültürün yaratılması da süreç iyileştirmenin bir parçası olarak ele alınmaktadır. Süreç iyileştirme yöntemlerinin temelinde geliştirme ve standartlaşma ilkeleri yer aldığından Kaizen yöntemiyle geliştirilen kurumsal kültürde iş görenlerin bu iyileştirmeye eklemlenmesini gerekli kılmaktadır(Öztürk, 2016:3).

- **Neden-Sonuç Diyagramı**

Bu uygulamada sonuç aşaması süreç aşamasıyla birlikte düşünülür. Sürecin kısa sürdüğü üretim alanları için daha uygundur. Çünkü süreçteki her küçük değişken sonucu çok daha net bir şekilde belirlediğinden pilot uygulamaların yapılması da kısa sürer(Gitlow vd., 2005:358).

Sonuç diyagramı yöntemine göre süreç iyileştirme olarak öncelikle süreci tıkayan sorunlar belirlenir. Aslında bu aşamanın -sorunların tespit edilmesi- tüm süreç

iyileştirme yöntemlerinde ortak olduğu söylenebilir. Ancak neden sonuç diyagramında süreç iyileştirilmesi gerekli olan sorunların çözülmesi alt nedenlere ayrılarak incelenmektedir. Sorunun ortaya çıkmasına neden olan etmenler etki durumlarına göre alt nedenlere ayrılır. Sınıflanan alt nedenlerin tek tek çözümü sağlanır. Ancak bu alt nedenler sürecin iyileştirilmesi çerçevesinde öncelik-sonralık ilişkisine göre sıralanır ve süreç iyileştirme bu sıralamaya göre yapılır.

- **Poka-Yoke (Hatadan Sakınma) Analizi**

Bu uygulama süreç hatadan sakınma üzerine temellendirilmektedir. Poke dalgınlık nedeniyle fark edilmeyen hatayı ifade ederken Yoke ise hatanın önlenmesi ve azaltılması anlamına gelmektedir. Bu teknik daha çok insanlardan kaynaklı hataların minimize edilmesine yönelmektedir. Dolayısıyla daha çok manuel olarak yapılan işlerde tercih edilmektedir(Treurnicht vd., 2011:214).

Poka-yoke yöntemi 1986 yılında ilk defa Shingo tarafından kullanılmıştır. Hatanın minimize edilmesi için uyarı amaçlı sistemlerin geliştirildiği bu yöntemde; şalterler, sensörler, kontrol listeleri ve ışıklı uyarı tabelaları kullanılmaktadır. Diğer süreç iyileştirme yöntemlerinde olduğu gibi bu yöntemde de önemli olan hataların bir daha tekrar etmemesidir. Tekrar eden hatalar için verilen uyarı yöntemleri bir yandan sürecin iyileşmesini sağlarken diğer yandan da iş görenlerin hatalara karşı daha duyarlı olmasını sağlar.

- **8D Problem Çözme Yöntemi**

Otomotiv sektöründe ve savunma sanayinde kullanılan bu yöntem; süreç ne kadar kontrol edilse de bazı hataların ve risklerin önüne geçilmesinin zor olmasına dayanmaktadır. Özellikle manuel olarak yapılan işlerde risklerin ortaya çıkması insana bağlı olduğundan sorunlar olabilmektedir. 8D sisteminde imkân dahilinde olan hatalarında göz önünde bulundurulması söz konusudur. Dolayısıyla süreç iyileştirme olarak daha detaylı bir tekniktir. Bu bağlamda 8D tekniği 8 adımdan oluşmaktadır

D1- Planlama

D2- Ekip oluşturmak

D3- Problemi belirlemek ve tanımlamak

D4- Acil aksiyon planlama, yürütme ve aksiyonlar alma

D5- Kök neden belirleme

D6- Aksiyonu seçmek

D7- Düzeltici faaliyet uygulama ve geçerli kılma

D8- Ekibi tebrik etme (Solak ve Korkut, 2015:112).

Süreç iyileştirme yöntemleri genellikle ikinci dünya savaşı sonrasında ortaya çıkmıştır. Ülkeler savaş sonrasında, bozulan ekonomilerini düzeltmek ve diğer ülkelerle ticari rekabetteki yerlerini almak için işletmelerinin verim ver performanslarını yükseltmeyi hedeflemişlerdir. 8D problem çözme yöntemi de bu çerçevede 1980’li yıllarda Amerika’da ortaya çıkmıştır. Problem çözme yöntemi olarak süreç iyileştirmede geri bildirimler daha çok müşteri şikayetleri çerçevesinde analiz edilir.

- **Toplam Kalite Yönetimi**

Toplam kalite yönetimi süreç iyileştirmeyi bölüm bölüm ya da adım adım incelemekten daha çok toplam bir süreç olarak değerlendirir. Bu süreç iyileştirme modelinde temel kaygı ürün ve hizmet kalitesinin yükseltilmesidir. Bir yandan maliyetlerin düşmesini hedefleyen toplam kalite yönetimi diğer yandan da müşteri taleplerini kapsamayı ve ürün kalitesini yükseltmeyi amaçlar. Toplam kalite yönetimi süreci iyileştirebilme adına iş görenleri de sürece katar. İşlem sürecinde verimlilik yükselirken tüm iş görenlerin de üretim sürecinde eklemlenmesi sağlar. Toplam kalite yönetimi ile kastedilen şey sadece üretilen ürünün kaliteli çıkması değil bununla birlikte üretime dahil edilen tüm elemanların da kalitesinin yükselmesi ifade edilmektedir(Bozkurt, 2003:12).

- **Altı Sigma:**

Altı sigma tekniği toplam kalite yönteminin bir parçası olarak ele alınmaktadır. Üretim ve yönetim süreçlerindeki hataların tamamen ortadan kaldırılmasını hedefleyen sigma kuralı mükemmeliyetçi bir yaklaşımı benimsemektedir.

Sigma tekniğinde süreç iyileştirme belirli adımların takip edilmesiyle ortaya çıkar. Bu adımlar; tanımlama, ölçme, analiz etme, iyileştirme ve kontrol etme aşamalarından oluşmaktadır. Tanımlama adımında iki ilke üzerinden durulmaktadır. Bu ilkelerden birincisini müşterilerin beklentileri teşkil ederken bir diğerini ise

üzerinden çalışılan mal ve hizmetlerin durumu teşkil etmektedir. Altı sigma kuralının hedefi hata oranlarını milyonda 3,4 seviyesine düşürmektir. Bugün Dünyada bu metodolojiyi kullanan firmaların başında Motorola, GE, Ford, Citibank, Quantum, Pirelli, Toshiba, Samsung, Ericsson, Hyundai, Sony, Kodak, Shell, Jaguar, Volvo, Fiat, Dupont, Xerox, LG, Siemens gelmektedir. Tahmin edilen sigma seviyeleri Amerikan firmaları için 3-4 sigma seviyesindedir(Kansoy ve Dirgar, 2008:19).

- **Tam Zamanında Üretim**

Tam zamanında üretim Japon işletme yönetimde ortaya çıkmış ve daha çok otomotiv sektöründe tercih edilen bir süreç iyileştirme yöntemidir. Bu sistemde sipariş edilen ham maddelerin ya da diğer kaynakların israf edilmeden kullanılması gerekmektedir. Bunun için azami gayret gösterilen bu sistemde israf sadece kullanılan malzeme bağlamında değil bununla birlikte kullanılan enerji bağlamında da dikkat edilmesi gereken bir ilke olarak ele alınmaktadır. Dolayısıyla tam zamanında üretim yönteminde süreç iyileştirme hem üretime hem de üretim elemanlarının kullanımına dayanmaktadır. Üretime dahil olan her elemanın savurgan kullanılmaması hem disiplin sağlamakta hem de maliyetlerin düşmesini sağlamaktadır(Gershon, 2010:6).

3.7 HTEA Tekniği

HTEA tekniği hata türü etkilerinin analizi anlamına gelmektedir. Bu çerçevede HTEA sistemi, süreç iyileştirmede komple bir teknik alanı kapsamaktadır. Bu teknik alan; ürünün geliştirilmesi, üretim araçlarının servisi, üretim sisteminin gözden geçirilmesi, hata çeşitlerinin tespit edilmesi ve sınıflandırılmasını içermektedir. HTEA tekniğinde ürün geliştirme sisteminde ortaya çıkan hataların analizi önemli bir yer tutmaktadır. Hatanın sadece kendisi değil hataya neden olan etmenlerin de kendi için sınıflandırılması söz konusudur.

Diğer süreç iyileştirme tekniklerinde de hataların nedenlerinin irdelenmesi ve anında müdahale edilmesi önemlidir. HTEA sisteminde ise hatalara neden olan etmenlerin sınıflandırılması söz konusudur. Bu sınıflandırma yapılırken dikkat edilen temel ilkeyi ise risk faktörü teşkil etmektedir. HTEA yönteminde süreç iyileştirmede ortaya çıkan hatalar içermiş oldukları risklere göre öncelik sonralık ilişkisine alınır ve ona göre müdahale edilir. Büyük riskler üretimin sekteye uğramasına neden olduğu gibi büyük arızaların meydana gelmesine neden olabilmektedir. Dolayısıyla öncelikle

bu türden yüksek riskler içeren hataların üzerine gidilir. İkincil ve tali hatalar ise sonraya bırakılır(Eleren, 2007:4).

HTEA tekniğinin uygulama adımları şöyle sıralanmaktadır:

- Öncelikle tanımlama yönünde başlangıç çalışmaları yapılır
- Üretim sürecinde yer alan tehlikeler ve riskler tespit edilir. Bu tespit aşamasında iş görenlerden veya departmandan fikir alınabilir.
- Tespit edilen hataların nedenleri belirlenmeye çalışılır. Bu aşamada da iş görenlerden fikir alınabilir
- Hataya neden olan etmenler risk faktörlerine göre sınıflandırılır ve RÖS değerleri belirlenir
- RÖS puanlarına göre hatalar sıralanır ve alınacak önlemler belirlenir
- Öngörülen önlemlerin hayata geçirilmesinin ardından RÖS değerlerinin yeniden hesaplanması(Türkan ve Görener, 2017:28).

HTEA yönteminin merkezinde RÖS değerlerinin belirlenmesi yer almaktadır. Nicel bir yöntem üzerinden tespit edilen hatalar üzerinden süreç iyileştirme yapılır. RÖS değeri aşağıda verilen formül vasıtasıyla hesaplanmakta olup Tablo 3.1 de değerlendirme ölçeği verilmiştir.

$$RÖS = \text{Şiddet Puanı} \times \text{Olasılık Puanı} \times \text{Saptanabilirlik Puanı}$$

Tablo 3.1 RÖS Değerlendirme Ölçeği

RÖS Değeri	Önlem Durumu
$RÖS < 40$	Önlem almaya gerek yok
$40 \leq RÖS \leq 100$	Önlem alınabilir
$RÖS > 100$	Kesinlikle önlem alınması gereklidir

Kaynak: (Kahraman ve Demirer, 2010:60)

Tablo 3.2 ve Tablo 3.3 te HTEA ve RÖS'ün hesaplamalarında kullanılan risk puanları ve anlamları gösterilmektedir.

Tablo 3.2 Hataların Ortaya Çıkma Olasılığı ve Puanı

Şiddet Etkisi	Puan	Hatanın Olasılığı	Puan	Saptanabilirlik Olasılığı	Puan
Uyarısız gelen yüksek tehlike	10	1/2'den fazla	10	Fark Edilemez	10
Uyarısız gelen tehlike	9	1/3	9	Çok az	9
Çok yüksek	8	1/8	8	Az	8
Yüksek	7	1/20	7	Çok düşük	7
Orta	6	1/80	6	Düşük	6
Düşük	5	1/400	5	Orta	5
Çok düşük	4	1/2000	4	Yüksek Ortalama	4
Küçük	3	1/15000	3	Yüksek	3
Çok küçük	2	1/150000	2	Çok yüksek	2
Yok	1	1/150000'den düşük	1	Kesin	1

Kaynak: (Kahraman ve Demirer, 2010:60)

Tablo 3.3 Saptanabilirlik Puan Değerlendirme Tablosu

Saptanabilirlik	Puan	Saptanabilirlik Oranı (%)
Kesin - Çok Yüksek	1	86-100
Yüksek	2	76-85
	3	66-75
Orta	4	56-65
	5	46-55
	6	36-45
Düşük	7	26-35
	8	16-25
Çok Düşük - Fark Edilemez	9	6-15
	10	0-5

Kaynak: (Pillay ve Wang, 2003:69)

3.8 Fabrika Düzenlemesi ve Yerleşimi

Fabrikaların yönetimi kurulduğu alanlardan başlamaktadır. Ham maddelerin işlendiği alanlar olarak fabrikalar genellikle geniş yüz ölçümlerine büyük tesisler olarak kurulmaktadır. Fabrikaların kurulma aşamasında ham maddeye olan yakınlık dikkat edilen temel özelliklerinden birisini teşkil etmektedir. Fabrikanın ham maddeye yakın olmasının ikinci tür yönetim amacı bulunmaktadır. Birincisi lojistik giderlerinin

minimize edilmesi ve süreden kazanılması ikincisi ise ham maddenin bozulma riskinin göz önünde bulundurulmasıdır.

Fabrika yönetimi çok katmanlı bir yapı arz ettiğinden kurulumunda ve yerleşiminde de ham madde konusu önem arz etmektedir. Ham madde temin edilen yerin yakın olması fabrikanın oradaki sorunların çözebilmesi adına önemlidir. Dolayısıyla tesisin yerleşim tasarımı verimi de etkilemektedir.

Süreç yönetiminin ve süreç iyileştirme tekniklerinin uygulanabilmesi de fabrikanın kurulumuyla ilgilidir. Süreç iyileştirmenin önemli adımlarından birisi olan sadeleştirme ve basitleşme ilkesi fabrikanın kurulduğu üretim alanlarının fazla yayılmasında da kendisini göstermektedir (Kobu, 1987).

Fabrikanın alanı genişledikçe süreç yönetiminin takip edilmesi de zorlaşmaktadır. Özellikle üretim alanlarının birbirini takip eden alanlar üzerine kurulması gerekmektedir. Yerleşimin üretim merkezli olması çözümlerin çok daha kolay uygulanmasını sağlamaktadır. Üretimin birinci unsuru olan üretim araçları ve iş görenlerin istedikleri an üretime dair malzemelere ulaşması sürecin çok daha etkili yönetilmesini sağlamaktadır.

Fabrika yerleşimlerinin plansız olması ise çözümlerin uygulanmasını geciktirebilir. En basit anlamda büyük üretim araçlarının kurulmasında ilgili üretim araçlarının arıza verdiği zamanların da ön görülüp öyle kurulması gerekmektedir. Dolayısıyla arıza anında tamir edilebilmesi için alanlar da verilmelidir. Stokların makinelere yerleştirilmesi makinenin boş kalmaması da fabrikanın yerleşimiyle ilgili diğer faktörler olarak öne çıkmaktadır. Malzeme kuyruklarının uzaması ham maddenin ürüne dönüşmesini geciktirmektedir (Şahin ve Türkbey, 2010).

Fabrika yerleşiminin planlaması yapılırken üretim süreçlerinin iş görenler tarafından takip edilmesi sağlanmalıdır. Sürecin görülmesi sürecin iyileştirilmesini sağlayacağından dolayı iş görenler tarafından üretim araçlarının ve üretim sahasının geniş açılardan görülebilmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede fabrika yönetimleri genel olarak iki tür alan yaratmaktadır. Birinci alanı üretim araçlarının kenarları oluştururken ikinci alanı ise daha yüksekte bakılan loca tarzı yerlerdir. Loca tarzı yerlerden üretim süreci ve üretim araçları tepeden görünür ve çalışma çok daha etkili bir şekilde kontrol edilebilir.

Süreç iyileştirmenin yönetilebilmesi ve üretim süreçlerine müdahale edilebilmesi için üretim süreçlerinin sürekli olarak gözlemlenebilir olması gerekmektedir. Dolayısıyla fabrikanın yerleşim durumu üretim verimini etkilemektedir. Üretimden alınan verim sadece makinelerin iyi işlemesinden ya da iş görenlerin performanslarından kaynaklanmamaktadır. Üretimdeki verimi artıran bir diğer etmen de fabrikanın kurulma alanının planlanmasıdır.

Makinelerde oluşan arızalara müdahale edilebilmesi için sürecin yönetilebilmesi ve iyileştirilebilmesi gerekmektedir. Bu iyileştirilmenin yapılabilmesi için de fabrikanın kurulumunun buna göre planlaması sağlanmalıdır (Wilsten ve Shayan 2007).

Fabrika yerleşimi ve yönetimini temel amacı iş görenlerin ve üretim araçlarının etkili ve işlevsel kullanımının sağlanmasıdır. Fabrika yerleşiminde dikkat edilmesi gereken ilkeler şunlardır:

- Öncelikle fabrika sisteminin üretim kapasitesi göz önüne alınmalı ve yerleşim, tasarım bu kapasite göz önünde bulundurularak yapılmalıdır
- Fabrika üretim alanları arasındaki mesafelerin hesaplanması gerekmektedir. Mesafeler hem güvenlik hem de üretim süreçlerinin gözlemlenmesi ve iyileştirilmesi açısından önemlidir.
- Proses gereksinimleri, başka bir deyişle gerekli operasyon sayısı; malzemelerin makineler arasındaki akış seyri
- Fabrika alanı üzerine başka üretim tesisi kurulacaksa ona göre de planlama yapılması gerekmektedir.
- Fabrikanın planlamaya uygun kurulması fabrika yönetimini kolaylaştırdığı gibi malzeme akışını da kolaylaştırır
- İş kazaların azalmasını sağlar
- Hem üretim araçlarının hem de iş görenlerin daha işlevsel hem de verimli kullanılmasını sağlar (Krajewski and Ritzman, 1996).

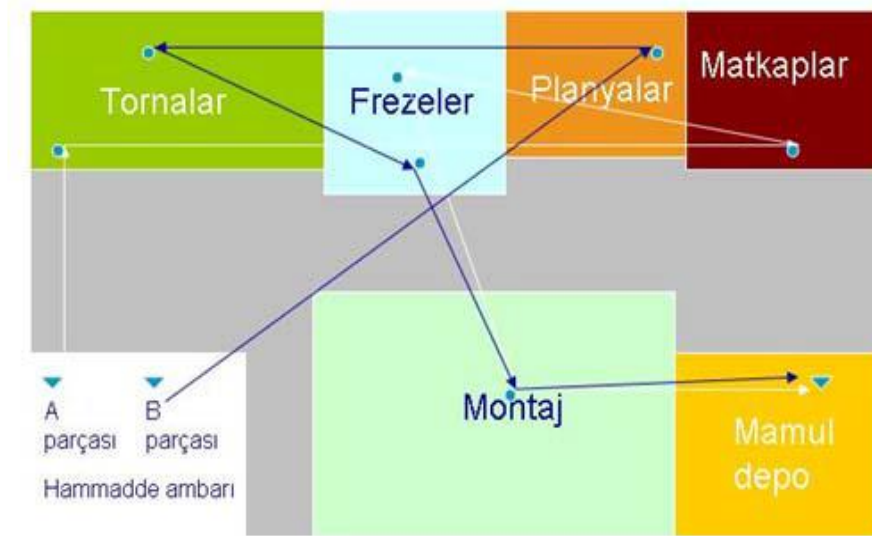
3.9 Süreç İyileştirmeye Göre Fabrika Yerleşimi

Fabrika yerleşiminin sadece dıştan kurulması değil iç tasarımı ve tasarımında da süreç iyileştirme tekniklerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Prosese yerleşim de öncelikle üretim araçlarının ve üretilecek olan maddeler dikkate alınmalıdır. Sadece üretim değil aynı zamanda iş görenlerin güvenliği de fabrika yerleşiminin bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

Yerleşim düzeni makinelerin işleminin fonksiyonelliği sağlarken diğer yandan da üretimdeki hataların kolay tespit edilmesini sağlamaktadır. Üretimin standartlaşması üretilecek olan ürünün tam olarak öğrenilmesini ve bilinmesini sağlar. Yani hem makine hem de iş görenlerin ürünlere alıştığından olası sorunları da çok daha rahat ön görebilmektedirler (Turanoğlu, 2012: 41).

Süreç yönetiminin ve süreç iyileştirmenin dikkate alınırken aşağıdaki ilkeler öne çıkmaktadır:

- Yapılan üretim türünün tespit edilmesi ve ürün tiplerine göre yönetim ve yerleşim planlarının yapılması gerekmektedir.
- Fabrikalarda aynı andan farklı ürünler üretiliyorsa farklı ürünler için farklı süreçler planlanmalıdır
- Üretim için geniş alanlar yaratılmalıdır
- Üretim araçları ve üretilen ürünler için zaman analizleri yapılmalıdır
- Üretim araçları ve iş görenler arasındaki ilişkinin sağlanabilmesi için yerleşim bu ilkeye göre planlanması gerekmektedir
- Üretilen ürünler büyük ve kütleli olduğundan üretimin parça parça yapılması planlanmalıdır
- Makinelerin kurulma alanları önceden çok iyi etüt edilmelidir. Çünkü makinelerin kurulma alanları sürecin iyileştirilmesinde ve olası arızalara müdahaleyi kolaylaştırmalıdır
- Tezgahlar arasındaki mesafe de arıza durumunda mamullerin diğer tezgâha taşınması açısından önemlidir. Bu tür durumlar da süreç yönetiminin bir parçası olarak ele alınmalıdır (Eryiğit, 2000).



Şekil 3.4 Prosesse Göre Örnek Yerleşim ve Yönetim Düzeni

3.10 Üretim Yönetimi

1980'li yıllarla birlikte hızla değişen ve gelişen teknoloji, işletmeleri de birçok yönden etkilemiş ve etkilemeye devam etmektedir. Her işletme kullandığı üretim teknik ve yöntemlerini değişen gelişmeler ışığında yenilemektedir. Özellikle globalleşen dünya ile birlikte küreselleşen üretim yönetimi uygulamaları farklı pazarlarda benzer uygulamalara neden olmuştur. Her pazarın üretim yöntemleri farklı olsa da dünya çapında değişen pazarlama yöntemleri değişik pazarlarda kullanılmaya başlanmıştır. İşletmelerin artan rekabete karşı, esneklik, hız, dayanıklılık, kalite ve fiyat konusunda yeni birçok uygulaması olmuştur (Kağnıcıoğlu, 2018:12).

İşletmeler arasında artan rekabete karşı birçok farklı üretim yönetimi ve pazarlama stratejisi ortaya çıkmıştır. Özellikle ürün satın alan tüketicilerin günümüzde artan ve hızla değişen taleplerine karşı işletmeler; farklı ürün üretimi, yönetimi ve pazarlama yöntemlerini kullanmaya başlamıştır. Tüketicilerin artan farklı ürün taleplerine karşı işletmelerin iş gücü artmaktadır. İşletmeler tüketicilerin her talebine karşılık verebilecek farklı birçok ürün geliştirmek ve pazarlamak durumunda kalmıştır. Bu durum birçok işletmenin son bulmasına da neden olmuştur. Yeni dünya ve yeni tüketicilerle birlikte işletmelerin devamlılıklarını sağlayabilmeleri ürün yönetimini iyi kullanmalarına bağlıdır.

İşletmelerin tüketici talepleri dışında da etkilendikleri birçok dış faktör bulunmaktadır. Bunlar, sermaye, endüstriyel işler, iş gücü ve sosyal gelişmeler gibi

üretimi bire bir etkileyen faktörlerdir. Tüm bu nedenlerden kaynaklı olarak üretim yönetimi her işletme için hayati bir öneme sahip olmaktadır. Her işletme üretimiyle vardır ve varlığını, pazardaki yerini korur. Üretimde yaşanan herhangi bir aksaklık işletmeleri doğrudan etkilemektedir. Üretim yönetimi oldukça geniş iş gücüne sahip kapsamlı bir işletme yönetimidir. Üretim yönetimi işletmelerin tüm girdileriyle birlikte istenilen şekilde üretimini yapılmasını sağlayan birçok alanla çalışan bir yönetimdir.

İşletmenin sahip olduğu; iş gücü, makine ve malzeme gibi girdilerle işletmenin hedeflediği üretimin zamanında ve sayısında gerçekleşebilmesini sağlamaktadır. Üretim yönetimi üretim esnasında yaşanabilecek her türlü aksaklıkların giderilmesini ve maliyetin düşük olmasından sorumludur. Üretimin sayına göre işletmelerde farklı aksaklıklar ya da nedenler ortaya çıkabilmektedir. Bu durumdan dolayı her üretim yönetimi aynı zamanda işletme yöneticileri tarafından da tespit edilmekte ve desteklenmektedir.

Üretim yönetiminin sorumluluklarından da anlaşılacağı üzere işletmelerde yönetim sistemi içerisinde yer alması gereken bir iş bölümüdür. Üretim yönetimi her işletmenini ürettiği ürünlerin her aşamasıyla ilgilendiği gibi değişen her durumunda işletmeye entegresinden sorumludur. Artan rekabet şartlarına uyum sağlamak için kullanılan yeni üretim sistemleri, insan kaynakları uygulamaları ve tüketim ihtiyacının karşılanması gibi her durum üretim yönetimi sayesinde işletmelere uygulanmalıdır. Bilim ve teknolojinin gelişmesi, kullanımlarının artması işletmelerin de bu minvalde üretim yöntemlerini tercih etmelerine neden olmuştur.

İşletmelerde uygulanan her üretim yönetimi aynı zamanda bilimsel her gelişmenin de işletmelere uygulanması için çalışmaktadır. Değişen ve gelişen her durumla ilgili olarak ise yeni üretim yönetimi yaklaşımları ortaya çıkmış ve işletmelerde kullanılmaya başlanmıştır. Üretim yönetiminin tanımlanması ve işlevleri hakkında verilen bilgilere ek olarak konunun geniş bir şekilde incelenmesi ve her gelişmenin işletmelere katkısının belirlenmesi de üretim yönetiminin sorumlulukları içinde sayılmaktadır.

İşletmelerin neredeyse her aşamasından sorumlu alan üretim yönetimi; üretilen her ürünün yapılması, tasarımı, üretimi ve pazarlamasından doğrudan sorumludur.

İşletmeler için en iyi hizmetin sunulması gereken üretim yönetimi kısmı gerekli bilgi ve tecrübe sahibi iş görenler tarafından yapılmalıdır (Sezen, 2011).



4 UYGULAMA

Dünya üzerinde üretimin olduğu tüm tesislerde birtakım hatalarla karşılaşmakta ve bu hataların çözümü için çalışılmaktadır. Bu hatalar şirketlere bazen prestij kaybına bazen ekstra maliyet ve/veya maddi yükümlülüklerle en önemlisi zaman kaybına mal olmaktadır. Rekabet ortamında birçok araştırmacı kalite ve süreç yönetimi tekniklerinin daha verimli ve daha etkin nasıl kullanılabileceğini araştırmakta ve geliştirdikleri yeni yöntemleri kullanıcılara sunmaktadır.

4.1 Çalışmanın Önemi ve Amacı

Geçmişten günümüze iş süreçlerinin sorumluları ve şirket içi müşteri-iş veren olguları oturmuş, süreç takibini kolaylaştırmıştır. Süreç sorumlularının olası bir performans düşüklüğünü ya da hatayı kısa zamanda saptaması kolaylaşmıştır. Bununla birlikte kritik hataların meydana gelme olasılığı ve sayısı azalmıştır. Nitekim bu durum bütün hataların çözümü manasına gelmemektedir. Zamanla hataların çözümünü bulmak yetmemekte ve sürekli bir uygulama ile önlem alma arzusu ön plana çıkmaktadır.

Her anlamda kaynakların kısıtlı ve zamanın ise dar olduğu günümüzde her şirketin kendine özgü bir çalışma sistemi mevcuttur. Bu çalışma sisteminin icrasında ise süreç sahibi birimlerde genel veya özel birtakım hatalar meydana gelebilmekte, çözümü için yol aramaktadırlar. Teze konu olan araştırma, ilgili şirketin departmanlarını etkileyen hata başlıklarını süreç sahibi olan birimler ile birim birim irdelenecek, inceleyecek, çözüm önerileri ve tavsiyeleriyle hatanın şiddetini, hatanın oluşma -ya da oluşabilme- sıklığını düşürmeye, hatanın kullanıcıya ulaşmadan saptanabilirliğini arttırmaya çalışacaktır. Yeni durumda hata, önlem almaya gerek kalmayacak seviyeye indirgenmiş ya da önlem alınmasa dahi yeni uygulama ile sorun teşkil etmeyecek seviyede olması sağlanacaktır. Bu vesileyle süreç iyileştirmesi üzerinde durulacaktır.

Bu çalışmada birimlerde meydana gelen -gelebilecek- hatalar için ilgili tüm birimlere gerek reaktif olarak hızlı bir çözüm bulma, gerek proaktif bir yaklaşımla hata meydana gelmeden çözüme yönelik bakış açısı kazandırması yönüyle fabrika için süreç iyileştirmeye katkısı olacağı değerlendirilmektedir.

Sıcak çelik dövme fabrikalarına, bazı yönleriyle soğuk çelik dövme veya çeliği hammadde olarak kullanan üretici firmalara fikir verebileceği de değerlendirildiğinden çelikten üretim yapan şirketler için verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır.

4.2 İlgili Araştırmalar

Literatür incelendiğinde süreç iyileştirme bağlamında yapılan birçok farklı akademik çalışmanın olduğu gözlemlenmektedir. Nitekim süreç iyileştirme tek bir sektörde değil birden fazla sektörde kullanıldığından farklı sektörlerde uygulamalı çalışmaların yer aldığı belirlenmiştir. Bu araştırmaların bir kısmı tez niteliğinde bir kısmı ise akademik dergilerde yayınlanan makalelerden oluşmaktadır.

Jeong ve Haigh (2005) süreç iyileştirme uygulamasını inşaat sektörü üzerinden ele alan çalışmalarında iki büyük endüstri işbirlikçisinin uygulamalarını incelenmiştir. İki yıllık bir araştırma projesine dayanan bu makale, organizasyon düzeyinde entegrasyon ve iyi uygulama paylaşımı yoluyla süreç iyileştirmede araştırma bulgularını ve ortaya çıkan sorunları sunmaktadır. Araştırma projesinin temel amacı, SPICE (İnşaat İşletmeleri için Yapılandırılmış Süreç İyileştirme) adı verilen yapılandırılmış bir süreç iyileştirme çerçevesi geliştirmektir; amaç, entegrasyon ve bilgi paylaşımı için uygun bir yönetim altyapısı kurarak inşaat organizasyonlarının süreçleri iyileştirmesine yardımcı olmaktır. Ön anahtar süreçler ve kolaylaştırıcılar, literatür taraması ve ardından örnek olay şirketlerindeki üst düzey yöneticilerle yapılan görüşmeler yoluyla belirlenmiştir. Bunların alaka düzeyi ve uygulanabilirliği, gerçek hayattaki bir inşaat ortamındaki örnek olay incelemeleriyle daha ayrıntılı olarak incelenmiştir.

İnce, Erol ve Karagöz (2013) süreç iyileştirme çalışmalarını Sivas numune hastanesi örneğin incelemiştir. Çalışmada yapılan inceleme iletişim sistemler merkezinde yürütülmüştür. Süreç iyileştirme teknikleri hastanelerdeki hasta kayıtlarının alındığı arşiv sistemine göre analiz edilmiştir. Sonuç olarak bu sistemin uygulanması ve sonuçları ile ilgili değerlendirmede önemli bir süreç iyileştirme örneği olarak hastane ve müşterilere olumlu katkılar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bhargav (2015) ise inşaat sektöründe süreç iyileştirme çalışması yapmıştır. Araştırma, büyük bir Kurumsal Bilgi Sistemi uygulamasının yanı sıra beş yıllık bir süre boyunca kapsamlı bir iş süreci iyileştirme çalışmasının gerçekleştirildiği bir vaka

alışmasının ayrıntılarını sunmaktadır. Tüm ana organizasyon birimlerinin değerlendirildiği ve süreçlerin, yalın ereve içinde iyileştirme bakış açısıyla modellenmiştir. Bununla birlikte, durgunluk riskinden kaçınmak için sürekli bir süreç iyileştirme erevesi uygulamaya konulmuştur. Yalın sürekli iyileştirme erevesi, her organizasyonel birimin kendi süreçleri için sorumluluk almasıyla sonuçlandı ve sonuç olarak daha yüksek krlılık ve daha sorunsuz tedarik zinciri süreçleri sağlanmıştır.

Türkan ve Görener (2017) süreç iyileştirmeyi vasıflı elik üretim sektöründe uygulamalı olarak analiz etmiştir. Yapılan araştırma daha çok otomotiv sektörü merkezinde ilerlemiştir. İnceleme sonrasında süreç iyileştirmenin yönetimden üretime kadar yaptığı getiriler vurgulanmaktadır. Araştırmada süreç iyileştirme maliyet tasarrufu, zaman tasarrufu, daha hızlı ve hatasız iş yapabilme gibi kazanımların bu safhada elde edilmesi, daha büyük iyileştirmeler için motivasyonu arttırarak zemin hazırlanmasını sağlamıştır.

Mirik (2021) süreç iyileştirmeyi hizmet sektöründeki uygulamaları üzerinden değerlendirmiştir. Sağlık yaşam merkezi özelinde yapılan çalışmaya göre işletmenin internet ağı da analiz edilmiştir. Bu bağlamda işletmelerin sosyal medyayı süreç iyileştirme çalışmalarında da kullanması gerektiği vurgulanmaktadır.

Kocabaş (2021) süreç iyileştirme tekniklerini enerji veriminin artırılması bağlamında incelemiştir. Endüstriyel bir uygulamanın yapıldığı bu araştırmada uygulama tekstil işletmesi incelenmiştir. İncelenen işletmede öncelikle enerji kayıpları belirlenmiştir. Bu kayıplar temel olarak; kazan kayıpları, proses kayıpları ve dağıtım kayıpları olmak üzere 3 ana başlıkta incelenmiştir. Her bir kayıp türüne ait kayıp miktarları ayrı ayrı hesaplanmış ve sistem verimi %80 olarak bulunmuştur. Bu kayıpların azaltılması ve sistem veriminin artırılması için kalite/süreç iyileştirme tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu tekniklerden biri olan FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) tekniği enerji alanına uyarlanarak kullanılmıştır.

Diana vd (2021) süreç iyileştirme ilkelerini bilgi işlem alanına uygulamışlardır. Çok sayıda geliştirilmiş çalışmaya rağmen bu uygulamalarda yüksek oranda başarısızlık görüldüğü ifade edilen bu araştırmada mevcut çalışmalar çoğunlukla başarısızlık veya başarı faktörlerinin tanımlanmasına odaklanmıştır, ancak örgütsel sürecin açıklığa kavuşturulması keşfedilmemiş ve yanlış anlaşılmıştır. Buna göre,

MASK yöntemini ve KROM meta modellemesini takip eden bu çalışma, hedefleri, misyonları ve beş temel süreci kanıtlayan bir sürekli iyileştirme süreci modeli önermektedir. Bu, çok uluslu şirketlerden Sürekli İyileştirme konusunda 5 uzmanla yapılan görüşmelerden elde edilen bilgilerden yararlanılarak yapılır.

Akın (2022) ise süreç iyileştirmeyi üretim sektöründeki bir firma örneğinde analiz etmiştir. Araştırmada işletmelerdeki sorunlar ve israflar belirlenmiş ve süreç iyileştirmede bu çerçevede incelenmiştir. 5S, kaizen gibi yalın üretim teknikleri kullanılarak belirli iyileştirmeler sağlanmıştır. Bu iyileştirmelerin sonucunda, üretim tesisindeki tüm istasyonlarda müşterinin günlük ürün talebi karşılanabilir noktaya gelmiş, hedeflenen istasyonlarda verim artışı gerçekleştirilmiş, işçilik maliyetlerinde ve israf noktalarında azalma sağlanmıştır.

4.3 Çalışmada Kullanılan Materyal ve Yöntem

Çalışmanın kuramsal veri seti yapılan literatür taraması vasıtasıyla yerli ve yabancı kaynaklar incelenerek toplanmıştır. Uygulama esnasında kullanılan başlangıç verileri sıcak çelik dövme fabrikasındaki süreç sahipleriyle yapılan bilgi alışverişiyle oluşturulmuştur. Elde edilen başlangıç veri seti süreç içerisinde karşılaşılan hatalardan meydana gelmektedir.

Araştırmada ilgili birimlerden edinilen veriler Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA) vasıtasıyla irdelenmiştir. Hatalar üzerinde durmak ve çözüm yolunu -veya yollarını- tespit etmek üzere alanında uzman olan sorumlu personelin katılımıyla çalışma ekibi oluşturulmuştur. Yeni sürecin nasıl yönetileceği birimlerdeki ilgili çalışanlar ile paylaşılarak süreç iyileştirme çalışması yapılmıştır.

4.4 Çalışmanın Gerçekleştirildiği Firma Hakkında Bilgiler

Uygulama çalışmasının yapıldığı fabrika DÖV-HAS Çelik Dövme Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'dir. Şirket 1983 yılında İstanbul-Kartal'da aile şirketi olarak kurulmuş olup 1991 yılında İstanbul-Başakşehir'de 17.000m² açık, 7.000m² kapalı alanda günümüze değin yurt içi ve yurt dışı müşterilerine hizmet vermek üzere faaliyet göstermektedir. Kapalı alanında Dövmehane, Isıl İşlem, Tamamlama Hatları ve Kalıp Atölyesini barındırmaktadır. DÖV-HAS Çelik Dövme'de halihazırda 50 çalışan bulunmaktadır.

Yıllık dövme kapasitesi 7500 ton olan fabrikada 700 Ton, 2000 Ton ve 4000 Tonluk Maxi Presler, 3150 ve 6300 Havalı Çekiçler ve yardımcı presler bulunmaktadır. 1kg-50kg ağırlıklarında, çeşitli boy ve şekillerde karbonlu ve alaşımlı çelikleri hammadde olarak kullanan fabrika ağır ve hafif otomotiv sanayi, zirai makineler, iş makineleri, savunma sanayi, raylı (demir yollu) sistemlerine ve çeşitli endüstri dallarına hizmet vermektedir.

ISO9001:2015 Kalite Belgesi ve ISO14001:2015 Çevre Yönetim Sertifikasına sahip firmanın başlıca ürünleri arasında; dişli taslaklar, krank milleri, kam milleri, biyel kolları, aksonlar, aks milleri, direksiyon kolları, kardan çatalları, diferansiyel grup milleri ve diğer dövme parçalar mevcuttur. Ürünlerin üretiminde takip edilen kalite kontrol uygulamaları ana başlıklarıyla ve sırasıyla; Giriş Kalite Kontrol, Proses Kontrol, Son Kontrol, Seri İmalat Partisine Yol Vermedir (DÖV-HAS, 2023).

4.4.1 Çalışmanın Gerçekleştirildiği Firmanın Üretim Süreçleri

Firmanın üretim süreçleri; *Tasarım ve Mühendislik, Malzeme Tedariki, Kalıp Tasarımı ve Üretimi, Dövme Prosesi, Isıl İşlem(gerekli ise), Magnetik Partikül ve Çatlak Kontrol, Kalite Güvence Prosesi*. Bu aşamalar aşağıdaki gibi icra edilmektedir:

Tasarım ve Mühendislik: Üretilecek olan çelik parçanın üretilmesi için ilgili tüm tasarımın teknik ekiple çalışmasının yapıldığı ve müşteriden onay alındığı süreçtir. Bu süreci yönetebilmek için firmada 2 ve 3 boyutlu teknik resimlerin çizildiği CAD-CAM uygulamalarından istifade etmektedirler.

Malzeme Tedariki: Müşteri şartnameleri göz önüne alınarak yurt içi ve yurtdışı hammadde tedarikçilerinden hammaddelerin tedarik edilip firmaya varışını ve kalite kontrolünden geçilerek hammadde stok sahasına etiketlenerek istiflenmesi süreci kapsamaktadır.

Kalıp Tasarımı ve Üretimi: Siparişi alınmış dövme parçalarının üretilmesi için gerekli tüm kalıp ve aparatlarının tasarımının yapılarak firma bünyesindeki CNC işleme tezgahlarında işlenerek üretildiği aşamadır.

Dövme: Talep edilen dövme parçalarının üretimi için uygun tezgahlarda operatör ve yardımcı operatörlerin işçiliğinde hammaddelerin uygun sıcaklığa getirilip

tasarımı yapılmış kalıplar vasıtasıyla dövölüp üretiminin yapıldığı aşamayı kapsamaktadır.

Isıl İşlem: Mamul veya yarı mamul olarak üretimi gerçekleştirilmiş olan dövme parçalarının şartnameye göre gerekli ise ıslah, izotermik, normalizasyon, gerilim giderme gibi ısıt işlemlerinin yapıldığı süreçtir. Şirket bu süreci kendi yerleşkesinde ve tedarikçileri vasıtasıyla gerçekleştirmektedir.

Magnetik Partiköl Çatlak Kontrolü: Üretilmiş dövme parçalarında mukavemet öne çıkan bir konu olduğundan üründe gözle görülen veya görülemeyen çatlakların olup olmadığına dair tespitin yapıldığı kontrol sürecidir.

Kalite Güvence: Üretim esnasında ve sevkiyat öncesi ürünlerin boyutsal ölçümlerinin yapıldığı, teknik şartnameye uygun olup olmadığının kontrolünün yapıldığı süreci kapsamaktadır.

Yukarıda bahsi geçen tüm süreçlerden geçmiş olan dövme parçaları paketlenerek sevkiyata hazır hale getirilmektedir (DÖV-HAS, 2023).

4.5 İyileştirme Sürecine Tabi Tutulacak Birimler ve Sürecini Etkileyen Hata Türleri

Sürecinde birtakım hatalar ve/veya aksaklıklar bulunan departmanların sorumlu temsilcileriyle görüşölmiş olup iyileştirme çalışmasına tabi tutulacak işyeri birimleri aşağıda sıralandığı gibidir:

- -Satış Departmanı
- -Satın Alma ve Planlama Departmanı
- -Kalite Yönetim Departmanı
- -Üretim ve Bakım Departmanı

Yukarıdaki birimlerle görüşölerek elde edilen hatalar sırasıyla inceleyecektir.

4.5.1 Satış Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri

Satış departmanı, bir şirketin göz önünde duran vitrinidir. Bu vitrinlerdeki verinin daima pozitif anlamda sonuçlar getirmesi beklenmektedir. Süreç iyileştirme üzerine çalışmamızda bahse konu firmanın satış departmanını etkileyen hatalar aşağıda sıralandığı gibidir:

- Yüzeysel maliyet analizi ile tekliflendirme çalışmaları yapılması
- Yetkisiz kurum personelinin önemli dosyalara (teknik datalar, ürün fiyatları vb.) erişimi olması
- Müşteriden tekliflendirilmek üzere gelen dataların açılmaması
- Hammadde fiyatlarındaki değişkenlik
- Teklifi istenen parça veya parçaların teknik verilerinde eksiklik veya yanlışlık olması
- Maliyet hesap verilerinin analiz dosyasında yanlış hücreye girilmesi
- Yanlış veya eksik bilgiler (teslim termin tarihi, ısıtım durumu, çatlak kontrol verileri vb.) ile teklifin gönderilmesi
- Satış biriminin dışında kalan şirket hissedarı olan diğer departman yöneticilerinin müşteri ilişki ve tekliflendirme sürecinde aktif rol alması
- İhracat satış yüzdesinin artırılması için yurtdışı fuarlara katılımın sağlanmaması
- Yönetimdeki hissedarların yönetiminde olan müşteri ziyaretlerinin her birinde satış departmanından müşteri temsilcisinin bulunmaması

Satış departmanını etkileyen yukarıdaki hataların meydana gelmesine sebebiyet veren bazı genel hata nedenleri ilişkisiz olarak aşağıda sıralanmıştır.

- Hızlı teklif verme isteği
- Sehven yapılan hatalar
- Aile şirketi olmanın getirdiği negatif kararlar
- Teknik resim, model ve data problemleri
- Ağ üzerindeki erişim sorunları

Hata türlerinin meydana gelmesine sebebiyet veren unsurların yanı sıra bu hatalar oluştuğunda veya oluşması halinde ortaya çıkan veya çıkabilecek belli başlı etkileri mevcuttur. Bu etkiler aşağıda ilişkisiz olarak sıralanmıştır.

- Potansiyel iş kayıpları
- Atıl kapasite sorunu
- Teklifin yüksek fiyatla verilmesi sonucu potansiyel iş kayıpları
- Zaman kaybı
- Prestij kaybı
- Teklifin normal kâr marjı altında verilmesi, kârdan zarar
- Satış departman sorumlusunun görevini ifa etmede zorluk yaşaması
- Teklif ve satış sürecinin etkin ve doğru yönetilememesi
- Teklif detaylarında hatalar

4.5.2 Satın Alma ve Planlama Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri

Satın alma ve planlama departmanı, bu firmada olduğu gibi bazı şirketlerde bütünleşik bir departman olarak görev yapmaktadır. Bu bütünleşik görev icrasında satın alma ekibi finans gücünü zorlamayacak bütçe planı beklerken, planlama ekibi her talebinin zamanında karşılanmasını istemektedir. Süreç iyileştirme üzerine çalışmamızda bahse konu firmanın satın alma ve planlama departmanını etkileyen hatalar aşağıda sıralandığı gibidir:

- Sıcak çelik dövmede kullanılan imalat çeliği ve kalıp hammaddelerinin sürekli aynı tedarikçilerden temin edilmesi
- Bir ürün için iki farklı çelik tedarikçisinden alınan aynı cins çelikten yanlış kalitede olan hammadde tedarikçisinin tespit edilememesi
- Sürekli tedarik edilmeyen ürünlerin satın alma şartnamesinin olmayışı
- Düşük maliyetli olup çok tüketilen ürünlerin tedarikinde piyasa araştırmasının etkin yapılmaması
- Çok sık kullanılan yedek parça ve bağlantı aparatlarının ihtiyaç halinde yüksek maliyete alınması
- Satın alınacak düşük veya yüksek maliyetli ürünlerin şartnameye uygun olup olmadığının erken tespit edilememesi

- Üst üste iş alınması nedenli kısa vadeli ürün teslim termin tarihlerine uyulamaması
- Üretimi planlanan ürüne ait ham imalat çeliğinin ve/veya kalıp çeliğinin planlanan zamanda üretim tesisinde bulunmaması
- Yüksek tonajlı seri üretimlerde kullanılan hammaddeler için tedarikçilerden bir pota dökümünün tamamı için anlaşma yapılmaması
- Maliyeti nazaran yüksek olan ahşap kasaların sevkiyatta kullanılması

Satın alma ve planlama departmanını etkileyen yukarıdaki hataların meydana gelmesine sebebiyet veren bazı genel hata nedenleri ilişkisiz olarak aşağıda sıralanmıştır.

- Güven, termin, fiyat ve kalite kaygıları
- Tedarikçilerin ayrı etiketleri olmaması
- Fabrikada kimyasal kompozisyon tespitinin yapılamaması
- Süreklilik arz etmeme
- Stok kararları
- Finans kararları
- Firma alışkanlıkları
- Numune kontrolünün süreksizliği
- İş kaçırmamak maksatlı plansız hareket
- Tedarikçi kaynaklı muhtelif sebepler
- Yeni tip kasalardan haberdar olmamak

Hata türlerinin meydana gelmesine sebebiyet veren unsurların yanı sıra bu hatalar oluştuğunda veya oluşması halinde ortaya çıkan veya çıkabilecek belli başlı etkileri mevcuttur. Bu etkiler aşağıda ilişkisiz olarak sıralanmıştır.

- Vade, indirim imkanlarını kaçırmak
- Maddi kayıp
- Yanlış ürün satın alma
- Zaman kaybı
- Prestij kaybı
- Finansın verimli kullanılamaması
- Genel süreç aksaklıkları

- Teslim termin tarihlerine riayet etmekte zorluk yaşanması
- Toplu alım indirimini kaçırmak

4.5.3 Kalite Yönetim Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri

Kalite yönetim departmanı, şirketlerin tüm süreçlerinin içinde olması gereken her manada bir kontrol mekanizmasıdır. Bu mekanizmanın dışlilerinden herhangi birindeki aksaklık istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Süreç iyileştirme üzerine çalışmadaki bahse konu firmanın kalite yönetim departmanını etkileyen hatalar aşağıda sıralandığı gibidir:

- Eski tip hassas ölçü aletlerinin kullanılması
- İş emirlerinin manuel takip edilmesi
- Kalite Yönetim sisteminin gereklerinin icrasında aksaklıklar bulunması
- Kalite Yönetim sistemi sorumluları vasıtasıyla diğer tüm birimlerin iş akış şemasının güncellenmemesi
- Kalite ve Üretim departmanlarının yöneticisinin aynı kişi olması
- Güncelliğini yitiren kalite yönetmeliklerinin kütüphanelerde tutulması
- Müşteriden gelen teknik revizelerin Kalite Yönetim Süreci çerçevesinde gerekli departmanlarla sağlıklı bir şekilde paylaşılabilmesi

Kalite yönetim departmanını etkileyen yukarıdaki hataların meydana gelmesine sebebiyet veren bazı genel hata nedenleri ilişkisiz olarak aşağıda sıralanmıştır.

- Kalite Yönetimi eğitim eksikliği
- Yenilenmeye ihtiyaç duyulmaması
- Firma alışkanlıkları
- İş emirlerini elektronik ortama aktarmama
- Güncellemelerin bir periyoda bağlanmaması
- ERP (Enterprise Resource Planning) sistemlerinin verimli kullanılmaması

Hata türlerinin meydana gelmesine sebebiyet veren unsurların yanı sıra bu hatalar oluştuğunda veya oluşması halinde ortaya çıkan veya çıkabilecek belli başlı etkileri mevcuttur. Bu etkiler aşağıda ilişkisiz olarak sıralanmıştır.

- Dar toleranslı parçaların ölçümünde hatalar
- Üretim sürecinde aksaklıklar
- Teslim termin tarihlerinde gecikmeler
- Prestij kaybı
- Teknik sorunlar
- Güncel yönetmeliğin dışında hareket edilmesi
- Maddi kayıp
- Minör hataların göz ardı edilmesi

4.5.4 Üretim ve Bakım Departmanını Etkileyen Hatalar, Hataların Nedenleri ve Muhtemel Etkileri

Üretim ve bakım departmanı, şirketlerin ürünlerinin meydana gelmesi için çalışmalarını sürdüren departmandır. Vakitlice bakım, üretimin olmazsa olmazlarından biridir. Süreç iyileştirme üzerine çalışmamızda bahse konu firmanın üretim ve bakım departmanını etkileyen hatalar aşağıda sıralandığı gibidir:

- Sıcak çelik dövme üretimindeki son evre olan ütüleme(kalibrasyon maksatlı ölçüye getirme metodu) işleminin hem üretim sonu hem ısıtılma işlem sonrası çarpılmaları kalibre etmek maksatlı toplam 2 defa yapılması
- Fabrikada, arkası mil olan ürünlerin üretimi için parçanın hammaddesinin tamamının ısıtılarak Maxi veya Çekiç tezgahta yatık dövülmesi
- Üretimde kullanılan makinelerin zamanında bakımının yapılmaması
- Bazı (nazaran küçük) ürünlerde gereğinden çok daha büyük çapta kalıplar ile üretim yapılması
- Tedarikçi kaynaklı olası elektrik kesintilerinde uzun süreli üretimde aksama
- Fabrikanın kuruluşundaki eski elektrik tesisatı, elektrik panosu ve teknolojisinin kullanılması

- Düşük maaş politikası sebebiyle çalışanlardan yeterli verimin alınamaması
- Dövme prosesinde ilgili parçanın üretiminin yapılıp yapılamayacağını saptanabilmesi için yazılımın kullanılmaması
- Parça üretiminde hammadde girişinden sevkiyata kadar olan süreçte izlenebilirliğin zayıf olması
- İmalat hattında aydınlatma şiddetinin yetersiz olması
- Çapak alma prosesinden sonra üretimi yapılan bazı parçaların çapak hattının kalın kalması
- Kumlama makinesinde hava kaçaklarının olması

Üretim ve bakım departmanını etkileyen yukarıdaki hataların meydana gelmesine sebebiyet veren bazı genel hata nedenleri ilişkisiz olarak aşağıda sıralanmıştır.

- Üretimde alışkanlık
- Tek taraflı ısıtan indüksiyon fırınının olmaması
- Yatay tezgah olmaması
- Üretim hattında yoğunluk
- Teslim termin tarihlerinin yaklaşması
- Hatlarda duruş istenmemesi
- Farklı boylarda ana tutucu yokluğu
- Tedarikçi kaynaklı
- Eski tesisat yenileme maliyeti
- Şirket alışkanlıkları
- Yönetim kararları
- Kalıp tasarımı
- Makinenin yıpranması
- Genel aksaklık
- Tecrübeye güvenip hareket edilmesi

Hata türlerinin meydana gelmesine sebebiyet veren unsurların yanı sıra bu hatalar oluştuğunda veya oluşması halinde ortaya çıkan veya çıkabilecek belli başlı etkileri mevcuttur. Bu etkiler aşağıda ilişkisiz olarak sıralanmıştır.

- Zaman kaybı
- Lüzumsuz kalıp ve kalıp maliyeti
- İşçilik maliyeti ve/veya artışı
- Enerji maliyeti
- Hammadde maliyetinde artış
- Isıtma maliyet artışı
- Üretim proses sürecinin uzaması
- Makinelerde her an bozulma veya arızalanma riski
- Kalıp hammadde maliyetinde değişken oranda artışlar
- Üretimde aksama
- Teslim termin tarihinde ve sevkiyatta aksaklık
- Prestij kaybı
- Zamanında yapılmayan bakımın yüksek maliyete neden olması
- Üretim hattında plansız durma
- Üretimde düşük verimlilik

4.6 HTEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması

Süreç İyileştirme Yöntemleri başlığı altında teorik kısmı anlatılmış olan HTEA(Hata Türleri ve Etkileri Analizi) yöntemi süreç iyileştirme metodu olarak kullanılmıştır.

Süreç iyileştirme çalışmasına tabi tutulan tüm departmanların alanında uzman ilgili süreç sahipleriyle istişare yapılmıştır. İlk olarak hata türleri tespit edilerek bu hataya sebep veren nedenler üzerinde durulmuştur. Hatanın etkileri ve olası etkileri konuşulmuş, Risk Öncelik Sayısının (RÖS) hesaplanabilmesi için gerekli olan Hatanın Şiddeti, Hatanın Oluşma Olasılığı ve Hatanın Saptanabilirliği çarpanları Tablo 7 ve Tablo 8 kullanılarak tespit edilmiştir. Çıkan sonuçların, Tablo 6 kullanılarak değerlendirilmiş ve iyileştirme sürecine başlanarak neticeye bağlanmıştır.

İlgili departmanları etkileyen hata türleri için alınması gereken tüm önlemler gerek verilen tavsiyeler ile gerek alanında uzman sorumlu personel ile yapılan istişareler sonucu tespit edilmiştir. Üzerinde düşünülen önlemlerden uygulanabilir ve etken olanları planlama noktasına taşınmıştır. Tez çalışması sürecinde planı takiben gerçekleşme durumlarına göre yeni oranlarla önlem sonrası RÖS değerleri

hesaplanmıştır. İlk hesaplanan değer $R\ddot{O}S_n$, önlem sonrası hesaplanan değer $R\ddot{O}S_{nY}$ ile gösterilecektir. Bu hesaplama yapılırken yeni durumdaki riskin ilk durumundaki riske göre yüzdesi “ R_Y ” olarak sembolize edilmiştir. R_Y ’nin n. hata türü için (R_{Yn}) hesaplama yapılırken kullanılacak formül aşağıda verildiği gibidir.

$$R_{Yn} = \frac{R\ddot{O}S_{nY}}{R\ddot{O}S_n} \times 100$$

n = Başlık altındaki değerlendirilen hata türü nosu

Planlama ve gerçekleşme durumu hakkında tezin ilerleyen aşamasında daha detaylı bilgiye yer verilecektir.

4.6.1 Satış Departmanı HTEA(Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması

Satış departmanını etkileyen hatalar, önlem alınmadan önceki ve önlem alındıktan sonraki etkileriyle alakalı RÖS değerlerinin hesaplandığı tablolar sırasıyla Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 de verilmiştir.

Tablo 4.1 Önlem Öncesi Satış Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Hatanın Nedenleri	Hatanın Etkileri	Önlem Öncesi			
				Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Yüzeysel maliyet analizi ile tekliflendirme çalışmaları yapılması	1)Hızlı teklif verme isteği 2)Bilindik parçaların işe dönüşme potansiyeli	1)Potansiyel iş kaybı 2)Atıl kapasite dolmaması	8	10	3	240
2	Yetkisiz kurum personelinin önemli dosyalara(teknik datalar, ürün fiyatları vb.) erişimi olması	1)Dosyalara erişim yetkilendirmelerinin yapılmaması 2)Aynı bilgisayardaki tek oturumun çoklu personel tarafından kullanımı	1)Süreç sahibinin dosyayı bıraktığı gibi bulamaması 2)Olası değişiklikte hataların tespit zorluğu 3)Veri güvenliği problemi	10	4	8	320
3	Müşteriden tekliflendirilmek üzere gelen dataların açılmaması	1)Şirket tarafından kullanılan 2D ve 3D modelleme programlarına uyumsuz veri gelişi	1)Teklif verilememesi kaynaklı potansiyel iş kaybı	7	5	2	70

Tablo 4.1 (devam)

4	Hammadde fiyatlarındaki değişkenlik	1)Piyasadaki fiyat dalgalanmaları 2)Satın alma biriminin güncel fiyat sormaması	1)Teklifin yüksek fiyatla verilmesi sonucu potansiyel iş kaybı 2)Teklifin normal kâr marjından altında verilip kârdan zarar etmek	8	6	3	144
5	Teklifi istenen parça veya parçaların teknik verilerinde eksiklik veya yanlışlık olması	1)Müşterinin güncel teknik resmi göndermemesi 2)Müşterinin yanlış teknik resim göndermesi	1)Teklifin yanlış şartlarla verilmesi(yanlış üretim tezgahı, mühendislik işlemi vb.) 2)Teklifin yüksek veya düşük fiyata verilmesi 3)Zaman kaybı	7	4	6	168
6	Maliyet hesap verilerinin analiz dosyasında yanlış hücreye girilmesi	1)Hızlı teklif verme isteği 2)Sehven yapılan hata	1)Teklifin yüksek fiyatla verilmesi sonucu potansiyel iş kaybı 2)Teklifin normal kâr marjından altında verilip kârdan zarar etmek	8	5	2	80
7	Yanlış veya eksik bilgiler (teslim termin tarihi, ısı işlem durumu, çatlak kontrol verileri vb.) ile teklifin gönderilmesi	1)Hızlı teklif verme isteği 2)Sehven yapılan hata	1)Prestij Kaybı	9	3	3	81
8	Satış biriminin dışında kalan şirket hissedarı olan diğer departman yöneticilerinin müşteri ilişki ve tekliflendirme sürecinde aktif rol alması	1)Aile şirketi olması kaynaklı ikili ilişkilerin tekliflendirme ve iş alım sürecine dahil edilmesi	1)Satış departmanı sorumlusunun tekliflendirmeden ve işin alınması halinde sevkiyata kadar olan sürece hakim olamaması 2)Teklif sürecinin etkin ve doğru yönetilememesi	6	8	3	144
9	İhracat satış yüzdesinin artırılması için yurtdışı fuarlara katılımın sağlanmaması	1)Fuara katılımın yeteri kadar verimli olmayacağı düşüncesi	1)İhracat satış yüzdesinde artış olmayışı	5	10	3	150
10	Yönetimdeki hissedarların yönetiminde olan müşteri ziyaretlerinin her birinde satış departmanından müşteri temsilcisinin bulunmaması	1)Aile şirketi olması kaynaklı ikili ilişkilerin tekliflendirme ve iş alım sürecine dahil edilmesi	1)Tekliflendirme sürecinde müşteri temsilcisinin toplantıda yapılan görüşmelerden haberdar olmaması 2)Teklif sürecinin etkin ve doğru yönetilememesi	5	8	5	200

Tablo 4.2 Önlem Sonrası Satış Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlemler	Plan Durumu	Gerçekleşme Durumu	Önlem Sonrası			
					Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Yüzey sel maliyet analizi ile tekliflendirme çalışmaları yapılması	1)Detaylı maliyet analizi çalışması yapılması ve etkin optimal tekliflerin hazırlanması	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	5	1	40
2	Yetkisiz kurum personelinin önemli dosyalara(teknik datalar, ürün fiyatları vb.) erişimi olması	1)Dosya erişiminde yetkilendirme kontrollerinin Server üzerinden yapılması ve ağ üzerinden yetkisiz kişilerin engellenmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	10	2	2	40
3	Müşteriden tekliflendirilmek üzere gelen dataların açılammaması	1)Müşteriden DÖV-HAS'ın açıp kullanabildiği *.sldpart , *.stp ,*.step ,*.igs uzantılı teknik resim ve/veya model talep edilmeli	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	2	1	14
4	Hammadde fiyatlarındaki değişkenlik	1)Satın alma biriminin hammadde tedarikçilerinden olası fiyat değişikliklerinin sürekli haberdar etmesinin bir periyoda bağlanması 2)Fiyat güncellemesinin gelmemesi halinde satın alma biriminin teklif öncesi fiyat teyidi yapması	Planlandı	Kısmi Gerçekleştirildi	8	2	2	32
5	Teklifi istenen parça veya parçaların teknik verilerinde eksiklik veya yanlışlık olması	1)Müşteri ile irtibata geçilip teklifle birlikte teklifi yapılan parçanın modelinin teyidi	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	2	2	28
6	Maliyet hesap verilerinin analiz dosyasında yanlış hücreye girilmesi	1)Maliyet Analizi kontrol mekanizmasına dahil olacak(yetkili 2. kişi kontrolünden geçecek) 2)Tekliflendirme talimatına dahil edilecek(talimatla ilgili verinin hangi hücreye gireceği belirtilecek)	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	2	1	16

Tablo 4.2 (devam)

7	Yanlış veya eksik bilgiler (teslim termin tarihi, ısıtım işlem durumu, çatlak kontrol verileri vb.) ile teklifin gönderilmesi	1)Tekliflendirme talimatına çözüm metodu eklenecek; a)teklif aynı gün verilecekse yetkili başka bir çalışan tarafından kontrol edilecek, b)farklı günde verilecekse teklifi hazırlayan yeniden kontrol edecek.	Planlandı	Gerçekleştirildi	9	2	2	36
8	Satış biriminin dışında kalan şirket hissedarı olan diğer departman yöneticilerinin müşteri ilişki ve tekliflendirme sürecinde aktif rol alması	1)İkili ilişki sahibi olan şirket hissedarlarının süreç başlangıcında müşterilerini satış departmanına yönlendirmesi 2)Sürecin satış birimi üzerinden devam ettirilmesinin sağlanması	Planlandı	Gerçekleştirildi	6	3	2	36
9	İhracat satış yüzdesinin artırılması için yurtdışı fuarlara katılımın sağlanmaması	1)Yurtdışı fuarlara katılım sağlamak(17-21 Nisan 2023'te Hannover Messe 2023) – Hannover Fuarı 2023'e katılım sağlandı	Planlandı	Gerçekleştirildi	5	1	1	5
10	Yönetimdeki hissedarların yönetiminde olan müşteri ziyaretlerinin her birinde satış departmanından müşteri temsilcisinin bulunmaması	1)İlgili toplantıların gizlilik derecesine uyacak şekilde satış departmanından müşteri temsilcisi bulunması	Planlandı	Gerçekleştirildi	5	3	2	30

Satış departmanını etkileyen her bir hata türünün önlem öncesi ve önlem sonrası ile alakalı açıklamalar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- 1) **Yüzeyel maliyet analizi ile tekliflendirme çalışmaları yapılması:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; müşteriye hızlı teklif verme isteği ve eğer teklifi istenen parçalar bilindik, üretimde benzeri olan ürünler ise çabucak işe dönüştürme isteğinden kaynaklanmaktadır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; hızlı bir teklif ve üretimi benzer parça düşüncesinden kaynaklı potansiyel iş kayıpları ve atıl kapasite dolmamasıdır. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmış, $RÖS_1=240$

çıkkmıştır ve $R\ddot{O}S_1 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünölen önlemler, acele etmeksizin her bir parçayı ne kadar benzer veya bilindik de olsa detaylı maliyet analizine tabi tutmak bu doğrultuda etkin ve optimal teklifler hazırlamaktır.

Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Önlem alındıktan sonra yeni $R\ddot{O}S_1$ değeri($R\ddot{O}S_{1Y}$) 40 çıkmıştır. $R\ddot{O}S_{1Y}=40$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $40 \leq R\ddot{O}S_{1Y} \leq 100$ olduğundan **önlem alınabilirliğin en düşük seviyesine düşürölmüştür**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y1} = \frac{40}{240} \times 100 = \%16,667$ seviyesindedir.

- 2) **Yetkisiz kurum personelinin önemli dosyalara(teknik datalar, ürün fiyatları vb.) erişimi olması:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; dosyalara erişim yetkilendirmesinin yapılmaması ve aynı bilgisayardaki tek oturumun çoklu personel tarafından kullanımından kaynaklanmaktadır. Bu hatanın muhtemel üç etkisi mevcuttur. Bu etkiler; Süreç sahibinin dosyayı bıraktığı gibi bulamaması, olası dosya değişikliğinde hataların tespit zorluğu ve veri güvenliğidir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değeriine bakılmıştır. $R\ddot{O}S_2=320$ çıkmıştır ve $R\ddot{O}S_2 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünölen önlemler, dosya erişimlerine yetkilendirme yapılarak server üzerinden kontrollerinin yapılması ve ağ üzerinden yetkisiz kişilerin engellenmesidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $R\ddot{O}S_2$ değeri($R\ddot{O}S_{2Y}$) 40 çıkmıştır. $R\ddot{O}S_{2Y}=40$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $40 \leq R\ddot{O}S_{2Y} \leq 100$ olduğundan **önlem alınabilirliğin en düşük seviyesine düşürölmüştür**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y2} = \frac{40}{320} \times 100 = \%12,5$ seviyesindedir.

- 3) **Müşteriden tekliflendirilmek üzere gelen dataların açılammaması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, şirket tarafından kullanılan 2D ve 3D modelleme programlarına uyumsuz veri gelişinden kaynaklanmaktadır. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, Teklif verilememesi kaynaklı potansiyel iş kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_3=70$ çıkmıştır ve $40 \leq RÖS_3 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, dosya erişimlerine yetkilendirme yapılarak server üzerinden kontrollerinin yapılması ve ağ üzerinden yetkisiz kişilerin engellenmesidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_3$ değeri ($RÖS_{3Y}$) 14 çıkmıştır. $RÖS_{3Y}=14$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{3Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y3} = \frac{14}{70} \times 100 = \%20$ seviyesindedir.

- 4) **Hammadde fiyatlarındaki değişkenlik:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; piyasadaki fiyat dalgalanmalarından ve satın alma biriminin güncel fiyat sormamasından kaynaklanmaktadır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; Teklifin yüksek fiyatla verilmesi sonucu potansiyel iş kaybı ve teklifin normal kâr marjına göre aşağıdan verilip kârdan zarar etmektir, halbuki normal kâr marjıyla da iş alınabilir durumdadır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_4=144$ çıkmıştır ve $RÖS_4 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, satın alma biriminin hammadde tedarikçilerinden olası fiyat değişikliklerinin sürekli haberdar edilmesinin bir periyoda bağlanması ve fiyat güncellemesinin gelmemesi halinde satın alma biriminin teklif öncesi fiyat teyidi yapmasıdır. **Önlem planlanmış ve kısmî gerçekleştirilmiştir.** Kısmî

gerçekleşme sebebi hammadde tedarikçilerinin fiyat güncellemeleri konusunda aksaklığa sebep vermeleridir. Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₄ değeri(RÖS_{4Y}) 32 çıkmıştır. RÖS_{4Y}=32 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{4Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y4} = \frac{32}{144} \times 100 = \%22,222$ seviyesindedir.

- 5) **Teklifi istenen parça veya parçaların teknik verilerinde eksiklik veya yanlışlık olması:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; müşterinin güncel teknik resmi göndermemesi ve/veya yanlış teknik resim göndermesi. Bu hatanın muhtemel üç etkisi mevcuttur. Bu etkiler; teklifin yanlış şartlarla(yanlış üretim tezgahı, hatalı mühendislik işlemi vb) verilmesi, teklifin yüksek veya düşük fiyata verilmesi ve ortaya çıkan zaman kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₅=168 çıkmıştır ve RÖS₅≥100 olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, müşteri ile irtibata geçilmesi ve teklifle birlikte teklifi yapılan parçanın modelinin teyidinin yapılmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir**. Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₅ değeri(RÖS_{5Y}) 28 çıkmıştır. RÖS_{5Y}=28 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{5Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y5} = \frac{28}{168} \times 100 = \%16,667$ seviyesindedir.

- 6) **Maliyet hesap verilerinin analiz dosyasında yanlış hücreye girilmesi:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; hızlı teklif verme isteği ve sehven yapılan hatalardır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; Teklifin yüksek fiyatla verilmesi sonucu potansiyel iş kaybı ve teklifin normal kâr marjına göre aşağıdan verilip kârdan zarar etmektir, halbuki normal kâr marjıyla da iş alınabilir durumda olabilir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₆=80

çıkılmıştır ve $40 \leq R\ddot{O}S_6 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, maliyet analizi kontrol mekanizmasına dahil olacak(yetkili 2.kişi kontrolünden geçecek) ve tekliflendirme talimatına dahil edilerek talimatla ilgili verinin hangi hücreye gireceği belirtilecektir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₆ değeri(RÖS_{6Y}) 16 çıkmıştır. RÖS_{6Y}=16 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $R\ddot{O}S_{6Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y6} = \frac{16}{80} \times 100 = \%20$ seviyesindedir.

- 7) ***Yanlış veya eksik bilgiler (teslim termin tarihi, ısıt işlem durumu, çatlak kontrol verileri vb.) ile teklifin gönderilmesi:*** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; hızlı teklif verme isteği ve sehven yapılan hatalardır. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur Bu etki, prestij kaybıdır. Müşteri teklifte yazanları baz alacaktır. Şartlar iyi veya kötü olsun teklif her halükârda şirketi zorlayacağından anlaşma öncesi güncelleme yapılması gerekir bu da prestij noktasında etki edecektir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₇=81 çıkmıştır ve $40 \leq R\ddot{O}S_7 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, tekliflendirme talimatına çözüm metodu eklenmesi yönündedir, bunlar; teklif aynı gün verilecekse yetkili başka bir çalışan tarafından kontrol edilmesi veya farklı günde verilecekse teklifi hazırlayanın yeniden kontrol etmesidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₇ değeri(RÖS_{7Y}) 36 çıkmıştır. RÖS_{7Y}=36 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $R\ddot{O}S_{7Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y7} = \frac{36}{81} \times 100 = \%44,444$ seviyesindedir.

8) ***Satış biriminin dışında kalan şirket hissedarı olan diğer departman yöneticilerinin müşteri ilişki ve tekliflendirme sürecinde aktif rol alması:***

Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, aile şirketi olması kaynaklı ikili ilişkilerin tekliflendirme ve iş alım sürecine dahil edilmesidir. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; satış departmanı sorumlusunun tekliflendirmeden ve işin alınması halinde sevkiyata kadar olan sürece hakim olamaması ve teklif sürecinin etkin ve doğru yönetilememesidir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_8=144$ çıkmıştır ve $RÖS_8 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, ***kesinlikle önlem alınması*** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, ikili ilişki sahibi olan şirket hissedarlarının süreç başlangıcında müşterilerini satış departmanına yönlendirmesi ve sürecin satış birimi üzerinden devam ettirilmesinin sağlanmasıdır. ***Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.*** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_8$ değeri ($RÖS_{8Y}$) 36 çıkmıştır. $RÖS_{8Y}=36$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{8Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık ***önlem almaya gerek yoktur.*** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y8} = \frac{36}{144} \times 100 = \%25$ seviyesindedir.

9) ***İhracat satış yüzdesinin artırılması için yurtdışı fuarlara katılımın sağlanmaması:*** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, Fuara katılımın yeteri kadar verimli olmayacağı düşüncesidir. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, İhracat satış yüzdesinde artış olmayışıdır. Böylelikle yurt dışında tanınırlık ve finansal açıdan artan bir döviz girdisine sahip olunamayacaktır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_9=150$ çıkmıştır ve $RÖS_9 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, ***kesinlikle önlem alınması*** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, yurtdışı fuarlara katılım sağlamaktır. Bu doğrultuda 17-21 Nisan 2023'te Hannover Messe 2023 – Hannover Fuarı 2023'e katılım sağlanmıştır. İşe dönüşecek projeler

üzerinde çalışmalar başlamıştır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₉ değeri(RÖS_{9Y}) 5 çıkmıştır. RÖS_{9Y}=5 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{9Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y9} = \frac{5}{150} \times 100 = \%3,333$ seviyesindedir.

- 10) **Yönetimdeki hissedarların yönetiminde olan müşteri ziyaretlerinin her birinde satış departmanından müşteri temsilcisinin bulunmaması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, Aile şirketi olması kaynaklı ikili ilişkilerin tekliflendirme ve iş alım sürecine dahil edilmesidir. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; tekliflendirme sürecinde müşteri temsilcisinin toplantıda yapılan görüşmelerden haberdar olmaması ve teklif sürecinin etkin ve doğru yönetilememesidir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₁₀=200 çıkmıştır ve RÖS₁₀≥100 olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, ilgili toplantıların gizlilik derecesine uyacak şekilde satış departmanından müşteri temsilcisi bulunması yönündedir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₁₀ değeri(RÖS_{10Y}) 30 çıkmıştır. RÖS_{10Y}=30 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{10Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y10} = \frac{30}{200} \times 100 = \%15$ seviyesindedir.

3.6.1.1 Satış Departmanı Önlem Öncesi ve Önlem Sonrası Mukayesesi

Satış Departmanını etkileyen hatalar üzerinde durulmuş ve bu hataları meydana getiren nedenler ile hatanın gerçekleşmesi durumundaki muhtemel etkileri değerlendirilmiştir. Bu etkiler beraberinde satış departmanı için risk oranlarını meydana getirmektedir. Bu etkilerin oluşturduğu fabrika işleyiş süreçleri için iyileştirme çalışması yapılarak satış departmanı yeni risk oranları Tablo 4.3 te ortaya konmuştur.

Tablo 4.3 Satış Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlem Öncesi RÖS ($RÖS_n$)	Önlem Sonrası RÖS ($RÖS_{nY}$)	R_{Yn} (%)	Azaltılan Risk Oranı (%)
1	Yüzeysel maliyet analizi ile tekliflendirme çalışmaları yapılması	240	40	16,667	83,333
2	Yetkisiz kurum personelinin önemli dosyalara (teknik datalar, ürün fiyatları vb.) erişimi olması	320	40	12,500	87,500
3	Müşteriden tekliflendirilmek üzere gelen dataların açılmaması	70	14	20,000	80,000
4	Ham madde fiyatlarındaki değişkenlik	144	32	22,222	77,778
5	Teklifi istenen parça veya parçaların teknik verilerinde eksiklik veya yanlışlık olması	168	28	16,667	83,333
6	Maliyet hesap verilerinin analiz dosyasında yanlış hücreye girilmesi	80	16	20,000	80,000
7	Yanlış veya eksik bilgiler (teslim termin tarihi, ısıtma işlem durumu, çatlak kontrol verileri vb.) ile teklifin gönderilmesi	81	36	44,444	55,556
8	Satış biriminin dışında kalan şirket hissedarı olan diğer departman yöneticilerinin müşteri ilişki ve tekliflendirme sürecinde aktif rol alması	144	36	25,000	75,000
9	İhracat satış yüzdesinin artırılması için yurtdışı fuarlara katılımın sağlanmaması	150	5	3,333	96,667
10	Yönetimdeki hissedarların yönetiminde olan müşteri ziyaretlerinin her birinde satış departmanından müşteri temsilcisinin bulunmaması	200	30	15,000	85,000

Satış departmanını etkileyen toplamda 10 adet hata türü için yapılan çalışma sonucu 2 hata ($RÖS_{nY}=40$ olanlar; $RÖS_{1Y}$ ve $RÖS_{2Y}$) etkenleri için önlem alınabilirliğin en düşük seviyesine indirilmiş ve şirket için bu RÖS oranları bilhassa ilk duruma göre çok daha iyi olması sebebiyle alınabilecek seviyede risk olarak değerlendirilmiştir. Kalan 8 adet hata türü için $RÖS_{nY} \leq 40$ olduğundan hata türlerinin süreçleri ile alakalı önlem almaya gerek kalmayarak satış departmanını etkileyen hataların süreç iyileştirmesi tamamlanmıştır.

4.6.2 Satın Alma ve Planlama Departmanı HTEA(Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması

Satın alma ve planlama departmanını etkileyen hatalar, önlem alınmadan önceki ve önlem alındıktan sonraki etkileriyle alakalı RÖS değerlerinin hesaplandığı tablolar sırasıyla Tablo 4.4 ve Tablo 4.5 te verilmiştir.

Tablo 4.4 Önlem Öncesi Satın Alma ve Planlama Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Hatanın Nedenleri	Hatanın Etkileri	Önlem Öncesi			
				Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Sıcak çelik dövmede kullanılan imalat çeliği ve kalıp hammaddelerinin sürekli aynı tedarikçilerden temin edilmesi	1)Güven, termin, fiyat ve kalite kaygıları	1)Diğer hammadde tedarikçilerinden vade, fiyat indirimi vb. imkanların değerlendirilememesi	3	10	4	120
2	Bir ürün için iki farklı çelik tedarikçisinden alınan aynı cins çelikten yanlış kalitede olan hammadde tedarikçisinin tespit edilememesi	1)Farklı tedarikçi etiketinin olmaması 2)Fabrikada kimyasal kompozisyon tespitinin yapılamaması	1)Üretimde, takip eden aşamalarda veya son üründe hatalarla karşılaşılması 2)Prestij kaybı 3)Zaman kaybı 4)Maddi kayıp	10	3	10	300
3	Sürekli tedarik edilmeyen ürünlerin satın alma şartnamesinin olmayışı	1)Süreklilik arz etmemesi nedeniyle gereksiz görülmesi	1)Yanlış ürün gelmesi 2)Zaman kaybı 3)Maddi kayıp	8	3	4	96
4	Düşük maliyetli olup çok tüketilen ürünlerin tedarikinde piyasa araştırmasının etkin yapılmaması	1)Düşük maliyetin ilk bakışta rahatsız etmemesi	1)Finansın verimli kullanılamaması	7	4	3	84
5	Çok sık kullanılan yedek parça ve bağlantı aparatlarının ihtiyaç halinde yüksek maliyete alınması	1)Acil stok tutulmayıp toplu alınmaması	1)Finansın verimli kullanılamaması	7	5	3	105
6	Satın alınacak düşük veya yüksek maliyetli ürünlerin şartnameye uygun olup olmadığının erken tespit edilememesi	1)Numune kontrolünün süreksizliği	1)Genel süreçte aksaklık 2)Zaman kaybı	6	6	6	216
7	Üst üste iş alınması nedeni kısa vadeli ürün teslim termin tarihlerine uyulmaması	1)İş kaçırmamak maksatlı üst üste iş alınması	1)Teslim terminlerine uymakta zorluk 2)Dolaylı prestij kaybı	8	7	4	224
8	Üretimi planlanan ürüne ait ham imalat çeliğinin ve/veya kalıp çeliğinin planlanan zamanda üretim tesisinde bulunmaması	1)Tedarikçi kaynaklı muhtelif sebepler	1)Teslim terminlerine uymakta zorluk 2)Dolaylı prestij kaybı	8	6	4	192
9	Yüksek tonajlı seri üretimlerde kullanılan hammaddeler için tedarikçilerden bir pota dökümünün tamamı için anlaşma yapılmaması	1)Finansın bu yönde değerlendirilmemesi	1)Daha uygun maliyetle hammadde alım imkanının kaybolması	6	7	5	210
10	Maliyeti nazaran yüksek olan ahşap kasaların sevkiyatta kullanılması	1)Alışkanlık 2)Yeni tip kasalardan haberdar olunmaması	1)Finansın verimli kullanılamaması	7	10	5	350

Tablo 4.5 Önlem Sonrası Satın Alma ve Planlama Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlemler	Plan Durumu	Gerçekleşme Durumu	Önlem Sonrası			
					Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Sıcak çelik dövmede kullanılan imalat çeliği ve kalıp hammaddelerinin sürekli aynı tedarikçilerden temin edilmesi	1)Yeni tedarikçilere fırsat verilip teklif alınması.	Planlandı	Gerçekleştirildi	3	6	2	36
2	Bir ürün için iki farklı çelik tedarikçisinden alınan aynı cins çelikten yanlış kalitede olan hammadde tedarikçisinin tespit edilememesi	1)Üretim öncesi iki farklı tedarikçiden gelen hammaddelerin farklı kasalarda etiketlenmesi 2)Üretim aşamasında kullanılan kalıplara farklı markalama uygulanması 3)Kimyasal kompozisyon tespit cihazının satın alınması	Planlandı	Kısmi Gerçekleştirildi	10	1	1	10
3	Sürekli tedarik edilmeyen ürünlerin satın alma şartnamesinin olmayışı	1)Tedarik edilen her malzeme için satın alma şartnamesi oluşturulması	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	2	2	32
4	Düşük maliyetli olup çok tüketilen ürünlerin tedarikinde piyasa araştırmasının etkin yapılmaması	1)Fabrikanın ana kalemlerin dışında satın alınan ürünlerin listesi çıkartılarak derlenmesi ve en az 3 tedarikçiden fiyat alınması.	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	2	2	28
5	Çok sık kullanılan yedek parça ve bağlantı aparatlarının ihtiyaç halinde yüksek maliyete alınması	1)Firmada kullanılan standart yedek parça ve bağlantı aparatlarının bir listesi hazırlanarak toplu olarak tedarik edilmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	2	2	28
6	Satın alınacak düşük veya yüksek maliyetli ürünlerin şartnameye uygun olup olmadığının erken tespit edilememesi	1)Gelecek her ürün için ön numune talep edilmesi ve kontrolünün sağlanması	Planlandı	Gerçekleştirildi	6	2	1	12
7	Üst üste iş alınması nedeniyle kısa vadeli ürün teslim termin tarihlerine uyulamaması	1)Tekliflerde daha gerçekçi teslim termin süresi verilmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	2	2	32

Tablo 4.5 (devam)

8	Üretimi planlanan ürüne ait ham imalat çeliğinin ve/veya kalıp çeliğinin planlanan zamanda üretim tesisinde bulunmaması	1)İlgili departman sorumlusunun, üretim başlangıç tarihinden en az 2 hafta önce hammaddelerin zamanında teslim alınması konusunda tedarikçiden teyit alması	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	2	2	32
9	Yüksek tonajlı seri üretimlerde kullanılan hammaddeler için tedarikçilerden bir pota dökümünün tamamı için anlaşma yapılmaması	1)Nakit akışını ve finans planlarını etkilemeyecek ölçüde mümkün olduğu kadar bir pota dolusu hammaddenin tedarik edilerek ürün maliyetinin düşürülmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	6	3	1	18
10	Maliyeti nazaran yüksek olan ahşap kasaların sevkியatta kullanılması	1)Yarı yarıya maliyetli olan ve içinde 1 ton yük taşıma kapasitesi olan 3 katlı karton kasalarda sevkியatın yapılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	1	1	7

Satın alma ve planlama departmanını etkileyen her bir hata türünün önlem öncesi ve önlem sonrası ile alakalı açıklamalar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- 1) **Sıcak çelik dövmede kullanılan imalat çeliği ve kalıp hammaddelerinin sürekli aynı tedarikçilerden temin edilmesi:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, aynı doğrultuda olan güven, termin fiyat ve kalite kaygısıdır. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, diğer hammadde tedarikçilerinden vade, fiyat indirimi vb. imkanların değerlendirilememesidir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_1=120$ çıkmıştır ve $RÖS_1 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, doğal olarak yeni tedarikçilere fırsat verilip teklif alınması olmuştur. Bu doğrultuda yeni tedarikçiler göz ardı edilmemektedir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_1$ değeri($RÖS_{1Y}$) 36 çıkmıştır. $RÖS_{1Y}=36$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{1Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y1} = \frac{36}{120} \times 100 = \%30$ seviyesindedir.

- 2) **Bir ürün için iki farklı çelik tedarikçisinden alınan aynı cins çelikten yanlış kalitede olan hammadde tedarikçisinin tespit edilememesi:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; farklı tedarikçi etiketinin

olmaması ve fabrikada kimyasal kompozisyon tespitinin yapılamamasıdır. Bu hatanın muhtemel dört etkisi mevcuttur. Bu etkiler; Üretimde, takip eden aşamalarda veya son üründe hatalarla karşılaşılması, prestij kaybı, zaman kaybı ve maddi kayıptır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_2=300$ çıkmıştır ve $RÖS_2 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, üretim öncesi iki farklı tedarikçiden gelen hammaddelerin farklı kasalarda etiketlenmesi, üretim aşamasında kullanılan kalıplara farklı markalama uygulanması (şarj numarası) ve kimyasal kompozisyon tespit cihazının satın alınmasıdır. **Önlem planlanmış ve kısmî gerçekleştirilmiştir.** Kısmî gerçekleştirilme sebebi, kimyasal kompozisyon tespit cihazının satın alınmamasıdır. Bunun yanında ilk iki önlem uygulamasıyla riskin olasılığı en düşük seviyeye indirilmiş olup saptanabilirliği kesinleştirilmiştir. Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_2$ değeri ($RÖS_{2Y}$) 10 çıkmıştır. $RÖS_{2Y}=10$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{2Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y2} = \frac{10}{300} \times 100 = \%3,333$ seviyesindedir.

3) **Sürekli tedarik edilmeyen ürünlerin satın alma şartnamesinin olmayışı:**

Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, süreklilik arz etmemesi nedeniyle gereksiz görülmesidir. Bu hatanın muhtemel üç etkisi mevcuttur. Bu etkiler; yanlış ürün gelmesi, zaman kaybı ve maddi kayıptır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_3=96$ çıkmıştır ve $40 \leq RÖS_3 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, tedarik edilen her malzeme için satın alma şartnamesi oluşturulması ve takip edilmesidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_3$ değeri ($RÖS_{3Y}$) 32 çıkmıştır. $RÖS_{3Y}=32$ ve RÖS Değerlendirme

Ölçeğine göre $R\ddot{O}S_{3Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y3} = \frac{32}{96} \times 100 = \%33,333$ seviyesindedir.

- 4) **Düşük maliyetli olup çok tüketilen ürünlerin tedarikinde piyasa araştırmasının etkin yapılmaması**: Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, düşük maliyetin ilk bakışta rahatsız etmemesidir. Bu hatanın muhtemel bir etkisi mevcuttur. Bu etki, finansın verimli kullanılamamasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $R\ddot{O}S_4=84$ çıkmıştır ve $40 \leq R\ddot{O}S_4 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, fabrikanın ana kalemlerin dışında satın alınan ürünlerin listesi çıkartılarak derlenmesi ve en az 3 tedarikçiden fiyat alınmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir**. Önlem alındıktan sonra yeni $R\ddot{O}S_4$ değeri ($R\ddot{O}S_{4Y}$) 84 çıkmıştır. $R\ddot{O}S_{4Y}=84$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $R\ddot{O}S_{4Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y4} = \frac{28}{84} \times 100 = \%33,333$ seviyesindedir.

- 5) **Çok sık kullanılan yedek parça ve bağlantı aparatlarının ihtiyaç halinde yüksek maliyete alınması**: Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, acil stok tutulmayıp toplu alınmamasıdır. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, finansın verimli kullanılmamasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $R\ddot{O}S_5=105$ çıkmıştır ve $R\ddot{O}S_5 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, firmada kullanılan standart yedek parça ve bağlantı aparatlarının bir listesi hazırlanarak toplu olarak tedarik edilmesidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir**. Önlem alındıktan sonra yeni $R\ddot{O}S_5$ değeri ($R\ddot{O}S_{5Y}$) 28 çıkmıştır. $R\ddot{O}S_{5Y}=28$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $R\ddot{O}S_{5Y} \leq 40$

olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y5} = \frac{28}{105} \times 100 = \%26,667$ seviyesindedir.

- 6) **Satın alınacak düşük veya yüksek maliyetli ürünlerin şartnameye uygun olup olmadığının erken tespit edilememesi:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, numune kontrolünün sürekli yapılmamasıdır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; genel süreç işleyişinde aksaklıklar ve zaman kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_6=216$ çıkmıştır ve $RÖS_6 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, gelecek her ürün için ön numune talep edilmesi ve kontrolünün sağlanmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_6$ değeri($RÖS_{6Y}$) 12 çıkmıştır. $RÖS_{6Y}=12$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{6Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y6} = \frac{12}{216} \times 100 = \%5,556$ seviyesindedir.

- 7) **Üst üste iş alınması nedenli kısa vadeli ürün teslim termin tarihlerine uyulamaması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, iş kaçırmamak maksatlı üst üste iş alınmasıdır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; teslim termin tarihlerine uymakta zorluk ve dolaylı yoldan prestij kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_7=224$ çıkmıştır ve $RÖS_7 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, elbette gelecek işi geri çevirmek değil fakat tekliflerde daha gerçekçi teslim termin süresi verilmesidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_7$ değeri($RÖS_{7Y}$) 32 çıkmıştır. $RÖS_{7Y}=32$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{7Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık

önlem almaya gerek yoktur. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y7} = \frac{32}{224} \times 100 = \%14,286$ seviyesindedir.

- 8) **Üretimi planlanan ürüne ait ham imalat çeliğinin ve/veya kalıp çeliğinin planlanan zamanda üretim tesisinde bulunmaması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, tedarikçi kaynaklı muhtelif sebeplerdir. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; teslim termin tarihlerine uymakta zorluk ve dolaylı yoldan prestij kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_8=192$ çıkmıştır ve $RÖS_8 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, ilgili departman sorumlusunun, üretim başlangıç tarihinden en az 2 hafta önce hammaddelerin zamanında teslim alınması konusunda tedarikçiden teyit alması ve süreç takibidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_8$ değeri($RÖS_{8Y}$) 32 çıkmıştır. $RÖS_{8Y}=32$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{8Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y8} = \frac{32}{192} \times 100 = \%16,667$ seviyesindedir.

- 9) **Yüksek tonajlı seri üretimlerde kullanılan hammaddeler için tedarikçilerden bir pota dökümünün tamamı için anlaşma yapılmaması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, şirket finansının bu yönde kullanılmamasıdır. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, daha uygun maliyetle hammadde alım imkanının kaybolmasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_9=210$ çıkmıştır ve $RÖS_9 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, ilgili departman sorumlusunun, üretim başlangıç tarihinden en az 2 hafta önce hammaddelerin zamanında teslim alınması konusunda tedarikçiden teyit

alması ve süreç takibidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₉ değeri(RÖS_{9Y}) 18 çıkmıştır. RÖS_{9Y}=18 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{9Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y9} = \frac{18}{210} \times 100 = \%8,571$ seviyesindedir.

10) Maliyeti nazaran yüksek olan ahşap kasaların sevkiyatta kullanılması:

Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; şirket alışkanlığı ve yeni tip kasalardan haberdar olmamasıdır. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, finansın verimli kullanılmamasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₁₀=350 çıkmıştır ve RÖS₁₀≥100 olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, Yarı yarıya maliyetli olan ve içinde 1 ton yük taşıma kapasitesi olan 3 katlı karton kasalarda sevkiyatın yapılmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₁₀ değeri(RÖS_{10Y}) 7 çıkmıştır. RÖS_{10Y}=7 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{10Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y10} = \frac{7}{350} \times 100 = \%2$ seviyesindedir.

4.6.2.1 Satın Alma ve Planlama Departmanı Önlem Öncesi ve Önlem Sonrası Mukayesesi

Satın Alma ve Planlama Departmanını etkileyen hatalar üzerinde durulmuş ve bu hataları meydana getiren nedenler ile hatanın gerçekleşmesi durumundaki muhtemel etkileri değerlendirilmiştir. Bu etkiler beraberinde satın alma ve planlama departmanı için risk oranlarını meydana getirmektedir. Bu etkilerin oluşturduğu fabrika işleyiş süreçleri için iyileştirme çalışması yapılarak satın alma ve planlama departmanı yeni risk oranları Tablo 4.6 da ortaya konmuştur.

Tablo 4.6 Satın Alma ve Planlama Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlem Öncesi RÖS (RÖS_n)	Önlem Sonrası RÖS (RÖS_{nY})	R_{Yn} (%)	Azaltılan Risk Oranı (%)
1	Sıcak çelik dövmede kullanılan imalat çeliği ve kalıp hammaddelerinin sürekli aynı tedarikçilerden temin edilmesi	120	36	30,000	70,000
2	Bir ürün için iki farklı çelik tedarikçisinden alınan aynı cins çelikten yanlış kalitede olan hammadde tedarikçisinin tespit edilememesi	300	10	3,333	96,667
3	Sürekli tedarik edilmeyen ürünlerin satın alma şartnamesinin olmayışı	96	32	33,333	66,667
4	Düşük maliyetli olup çok tüketilen ürünlerin tedarikinde piyasa araştırmasının etkin yapılmaması	84	28	33,333	66,667
5	Çok sık kullanılan yedek parça ve bağlantı aparatlarının ihtiyaç halimde yüksek maliyete alınması	105	28	26,667	73,333
6	Satın alınacak düşük veya yüksek maliyetli ürünlerin şartnameye uygun olup olmadığının erken tespit edilememesi	216	12	5,556	94,444
7	Üst üste iş alınması nedeniyle kısa vadeli ürün teslim termin tarihlerine uyulmaması	224	32	14,286	85,714
8	Üretimi planlanan ürüne ait ham imalat çeliğinin ve/veya kalıp çeliğinin planlanan zamanda üretim tesisinde bulunmaması	192	32	16,667	83,333
9	Yüksek tonajlı seri üretimlerde kullanılan hammaddeler için tedarikçilerden bir pota dökümünün tamamı için anlaşma yapılmaması	210	18	8,571	91,429
10	Maliyeti nazaran yüksek olan ahşap kasaların sevkியatta kullanılması	350	7	2,000	98,000

Satın alma ve planlama departmanını etkileyen toplamda 10 adet hata türü için yapılan çalışma sonucu bütün hata türleri için $RÖS_{nY} \leq 40$ olduğundan hata türlerinin süreçleri ile alakalı önlem almaya gerek kalmayarak satın alma ve planlama departmanını etkileyen hataların süreç iyileştirmesi tamamlanmıştır.

4.6.3 Kalite Yönetim Departmanı HTEA(Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması

Kalite yönetim departmanını etkileyen hatalar, önlem alınmadan önceki ve önlem alındıktan sonraki etkileriyle alakalı RÖS değerlerinin hesaplandığı tablolar sırasıyla Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 de verilmiştir.

Tablo 4.7 Önlem Öncesi Kalite Yönetim Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Hatanın Nedenleri	Hatanın Etkileri	Önlem Öncesi			
				Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Eski tip hassas ölçü aletlerinin kullanılması	1)Yenilemeye ihtiyaç olduğunun düşünülmemesi	1)Dar toleranslı parçaların ölçümleminde minör ve/veya majör hataların yaşanması	7	6	6	252
2	İş emirlerinin manuel takip edilmesi	1)Alışkanlık 2)İş emirleri takibinin elektronik ortama aktarılmaması	1)Üretim sürecinde aksaklıklar 2)Müşteri teslim termininde aksaklıklar	7	7	4	196
3	Kalite Yönetim sisteminin gereklerinin icrasında aksaklıklar bulunması	1)Kalite Yönetimi eğitim eksikliği	1)Müşteri Kalite departmanlarından gelen evrak taleplerinde yaşanan aksaklıklar 2)Prestij kaybı	6	5	5	150
4	Kalite Yönetim sistemi sorumluları vasıtasıyla diğer tüm birimlerin iş akış şemasının güncellenmemesi	1)Periyodik olarak güncelleme yapılmaması	1)Yeni ortaya çıkan hatalara karşı nasıl bir aksiyon alınacağı tespitinin yapılamaması	5	6	6	180
5	Kalite ve Üretim departmanlarının yöneticisinin aynı kişi olması	1)Kalite Yöneticisinin işten ayrılmasının ardından yeni bir yönetici tayin edilmemesi	1)Üretim oluşan minör hataların göz ardı edilmesi 2)Bahse konu hataların müşteri tarafından tespitinde yaşanan teknik sorunlar	8	10	1	80
6	Güncelliğini yitiren kalite yönetmeliklerinin kütüphanelerde tutulması	1)Alışkanlık	1)Karışıklık halinde güncel kalite yönetim şartnamesinin dışına çıkılabilmesi	7	10	1	70
7	Müşteriden gelen teknik revizelerin Kalite Yönetim Süreci çerçevesinde gerekli departmanlarla sağlıklı bir şekilde paylaşılabilmesi	1)İş akışının takip edilmemesi 2)ERP sistemlerinin verimli kullanılmaması	1)Müşteriye son revizeden bir önceki haliyle ürün teslim edilmesi 2)Müşterinin revizesiz ürünleri kabul etmemesi halinde maddi kayıp	9	4	3	108

Tablo 4.8 Önlem Sonrası Kalite Yönetim Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlemler	Plan Durumu	Gerçekleşme Durumu	Önlem Sonrası			
					Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Eski tip hassas ölçü aletlerinin kullanılması	1)Modern teknolojiye sahip ölçüm aletlerinin temin edilmesi	Planlandı	<i>Kısmi Gerçekleştirildi</i>	7	3	1	21
2	İş emirlerinin manuel takip edilmesi	1)Şirkette bulunan ERP sisteminin etkin kullanılması 2)Birim şefleri ve operatörlerinin eğitilmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	1	2	14
3	Kalite Yönetim sisteminin gereklerinin icrasında aksaklıklar bulunması	1)Hizmet alımıyla sertifikalı iç denetçi eğitimi verdirmesi 2)Kazanılan İç Denetçilerin süreç takini etkin olarak yapması	Planlandı	Gerçekleştirildi	6	3	2	36
4	Kalite Yönetim sistemi sorumluları vasıtasıyla diğer tüm birimlerin iş akış şemasının güncellenmemesi	1)Kalite Yönetim Sorumlularının belirli periyotlar halinde toplantı yapıp iş akış şemasının güncellenerek önlem alınması	Planlandı	Gerçekleştirildi	5	3	2	30
5	Kalite ve Üretim departmanlarının yöneticisinin aynı kişi olması	1)İvedi olarak yeni bir üretim departman yöneticisi işe alınması veya atanması	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	1	1	8
6	Güncelliğini yitiren kalite yönetmeliklerinin kütüphanelerde tutulması	1)Güncelliğini yitirmiş dokümanların tasnif edilerek arşive kaldırılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	1	1	7
7	Müşteriden gelen teknik revizelerin Kalite Yönetim Süreci çerçevesinde gerekli departmanlarla sağlıklı bir şekilde paylaşılamaması	1)Revizesi gelen ürün için üretim departmanından başlanarak gerekli tüm birimlere bilgi verilmesinin iş akışına dahil edilmesi 2)ERP'nin verimli kullanılması için eğitim verilmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	9	2	2	36

Kalite yönetim departmanını etkileyen her bir hata türünün önlem öncesi ve önlem sonrası ile alakalı açıklamalar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- 1) **Eski tip hassas ölçü aletlerinin kullanılması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, yenilemeye ihtiyaç olduğunun

düşünülmemesidir. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, dar toleranslı parçaların ölçümlerinde minör ve/veya majör hataların yaşanmasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_1=252$ çıkmıştır ve $RÖS_1 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, modern teknolojiye sahip ölçüm aletlerinin temin edilmesi yönündedir. **Önlem planlanmış ve kısmî gerçekleştirilmiştir.** Kısmî gerçekleştirilme sebebi finanstan kaynaklı olup firmanın bütün ölçü aletlerinin yenilenmesini zamana yaymış olmasıdır. Önlem sonrası değerlendirme yenilenmiş durumdaki ölçü aletlerinin oranlarına göre yapılmıştır. Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_1$ değeri($RÖS_{1Y}$) 21 çıkmıştır. $RÖS_{1Y}=21$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{1Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y1} = \frac{21}{252} \times 100 = \%8,333$ seviyesindedir.

- 2) **İş emirlerinin manuel takip edilmesi:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; alışkanlık ve iş emirlerinin elektronik ortama aktarılmamasıdır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; üretim sürecinde aksaklıklar ve müşteri teslim termin tarihlerinde aksaklıklar yaşanmasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_2=196$ çıkmıştır ve $RÖS_2 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, şirkette bulunan ERP sisteminin etkin kullanılması ve birim şefleri ile birlikte operatörlerinin eğitilmesidir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_2$ değeri($RÖS_{2Y}$) 14 çıkmıştır. $RÖS_{2Y}=14$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{2Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y2} = \frac{14}{196} \times 100 = \%7,143$ seviyesindedir.

3) ***Kalite Yönetim sisteminin gereklerinin icrasında aksaklıklar bulunması:***

Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, Kalite Yönetimi eğitim eksikliğidir. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; müşteri kalite departmanlarından gelen evrak taleplerinde yaşanan aksaklıklar ve prestij kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_3=150$ çıkmıştır ve $RÖS_3 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, ***kesinlikle önlem alınması*** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, hizmet alımıyla sertifikalı iç denetçi eğitimi verdirmesi ve kazanılan iç denetçilerin süreç takibini etkin olarak süreklilik halinde yapmasıdır. ***Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.*** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_3$ değeri ($RÖS_{3Y}$) 36 çıkmıştır. $RÖS_{3Y}=36$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{3Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık ***önlem almaya gerek yoktur.*** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y3} = \frac{36}{150} \times 100 = \%24$ seviyesindedir.

4) ***Kalite Yönetim sistemi sorumluları vasıtasıyla diğer tüm birimlerin iş***

akış şemasının güncellenmemesi: Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, periyodik olarak güncelleme yapılmamasıdır. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, yeni ortaya çıkan hatalara karşı nasıl bir aksiyon alınacağı tespitinin yapılamamasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_4=180$ çıkmıştır ve $RÖS_4 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, ***kesinlikle önlem alınması*** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, kalite yönetim sorumlularının belirli periyotlar halinde toplantı yapıp iş akış şemasının güncellenerek önlem alınmasıdır. ***Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.*** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_4$ değeri ($RÖS_{4Y}$) 30 çıkmıştır. $RÖS_{4Y}=30$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{4Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık ***önlem almaya gerek yoktur.*** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y4} = \frac{36}{150} \times 100 = \%16,667$ seviyesindedir.

- 5) **Kalite ve Üretim departmanlarının yöneticisinin aynı kişi olması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, kalite yöneticisinin işten ayrılmasının ardından yeni bir yönetici tayin edilmemesidir. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; üretim oluşan minör hataların göz ardı edilmesi ve bahse konu hataların müşteri tarafından tespitinde yaşanan teknik sorunlardır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_5=80$ çıkmıştır ve $40 \leq RÖS_5 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, kalite yönetim sorumlularının belirli periyotlar halinde toplantı yapıp iş akış şemasının güncellenerek önlem alınmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_5$ değeri($RÖS_{5Y}$) 8 çıkmıştır. $RÖS_{5Y}=8$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{5Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur**. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y5} = \frac{8}{80} \times 100 = \%10$ seviyesindedir.

- 6) **Güncelliğini yitiren kalite yönetmeliklerinin kütüphanelerde tutulması:** Hatanın tek nedeni mevcuttur. Bu neden, şirket içi alışkanlıktır. Bu hatanın tespit edilen muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, karışıklık halinde güncel kalite yönetim şartnamesinin dışına çıkılabilesidir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_6=70$ çıkmıştır ve $40 \leq RÖS_6 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, güncelliğini yitirmiş dokümanların tasnif edilerek arşive kaldırılması yönündedir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_6$ değeri($RÖS_{6Y}$) 7 çıkmıştır. $RÖS_{6Y}=7$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{6Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya**

gerek yoktur. Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y6} = \frac{7}{70} \times 100 = \%10$ seviyesindedir.

- 7) **Müşteriden gelen teknik revizelerin Kalite Yönetim Süreci çerçevesinde gerekli departmanlarla sağlıklı bir şekilde paylaşılamaması:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; iş akışının takip edilmemesi ve ERP sistemlerinin verimli kullanılmamasıdır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; müşteriye son revizeden bir önceki haliyle ürün teslim edilmesi ve müşterinin revizesiz ürünleri kabul etmemesi halinde maddi kayıp yaşanmasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_7=108$ çıkmıştır ve $RÖS_7 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, kalite yönetim sorumlularının belirli periyotlar halinde toplantı yapıp iş akış şemasının güncellenerek önlem alınmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_7$ değeri ($RÖS_{7Y}$) 36 çıkmıştır. $RÖS_{7Y}=36$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{7Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y7} = \frac{36}{108} \times 100 = \%33,333$ seviyesindedir.

4.6.3.1 Kalite Yönetim Departmanı Önlem Öncesi ve Önlem Sonrası Mukayesesi

Kalite Yönetim Departmanını etkileyen hatalar üzerinde durulmuş ve bu hataları meydana getiren nedenler ile hatanın gerçekleşmesi durumundaki muhtemel etkileri değerlendirilmiştir. Bu etkiler beraberinde kalite yönetim departmanı için risk oranlarını meydana getirmektedir. Bu etkilerin oluşturduğu fabrika işleyiş süreçleri için iyileştirme çalışması yapılarak kalite yönetim departmanı yeni risk oranları Tablo 4.9 da ortaya konmuştur.

Tablo 4.9 Kalite Yönetim Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlem Öncesi RÖS (RÖS_n)	Önlem Sonrası RÖS (RÖS_{nY})	R_{Yn} (%)	Azaltılan Risk Oranı (%)
1	Eski tip hassas ölçü aletlerinin kullanılması	252	21	8,333	91,667
2	İş emirlerinin manuel takip edilmesi	196	14	7,143	92,857
3	Kalite Yönetim sisteminin gereklerinin icrasında aksaklıklar bulunması	150	36	24,000	76,000
4	Kalite Yönetim sistemi sorumluları vasıtasıyla diğer tüm birimlerin iş akış şemasının güncellenmemesi	180	30	16,667	83,333
5	Kalite ve Üretim departmanlarının yöneticisinin aynı kişi olması	80	8	10,000	90,000
6	Güncelliğini yitiren kalite yönetmeliklerinin kütüphanelerde tutulması	70	7	10,000	90,000
7	Müşteriden gelen teknik revizelerin Kalite Yönetim Süreci çerçevesinde gerekli departmanlarla sağlıklı bir şekilde paylaşılabilmesi	108	36	33,333	66,667

Kalite yönetim departmanını etkileyen toplamda 7 adet hata türü için yapılan çalışma sonucu bütün hata türleri için $RÖS_{nY} \leq 40$ olduğundan hata türlerinin süreçleri ile alakalı önlem almaya gerek kalmayarak kalite yönetim departmanını etkileyen hataların süreç iyileştirmesi tamamlanmıştır.

4.6.4 Üretim ve Bakım Departmanı HTEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) Uygulaması

Üretim ve bakım departmanını etkileyen hatalar, önlem alınmadan önceki ve önlem alındıktan sonraki etkileriyle alakalı RÖS değerlerinin hesaplandığı tablolar sırasıyla Tablo 18 ve Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 4.10 Önlem Öncesi Üretim ve Bakım Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Hatanın Nedenleri	Hatanın Etkileri	Önlem Öncesi			
				Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Sıcak çelik dövme üretimindeki son evre olan ütüleme(kalibrasyon maksatlı ölçüye getirme metodu) işleminin hem üretim sonu hem ısıl işlem sonrası çarpılmaları kalibre etmek maksatlı toplam 2 defa(mükerrer) yapılması	1)Üretimde alışkanlık	1)Zaman kaybı 2)Üretimde lüzumsuz kalıp kullanımı ve kalıp maliyeti 3)İşçilik maliyeti 4)Enerji maliyeti	10	10	5	500
2	Fabrikada, arkası mil olan ürünlerin üretimi için parçanın hammaddesinin tamamının ısıtılarak Maxi veya Çekiç tezgahta yatay dövülmesi	1)Hammaddenin tek tarafını ısıtan tipte indüksiyon olmaması 2)Yatay tezgah olmaması	1)Hammadde maliyetinde artış 2)Tavlama(ısıtma) maliyetinde artış 3)Ayrıca kalıp maliyeti 4)İşçilik maliyeti 5)Enerji maliyeti 6)Üretim proses sürecinin uzaması	9	10	1	90
3	Üretimde kullanılan makinelerin zamanında bakımının yapılmaması	1)Üretim hattındaki yoğunluk 2)Teslim termin sürelerinin sıkıştırılması 3)Hatlarda duruş istenmemesi	1)Zamanında yapılmayan bakımın sonra daha yüksek maliyete sebebiyet vermesi 2)Makinelerde her an bozulma riski 3)Üretim hattında plansız durma 4)Teslim terminleri ve sevkiyatta aksaklık	8	7	3	168
4	Bazı (nazaran küçük) ürünlerde gereğinden çok daha büyük çapta kalıplar ile üretim yapılması	1)Farklı boylarda ana tutucuların olmaması (Küçük çaptaki kalıpların içine oturacağı farklı boylarda ana tutucuların olmaması)	1)Kalıp hammadde maliyetinde muhtelif oranlarda artış	7	6	2	84
5	Tedarikçi kaynaklı olası elektrik kesintilerinde üretimde uzun süreli aksama	1)Tedarikçi donanımı kaynaklı	1)Üretimde aksama 2)Teslim termin tarihinde ve sevkiyatta aksaklık 3)Prestij kaybı	10	5	1	50
6	Fabrikanın kuruluşundaki eski elektrik tesisatı, elektrik panosu ve teknolojisinin kullanılması	1)Eski tesisatı yenilemenin yüksek maliyetli olması	1)Üretimde aksama 2)Teslim termin tarihinde ve sevkiyatta aksaklık 3)Prestij kaybı	9	5	1	45
7	Düşük maaş politikası sebebiyle çalışanlardan yeterli verimin alınamaması	1)Yönetim kararı	1)Üretimde düşük verimlilik 2)Teslim termin tarihinde ve sevkiyatta aksaklık	7	7	3	147

Tablo 4.10 (devam)

8	Dövme prosesinde ilgili parçanın üretiminin yapıp yapılamayacağını saptanabilmesi için yazılımın kullanılmaması	1)Gerekli görülmemesi 2)Tecrübeye güvenilmesi	1)Üretilebileceği düşünülerek alınan ilgili parçanın üretilip üretilmeyeceğinin fiziki şartlar oluştuktan sonra belirlenebilmesi bununla birlikte zaman ve finansın verimli kullanılmaması	9	4	5	180
9	Parça üretiminde hammadde girişinden sevkıyata kadar olan süreçte izlenebilirliğin zayıf olması	1)Genel aksaklık	1)İzlenebilirliğin sağlandığı parça iş emri kartının sağlıklı kullanılmamasından kaynaklı üretim süreç takibinde aksaklıklar yaşanması 2)Aksaklık yaşanması halinde hangi prosten olduğunun tespit edilememesi	6	7	8	336
10	İmalat hattında aydınlatma şiddetinin yetersiz olması	1)Genel aksaklık	1)Aydınlatmanın eksik kaldığı yerde projektör kullanılması enerji maliyet artışı 2)Olası iş kazasına ortam oluşturmaları	10	9	4	360
11	Çapak alma prosesinden sonra üretimi yapılan bazı parçaların çapak hattının kalın kalması	1)Üretim prosesi 2)Çapak alma kalıp tasarımı	1)Taşlama prosesi oluşması 2)Enerji maliyeti 3)İşçilik maliyeti 4)Zaman kaybı	6	7	3	126
12	Kumlama makinesinde hava kaçaklarının olması	1)Makinenin yıpranması	1)Kumlama süresi uzaması 2)Fazla kumlama bilyesi kullanılması 3)Enerji maliyeti 4)Zaman kaybı	7	7	4	196

Tablo 4.11 Önlem Sonrası Üretim ve Bakım Departmanını Etkileyen Hatalar ve Etkileri

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlemler	Plan Durumu	Gerçekleşme Durumu	Önlem Sonrası			
					Şiddet	Olasılık	Saptanabilme	RÖS
1	Sıcak çelik dövme üretimindeki son evre olan ütüleme(kalibrasyon maksatlı ölçüye getirme metodu) işleminin hem üretim sonu hem ısıl işlem sonrası çarpılmaları kalibre etmek maksatlı toplam 2 defa(mükerrer) yapılması	1)Ütüleme prosesinin ısıl işlem sonrasındaki kodlamayla birlikte yapılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	1	1	8
2	Fabrikada, arkası mil olan ürünlerin üretimi için parçanın hammaddesinin tamamının ısıtılarak Maxi veya Çekiç tezgahta yatay dövülmesi	1)Yatay Tezgah alımı yapılması 2)Bahse konu indüksiyon fırınının alınması 3)1. ve 2. önlemlerin maliyetli olması durumunda parçanın dik dövülerek; hammadde, kalıp enerji ve üretim proses süreçlerinden iyileştirme sağlanması	Planlandı	Kısmi Gerçekleştirildi	9	4	1	36
3	Üretimde kullanılan makinelerin zamanında bakımının yapılmaması	1)Bakımların zamanında yapılmasının iş akışına bağlanması(Bakım yapılmadan üretim iş emrinin oluşturulmaması) 2)Periyodik bakım formlarının eksiksiz doldurularak takibinin yapılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	8	2	2	32
4	Bazı (nazaran küçük) ürünlerde gereğinden çok daha büyük çapta kalıplar ile üretim yapılması	1)Farklı boylarda ana tutucu kalıpların yapılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	2	1	14
5	Olası elektrik kesintilerinde üretimde uzun süreli aksama	1)Organize Sanayi Bölgesine taşınmanın maliyeti yüksek olduğundan fabrikaya ihtiyacını karşılayacak KW'lık jeneratör alınması.	Planlandı	Gerçekleştirilmedi	10	-	-	-
6	Fabrikanın kuruluşundaki eski elektrik tesisatı, elektrik panosu ve teknolojisinin kullanılması	1)Elektrik tesisatının tamamen yenilenmesi	Planlanmadı	Gerçekleştirilmedi	9	-	-	-

Tablo 4.11 (devam)

7	Düşük maaş politikası sebebiyle çalışanlardan yeterli verimin alınamaması	1)Performansa dayalı maaş ve ödüllendirme yapılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	3	2	42
8	Dövme prosesinde ilgili parçanın üretiminin yapılıp yapılamayacağını saptanabilmesi için yazılım kullanılmaması	1)Dövme prosesinin simülasyonunu yapan yazılım kullanılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	9	1	1	9
9	Parça üretiminde hammadde girişinden sevkiyata kadar olan süreçte izlenebilirliğin zayıf olması	1)İş emri kartının doğru ve aksaklığa sebebiyet vermeden doldurulması ve kontrol mekanizmasının oluşturulması	Planlandı	Gerçekleştirildi	6	3	2	36
10	İmalat hattında aydınlatma şiddetinin yetersiz olması	1)Tavan aydınlatmalarının sayısının artırılması 2)İhtiyaç halinde seyyar aydınlatma kullanılması	Planlandı	Gerçekleştirildi	10	2	2	40
11	Çapak alma prosesinden sonra üretimi yapılan parçanın çapak hattının kalın kalması	1)Çapak alma kalıbında iyileştirme yapılarak revize edilmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	6	3	2	36
12	Kumlama makinesinde hava kaçaklarının olması	1)Hava hortumlarının yenilenmesi 2)Makine üzerindeki kaçakların giderilmesi	Planlandı	Gerçekleştirildi	7	2	2	28

Üretim ve bakım departmanını etkileyen her bir hata türünün önlem öncesi ve önlem sonrası ile alakalı açıklamalar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- 1) *Sıcak çelik dövme üretimindeki son evre olan ütüleme(kalibrasyon maksatlı ölçüye getirme metodu) işleminin hem üretim sonu hem ısıtma işlem sonrası çarpımları kalibre etmek maksatlı toplam 2 defa(mükerrer) yapılması:* Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, üretimde şeklindeki alışkanlıktır. Bu hatanın muhtemel dört etkisi mevcuttur. Bu etkiler; zaman kaybı, üretimde lüzumsuz kalıp kullanımı ve kalıp maliyeti, işçilik maliyeti ve enerji maliyetidir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_1=500$ çıkmıştır ve $RÖS_1 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, ütüleme prosesinin ısıtma işlem sonrasındaki kodlamayla birlikte yapılması şeklindedir. Bu vesileyle etki şiddeti *uyarısız gelen yüksek tehlikeden* hata hatanın oluşması halinde *çok yüksek* seviyesine indirilmiştir. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₁ değeri(RÖS_{1Y}) 8 çıkmıştır. RÖS_{1Y}=8 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{1Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y1} = \frac{8}{500} \times 100 = \%1,600$ seviyesindedir.

- 2) **Fabrikada, arkası mil olan ürünlerin üretimi için parçanın hammaddesinin tamamının ısıtılarak Maxi veya Çekiç tezgahta yatay dövülmesi:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; hammaddenin tek tarafını ısıtan tipte indüksiyon olmaması ve şirkette yatay tezgah bulunmamasıdır. Bu hatanın muhtemel altı etkisi mevcuttur. Bu etkiler; hammadde maliyetinde artış, tavlama(ısıtma) maliyetinde artış, ayrıca kalıp maliyeti, işçilik maliyeti, enerji maliyeti ve üretim proses sürecinin uzamasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₂=80 çıkmıştır ve 40≤RÖS₂≤100 olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, yatay tezgah alımı yapılması, bahse konu indüksiyon fırınının alınması ve eğer ilk iki önlemin maliyetli olması durumunda parçanın dik dövülerek; hammadde, kalıp enerji ve üretim proses süreçlerinden iyileştirme sağlanmasıdır. **Önlem planlanmış ve kısmî gerçekleştirilmiştir.** Kısmî gerçekleştirilme sebebi 1. ve 2. önlemlerin aynı anda veya ayrı ayrı yapılmasının maliyeti şirketin finans planlarına uymayarak yalnızca 3. önlemin icra edilmesidir. Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₂ değeri(RÖS_{2Y}) 32 çıkmıştır. RÖS_{2Y}=32 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{2Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y2} = \frac{32}{80} \times 100 = \%40$ seviyesindedir.

3) **Üretimde kullanılan makinelerin zamanında bakımının yapılmaması:**

Hatanın tespit edilen üç nedeni mevcuttur. Bu nedenler; üretim hattındaki yoğunluk, teslim termin sürelerinin sıkıştırması ve hatlarda duruş istenmemesidir. Bu hatanın muhtemel dört etkisi mevcuttur. Bu etkiler; zaman zamanında yapılmayan bakımın sonra daha yüksek maliyete sebebiyet vermesi, makinelerde her an bozulma riski, üretim hattında plansız durma ve teslim terminleri ve sevkiyatta aksaklıktır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_3=168$ çıkmıştır ve $RÖS_3 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, bakımların zamanında yapılmasının iş akışına bağlanması(bakım yapılmadan üretim iş emrinin oluşturulmaması) ve periyodik bakım formlarının eksiksiz doldurularak takibinin yapılmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_3$ değeri($RÖS_{3Y}$) 32 çıkmıştır. $RÖS_{3Y}=32$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{3Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y3} = \frac{32}{168} \times 100 = \%19,048$ seviyesindedir.

4) **Bazı (nazaran küçük) ürünlerde gereğinden çok daha büyük çapta kalıplar ile üretim yapılması:**

Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, farklı boylarda ana tutucuların olmamasıdır(küçük çaptaki kalıpların içine oturacağı farklı boylarda ana tutucuların olmaması). Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, kalıp hammadde maliyetinde muhtelif oranlarda artıştır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_4=84$ çıkmıştır ve $40 \leq RÖS_4 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, farklı boylarda ana tutucu kalıpların yapılması şeklindedir. **Önlem planlanmış ve**

gerçekleştirilmiştir. Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₄ değeri(RÖS_{4Y}) 14 çıkmıştır. RÖS_{4Y}=14 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{4Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y4} = \frac{14}{84} \times 100 = \%16,667$ seviyesindedir.

- 5) **Tedarikçi kaynaklı olası elektrik kesintilerinde üretimde uzun süreli aksama:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, tedarikçi kaynaklıdır. Bu hatanın muhtemel üç etkisi mevcuttur. Bu etkiler; üretimde aksama, teslim termin tarihlerinde ve sevkiyatta aksaklık ve prestij kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₅=50 çıkmıştır ve $40 \leq RÖS_5 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, organize sanayi bölgesine taşınmanın maliyeti yüksek olduğundan fabrikaya ihtiyacı karşılayacak KW'lık jeneratör alınması yönündedir. **Önlem planlanmış olsa dahi gerçekleştirilmemiştir.** Gerçekleştirilmeme sebebi, çok yüksek kW'lık jeneratör(ler) gerekmesi ve yeterli finansın ayrılamamasıdır. Hata ve oluşturduğu etkileri ile alakalı alınan iç reaksiyon; yönetimin bu risk hatasını olduğu gibi kabul etmesi ve buna bağlı olarak olası kesintilerde tedarikçi çözüm bulana kadar ek bakım faaliyetleri icra ederek zamanın değerlendirilmesi yönünde olmuştur. Düşünülen önlemler icra edilemediğinden yeni RÖS₅ değeri(RÖS_{5Y}) değeri ve R_{Y5} değeri hesaplanamamıştır. **Hata ve etkilerinin riski devam etmektedir.** RÖS değerlendirme ölçeğine göre RÖS değeri $40 \leq RÖS_5 \leq 100$ olduğundan kesinlikle önlem alınması gerekmemektedir. Bu hata için şirket kararı önlem almamak yönünde olmuştur.

- 6) **Fabrikanın kuruluşundaki eski elektrik tesisatı, elektrik panosu ve teknolojisinin kullanılması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, eski tesisatı yenilemenin yüksek maliyetli olmasıdır. Bu hatanın muhtemel üç etkisi mevcuttur. Bu etkiler; üretimde aksama, teslim termin tarihlerinde ve sevkiyatta aksaklık ve prestij kaybıdır. Bu durumda Risk

Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_6=45$ çıkmıştır ve $40 \leq RÖS_6 \leq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre **önlem alınabilir** durumdadır.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, elektrik tesisatının tamamen yenilenmesi yönündedir. **Önlem planlanmamış ve gerçekleştirilmemiştir.** Hiç planlamama ve gerçekleştirilmeme sebebi, fabrika elektrik tesisatının yenilenmesinin çok yüksek maliyetli olmasıdır. Hata ve oluşturduğu etkileri ile alakalı alınan iç reaksiyon; yönetimin bu risk hatasını olduğu gibi kabul etmesi ve buna bağlı olarak olası kesintilerde problem giderilene kadar ek bakım faaliyetleri icra ederek zamanın değerlendirilmesi yönünde olmuştur. Düşünülen önlemler icra edilemediğinden yeni $RÖS_6$ değeri ($RÖS_{6Y}$) değeri ve R_{Y6} değeri hesaplanamamıştır. **Hata ve etkilerinin riski devam etmektedir.** RÖS değerlendirme ölçeğine göre RÖS değeri $40 \leq RÖS_6 \leq 100$ olduğundan kesinlikle önlem alınması gerekmemektedir. Bu hata için şirket kararı önlem almamak yönünde olmuştur.

- 7) **Düşük maaş politikası sebebiyle çalışanlardan yeterli verimin alınamaması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, yönetim kararıdır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; üretimde düşük verimlilik ve teslim termin tarihinde ve sevkiyatta aksaklıktır. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmış, $RÖS_7=147$ çıkmıştır ve $RÖS_7 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, performansa dayalı maaş ve ödüllendirme yapılmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_7$ değeri ($RÖS_{7Y}$) 42 çıkmıştır. $RÖS_{7Y}=42$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $40 \leq RÖS_{7Y} \leq 100$ olduğundan **önlem alınabilirliğin en düşük seviyelerine düşürülmüştür.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y7} = \frac{42}{147} \times 100 = \%28,571$ seviyesindedir.

- 8) ***Dövme prosesinde ilgili parçanın üretiminin yapılıp yapılamayacağını saptanabilmesi için yazılımın kullanılmaması:*** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; gerekli görülmemesi ve tecrübeye güvenilmesidir. Bu hatanın muhtemel tek etkisi mevcuttur. Bu etki, üretilmeyeceği düşünülerek alınan ilgili parçanın üretilip üretilmeyeceğinin fiziki şartlar oluştuktan sonra belirlenebilmesi bununla birlikte zaman ve finansın verimli kullanılamamasıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_8=180$ çıkmıştır ve $RÖS_8 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, ***kesinlikle önlem alınması*** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, dövme prosesinin simülasyonunu yapan yazılım kullanılması şeklindedir. ***Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.*** Önlem alındıktan sonra yeni $RÖS_8$ değeri ($RÖS_{8Y}$) 9 çıkmıştır. $RÖS_{8Y}=9$ ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $RÖS_{8Y} \leq 40$ olduğundan ilgili risk için artık ***önlem almaya gerek yoktur.*** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y8} = \frac{9}{180} \times 100 = \%5$ seviyesindedir.

- 9) ***Parça üretiminde hammadde girişinden sevkiyata kadar olan süreçte izlenebilirliğin zayıf olması:*** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, genel aksaklıktır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; izlenebilirliğin sağlandığı parça iş emri kartının sağlıklı kullanılmamasından kaynaklı üretim süreç takibinde aksaklıklar yaşanması ve aksaklık yaşanması halinde hangi procesten olduğunun tespit edilememesidir. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. $RÖS_9=336$ çıkmıştır ve $RÖS_9 \geq 100$ olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, ***kesinlikle önlem alınması*** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, iş emri kartının doğru ve aksaklığa sebebiyet vermeden doldurulması ve kontrol mekanizmasının oluşturulmasıdır. ***Önlem planlanmış ve***

gerçekleştirilmiştir. Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₉ değeri(RÖS_{9Y}) 36 çıkmıştır. RÖS_{9Y}=36 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{9Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y9} = \frac{36}{336} \times 100 = \%10,714$ seviyesindedir.

10) **İmalat hattında aydınlatma şiddetinin yetersiz olması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, genel aksaklıktır. Bu hatanın muhtemel iki etkisi mevcuttur. Bu etkiler; aydınlatmanın eksik kaldığı yerde projektör kullanılması enerji maliyet artışı ve olası iş kazasına ortam oluşturmasıdır. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmış, RÖS₁₀=360 çıkmıştır ve RÖS₁₀≥100 olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, tavan aydınlatmalarının sayısının artırılması ve ihtiyaç halinde seyyar aydınlatma kullanılmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₁₀ değeri(RÖS_{10Y}) 40 çıkmıştır. RÖS_{10Y}=40 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre $40 \leq RÖS_{10Y} \leq 100$ olduğundan **önlem alınabilirliğin en düşük seviyesine düşürülmüştür.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y10} = \frac{40}{360} \times 100 = \%11,111$ seviyesindedir.

11) **Çapak alma prosesinden sonra üretimi yapılan bazı parçaların çapak hattının kalın kalması:** Hatanın tespit edilen iki nedeni mevcuttur. Bu nedenler; üretim prosesi ve çapak almak kalıp tasarımıdır. Bu hatanın muhtemel dört etkisi mevcuttur. Bu etkiler; taşlama prosesi oluşması, enerji maliyeti, işçilik maliyeti ve zaman kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₁₁=126 çıkmıştır ve RÖS₁₁≥100 olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, çapak alma kalıbında iyileştirme yapılarak revize edilmesi ve üretim prosesinde

uygulanmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₁₁ değeri(RÖS_{11Y}) 36 çıkmıştır. RÖS_{11Y}=36 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{11Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y11} = \frac{36}{126} \times 100 = \%28,571$ seviyesindedir.

12) **Kumlama makinesinde hava kaçaklarının olması:** Hatanın tespit edilen tek nedeni mevcuttur. Bu neden, makinenin yıpranmasıdır. Bu hatanın muhtemel dört etkisi mevcuttur. Bu etkiler; kumlama süresinin uzaması, fazla kumlama bilyesi kullanılması, enerji maliyeti ve zaman kaybıdır. Bu durumda Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bakılmıştır. RÖS₁₂=196 çıkmıştır ve RÖS₁₂≥100 olması nedeniyle RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre, **kesinlikle önlem alınması** gerekmektedir.

İlgili hatanın giderilmesi maksadıyla düşünülen önlemler, çapak alma kalıbında iyileştirme yapılarak revize edilmesi ve üretim prosesinde uygulanmasıdır. **Önlem planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.** Önlem alındıktan sonra yeni RÖS₁₂ değeri(RÖS_{12Y}) 28 çıkmıştır. RÖS_{12Y}=28 ve RÖS Değerlendirme Ölçeğine göre RÖS_{12Y}≤40 olduğundan ilgili risk için artık **önlem almaya gerek yoktur.** Yeni durumda risk; ilk durumuna göre $R_{Y12} = \frac{28}{196} \times 100 = \%14,286$ seviyesindedir.

3.6.4.1 Üretim ve Bakım Departmanı Önlem Öncesi ve Önlem Sonrası Mukayesesi

Üretim ve Bakım Departmanını etkileyen hatalar üzerinde durulmuş ve bu hataları meydana getiren nedenler ile hatanın gerçekleşmesi durumundaki muhtemel etkileri değerlendirilmiştir. Bu etkiler beraberinde üretim ve bakım departmanı için risk oranlarını meydana getirmektedir. Bu etkilerin oluşturduğu fabrika işleyiş süreçleri için iyileştirme çalışması yapılarak üretim ve bakım departmanı yeni risk oranları Tablo 4.12 de ortaya konmuştur.

Tablo 4.12 Üretim ve Bakım Departmanı Önlem Öncesi ve Sonrası RÖS Oranları

Hata Türü No	Hata Türleri	Önlem Öncesi RÖS ($RÖS_n$)	Önlem Sonrası RÖS ($RÖS_{nY}$)	R_{Yn} (%)	Azaltılan Risk Oranı (%)
1	Sıcak çelik dövme üretimindeki son evre olan ütüleme(kalibrasyon maksatlı ölçüye getirme metodu) işleminin hem üretim sonu hem ısıtılma sonrası çarpılmaları kalibre etmek maksatlı toplam 2 defa(mükerrer) yapılması	500	8	1,600	98,400
2	Fabrikada, arkası mil olan ürünlerin üretimi için parçanın hammaddesinin tamamının ısıtılarak Maxi veya Çekiç tezgahı yatık dövülmesi	80	32	40,000	60,000
3	Üretimde kullanılan makinelerin zamanında bakımının yapılmaması	168	32	19,048	80,952
4	Bazı (nazaran küçük) ürünlerde gereğinden çok daha büyük çapta kalıplar ile üretim yapılması	84	14	16,667	83,333
5	Tedarikçi kaynaklı olası elektrik kesintilerinde üretimde uzun süreli aksama	50	-	-	-
6	Fabrikanın kuruluşundaki eski elektrik tesisatı, elektrik panosu ve teknolojinin kullanılması	45	-	-	-
7	Düşük maaş politikası sebebiyle çalışanlardan yeterli verimin alınamaması	147	42	28,571	71,429
8	Dövme prosesinde ilgili parçanın üretiminin yapıp yapılamayacağını saptanabilmesi için yazılımın kullanılmaması	180	9	5,000	95,000
9	Parça üretiminde hammadde girişinden sevkiyata kadar olan süreçte izlenebilirliğin zayıf olması	336	36	10,714	89,286
10	İmalat hattında aydınlatma şiddetinin yetersiz olması	360	40	11,111	88,889
11	Çapak alma prosesinden sonra üretimi yapılan bazı parçaların çapak hattının kalın kalması	126	36	28,571	71,429
12	Kumlama makinesinde hava kaçaklarının olması	196	28	14,286	85,714

Satış departmanını etkileyen toplamda 12 adet hata türü için yapılan çalışma sonucu 1 hata($RÖS_{10Y}=40$) etkeni için önlem alınabilirliğinin en düşük seviyesine indirilmiş, 1 hata($RÖS_{7Y}=42$) etkeni için önlem alınabilirliğinin en düşük seviyelerine indirilmiş ve şirket için bu RÖS oranları bilhassa ilk duruma göre çok daha iyi olması sebebiyle alınabilecek seviyede risk olarak değerlendirilmiştir. 2 hata($RÖS_{5Y}$ ve $RÖS_{6Y}$) için düşünülen önlemler gerçekleştirilemediğinden ilgili $RÖS_{nY}$ değerleri hesaplanamamıştır. Hata etkenleri hala süreç iyileştirmeye açıktır. Kalan 8 adet hata türü için $RÖS_{nY} \leq 40$ olduğundan hata türlerinin süreçleri ile alakalı önlem almaya gerek kalmayarak üretim ve bakım departmanını etkileyen hataların süreç iyileştirmesi tamamlanmıştır.

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Hammadde olarak çeşitli çelik ürünleri kullanan bir sıcak çelik dövme fabrikasında süreç iyileştirme çalışması yapılmıştır. Fabrikanın satış, satın alma ve planlama, kalite yönetim ve son olarak üretim ve bakım departmanları olmak üzere toplamda 4 departmanı etkileyen hata türleri tespit edilmiştir. Tespit edilen tüm hataların kök nedenleri araştırılmış, departmanlardan alanında uzman sorumlu personelin katılımıyla bu hataların etkileri üzerinde durulmuştur. Takiben departmanları ve birimlerini etkileyen hataları irdelemek üzere yöntem olarak HTEA kullanılmış ve hataların RÖS değerleri hesaplanmıştır.

Süreç iyileştirmek üzere fabrikanın ilgili departmanlar ve hata türleri sayısı aşağıda verildiği gibidir:

- Satış Departmanından 10 hata türü
- Satın Alma ve Planlama Departmanından 10 hata türü
- Kalite Yönetim Departmanından 7 hata türü
- Üretim ve Bakım Departmanından 12 hata türü

olmak üzere toplamda 4 departman ve 39 hata türü üzerinden çalışma tamamlanmıştır. Her departman için en iyi oranda süreç iyileştirmesi sağlanmış olan ilk 2 hata türü saptanmıştır(Tablo 5.1). En iyi süreç iyileştirme oranı üretim ve bakım departmanının “Sıcak çelik dövme üretimindeki son evre olan ütüleme(kalibrasyon maksatlı ölçüye getirme metodu) işleminin hem üretim sonu hem ısıtma sonrası çarpılmaları kalibre etmek maksatlı toplam 2 defa(mükerrer) yapılması” hata türünde elde edilmiştir. İlgili hatanın önlem öncesi RÖS değeri 500 iken önlem sonrası RÖS değeri 5 olarak saptanmış ve $R_{Yn}(\%)$ değeri ilgili formül kullanılarak %1,60 bulunmuştur. Buradan yola çıkarak ilgili hata türünün azaltılan risk oranı yüzdesi %98,40 olarak hesaplanmıştır. Aynı hesaplama doğrultusunda ikinci en iyi süreç iyileştirme oranı satın alma ve planlama departmanının “Maliyeti nazaran yüksek olan ahşap kasaların sevkியatta kullanılması” hata türünde elde edilmiştir. Burada azaltılan risk oranı yüzdesi %98,00’dir.

Tablo 5.1 En İyi Oranda Süreç İyileştirmesi Yapılan Hata Türleri

İlgili Departman	Hata Türü No	Hata Türleri	Önlem Öncesi RÖS (RÖS _n)	Önlem Sonrası RÖS (RÖS _{nY})	R _{Yn} (%)	Azaltılan Risk Oranı (%)
Satış Departmanı	1	İhracat satış yüzdesinin artırılması için yurtdışı fuarlara katılımın sağlanmaması	150	5	3,333	96,667
	2	Yetkisiz kurum personelinin önemli dosyalara (teknik datalar, ürün fiyatları vb.) erişimi olması	320	40	12,500	87,500
Satın Alma ve Planlama Departmanı	1	<i>Maliyeti nazaran yüksek olan ahşap kasaların sevkiyatta kullanılması</i>	350	7	2,000	98,000
	2	Bir ürün için iki farklı çelik tedarikçisinden alınan aynı cins çelikten yanlış kalitede olan hammadde tedarikçisinin tespit edilememesi	300	10	3,333	96,667
Kalite Yönetim Departmanı	1	İş emirlerinin manuel takip edilmesi	196	14	7,143	92,857
	2	Eski tip hassas ölçü aletlerinin kullanılması	252	21	8,333	91,667
Üretim ve Bakım Departman	1	<i>Sıcak çelik dövme üretimindeki son evre olan ütüleme (kalibrasyon maksatlı ölçüye getirme metodu) işleminin hem üretim sonu hem ısıtıl işlem sonrası çarpımları kalibre etmek maksatlı toplam 2 defa (mükerrer) yapılması</i>	500	8	1,600	98,400
	2	Dövme prosesinde ilgili parçanın üretiminin yapıp yapılamayacağının saptanabilmesi için yazılımın kullanılmaması	180	9	5,000	95,000

Satış departmanını etkileyen 10 hatadan 7'si kesinlikle önlem alınması gerekmekte seviyesinde, 3'ü önlem alınabilir seviyede bulunmaktaydı. Kesin önlem alınması gereken 7 hatadan 2'si önlem alınabilirliğin en düşük seviyesine, 5'i önlem almaya gerek yok seviyesine indirilmiştir. Önlem alınabilir seviyesindeki 3 hatanın hepsi önlem almaya gerek yoktur seviyesine indirilerek süreç iyileştirmesi sağlanmıştır.

Satın alma ve planlama departmanını etkileyen 10 hatadan 8'i kesinlikle önlem alınması gerekmekte seviyesinde, 2'si önlem alınabilir seviyede bulunmaktaydı.

Departmanı etkileyen 10 hatanın hepsi önlem almaya gerek yoktur seviyesine indirilerek süreç iyileştirmesi sağlanmıştır.

Kalite yönetim departmanını etkileyen 7 hatadan 5'i kesinlikle önlem alınması gerekmekte seviyesinde, 2'si önlem alınabilir seviyede bulunmaktaydı. Departmanı etkileyen 7 hatanın hepsi önlem almaya gerek yoktur seviyesine indirilerek süreç iyileştirmesi sağlanmıştır.

Üretim ve bakım departmanını etkileyen 12 hatadan 8'i kesinlikle önlem alınması gerekmekte seviyesinde, 4'ü önlem alınabilir seviyede bulunmaktaydı. Kesin önlem alınması gereken 8 hatadan 2'si önlem alınabilirliğin en düşük seviyelerine, 6'sı önlem almaya gerek yok seviyesine indirilmiştir. Önlem alınabilir seviyesindeki 4 hatanın 2'sinin etkileri kabul edilebilir risk olarak görülmüş ve planlanan önlem(ler) gerçekleştirilmemiştir, kalan 2 önlem almaya gerek yoktur seviyesine indirilerek süreç iyileştirmesi sağlanmıştır.

Sonuç olarak yukarıda bilgileri geçen sıcak çelik dövme fabrikasında yapılan bu çalışmada HTEA kullanılarak fabrikanın 4 departmanı için süreç iyileştirmeleri yapılmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak, fabrikanın belirli periyotlar halinde master planı çıkartması ve bunu; kısa, orta ve uzun vadelere göre planlama yapması işleyişe olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlgili planları çerçevesinde hataları asgari seviyede tutmak üzere ihtiyaç hissettikleri anda veya daha bariz bir ihtiyaç hasıl olmadan danışman desteğiyle planlarına yönelik dışarıdan bir bakış açısının ve takipçinin desteği alınmalıdır. Elde edilen sonuçlar gösteriyor ki hangi departman olursa olsun birtakım değişiklikler gerektiren hatalar, maliyet tabanlı çözümlerle düzeltilmektedir. Dolayısıyla, bu olası hataların çözümü için her sene finans planlaması yapılırken ortaya çıkabilecek herhangi bir hatanın çözüme daha hızlı kavuşabilmesi için belli bir miktar revizyon veya iyileştirme başlıkları altında bütçe ayrılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Bu istifade sayesinde olası hatalar meydana gelmeden veyahut meydana gelmiş olsa dahi kısa sürede çözüme kavuşabilmesi için büyük destek olacağı, bu doğrultuda çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı, gelecek çalışmalar için hataların detaylandırılıp olası hataların hiç meydana gelmeden önleminin alınmasına ortam oluşturacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarından, öncelikle sıcak çelik dövme yöntemiyle parça üreten fabrikalarda, soğuk çelik dövme veya çelik form işlemleri yapılan üretim tesislerinde bazı proses ve iş süreçlerinde aynı veya benzer hata türlerine sahip işletmelerin istifade edebileceği öngörülmektedir. Aynı veya benzer teşkilatlanma yapısına sahip başka fabrika ve işletmelerin yönetimi için bu çalışmanın yararlı olacağı kanaatiyle, farklı yapı veya hata türlerine sahip işletmeler için bu çalışmanın baz alınarak aynı veya farklı yöntem ile kendi süreçlerinin iyileştirilmesinde kullanılması halinde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



6 KAYNAKLAR

Adiloğlu, S. (2008). Dövme Kalıplarında Kalıbın Dolmasını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Akış Analizlerinin Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ahire, S.L. and Dreyfus, P. (2000). “The impact of design management and process management on quality: an empirical investigation”, Journal of Operations Management, Vol. 18 No. 5, pp. 549-575.

Akıl, B. (2013). Kamu Sektöründe 5S ve Kaizen Uygulamaları. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Kalite Yönetimi Programı, Yüksek Lisans Tezi.

Akın, M. (2022). Üretim Sektöründeki Bir Firmada Değer Akış Haritalandırma ve Oranlarla İşgücü Verimlilik Modeli İle Süreç İyileştirme Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü.

Alan, S. (2006). CNC Eğitim Seti Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Armistead, C. (1999). “Knowledge Management and Process Performance”, Journal of Knowledge Management, Volume 3, Issue 2.

Asil, S. (2007). Demir Cevheri Numunelerinde X-Işını Floresans Yöntemiyle Molibden ve Kalay Tayini. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ay, İ. (1992). İmalat Yöntemleri II, Balıkesir Üniversitesi.

Ay, I. (2017). İmalat Yöntemleri II (Ders Notu). Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Bölümü, Balıkesir.

balancedscorecard.org Handbook for Basic Process Improvement. <https://balancedscorecard.org/wp-content/uploads/pdfs/bpihndbk.pdf> Erişim 12.4.2023.

Balıkçı, G. (2016). AISI 4140 Çeliğinin Sıcak Dövme Karakteristiğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bandara, W., Indulska, M., Chong, S. ve Sadiq, S. (2007). Major issues in business process management: An expert perspective. European Conference on Information Systems (ECIS), (s. 1240-1251).

Başoğlu, T. (2006). Çapak Boyutlarının Ön Dövme İşlemine Etkisinin Sonlu Elemanlar Metodu İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Benner, M.J. and Tushman, M.L. (2003), “Exploitation, exploration, and process management: the productivity dilemma revisited”, *Academy of Management Review*, Vol. 28 No. 2, pp. 238-256.

Bhadeshia, H. K. D. H. ve Honeycombe, R. W. K., (2006), *Steels*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

Bıyık, Y. & Özkale, L. (2017). Demir Çelik Endüstrisi Üretim Yöntemleri İle İhracat, Katma Değer ve Karbon Emisyonu Azaltma Politikaları Arasındaki İlişki. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17 Özel Sayısı, 718-735.

Bozkurt, Rıdvan (2003) *Kalite Çemberleri*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi.

Brocke, J. ve Roseman, M. (2014). *Handbook on Business Process Management 2 Strategic Alignment, Governance, People and Culture*. Springer Heidelberg New York Dordrecht London.

Campagna, D. ve Formisano, A. (2013). Product and Production Process Modeling and Configuration. *Fundamenta Informaticae* 124 (2013) 1–23.

csb.gov.tr Demir Çelik Üretimi için Mevcut En Uygun Teknikler (MET) Referans Belgesi Endüstriyel Emisyon Direktifi 2010/75 / EU (Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol). <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ippc/duyurular/dem-r-cel-k-uret-m--met-referans-dokumani-20190107131348.pdf> Erişim 1.3.2023.

Çakır, G. & Nas, E. (2016). Orta Karbonlu Aısı1040 İmalat Çeliğine Uygulanan Sıcak Dövme İşleminin Malzemenin Mekanik Özelliklerine Etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 5 (1).

Çapan L. (1987). *Dövme Teknolojisi*, Makine Mühendisleri Odası Yayınevi, İstanbul.

Çapan L. (2004). *Dövme Teknolojisi*. MMO İstanbul.

Das, S.R. and Joshi, M.P. (2011), “Process innovativeness and firm performance in technology service firms: the effect of external and internal contingencies”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 99, pp. 1-14.

Davenport, Thomas H. (1993). *Process Inovation: Reengineering Work Through Information Technology*, Boston, Mass., Harvard Business School Press.

Dave, Bhargav. 2015. Striving for Continuous Process Improvement - A Construction Case Study. *Proceedings of the Indian Lean Construction Conference (ILCC 2015)*. P. 13.

Demirci, F. C. (2010). Sürekli Döküm Tufalinin Karbotermik İndirgeme Reaksiyonunun İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dengiz O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi. Makina Tasarım ve İmalat Dergisi. 15(1): 38-45.

Deste, M. ve Berber, G. (2018), Süreç İyileştirme Uygulamaları Üzerine Bir Literatür Araştırması, Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi.

Diana Cardenas-Cristancho, Davy Monticolo, Laurent Muller, Pascal Lhoste. (2021). Continuous Improvement process model: A Knowledge Management approach. CIGI-QUALITA2021 - Conférence Internationale de Génie Industriel - QUALITA, May 2021, Grenoble, France

DÖV-HAS A.Ş. (2023). <http://www.dovhas.com.tr/> Erişim 02.03.2023.

Edinsel, T. K. (2018). Sac Koruyucu Zarf Kaplama İle Dövme Kalıplarının Performansının İyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Eleren, A. (2007). “Eğitim Başarısının Artırılmasında Süreç Geliştirme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama”. Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi. IX(II), 1-25

Eriklili, S. (2019). 1040 Çelik Süspansiyon Parçasının Dövme Üretim Prosesinde Çıkan Hataların Belirlenmesi ve İyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

erdemir.com. Tarihçe. <https://www.erdemir.com.tr/kurumsal/tarihce/> Erişim 1.3.2023.

Ersöz, T., Düğenci, M. Ünver, M. & Eyiöl, B. (2016). Demir Çelik Sektörüne Genel Bir Bakış ve Beş Milyon Ton Üstü Demir Çelik İhracatı Yapan Ülkelerin Kümeleme Analizi ile İncelenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (2 , 75-90.

Ersöz, F. Ersöz, T. & Erkmən, İ. N. (2016). Dünyada ve Türkiye’de Ham Çelik Üretimine Bakış. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 32 (2).

Ertuğrul, İ. (2006). Toplam Kalite Kontrol. Bursa: Ekin Kitapevi.

Eryiğit, M. (2000). Fabrika ve İş Yeri Düzenlemesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

Gershon, Mark (2010) “Choosing Which Process Improvement Methodology to Implement”, <http://t.www.na-businesspress.com/JABE/Jabe105/GershonWeb.pdf> Erişim 1.5.2023.

haksanmakina.com.tr <https://www.haksanmakina.com.tr/?d530/genc-35-ton-mekanik-kavramali-pnomatik-sistemli-c-tipi-eksantrik-pres-tezgahi.html> Erişim 12.3.2023.

İmai, M. (2003). Kaizen – Japonya’nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı. İstanbul: Kalder Yayını.

indiamart.com <https://www.indiamart.com/nkforging/drop-forging-hammer.html#drop-forging-hammer> Erişim 12.3.2023.

isdemir.com Kurumsal. <https://www.isdemir.com.tr/kurumsal/> Erişim 1.3.2023.

Gijo, E. V. ve Scaria, J. (2014). Process İmprovement Through Six Sigma With Beta Correction: A Case Study Of Manufacturing Company. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 71(1-4), 717-730.

Gitlow, H. S., Oppenheim, A. J., Oppenheim, R. & Levine, D. M. (2005), Quality management, New York, McGraw Hill-Third Edition.

Hammer, M. (1997). Beyond Reengineering, How The Process-Centered Organization İs Changing Our Work And Our Lives. Harper Collins ebooks.

Hammer, M. (2007). The process audit. Harward Business Review, Reprint R0704H, 1-16.

Holtskog, H. (2013). Continuous Improvement beyond the Lean understanding. Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013, 575-579.

İnce A, Erol Y, Karagöz N (2013). Bir Süreç İyileştirme Örneği Olarak Görüntü Arşivleme ve İletişim Sisteminin (Pacs) Değerlendirilmesi (Sivas Numune Hastanesi Uygulaması). İşletme Araştırmaları Dergisi, 5(3), 243 - 258.

Kağnıcıoğlu, C.H. (2018). Üretim Yönetimi, Açık öğretim Fakóltesi. Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Kahraman, Ö. ve Demirer, A. (2010). OHSAS 18001 Kapsamında FMEA Uygulaması. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(1), 53-68.

Kansoy, O. ve Dirgar, E. (2008). Altı Sigma Nedir?. E-Journal of New World Sciences Academy. 4, 1.

Karaaslan, A., (2010), Mühendislik Alaşımları İçin Faz Diyagramları, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Karadağ, Ö. (2014). Soğuk Dövme İle Üretimde Simölasyon Uygulamaları, Yüksek Lisan Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Karadeniz, E. (1997). Çeliklerde Dövülebilirliğin Burma, Basma ve Çekme Deneyleri İle İncelenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

kardemir.com Hakkımızda. <https://www.kardemir.com/hakkimizda> Erişim 1.3.2023.

Keçecioğlu, T. (2003). Bir Paradigmal Değişiklik: Süreç Yönetimi, Ege Ü. İ.İ.B.F. Yayınları No:3, İzmir.

Kobu, B. (1987). Üretim Yönetimi. İstanbul: Beta Yayınevi.

Kocabaş, C. (2021). Enerji Veriminin Artırılmasında Süreç İyileştirme Tekniklerinin Endüstriyel Uygulaması. Doktora Tezi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kovancı, A. (1999). Toplam Kalite Yönetimi, Hava Harp Okulu Yayınları.

KPMG (2022). Çelik Sekörel Bakış 2022. <https://kpmg.com/tr/tr/home/gorusler/2022/08/celik-sektorel-bakis.html> Erişim 26.2.2023.

Krajewski, L. and Ritzman, L. (1996). Operations Management: Strategy and Analysis, Prentice Hall.

Krajewski, L. J., Ritzman, L. P. ve Malhotra, M. K. (2014). Üretim Yönetimi Süreçler ve Tedarik Zincirleri. (S. Birgün, Çev.). 9. Baskı, Ankara: Nobel Yayınları.

Jeong, K. S. ve Haigh, R. P. (2005). Process Improvement In Construction By Knowledge Sharing And Integration. <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB14567.pdf> Erişim 1.5.2023.

Jones, J. L. S. and Linderman, K. (2014). Process management, innovation and efficiency performance The moderating effect of competitive intensity. Business Process Management Journal, 20, 335-358.

Makas, T. (2016). Sıcak Dövmeye Genel Bakış, Kanca A.Ş 1. Baskı, Kocaeli.

Meclis Raporu (2021). Türkiye Demir ve Demir Dışı Metaller. <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2022/T%C3%BCrkiye%20Demir%20ve%20Demir%20D%C4%B1%C5%9F%C4%B1%20Metaller%20Meclisi%20Raporu.pdf> Erişim 1.4.2023.

Marder, A. R., Benscoter, A.O. ve Krauss, G., (1970), “Microcracking Sensitivity in Fe-C Plate Martensite”, Metall. Trans.,1: 1545–1549.

Masaaki, İ. (2003). Kaizen – Japonya’nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı, İstanbul: Kalder Yayını.

mesutlarmakina.com <http://mesutlarmakina.com/index.php?page=kdetay&id=201> Erişim 12.3.2023.

Mirik, O. (2021). Hizmet Sektöründe Süreç İyileştirme Çalışmaları: Sağlıklı Yaşam Merkezi Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

mtkpresteknik.com <https://mtkpresteknik.com/kurumsal/> Erişim 12.3.2023.

Mustafa, F. (2017). İmal Usulleri Plastik Şekil Verme. <https://slideplayer.biz.tr/slide/10422867/> Erişim 15.3.2023.

Noguera, Jose and Watson, E. (1999). "Effectiveness of Using Enterprise Systems to Teach Process-Centered Concepts in Business Education" (1999). AMCIS 1999 Proceedings. 279.

NTO. (2021). Demir - Çelik Sektör Raporu. <https://www.naztic.org.tr/wp-content/uploads/2021/08/DEMIRCELIK-donusturuldu.pdf> Erişim 1.3.2023.

ocrl.illinois.edu Process Improvement & Evaluation
https://ocrl.illinois.edu/docs/librariesprovider2/ptr/ptr-module-4.pdf?sfvrsn=a34ebe89_0 Erişim 1.4.2023.

Odabaş, D. (2011). Kalıp Tasarım Ders Notları, Erciyes Üniversitesi Matbaası, Kayseri.

Ortner E. (2008). Process-Centric Enterprise Modeling & Management (ProCEM R). In Proceedings of the Third International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering, 89-98.

Öztürk, A. (2016), Kaizen, Yayın No:4, İstanbul: Kaizen Atölyesi Yayınları.

Page, S. (2010). The Power of Business Process Improvement. America: American Management Association.

Pillay, A., & Wang, J. (2003). Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning. Reliability Engineering & System Safety, 79(1), 69-85.

Radenkovic, M., Jeremic, B., Todorovic, P., Djapan, M., Mikosevic, M. ve Mijovic, P. (2013). Improvement of Quality in Production Process by Applying Kaikaku Method. International Journal for Quality Research. 7(4), 585-594.

Radnor, Z. J. (2010). Review of business process improvement methodologies in public services. Advanced Institute of Management Research (AIM Research).

Rahmanian, F. ve Rahmatinejad, Z. (2013). Impact of Kaizen implementation on performance of manufacturing companies' staff. European Online Journal of Natural and Social Sciences. 2(3), 1094-1103.

Rasmussen, N. H. Eichorn, C. J. Barak, C. and Prince, T. (2003). Process Improvement For Effective Budgeting And Financial Reporting. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Sezen, B. (2011). Üretim Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar, Efil Yayınevi, Ankara.

Skrinjar, R., Trkman, P. (2013). Increasing process orientation with business process management: Critical practices. International Journal of Information Management, 33:1, 48-60.

Smith, W. (2000). Mühendislik Alışımalarının Yapı ve Özellikleri (Çev. M. Erdoğan). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Software AG (2007). Getting Started with Business Process Management. Web Methods Product Suite, Version 7.1. Web Methods, Inc.

Solak, E., & Korkut, D. (2015). Örnek Bir İşletmede Gerçekleştirilen Kalite Kontrol Uygulamaları. Selçuk-Teknik Dergisi, 14(2), 104-115.

Şahin, R. ve Türkbey, O. (2010). Çok Amaçlı Tesis Yerleşim Problemi İçin Bir Tavlama Benzetimi Sezgiseli. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(1), 119-130.

Şahin, F. (2021). Çok Kademeli Haddeleme Prosesinin İncelenmesi ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

TÇÜD, (2022). <https://celik.org.tr/harita/> Erişim 1.3.2023.

Thomas, A., (1980). Forging Handbook, Die Design., Drop Forging Research Ass.

Topcu, A. (2022). Savunma Sanayi ve Endüstri 4.0: Türkiye’deki Savunma ve Havacılık Şirketlerine Yönelik Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Millî Savunma Üniversitesi Alparslan Savunma Bilimleri ve Millî Güvenlik Enstitüsü.

Toptop, G. O. (2011). Yüksek Hız Takım Çeliklerinde Uygulanan Isıl İşlemler ve Elde Edilen Özellikler Arasındaki İlişkilerin Fiziksel Metalurjik Yönden İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malzeme Anabilim Dalı.

Totten, G. E., (2007). Steel Heat Treatment, Taylor & Francis, New York.

Treurnicht, N. F., Blanckenberg, M. M. & Van Niekerk, H. G. (2011). Using poka-yoke methods to improve employment potential of intellectually disabled workers. The South African Journal of Industrial Engineering, 22(1), 213-214.

Turanoğlu, B. (2012). Fabrika İçi Yerleşim Düzeni ve Bir İşletmede Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

turomak.com.tr <https://turomak.com.tr/urun/zamet-huta-mpm-havali-cekicler> Erişim 12.3.2023.

Türkan T, Görener, A. (2017). Süreç İyileştirme: Vasıflı Çelik Üretim Sektöründe Bir Uygulama. Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 4(2), 23- 40.

Uzkut M., ve Özdemir İ. (2001). Farklı çeliklere uygulanan değişen ısıtma hızlarının mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 3 (3), 65-73.

Ünsal, E. M. (2007). İktisadi Büyüme, 1. Baskı, Ankara, İmaj Yayıncılık

Vural, M. (2005). “EUT231 Üretim Yöntemleri Ders Notları”,http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/66717/44730/%C3%BCretim_y%C3%B6ntemleri_giris-itu.pdf Erişim 12.3.2023.

Wilsten, J. and Shayan, E. (2007). Layout design of a furniture production line using formal methods. Journal of Industrial and Systems Engineering, 1(1), 81-96.

Yılmaz, A. (2015). Lokal Sert Dolgu Kaynağı Yöntemiyle Sıcak Çelik Dövme Kalıplarının Ömrünün Uzatılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yıldız, A., (2018), “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”, Sakarya University Journal of Science, 22, 2, 546-556.



7 ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tugay YILMAZ

ORCID Numarası : 0000-0003-0464-077X

Öğrenim Durumu

2011 – 2015 Lisans: Kocaeli Üniversitesi – Mekatronik Mühendisliği

2021 – 2023 Yüksek Lisans: İstanbul Arel Üniversitesi – Mühendislik Yönetimi

Yayın Listesi:

Ulusal/Uluslararası Bildiri Listesi:

2. Örgütlerin Yönetimi Uluslararası Kongresi'nin Uluslararası Editoryal Kitapta Bölüm – Örgütlerin Yönetimine Yeni Yaklaşımlar, 2023: 179-202

YILMAZ, T. & ÇOLAKOĞLU, N. (2023). BARIŞ KONUŞLU ASKERİ MEVZİ-KIŞLA SEÇİMİNE AHP İLE BİR YAKLAŞIM AN APPROACH TO PEACE-BASED MILITARY POSITION-BARRACKS SELECTION WITH THE AHP. ÖRGÜTLERİN YÖNETİMİNE YENİ YAKLAŞIMLAR: New Approaches to the Management of Organizations.