

**İNŞAAT İSKELESİ ÜRETİMDE SİMÜLASYON YARDIMI
İLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME UYGULAMASI**

Koray Özalp

YÜKSEK LİSANS TEZİ



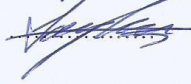
Endüstri Mühendisliği/Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Yavuz Boğaç TÜRKÖĞÜLLARİ

**İstanbul
T. C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Eylül, 2018**


JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Koray ÖZALP'ın "İnşaat İskelesi Üretiminde Simülasyon Yardımı İle Süreç İyileştirme Uygulaması" başlıklı tezi 28.09.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans/Doktora tezi **oy birliğiyle / oy çokluğuyla** olarak kabul edilmiştir.

Unvanı. Adı ve soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) : Dr. Öğr. Üyesi Yavuz Boğaç TÜRKÖĞULLARI 
Üye : Doç. Dr. Sinan APAK 
Üye : Doç. Dr. Bahar SENNAROĞLU 



Prof. Dr. İlder BÜYÜKDİĞAN
Enstitü Müdürü

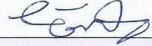
	ŞEKİL ONAY SAYFASI	Doküman No	FR-105
		İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	
		Sayfa	1/2

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	20.12.2017	İlk yayın.

ŞEKİL ONAY SAYFASI

26.10.2018

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,	
Aşağıda bilgileri bulunan lisansüstü öğrencinin tezi şekil yönünden tarafımda incelenmiş ve Enstitüye teslim edilmesi uygun bulunmuştur.	
Anabilim Dalı Başkanı	
K. Önder Tembuş Adı-Soyadı	
	İmza

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI SOYADI	Koray ÖZALP
ÖĞRENCİ NUMARASI	161403201
ANABİLİM DALI	ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
PROGRAMI	(X) YÜKSEK LİSANS () DOKTORA () SANATTA YETERLİK
DANIŞMANI	Dr.Öğretim Üyesi Yavuz Boğaç TÜRKÖĞULLARI
TEZ BAŞLIĞI	İNŞAAT İSKELESİ ÜRETİMİNDE SİMÜLASYON YARDIMI İLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME UYGULAMASI
SAVUNMA TARİHİ	28.09.2018
e-posta	ko.ozalp@gmail.com

İç Kapak	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Jüri Onay Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Etik İlke ve Kurallara Uyum Beyanı	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok

Hazırlayan İlgili Birim	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Kurumsal Yetkili Prof. Dr. Belma AKŞİT
----------------------------	--	---

(Doküman No: FR-105; Yayın Tarihi 20.12.2017; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)



ŞEKİL ONAY SAYFASI

Doküman No	FR-105
İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
Revizyon Tarihi	
Revizyon No	
Sayfa	2/2


İntihal Raporu	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Teşekkür Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Öz (Başlık-Öz-Anahtar Sözcükler)	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Abstract (Title-Abstract-Key Words)	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
İçindekiler	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Çizelgeler Listesi	<input type="checkbox"/> Var <input checked="" type="checkbox"/> Yok
Şekiller Listesi (varsa)	<input type="checkbox"/> Şekil yok <input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Kısaltmalar Listesi	<input type="checkbox"/> Var <input checked="" type="checkbox"/> Yok
Tablolar Listesi (varsa)	<input type="checkbox"/> Tablo yok <input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Ekler Listesi (varsa)	<input checked="" type="checkbox"/> Ek yok <input type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Özgeçmiş	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Sayfa Genişliği	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Yazı Tipi	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Referans Kullanımı	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Kaynakça Yazımı	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Ekler (varsa)	<input checked="" type="checkbox"/> Ek yok <input type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir

Hazırlayan
İlgili Birim

Kalite Koordinatörü
Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ

Kurumsal Yetkili
Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Doküman No: FR-105; Yayın Tarihi 20.12.2017; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

 maltepe üniversitesi	ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI	Doküman No	FR-178
		İlk Yayın Tarihi	01.03.2018
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa	1/1

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	01.03.2018	İlk yayın.

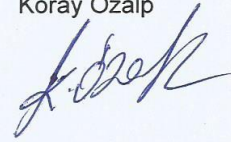
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

28/09/2018

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarından bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmamın Maltepe Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı" ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Koray Özalp



Hazırlayan İlgili Birim	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Kurumsal Yetkili Prof. Dr. Belma AKŞİT
----------------------------	--	---

(Doküman No: FR-178; Yayın Tarihi: 01.03.2018; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

İnşaat İskelesi Üretiminde Simülasyon Yardımı ile Süreç İyileştirme Uygulaması revizyon iki

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

11%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	kutuphane.nku.edu.tr Internet Source	4%
2	enm.blogcu.com Internet Source	1%
3	polen.itu.edu.tr Internet Source	1%
4	acikerisim.deu.edu.tr Internet Source	1%
5	Submitted to Beykent Universitesi Student Paper	1%
6	docplayer.biz.tr Internet Source	1%
7	Submitted to Bahcesehir University Student Paper	1%
8	Submitted to TechKnowledge Turkey Student Paper	1%
9	aves.ktu.edu.tr	

Uygundur.
Di. Öğr. Üyesi
Favuz Boğaç Tötkoçulları
YBA

TEŞEKKÜR

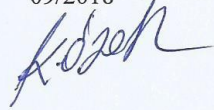
Öncelikle tez konumun belirlenmesinden sonuçlarının analiz edilmesine varana kadar tüm çalışma süresince görüş ve önerileri ile beni yönlendirerek desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Sayın Yavuz Boğaç Türkoğulları'na,

Çalışma sırasında özellikle veri toplama ve değerleme aşmasında aynı zamanda diğer aşamalarda da tez çalışmam için bana sürekli olarak destek olan Afix Scaff İskele ve Kalıp Sistemleri firmasının değerli üst düzey yöneticilerine,

Desteklerini her daim hissettiğim değerli eşime ve aileme en içten saygılarımla teşekkür ederim.

Koray Özalp

09/2018



ÖZ

İNŞAAT İSKELESİ ÜRETİMDE SİMÜLASYON YARDIMI İLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME UYGULAMASI

Koray Özalp

Yüksek Lisans Tezi

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Yavuz Boğaç TÜRKOĞULLARI

Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018

Günümüzde özellikle son zamanlarda yükselen ivme ile gelişen rekabet koşullarında firmalar bu dinamik ve değişken yapıya ayak uydurmak ayrıca kendilerini rakiplerine göre sürekli daha fazla geliştirmek zorundadırlar. Bunu yaparken birçok yol izleyebilmektedirler. Sürekli gelişen ve değişen teknolojiyi firmalarına adapte etmek aynı zamanda doğru uygulanması sağlamak başlıca izlenecek yollar arasında yer almaktadır.

Özellikle üretim işletmelerinde bu tür değişimler çoğu zaman işletmelerdeki üretim sistemlerine varsayılanın dışında etki etmektedir. Sistem değişikliklerinin etkili bir şekilde planlanmaması, insan kaynağının yoğun kullanıldığı üretim işletmelerinde hat organizasyonlarının hatalı tasarlanması ve buna bağlı dengesiz iş akışlarının oluşması, üretim veya montaj hatlarında darboğazların meydana gelmesi işletmelerin başlıca problemleri arasında yer almaktadır.

Bu çalışma iskele sistemleri üreten bir işletme için uygulanmıştır. İskele sistemleri uygun kalite koşullarında üretildiğinde tüketicinin uzun yıllar kullanabileceği ürünler haline gelmektedir. Son yıllarda belirginliği oldukça artan iş sağlığı güvenliği müfredatları da iskele sistemlerine gösterilmesi gereken önemi arttırmıştır.

İskele üretimi ve pazarlama faaliyetleri son yıllarda gelişme göstermiş modern teknoloji ve bilimsel yöntemler belirleyen belirli firmalarda kalite düzeyinin yükselmesi sonucu ise pazardaki rekabet daha da güçlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada üretim sistemlerinin çalışmasını yavaşlatan ve çalışmasına engel olan hatlardaki darboğazların tespiti ve bu darboğazların ortadan kaldırılması üzerinde simülasyon programı kullanılarak süreç iyileştirme önerilerde bulunulmuştur.

Üretim sistemini verimli çalışmasına engel olan hatlardaki darboğaz noktaları simülasyon yardımıyla belirlenmiş ve mevcut durum analizine ek olarak gelecek durum önerileriyle bu problemlerin ortadan kaldırılması ile mevcut sürecin iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Üretim Sistemi, Süreç İyileştirme, İskele, Simülasyon

ABSTRACT

PROCESS IMPROVEMENT WITH USING SIMULATION OF SCAFFOLDING PRODUCTION

Koray Özalp

Master Thesis

Industrial Engineering Master Science Programme

Ast. Prof. Yavuz Boğaç Türkoğulları

Maltepe University İnstitutü of Science, 2018

Nowadays, especially in the recent times, with the increasing acceleration of the competition conditions, companies have to keep up with this dynamic and variable structure and they have to develop themselves more and more according to their competitors. Adapting to the constantly evolving and changing technology companies is one of the main ways to be followed at the same time to ensure proper implementation.

Especially in production enterprises, such changes often have effects outside of the production systems in the enterprises. The fact that the system changes are not planned efficiently, the line organizations are erroneously designed in the production enterprises where human resources are heavily used and the unbalanced work flows arise accordingly and the bottlenecks in production or assembly lines, problems.

This work has been applied to an enterprise that manufactures scaffolding systems. Scaffolding systems become products that can be used by consumers for many years when they are produced under appropriate quality conditions. In the years, the increasing importance of occupational health safety curricula has increased the importance of scaffolding systems.

Scaffold production and marketing activities have been improving in recent years, and when the quality level is increased in certain firms that determine modern technology and scientific methods, the competition in the market is getting stronger.

In this study, process improvement suggestions were made by using the simulation program to detect bottlenecks in the lines that slowed the operation of the production systems and prevented them from working and removing these bottlenecks.

The bottlenecks in the lines that prevent the production system from working efficiently have been determined with the help of simulation and in addition to the current situation analysis, it is aimed to improve the existing process by removing these problems with the suggestions of the future situation.

Keywords: Production System, Process Improvement, Scaffolding, Simulation

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ONAY SAYFASI	i
ŞEKİL ŞARTI ONAY SAYFASI.....	ii
ETİK İLKELERE VE KURALLARA UYUM BEYANI.....	iv
İNTİHAL RAPORU	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZ	vii
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
ÖZGEÇMİŞ.....	xiv
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
Problem	2
Amaç	2
Önem.....	3
BÖLÜM 2. YÖNTEM.....	5
Üretim Sistemleri	7
Üretim Kavramı ve Üretim Yönetimi	7
Üretim Kavramı.....	8
Üretim Yönetimi	8
Üretim Yönetiminin Tarihçesi	9
Üretim Yönetiminin Amacı.....	11
Üretim Yönetiminin Fonksiyonları	12
Üretim Yönetimi Alanında Meydana Gelen Gelişmeler.....	16
Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması	21
Akış Hatları	24
Montaj Hatları ve Hat Dengeleme Kavramı	26
Montaj Hatlarının Dengelenmesini Etkileyen Temel Kısıtlar.....	27
Montaj Hatlarında Darboğaz Araştırması	29

Montaj Hattı Dengeleme Yöntemleri.....	29
Sezgisel (Bulgusal) Yöntemler.....	29
Analitik Yöntemler.....	30
Simülasyon (Benzetim) Yöntemi	31
Simülasyonun Avantaj ve Dezavantajları	38
Süreç İyileştirme	41
Araştırma Modeli	45
Süreç İyileştirme Uygulaması	45
İşletmedeki Ürün Akışı	46
Veriler Ve Toplanması.....	47
Çelik Kalas Üretimi Şekillendirme ve Kaynaklama Prosesi.....	50
Dikme Son Kaynak Prosesi.....	52
Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması.....	54
Arena Modelleri Çıktı Analizleri Ve Değerlendirmeler	54
BÖLÜM 3. BULGULAR VE YORUMLAR.....	67
Bulgular.....	67
Yorumlar	67
BÖLÜM 4. SONUÇ	69
KAYNAKÇA.....	71

TABLolar LİSTESİ

TABLO 2.1. Yatay Eleman Üretimi İçin Son Kaynak Prosesi Süreler (Sn)	47
TABLO 2.2. Yatay Eleman Son Kaynak Verisi İçin Kikare Testi	50
Tablo 2.3. Çelik Kalas Üretimi İçin Şekillendirme Ve Kaynaklama Prosesi Süreler (Sn)	50
TABLO 2.4. Çelik Kalas Şekillendirme Ve Kaynaklama Verisi İçin Kikare Testi	52
TABLO 2.5. Dikme Son Kaynak Prosesi Süreler (Sn)	52
TABLO 2.6. Dikme Son Kaynak Verisi İçin Kikare Testi	54
TABLO 2.7. Aksesuar Üretiminde Proses Özellikleri Ve İşlem Süreleri.....	55
TABLO 2.8. Aksesuar Üretiminde Manuel Operasyonlar İçin Arena'nın Bulduğu Ortalama Bekleme Süreleri	57
Tablo 2.10. Çelik Kalas Üretiminde Proses Özellikleri Ve İşlem Süreleri	61
TABLO 2.11. Dikme Üretiminde Proses Özellikleri Ve İşlem Süreleri.....	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL 2.1. Simülasyon Sürecinin Adımlarını Gösteren Akış Şeması.....	5
ŞEKİL 2.2. Üretim/İşlemler Sistemi Modeli.....	8
ŞEKİL 2.3. Üretim Yönetimi Etkinlikleri.....	9
ŞEKİL 2.4. Üretim Yönetimin Amaçlarında Çelişmeler:Geneleksel Ve Moder Görüşlerin Kıyaslanması.....	12
ŞEKİL 2.5. Üretim Yönetimi Fonsiyonları İçin Genel Bir Model.....	13
ŞEKİL 2.6. Üretim Planlamasını Etkileyen Faktörler.....	14
ŞEKİL 2.7. Planlama Ve Kontrol Sistemi.....	16
ŞEKİL 2.8. Modern Tedarik Zinciri Yönetimi.....	20
ŞEKİL 2.9. Akış Hatlarının Sınıflandırılması Ve Özellikleri.....	24
ŞEKİL 2.10. R. Reed 'E Göre İş Akışı Modelleri.....	25
ŞEKİL 2.11. Montaj Hattı Dengeleme Sistemi.....	27
ŞEKİL 2.12. 11 Ögeli Bir Öncelik Diyagramı.....	28
ŞEKİL 2.13. Simülasyon Çalışma Şeması.....	31
ŞEKİL 2.14. Süreç İyileştirme Aşamaları.....	40
ŞEKİL 2.15. Süreç İyileştirme Adımları.....	42
ŞEKİL 2.16. Yatay Eleman Son Kaynak Verisi İçin Histogram Ve Eşleştirilen Üçgensel Dağılım.....	43
ŞEKİL 2.17. Olasılık Dağılım Fonksiyonu -1-.....	48
ŞEKİL 2.18. Olasılık Dağılım Fonksiyonu -2-	49
ŞEKİL 2.19. Çelik Kalas Üretiminde Şekillendirme Ve Kaynaklama Prosesi İçin Histogram Ve Eşleştirilen Üçgensel Dağılım.....	51
ŞEKİL 2.20. Dikme Son Kaynak Prosesi İçin Histogram Ve Eşleştirilen Üçgensel Dağılım.....	53
ŞEKİL 2.21. Aksesuar Parçaların Üretimi Arena Modeli.....	54
ŞEKİL 2.22. Aksesuar Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları Ve Bekleme Süreleri.....	55
ŞEKİL 2.23. Aksesuar Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları	56
ŞEKİL 2.24. Çapraz Eleman Üretimi Arena Modeli.....	58

ŞEKİL 2.25. Çapraz Eleman Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları Ve Bekleme Süreleri.....	59
ŞEKİL 2.26. Çapraz Eleman Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları.....	59
ŞEKİL 2.27. Çelik Kalas Üretimi Arena Modeli.....	60
ŞEKİL 2.28. Çelik Kalas Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları Ve Bekleme Süreleri.....	61
ŞEKİL 2.29. Çelik Kalas Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları.....	61
ŞEKİL 2.30. Dikme Üretimi Arena Modeli.....	62
ŞEKİL 2.31. Dikme Eleman Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları Ve Bekleme Süreleri.....	63
ŞEKİL 2.32. Dikme Eleman Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları.....	63
ŞEKİL 2.33. Yatay Eleman Üretimi Arena Modeli.....	64
ŞEKİL 2.34. Yatay Eleman Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları Ve Bekleme Süreleri.....	65
ŞEKİL 2.35. Yatay Eleman Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları.....	66

ÖZGEÇMİŞ

Koray Özalp

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Eğitim

<i>Derece</i>	<i>Yıl</i>	<i>Üniversite, Enstitü, Anabilim/Ana sanat Dalı</i>
Y. Ls.	2016	Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Anabilim Dalı
Ls.	2013	Okan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
Ls.	2010	Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü
Ö. Ls.	2008	Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gerede M. Y. O. Makine-Resim Konstrüksiyon Bölümü
Lise	2004	Sarkuysan Lisesi (YDA)

İş/İstihdam

<i>Yıl</i>	<i>Görev</i>
2008 -	Proje Sorumlusu. Teknik İş Makine San. Tic. Ltd. Şti
2010 -	Üretim Sorumlusu. Çifçilerbirlik Kâğıt Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti.
2010 -	Proje Yöneticisi. Akkar Makine Müh. San. Tic. Ltd. Şti.
2012 -	Proje ve Üretim Yöneticisi. Muyimak Makine San. Tic. Ltd. Şti
2015 -	Teknik Müdür. Afix Scaff İskele ve Kalıp Sis. San. Tic. Ltd. Şti.

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı	:Üsküdar/İstanbul/1990	Cinsiyet:Erkek
Yabancı diller	:İngilizce	
GSM / e-posta	: +90 542 376 55 41/ ko.ozalp@gmail.com	



BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde rekabet şartlarının sürekli olarak zorlaşarak arttığı, devamlı sınırlarını genişleten ve global hale gelen tüm pazarlarında, firmaların üretim süreçlerindeki çeşitli sorunlarını gidererek kaliteli üretim yapmaları oldukça önemlidir. Sürekli değişen ve gelişen teknoloji ve neredeyse Ergün artan rekabet firmaları ürettikleri ürünü daha etkili, kaliteli ve oldukça fazla öneme sahip olan yüksek maliyetlere katlanmadan daha düşük maliyet ile üretmenin yollarını bulmak için zorlanmaktadır. Hata yapmadan ve doğru üretim ile birlikte üretilen ürünlerin tüm üretim süreçlerini ve üretim proseslerinin arasındaki transfer süreçlerini yığılmalar olmadan ve zaman kaybetmeden geçirmeleri ve ürünlerin planlanan süreler dahilinde süreci tamamlaması için işletmeler ciddi ve güçlü matematiksel, analitik analizler yaparak güncel mevcut sistemde bu problemlere sebep olan noktaları belirleyebilmektedirler. Önceden belirlenmiş ve planlanmış zaman dilimlerine göre çalışan tüm üretim işletmelerinde en büyük problemlerden biri organizasyonlardaki eksiklikler ve yanlışlar ile birlikte darboğaz noktalarının doğru tespit edilememesidir. Dolayısı ile planlanan üretim sürelerinde ürünler üretim süreçlerini tamamlayamamaktadır. Bu problemin temel kaynağı yanlış, eksik planlama ve organizasyondur.

Bir hat ya da üretim sistemi üzerinde deneme yanılma yöntemi ile sonuçlar almak oldukça maliyetli ve katlanılmaz sonuçlar doğurabilecek bir süreci de beraberinde getirir. Dolayısı ile üretim sistemlerinin belirlenen zaman periyodu içerisinde benzerlerinin oluşturulması yolu ile simülasyon modelleri tasarlanarak tasarlanan bu modeller yardımıyla daha zahmetsiz ve oldukça az maliyetli bir şekilde denemeler yapılabilmektedir. Yapılan bu denemeler ile mevcut durum analizleri ve gelecek durum planlamaları ile ilgili sonuç almak daha basit olmaktadır. Çıkan sonuçlar üzerinde analiz ve değerlendirmeler yaparak mevcut durumda problemler olan noktalar rahatlıkla görülebilmektedir. Buna bağlı olarak tüm darboğazlara da alternatif çözümler üretilebilmektedir. Sonuç olarak yaşanan tüm bu yığılmalar, darboğazlar, ürün akışı ve hat dengeleme problemleri ile bu problemlere bağlı organizasyonel aksaklıklar

simülasyon yardımıyla mevcut durum için rahatlıkla belirlenebilmekte gelecek durum için ise ve tüm bu süreçlerin iyileştirmeleri ise yine aynı yöntem ile yapılabilmektedir.

Bilindiği üzere herhangi bir sistem veya tüm sistemler üzerinde deneme yanılma yöntemi ile sonuçlar almak doğru sonuçlar almak yanıltıcı olabileceği gibi işletmecileri yüksek maliyetlere katlanmak zorunda bırakabilecek bir süreçtir. Bundan dolayı, üretim sistemlerinin tanımlanan bir zaman dilimi içerisinde benzerlerinin bilgisayar ortamında model olarak tasarlanması yoluyla, simülasyon modelleri elde edilir. Böylelikle, üzerinde çalışılması düşünülen simülasyon modelleri ile daha basit ve düşük maliyetli deneyler yapılabilmektedir. Bu denemelerin sonuçlarını simülasyon modellerinde gerçek fiziki sistemden daha kolay olmaktadır. Çıkan sonuçlara göre değerlendirmelerde bulunarak, mevcut şimdiki sistemdeki aksaklıklar şeffaf ve objektif olarak belirlenebilmektedir. Böylelikle operasyon sürelerindeki belirsizliklere ve darboğaz kısıtlarına karşı farklı sistem ve yaklaşımlar sunulabilmektedir. Bu şekilde organizasyonel problemler ile birlikte kapasite problemlerini de belirlemek ileri derecede kolaylaşmaktadır.

Problem

İşletmelerin üretim bölümlerindeki hatlarda ürün akışlarında yaşanan gecikmeler, hat dengelemelerinde yaşanan organizasyon ve planlama eksiklikleri nedeni ile üretim hatlarında yığılmalar ve darboğazlar gerçekleşmektedir. Bu yığılma ve darboğazlar işletmeler için ürünlerini planladıkları zamanlarda teslim edememektedir. Hammadde ve yarı mamulün müşterinin talep ve beklentilerine uygun mamule dönüşü için farklı proseslere ve bu proseslerin farklı süreçlerine ihtiyaç vardır. Bu proseslerde yaşanan tüm gecikme, yığılma ve darboğazların işletmelerdeki teslim süreçlerini aynı zamanda da ürün satışlarını kötü yönde etkilediği çok açıktır.

Amaç

Çalışmanın amacı iskele üretim işletmelerinde montaj hatlarında meydana gelen darboğazları tespit edip, hat dengelenmesi ile süreç iyileştirmesini sağlamaktır. Bu çalışmayı yaparken aynı zamanda üretim teknikleri ve yöntemleri de ele alınacaktır. Üretimin eksiksiz sağlanabilmesi ve bunu sağlayabilmek için nelere dikkat edilmesi gerektiği incelenecektir.

Üretim yönteminin fonksiyonlarının da planlama, organizasyon ve kontrol aşamaları incelenerek yönetsel kararların çözüm sürecinde bu aşamaların etkileri ele

alınacaktır. Üretim yönetimi alanında meydana gelen gelişmeler ve yaklaşımlardan olan toplam kalite yönetimi, esnek üretim sistemleri, kısıtlar teorisi, süreç odaklı yönetim, tedarik zinciri yönetimi, yalın üretim ve 6 sigma ele alınarak üretim yönetimine olan katkıları incelenecektir.

İş akış modellerinden olan montaj hatlarının dengelenmesi, üretim montaj hatları ve bu hatların dengeleme kavramı montaj hatlarının dengelenmesini etkileyen temel kavramlar, montaj hatlarında darboğaz noktalarının araştırılması, montaj hattı dengeleme metotları incelenecektir. Hat dengelemenin aşamaları ve amaçları belirtilerek üretim yönetimine olan katkısı gösterilecek. Üretim ve montaj hatlarında darboğaz araştırması ele alınarak üretim hattında sistemin kısıcının darboğaz kaynakları olduğundan üretim ve montaj hattı dengeleme yöntemleri olarak, sezgisel (bulgusal), analitik ve simülasyon (benzetim) teknikleri incelenecektir.

Süreç kavramı, süreç yönetimi, süreç iyileştirme ve süreç iyileştirme ile ilgili yapılan bazı çalışmalar incelenecek. Süreç kavramı ile ilgili olarak süreç unsurları, süreçlerin sınıflandırılması ve süreç hiyerarşisi incelenecektir. Aynı zamanda süreç iyileştirme ile ilgili olarak iyileştirme adımları, süreç iyileştirmenin yararları ve süreç iyileştirme yöntemleri incelenecektir.

Tüm bu konular ile ilgili olarak uygulamaya yer verilecek olup. Uygulamanın amacı, önemi, kapsamı ve yöntemi belirtilecektir. Elde edilen verilerin derlenmesi ve hazırlanması ile birlikte modelin doğrulanması ve geçerliliğinin tespiti sağlanacaktır. Bu tespitle birlikte gelecek durum için önerilen simülasyon modeli simülasyon sonuçlarının analizini yapmaya destek rol oynayacaktır. Darboğaz noktalarının olduğu ve dengesiz olarak ilerleyen montaj hattında, mevcut simülasyon modeli ve önerilen simülasyon modelinin karşılaştırılması yapılarak, süreç iyileştirme sağlanacaktır.

Önem

İşletme içerisinde düzenli malzeme akışının sağlanması, insan kaynağı kullanımının en üst düzeyde tutulması, operasyonlar için en az sürenin ve en az miktarda malzemenin kullanılması, darboğazların giderilmesi ve boş zamanların minimize edilmesi montaj hattı dengeleme ile sağlanabilmektedir.

Araştırmanın yapıldığı işletmede operasyon sürelerindeki belirsizlik ve hedefsiz çalışma ortamı insan kaynağının etkin kullanılmasını engellemektedir. Bu durum da

verimsiz bir montaj ve üretim hattına sebep olmaktadır. Operasyon sürelerindeki belirsizlik ve darboğazlar aynı zamanda montaj hattının dengeli ilerlemesini engellemektedir. Bununla birlikte, bölümler arası koordinasyon eksikliği ve beraberinde gelen iş akışındaki aksamalar işletme için önemli kayıplara sebep olmaktadır.

Montaj hattı dengelemesi ile bekleme süreleri minimize edilmekte, bölümler arası koordinasyon sağlanarak iş akışlarındaki aksamalar giderilmekte dolayısıyla kaynakların etkin kullanılması sağlanmaktadır. Aynı zamanda işletme içerisindeki kayıplar minimize edilerek ve darboğazlar giderilerek verimlilik artışı sağlanmaktadır. Bu çalışma ile darboğaz noktaları simülasyon yöntemi ile belirlenmeye çalışılmakta, bu noktalara makine eklemek veya çıkarmak, personel sayısını arttırmak ya da azaltmak kararlarıyla hat dengelemesi sağlanabilmektedir.

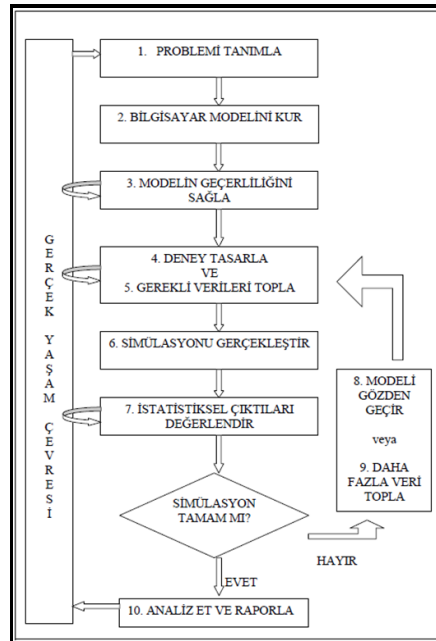
Yapılacak olan bu çalışma ile iskele imalat işletmesinde iskele üretim süreçleri ele alınarak simülasyon yardımıyla üretimde süreç iyileştirmeleri incelenecektir. Darboğaz probleminin incelenmesi, üretim akışının sağlanması ve hat dengelenmesi bakımından bu çalışma önem arz etmektedir.

BÖLÜM 2. YÖNTEM

Bu alışmada yöntem olarak simülasyon kullanılmıştır. Simülasyon fiili çalışan sistemlerin sanal ortamda benzerlerinin yaratılması yoludur, yani gerçekte olan mevcut sistemin taklit edilmesidir. Bu yöntem gerçekte olan mevcut durumun kontrolü hakkında önemli fikirler vermekle birlikte ve mevcut durumun iyileştirmesi için yapılması gereken değişikliklerin sistem üzerindeki etkilerini maliyetsiz bir şekilde önceden görmemize ve yorumlamamıza olanak sağlar.

Simülasyon modeli geliştirilirken birtakım yollar izlenmelidir. Bu yolların en başında sistemin mevcut durumunu incelenmesi gelmektedir. Sonrasında sistemi formüle etmek gerekir. bu aşamaları model mantığının doğrulanması, geçerliliğinin saptanması, deneylerin planlanması, sonuçların analizi ve yorumlanması takip eder. (Sarıaslan, 1986)

ŞEKİL 2.1.'de simülasyon süreçlerinin adımları ile ilgili akış şeması gösterilmiştir. Bu akış şemasının problem tanımlama, bilgisayar modelini kurma, modelin geçerliliğini sağlama, deney tasarlama ve gerekli verileri toplama, simülasyonu gerçekleştirme, istatistiksel ıktıları değerlendirme, simülasyonu gözden geçirme, daha fazla veri toplama ve analiz, raporlama aşamalarından oluşmaktadır.



ŞEKİL 2.1. Simülasyon Sürecinin Adımlarını Gösteren Akış Şeması (Monks, 1996)

Ayrıca, üretim sistemleri konusu, üretim ve üretim yönetimi kavramları gibi alt başlıklarla araştırılarak üretim sistemlerinin sınıflandırılması ve akış hatları ele alınmıştır. Üretim yönetiminin tarihçesi ile geçmişten günümüze üretim yönetimi alanında yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Üretimin eksiksiz sağlanabilmesi ve bunu sağlayabilmek için nelere dikkat edilmesi gerektiği üretim yönetiminin amaçlarından bahsedilmiştir.

Üretim yönetiminin fonksiyonlarından olan planlama, organizasyon ve kontrol aşamaları incelenerek yönetsel kararların çözüm sürecinde bu aşamaların etkileri ele alınmıştır. Örgütsel hedeflerin gerçekleştirilmesinde bu fonksiyonların önemi ve birbirleriyle olan bağlantıları incelenmiştir.

Üretim yönetimi alanında meydana gelen gelişmeler ve yaklaşımlardan olan esnek üretim sistemleri, kısıtlar teorisi, toplam kalite yönetimi, yalın üretim, süreç odaklı yönetim, tedarik zinciri yönetimi ve 6 sigma ele alınarak üretim yönetimine olan katkılarından bahsedilmiştir. Bu yaklaşımların amaçlarına değinilerek üretim yönetimindeki konumları tespit edilmiştir.

Üretim sistemlerinin sınıflandırılması, üretim yöntemlerine, mamul cinslerine, üretim miktarına göre veya akışına göre ele alınmıştır. Üretim yöntemlerine göre sınıflandırmada, birincil, analitik, sentetik, fabrikasyon ve montaj üretiminden bahsedilmiştir. Üretim miktarına göre ya da üretim akışına göre sınıflara ayırmada, sipariş, parti, sürekli ve proje üretimi incelenmiştir. Akış hatlarında ise akış sistemini etkileyen faktörler, akış hatlarının sınıflandırılması, iş akış modellerinden bahsedilmiştir. İş akış modellerinin özellikleri incelenerek hangi durumlarda hangi modelin kullanılabileceğine değinilmiştir.

İş akış modellerinden olan montaj hatlarının dengelenmesi başlığı altında, montaj hatları ve hat dengeleme kavramı, montaj hatlarının dengelenmesine etki eden ana faktörler, montaj hatlarında oluşan darboğaz noktalarının araştırması, montaj hatlarının dengelenmesinde kullanılan yöntemleri ele alınmıştır.

Montaj hattı dengelemenin aşamaları ve amaçları belirtilerek üretim yönetimine olan katkısı gösterilmiştir. Montaj hattı dengelenmesine etki eden ana unsurlar iki

başlık altında incelenmiştir. Bunlar birincil ve ikincil kısıtlardır. Birincil kısıtlar başlığı altında çevrim süresi ve öncelik ilişkileri ele alınmıştır. İkincil kısıtlarda ise konum kısıtı, sabit donanım kısıtı, istasyon yükü, aynı istasyona atanması istenen iş öğeleri ve aynı istasyona atanmaması istenen iş öğelerinden bahsedilmiştir. Montaj hatlarında darboğaz araştırması ele alınarak üretim hattında sistemin kısıtının darboğaz kaynakları olduğu belirtilmiştir. Montaj hattı dengeleme yöntemleri başlığı altında, sezgisel (bulgusal), analitik ve simülasyon (benzetim) teknikleri incelenmiştir.

Süreç kavramı, süreç yönetimi, süreç iyileştirme ve süreç iyileştirme ile ilgili yapılan bazı çalışmalara değinilmiştir. Süreç kavramı başlığı altında süreç unsurları, süreçlerin sınıflandırılması ve süreç hiyerarşisinden bahsedilmiştir. Aynı zamanda süreç iyileştirme başlığı altında süreç iyileştirme adımları, süreç iyileştirmenin yararları ve süreç iyileştirme yöntemleri incelenmiştir.

Üretim Sistemleri

Sistem, birbirleri arasında anlamlı ilişkileri bulunan parçalardan oluşan bir bütündür. Gün geçtikçe sistem yaklaşımı düşüncesinden her alanda faydalanılmaktadır. Üretim yönetimi ile ilgili olarak ise sistem yaklaşımı bu yönetime geniş bir bakış açısı kazandırmakla kalmaz aynı zamanda üretime yön vererek hat akışlarını doğrudan etkilemektedir.

Üretim Kavramı ve Üretim Yönetimi

Genellikle ülkelerin kalkınması üretim sonucu sağlanacak gelirin artması ile doğru orantılıdır. Kaynak kıtlığından dolayı ya da kaynakları doğru yönetememe probleminden dolayı gerçekleşen gelir azlığı ise ülke ekonomilerine doğrudan etki eder. Bu tür ekonomilerde yatırım alternatifleri arasında en fazla üretim artışını sağlayacak kaynakların optimal kullanımının sağlanması ekonomiye doğru fayda sağlamanın başlıca gereklilikleri arasında yer alır. Böylece yeni kaynak planlamaları, yeni yatırım programları ve bu kaynakları kullanarak üretilecek olan yeni ürünler ile birlikte üretilen ürünlerin sunulacağı yeni pazarlar ülke ekonomisinin gelişiminin tüm vektörel özelliklerini belirlemektedir.

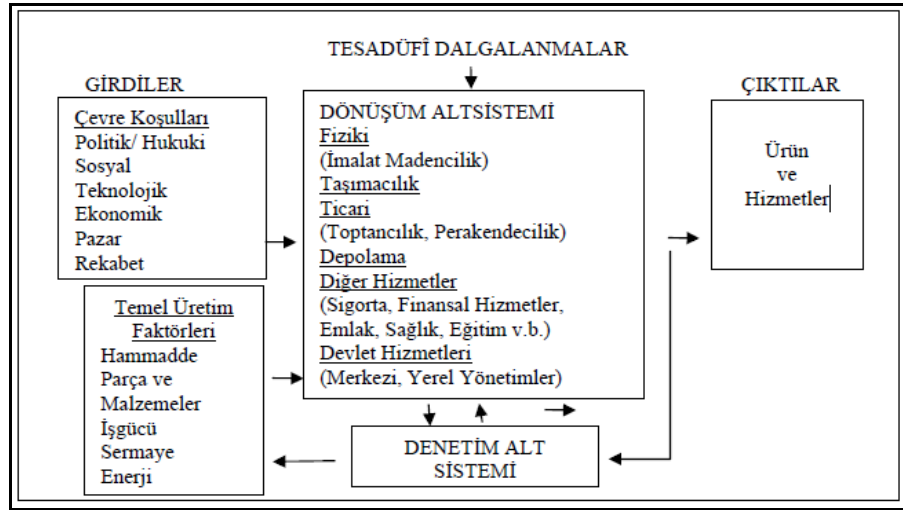
Üretim faaliyetleri gösteren sanayi işletmeleri bu faaliyetleri, üretilen ürün ve ürünlerin niteliğinden doğan sınırlamalar, fiyat, kalite, zaman, mevcut piyasa ve müşteri beklenti ve taleplerinin belirsizliğine benzer daha birçok sınırlayıcı koşulların etkisi

altından sürdürmektedirler. Üretim yönetimi sistemi ile hedeflenen değer, mevcut kaynakların en etkin bir şekilde doğru bir şekilde kullanılması, üretim ve zaman kayıplarının en aza indirilerek verimli bir şekilde çalışılması ve kalite yönünden arzu edilen seviyeye çıkarılmasıdır. (Tekin, 2005)

Üretim Kavramı

Üretim belirli faaliyetler sonucu yeni bir mal veya hizmet oluşturma işlemidir. Diğer taraftan bir mamul veya yarı mamul üzerinde onun değerini arttıracak değişiklikler yapma ve bu girdileri kullanılabilir nihai, ticari ürün yan mamul gibi çıktılara dönüştürme işlemidir. (Kobu, 2010) Aynı zamanda üretim, doğadaki mevcut kaynakların hammadde ve yarı mamullerin insan gereksinimleri için daha uygun mal ve hizmetler şekline dönüştürülmesi işidir. Bu dönüşüm yapılırken fiziksel, kimyasal, mekanik ve benzeri işlemler uygulanabilmektedir. (Çelikçapa, 2000)

Herhangi bir ürüne değer katmak ya da değerini arttırmak amacıyla da üretim yapılır. Yalnızca yeni bir ürün ortaya çıkartmak için yapılmaz. (Yamak, 1994) ŞEKİL 2’de de girdiler, işlemler ve çıktılardan oluşan üretim / işlemler sistemi modeli gösterilmiştir. (Üreten, 2002)



ŞEKİL 2.2. Üretim/İşlemler Sistemi Modeli (Üreten, 2002)

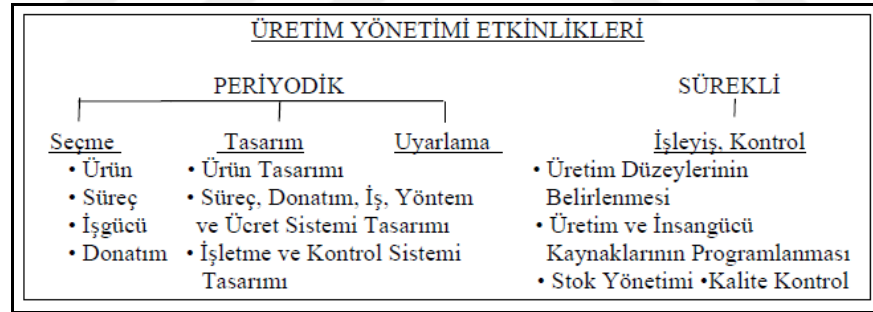
Üretim Yönetimi

İşletmenin elinde var olan makine, malzeme, hammadde, yarı mamul ve insan kaynağı gibi kaynakların belirli miktardaki mamulün belirtilen özelliklerde talep edilen zaman dilimi içerisinde ve mümkünse müşterinin katlanabileceği en düşük maliyetle

üretilmesini sağlayacak şekilde bir araya getirilmesi işlemine üretim yönetimi denilmektedir. Üretim yönetimi disiplini uygun araç ve yöntemler kullanarak yöneticinin karar verme yeteneğinin geliştirilmesini hedefler. (Kobu, 2010)

Üretim yönetimiyle, mevcut kaynakların en etkili bir şekilde kullanılması, gerçekleşen kayıpların en aza indirilmesi ve kalite yönünden istenilen seviyeye çıkarılması hedef alınır. Üretim yönetimi, bir malın istenilen özelliklerde ve talep edilen sürede, minimum maliyetle meydana getirilmesini ilke olarak kabul eder. Üretim yönetimi, üretim süreçlerini ilgilendiren tüm kararların alınması ile ilgilidir. (Şevkinaz Gümüšoğlu, M. Hulusi Demir, 2009).

Üretim yönetimi, işletme içerisinde periyodik ve sürekli kontrol sistemleri içerisinde kalite kontrol, stok kontrolü, üretim planlama ve kontrolü, maliyet kontrolü gibi işlemler ile birlikte üretim faaliyetlerinde bilgisayar destekli üretimi geliştirmiştir. Şekil 3'de üretim yönetimi etkinliklerini göstermektedir. ŞEKİL 2.3. 'de üretim yönetimi etkinlikleri periyodik ve sürekli olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Periyodik etkinlikler, seçme, tasarım ve uyarlamadan oluşmakla birlikte, sürekli etkinlikler ise işleyiş ve kontrolden oluşmaktadır.



ŞEKİL 2.3. Üretim Yönetimi Etkinlikleri (Başkak, 1991)

Üretim Yönetiminin Tarihçesi

Günümüzde kullanılan üretim yönetimi yaklaşık olarak iki yüz yıl önce kullanılmaya başlamıştır. Bu demek oluyor ki iki asırlık geçmişe sahip olan üretim yönetimi kullanılmaya başladığı ilk zamandan beri sürekli geliştirilerek günümüze kadar ulaşmış ve geliştirilmeye devam ediyor. Bu yönetimin temelinde yatan ana düşünce aslında üretim sistemlerinin en yoğun kullanıldığı yer olan fabrika sistemleridir. Fabrika sistemiyle ilgili bu çalışmalar işgücü ile ilgili düzenlemelerin sonuçlarını ekonomik karlılık ölçüleriyle açıklayan Adam Smith tarafından 18.

yüzyılda başlatılmıştır. Adam Smith, iş bölümü ve makine kullanımı ile verimliliğin artırılabilceğini ve kalifiye ara eleman işgücü ile birlikte işgücünün oldukça başarılı bir şekilde üretim gerçekleştirebileceğini öne sürerek aslında kaynak kullanımının etkisinden ve insan kaynağının verimli kullanılmasından Ulusların Zenginliği adlı eserinde bahsetmiştir. (Şevkinaz Gümüšođlu,M.Hulusi Demir, 2009)

Adam Smith'in bu teorisini geliştiren Frederick W. Taylor 20. Yüzyılın başlarında karışık üretim sistemleri için bilimsel yönetim yaklaşımını geliştirmiştir. Bu yaklaşım 1930'lu yıllardan 1950'li yıllara kadar yaygın olarak kullanılmıştır. Frederick W. Taylor'un bilimsel yönetim yaklaşımı üretim yönetiminde, fabrika organizasyonu ve düzenlemesi ile üretim sistemleriyle ilgili çalışmalarda kullanılmıştır. Modern üretim yönetiminin başlangıcından itibaren meydana gelen gelişmeler kronolojik biçimde şu şekilde sıralanabilir (Tekin, 2005)

1776 yılında Adam Smith işin bölümlere ayrılması, 1799 yılında Eli Whitney işin parçalara ayrılması ve maliyet muhasebesi, 1832 yılında Charles Babbage, iş bölümünün sağlayacağı faydalar ile uzmanlaşma ve iş basitleştirmenin faydaları ve zaman analizi, 1900 yılında Frederick W. Taylor, bilimsel yönetim yaklaşımı, hareket ve zaman analizleri, yine 1900 yılında Frank B. Gilberth, iş ve hareket analizleri, 1901 yılında Henry L. Gannt, iş çizelgeleme ve şemalar ve uzunca bir aradan sonra 1931 yılında ise Walter A. Shewart, istatistiksel kalite kontrol.

1990'lı yıllarda yeni boyutlar kazanan üretim olgusu aslında bu değişimlerini teknolojinin günden güne yüksek ivme ile değişmesi, kalite anlayışındaki yenilikler, çevrenin korunması bilinci, tüm dünyadaki globalleşme ve yönetim metotlarındaki yenilikler ile sağlamıştır. (Yamak, 1994)

Bilgisayar kullanımının 1900'lerin ortalarında ekonomik hale gelmesiyle ve yeni yöneylem araştırması tekniklerinin geliştirilmesiyle birlikte yepyeni bir otomasyon çağını girmiş ve bu eğilim hızlı bir şekilde hizmet işletmelerini de kapsayacak şekilde genişlemiştir. . Bilgisayarlar yöneticileri pazarlara, maliyetlere, üretim düzeylerine ve stoklara ilişkin anlık bilgilerle donatmıştır. (Monks, 1996)

(Tekin, 2005)'e göre 1970 yılından sonra üretim yönetiminde iki önemli gelişme ortaya çıkmıştır. İlk olarak Üretim sistemlerinin ekonomideki önemi üretim teknolojisindeki gelişmeleri ile birlikte Üretim sistemlerinde bilgisayarların kullanılması

sonucu kitle halinde üretim yapılmasıyla artmıştır. İkinci olarak ise Üretim yönetiminde uygulamalı olarak yapılan araştırmalar sadece belirli analizler yapılmasında ziyade daha çok önem kazanmıştır.

Üretim Yönetiminin Amacı

Üretim ve işlem yönetiminin amacı işletme yeteneklerini sürekli geliştirmek ile birlikte işletme başarısını sürekli olarak geliştirmek, müşterilere artan katma değerli mal veya hizmetler sunmaktır. İşlemler fonksiyonun amacı, kullanıcının istediği kalitedeki ürünü istediği zamanda, yerde ve minimum maliyet ile üretmek şeklinde ifade edildiğinde ise daha dar bir şekilde tanımlanmış olur. (Evans, 1997)

Tüm işletmeler müşteri isteklerini ve beklentilerini karşılayacak ürün ve hizmet üretilmesini kâr amacı ile bağlantılı olmadan asıl amaç olarak kabul ederler. Temel amaç olan bu değer sağlanmadığında ise işletme asıl faaliyetini sürdürememiş olur ve bununla birlikte işletme sürekliliği artık söz konusu değildir.

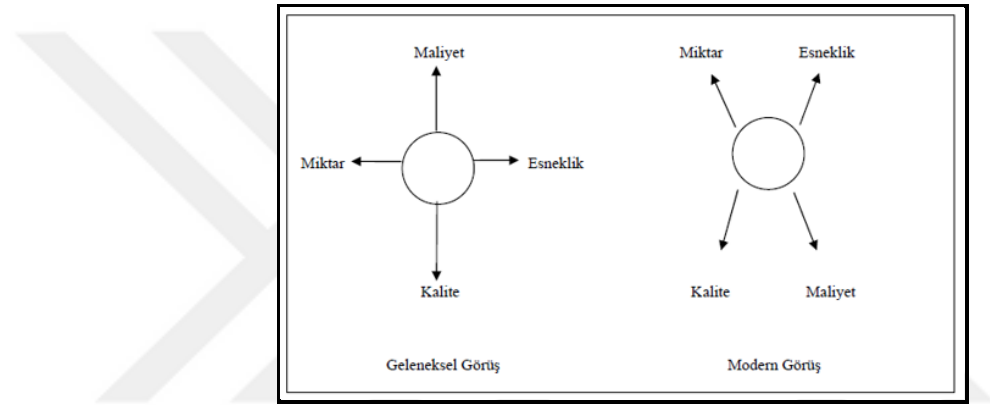
İşletmenin amacı müşteri istek ve beklentilerinin karşılanması şeklinde tanımlandığı için müşteriye sunulacak ürünün üretimiyle ilgili kararlar üretim fonksiyonun bünyesinde verilir. İşletmenin temel amacı aynı zamanda bir alt düzeyde üretim sisteminin de temel amacını oluşturur. (Üreten, 2002)

Miktar, zaman, kalite ve maliyet faktörlerinin en iyi ölçülebilir değerlerinin bulunmasına yönelik çalışmalar üretim yönetimi ile yapılmıştır. Bu çalışmalar yapılırken aslında hangi ürünlerin, ne miktarlarda, hangi özelliklerde, ne miktarlarda, kim tarafından ve nerede üretileceği sorularına da yanıt aranmaktadır. Bu sorular yanıtlanırken bununla birlikte, maliyetin en düşük düzeyde ya da kârın en yüksek düzeyde tutulmasına çalışılmaktadır. Tüm bunların yanında, müşterilerin istek ve gereksinimlerinin karşılanması, stok düzeyinin olası en düşük düzeyde tutulması ve üretim kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı da önemli olmaktadır. (Hakan Kağnıcıoğlu, Sinan Aydın, Servet Hasgöl, A. Sermet Anagün, 2012)

Son yıllarda özellikler Japon firmalarının kalite konusundaki başarıları, bazen hem kaliteyi yükseltmenin hem de fiyatı düşürmenin mümkün olabileceğini adeta kanıtlamıştır. İşte bu gibi nedenlerdendir ki üretim ve işlem yönetiminin hedefleri ve amaçları tespit edilirken gereksiz ve zoraki seçimler yapmamaya özen gösterilmelidir. Çünkü bu noktadaki genel görüş kalite ile maliyetin ve miktar ile esnekliğin tamamen

çeliştiğini vurgulamaktadır. Halbuki Japon firmalarının başarıları gibi daha birçok genel görüşü çürüten başarılar olabilmektedir. Üretim yönetimin amaçlarındaki çelişmeler, genelsel ve modern görüşlerin kıyaslanması ŞEKİL 2.4. 'de gösterilmiştir. (Kobu, 2010)

ŞEKİL 2.4. 'de geleneksel görüşten farklı olarak modern görüşte kaliteyi yükseltirken maliyetleri düşürebilmenin mümkün olduğu görülmektedir. Modern görüşe göre kalite ve maliyet birbirine yaklaşıırken, miktar ve esneklik amaçlarıyla çelişki içerisindedir.



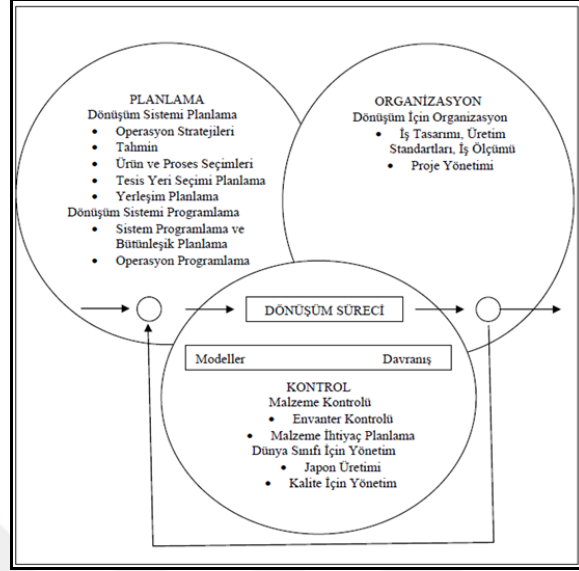
ŞEKİL 2.4. Üretim Yönetimin Amaçlarında Çelişmeler:Geneleksel Ve Moder Görüşlerin Kıyaslanması (Kobu, 2010)

Üretim Yönetiminin Fonksiyonları

Üretim yönetiminin fonksiyonları üç ana başlıkta incelenmektedir. Bunlar Planlama, organizasyon ve kontrol dür. Üretim yönetiminin asıl amacı planlama, organizasyon ve kontrol aşamalarının kontrollü olarak birbirlerine dönüşümünü sağlamaktır. Bu fonksiyonlar ŞEKİL 2.5. 'te gösterilmiştir. (S.Anil Kumar,Byrana Nagappa Suresh)

ŞEKİL 2.5. 'te planlama başlığının altında, dönüşüm sistemi planlamanın operasyon stratejileri, tahmin, ürün ve proses seçimleri, tesis yeri seçimi planlama ve yerleşim planlamadan oluştuğu ve dönüşüm sistemi programlamanın, sistem programlama, bütünleşik planlama ve operasyon programlama ele alınmıştır. Organizasyon başlığının altında ise dönüşüm için organizasyonun iş tasarımı, üretim standartları, iş ölçümü ve proje yönetimi konuları ele alınmaktadır. Tüm bunlarla

birlikte kontrol aşamasında, malzeme kontrolünün envanter kontrolü ve malzeme ihtiyaç planlamadan oluştuğu ve dünya sınıfı için yönetimin Japon üretimi, kalite için yönetim ve kalite analizi ve kontrolden oluştuğu görülmektedir.



ŞEKİL 2.5. Üretim Yönetimi Fonsiyonları İçin Genel Bir Model (S.Anil Kumar,Byrana Nagappa Suresh)

Planlama

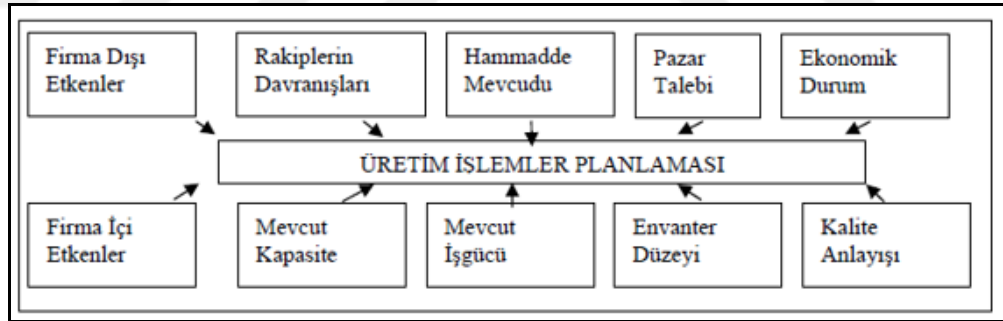
İşletmenin üretim yönetimi dikkate alınarak bu başlık altında üretimin alt sistemlerinin organizasyonu, üretim politikaları, üretim programları ve üretimle ilgili faaliyetlerle ilgili gerekli planlama çalışmaları yapılır. Ayrıca talep tahminleri de dikkate alındığında bu tahminlere uygun olarak üretim planlaması, ilgili işgücü planlaması, malzeme ihtiyaç planlaması, 3gelişim planlaması, işlem planlaması, üretim metotları, personel planlaması, ödeme planı, finansal planlama, çalışma sermayesi ve nakit akışı ve bilgisayar destekli üretim, üretim sistemlerinin planlanması gibi işlemler yapılmaktadır. (Tekin, 2005)

Üretim yöneticisi organizasyondaki üretimin alt sistemleri, politikası ve prosedürleri için hedefleri bu aşamada tanımlamaktadır. Aynı zamanda bu aşama organizasyonun genel stratejisinde odak noktası rolünü içermektedir (S.Anil Kumar,Byrana Nagappa Suresh)

Fizibilite etüdü veya ön planlama verileri örgütlenme çalışmaları için hazır bulunmalıdır. Planlama, bir dizi üretim kararının arka arkaya alındığı bir aşamadır. (Yamak, 1994)'e göre bu tip kararların çözüm sürecinde yer aldığı soru ya da

problemler şu şekilde sıralanabilir (Yamak, 1994, ss. 37-39): “Ne üretilecek?”, “Ne miktarda üretilecek?”, “Nerede üretilecek?”, “Tesisler nereye yapılacak?”, “Nasıl üretilecek?”, “Hangi yöntemler kullanılacak?”, “Kapasite ne olacak?”, “Ne kadar kullanılacak?”, “Yerleştirme düzeni nasıl olacak?”, “Kimler yapacak?”, “Ne kadar iş gücüne gereksinmemiz var?”.

Örgütlenme çalışmaları için elde fizibilite etüdü veya ön planlama verileri hazır bulunmalıdır. Planlama, bir dizi üretim kararının arka arkaya alındığı bir aşamadır. Bu tip kararların çözüm sürecinde yer aldığı soru ya da problemler şu şekilde sıralanabilir (Yamak, 1994, ss. 37-39): “Ne üretilecek?”, “Ne miktarda üretilecek?”, “Nerede üretilecek?”, “Tesisler nereye yapılacak?”, “Nasıl üretilecek?”, “Hangi yöntemler kullanılacak?”, “Kapasite ne olacak?”, “Ne kadar kullanılacak?”, “Yerleştirme düzeni nasıl olacak?”, “Kimler yapacak?”, “Ne kadar iş gücüne gereksinmemiz var?”. ŞEKİL 2.6. 'da üretim planlamasını etkileyen faktörler yer almaktadır. Bu faktörler firma dışı oluşan etkenler, işletme rakiplerinin davranışları, hammadde mevcudu, pazar talebi, ekonomik durum, firma içi etkenler, mevcut kapasite, mevcut işgücü, envanter düzeyi ve kalite anlayışıdır. (Şevkinaz Gümüşoğlu,M.Hulusi Demir, 2009)



ŞEKİL 2.6. Üretim Planlamasını Etkileyen Faktörler (Şevkinaz Gümüşoğlu,M.Hulusi Demir, 2009)

İşletmelerde yöneticiler örgütsel hedeflerini planlama fonksiyonu ile geliştirmektedirler. Planlama olarak gerçekleştirilen işlemler diğer fonksiyonların öncüsü durumundadır. Ancak örgütlerin tam olarak oluşturulamadığı ortamlarda planlama fonksiyonunun gerçekleştirilmesi olanak dışıdır. Üretim sistemleri açısından yaşamsal önemi olan planlama fonksiyonu için yapılan bir tanıma göre yöneticiler "ne

yapılacağına, ne zaman yapılacağına, nasıl yapılacağına, kimin yapacağına karar verme durumundadırlar. (Yüzügüllü, 1998)

Organizasyon

Üretim sisteminin kurulması için gerekli unsurların bir araya getirilmesini sağlayan değer organizasyon fonksiyonudur. İşgücü, işyeri, makine, malzeme gibi üretimin temel elemanlarını bulmak ve çalışır duruma getirmek üretim yönetiminin öncelikli görevidir. Organizasyon aşamasında, üretim alt sistemleri içerisindeki bilgi akışı ve görevlerin dağılımı yapılır. Ayrıca üretim alt sistemlerinin düzenli ve başarılı bir şekilde çalışabilmesi için gerekli şartlar belirlenerek, alt sistemlerin amaçları görev ve sorumlulukları belirlenir. Alt sistemlerle ilgili görevlerin zamanında tam olarak yürütülmesi ve diğer bölümlerle iş birliği sağlanır (Tekin, 2005)

Kontrol

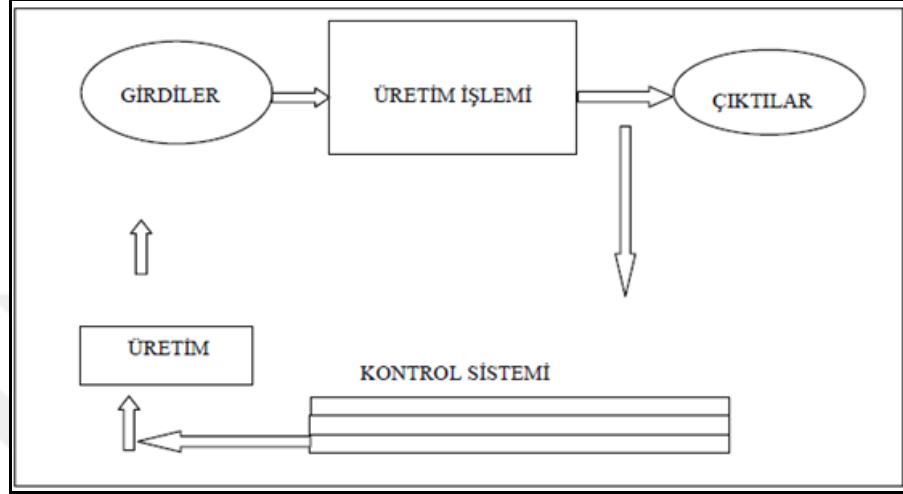
Üretim yönetiminin temelini oluşturur. Üretim denetimi, kalitenin denetimi, stokların denetimi, maliyetin denetimi gibi konular bu bağlamda kontrol fonksiyonunun görevleri arasında kabul edilir (Yamak, 1994)

Arzulanan sonuçlara doğru performansın yaklaşması kontrol fonksiyonudur. Kontrol fonksiyonuna göre işletme ya da birim yöneticileri oluşan problemleri önceden görebilmeleri ortaya çıkabilecek krizleri önceden fark edebilmeli bu konular ile ilgili performans değerlendirmeleri yapabilmeli tüm bunların yanı sıra başarı ile başarısızlık arasındaki farkı ortaya koyabilecek sayısız küçük ama etkili kararlar verebilmelidirler.

Kontrol sisteminde görevli personel tarafından hazırlanan üretim denetimi sonuçlarıyla ilgili bilgiler değerlendirilerek üst yönetime sunulur. Kontrol aşamasında üretim planlamasıyla üretim alt sistemlerinin etkinliğinin planlama ve gerçekleşme dereceleri karşılaştırılır. Planlanan üretim ile üretim faaliyeti sonucunda elde edilen üretim arasındaki farkın nedenleri araştırılır. Şayet elde edilen sonuçlarla planlanan durum arasındaki negatif fark büyükse, mevcut girdilerle elde edilmesi gereken üretimin sağlanabilmesi için gerekli düzeltme işlemi yapılır (Tekin, 2005)

İşletmelerde üretim planlaması ve kontrolü birbirinden ayrılmaz iki değerdir. İşletmelerin ana damarlarından olan üretim planlaması ve kontrolü emir akışını fabrikanın tüm kısımlarına gönderir. ŞEKİL 2.7. 'de planlama ve kontrol sistemi

gösterilmiştir. ŞEKİL 2.7. 'ye göre planlama ve kontrol sistemi girdiler, üretim işlemi, çıktılar, kontrol sistemi ve üretimin sistemli ilerlemesinden oluşmaktadır.



ŞEKİL 2.7. Planlama Ve Kontrol Sistemi

Üretim Yönetimi Alanında Meydana Gelen Gelişmeler

Üretimle ilgili bilimsel yaklaşımlar çoğunlukla üretim dünyasındaki reel gelişmeler doğrultusunda ve bunlara cevap olarak ortaya çıkmıştır. Geçmişten günümüze kadar üretim yönetimi alanında bildiğimiz yaklaşımlar arasında en çok akılda kalan ve ses getiren yaklaşımlar; Esnek Üretim Sistemi, Kısıtlar Teorisi, Toplam Kalite Yönetimi, Yalın Üretim, Süreç Odaklı Yönetim, Tedarik Zinciri Yönetimi ve 6 Sigmadır (Sezen, 2011)

Esnek Üretim Sistemi

Esnek üretim sistemi, bilgisayarlı kontrol sistemi, malzeme taşıma sistemi, iş istasyonu olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Az miktarlardaki çeşitli ürünleri düşük maliyet ve yüksek üretkenlikle imal edebilen, her türlü işlemin bilgisayar kontrolü altında otomatik olarak gerçekleştirildiği, müşteri taleplerine en hızlı şekilde cevap verebilen üretim sistemidir (Özçakar, 1997)

Ürün çeşidinin çok olduğu işletmelerde, aynı gruptan olup ancak farklılık gösteren parçaları üretmek amacı ile esnek üretim sistemi kullanılır. Genel amaçlı

makine- teçhizat içermekle birlikte mamul, yarı mamul ve hammaddeler otomatik taşıyıcılarla ve otomatik taşıma bantları ile hareket ettirilmektedir. Esnek üretim sisteminde, üretim sistemini kontrol eden bir ana bilgisayar vardır. Hammaddenin fabrikaya girişinden mamul haline gelerek çıkışına kadar tüm işlemler otomasyona ayarlı olarak bilgisayarlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, işçi müdahalesi minimum seviyeye indirilmiştir ve belli bir süre insan müdahalesine gerek kalmadan çalışılabilir (Turan Pekmezci, Cemalettin Demireli, 2005)

İşletmelerde esnek üretim sisteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, bazı gereklilikler yerine getirilmelidir. Bunlar müşterinin değişen taleplerine ve ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde cevap verilmeli ve gerekli teknolojik yatırımlar gerçekleştirilmelidir şeklindedir. (Delikan, 2010)

Esnek üretim sisteminin başlıca faydalarını sıralamak istersek; Müşterilerin istedikleri kalite özelliklerine sahip malların üretilmesi, müşterilere sonsuz sayıda seçenekte ürün sunulabilmesi, işletmelerdeki stok maliyetlerinin önemli ölçüde azalarak ortadan kalkması, stoklara yatırılan sermayenin yeni yatırımlarda kullanılabilmesidir. Şeklinde sıralayabiliriz. (Tekin, 2006)

Öte yandan esnek üretim sisteminin bazı sakıncaları da bulunmaktadır. Bu sakıncalar ise şu şekilde sıralayabiliriz. Ulaşılmak istenen hedef hakkında iyi planlama yapılmadığı takdirde başarılı sonuçlar sağlamayabilir, bazı küçük işletmeler piyasadan çekilebilmektedir, stok ve sipariş yetersizliği nedeniyle firma âtıl kapasiteyle çalışmak durumunda kalabilir. (Tekin, 2006)

Kısıtlar Teorisi

Özünde tüm sistemlerin kısıtlı olduğunu ve ne kaynakların ne de kazançların sonsuz olamayacağı gerçeğini vurgulayan teori kısıtlar teorisidir. Üretim süreçlerinde mutlaka bir darboğaz olduğunu ve bu darboğazın iyileştirilmesi sonucunda bu sefer başka bir noktada darboğazın tekrar belireceğini; nihayetinde karşımıza çıkan darboğazları tek tek iyileştirerek bir sürekli iyileştirme döngüsü sağlanabileceğini anlatmaktadır. Öncelikle en yavaş işleyen ya da önünde en çok iş biriken sürece bakmak sistemde darboğazı bulmak için yeterli olacaktır. (Sezen, 2011)

Pazar kısıtı, kaynak kısıtı, politik kısıtlar, hammadde kısıtı, lojistik kısıtlar kısıt türleri olarak incelenmektedir. (Ozan Büyükyılmaz,Serhan Gürkan, 2009)

En zayıf halka prensibini benimseyen kısıtlar teorisinin en zayıf halkası, sistemin kısıtı, sistemin yüksek performans göstermesini ve bu bağlamda sistemin ilerlemesini engelleyecek halkasıdır. Bu nedenle amaç, sistemdeki en zayıf halkayı ya da halkaları bulmak ve kısıtları ortadan kaldıracak çözümleri oluşturmak olmalıdır. Bunun için sistemi oluşturan parçalara değil tüm sisteme odaklanmak ve her parçanın sistemdeki görevini ve diğer parçalarla ilişkisini dikkate almak gerekmektedir (Fatma Gözde Aytekin,Hülya Yörükoğlu, Gülşen Akman, 2012)

Toplam Kalite Yönetimi

Toplam kalite yönetimi, tüketicinin mevcut ve gelecekteki beklentilerini tam ve ekonomik biçimde karşılamak amacıyla tüm çalışanların katılımı ile tüm işçilerin sürekli geliştirilmesini öngören, çevreye saygılı bir yönetim yaklaşımıdır. Bir işletmede kalite herkesin işidir. Kaliteyi sağlamak; nihai müşteriyi tatmin etmek ve çalışanı, yani iç müşteriyi tatmin etmekten geçer. Bir bakıma kalite aslında müşteri memnuniyetidir. (Şevkinaz Gümüšoğlu,M.Hulusi Demir, 2009)

Bu yaklaşım çalışanlara yetki devrini, takım çalışmasını, sorun çözücü tekniklerin yer aldığı kalite planlamasını, performans ölçümünü ve ürün ve süreçlerin sistematik analizini kapsamaktadır. Bütün bu faaliyetleri içeren toplam kalite yönetimi yaklaşımında ana amaç örgütü, tedarikçileri ve satıcıları içeren dinamik bir çalışma ortamının yaratılmasıdır. Bu çalışma ortamı içinde, tüm bu katılımcılar dış ve iç tüketici potansiyelinin doyumunu sağlayacak faaliyetlerin öğrenilmesi ve yerine getirilmesine teşvik edilmektedir (Çelikçapa, 2000)

Toplam kalite yönetimi, herhangi bir sektöre bağımlı olmadan tamamen evrensel bir yönetim felsefesidir. Kâr amaçlı olsun ya da olmasın, ister kamu işletmesi ister özel işletme olsun, ister hizmet üretimi ister sanayi üretimi olsun, her alanda bu felsefenin öğretileri kullanılabilir. Amaç müşterinin memnuniyeti olduğundan sektör bazlı bir yönetim ve ürün ya da hizmet üretimi olarak öğretiler değiştirilemez. müşteri odaklılık, tedarikçi ilişkileri, çalışanların katılımı, liderlik, süreç odaklılık ve sürekli iyileştirme bu yönetimin ilkeleri olarak sıralanmaktadır. (Sezen, 2011),

Yalın Üretim

Gereksiz işlerden tamamen arınmış ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza

indirendiği bir üretim sistemidir. Yalın üretimin ana stratejisi hızı artırıp akış süresini azaltarak kalite, maliyet, teslimat performansını aynı anda iyileştirmektedir. Japon otomotiv endüstrisi tarafından geliştirilen yalın üretimde, emek-sanat bağımlı ve seri üretimin avantajlarını birleştirirken yüksek maliyetten ve seri üretimin katılığında sakınmış olunur (Hakan Kağnıoğlu, Sinan Aydın,Servet Hasgöl,A.Sermet Anagün, 2012).

Toyota firmasının 1950'lerden bu yana uygulamakta olduğu kendine özgü üretim sistemi olan Toyota Üretim Sistemi'nin 1970'li yıllardaki petrol krizi sonrasında bu firmaya çok büyük rekabet avantajı sağladığı fark edildiğinde batılı rakipleri ve bilim adamları tarafından mercek altına alınmıştır. Yalın üretim, özünde değer katmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak yalınlaştırmayı ve sürekli iyileştirmeyi hedefleyen bir sistemdir. Toyota Türkiye Genel Müdürü Özer, yalın üretimdeki temel düşüncüyü; *“bulduğumuz durumla asla yetinmemeliyiz, sürekli yeni fikirler geliştirip, daha yoğun bir çabayla çalışarak işimizi geliştirmeliyiz”*, şeklinde yorumlamaktadır (Özer, 2012).

Pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetimden işçisine ve yan sanayicisine kadar herkesin bir bütün olarak çalışması yalın üretim için gerektirir. Bunun için, üretimin her düzeyinde çok fonksiyonlu eğitilmiş işçiler çalıştırılmalı ve oldukça yüksek derece esnekliği olan otomasyon düzeyi yüksek makineler kullanılmalıdır. Aynı zamanda sorumluluk, firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar itilmelidir. Yani firmanın en tepe çalışanın en alt düzeydeki çalışanına kadar tüm personel bu yönetim sistemine hizmet etmelidir. Bu dağıtık sorumluluk, çalışanların kendi çalışmasını kontrol etme özgürlüğü anlamına gelir (Erol, 2012).

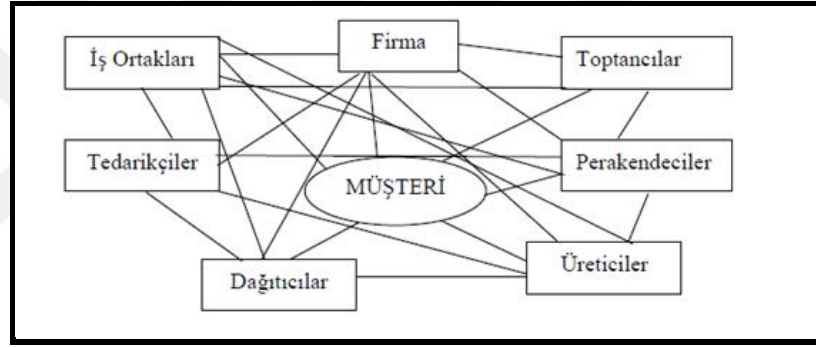
Süreç Odaklı Yönetim

Süreç odaklı yönetim, bir işlemin tamamını oluşturan alt süreçleri belirleyerek her bir sürecin performansını izleme ve sistemi daha iyi planlayabilme çabasından dolayı ortaya çıkmış bir yönetimdir. Değer katmayan veya gereksiz bazı faaliyetleri ortadan kaldırarak verimliliği artırmak bu yaklaşımın özünde yatan asıl değerdir. İşletmeler süreç odaklı yönetime geçtiğinde önceden farklı bölümlerde gereksiz yere tekrar edilen bazı süreçler tek bir noktada icra edilerek gereksiz tekrarlar ortadan kaldırılmaktadır (Sezen, 2011)

Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi, hammadde temininden üretime ve dağıtımla son müşteriye kadar bir malın ulaşabilmesi için bir değer zincirinde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşteriler arasında malzeme/ürün, para ve bilginin yönetimidir. Tedarik zinciri yönetiminin temel amaçları ise (Özdemir, 2004, s. 89):müşteri tatminini artırmak, çevrim zamanını azaltmak, stok ve stokla ilgili maliyetlerin azaltılmasını sağlamak, ürün hatalarını azaltmak, faaliyet maliyetini azaltmak şeklinde sıralanabilir. (Özdemir, 2004)

ŞEKİL 2.8. 'de modern tedarik zinciri yönetimi gösterilmiştir. Buna göre tedarik zinciri müşteri, firma, toptancılar, perakendeciler, üreticiler, dağıtıcılar, tedarikçiler ve iş ortakları arasındaki ilişkilerin tedarik zincirini oluşturduğu görülmektedir.



ŞEKİL 2.8. Modern Tedarik Zinciri Yönetimi (Aytaç, 2008)

Tedarik zinciri, ürünün üretilmesinden son ürün olarak tedarikine kadar, tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine ve hatta daha alt kırılımlarına kadar tüm çalışmaları kapsamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi hem işletme içindeki bilgi akışının ve lojistik faaliyetlerinin hem de tedarik zincirine dâhil diğer işletmelerin planlama ve kontrolünü kapsamaktadır. Tedarik zinciri girişimlerinin başarısında tedarik zinciri stratejileri ile işletme stratejilerinin uyuşmasının ve değer zincirinin üyeleri arasında iş birliğinin geliştirilmesinin önemli katkısı bulunmaktadır. (Hakan Kağncıoğlu, Sinan Aydın,Servet Hasgül,A.Sermet Anagün, 2012).

6 Sigma

6 sigma, iş performansının ve müşteri memnuniyet seviyesinin sürekli olarak artırılması için dolayısı ile bununla birlikte kaliteyi arttırmak için tüm iş süreçlerinin

sürekli olarak iyileştirilmesi ve yeniden tasarlanması düşüncesine dayanan ve her zaman mükemmel yakın bir noktaya ulaşmayı hedefleyen bir felsefedir. 6 sigma yaklaşımı, özellikle meydana gelen hataların ve maliyetlerin oldukça azaltılması, iş süreçlerinin sürekli iyileştirilmesi, müşteri memnuniyet seviyesinin sürekli en üst düzeyde tutulması, firma itibarının ve personel yetkinliğinin artması gibi birçok amacı içermektedir. 6 sigma uygulama süreci neticesinde, olası sorun ve hatalar ortaya çıkarılmakta, bunlar düzeltilerek sürecin en kusursuz biçimini alması için gayret gösterilmektedir. (Ediz Atmaca,S.Şule Girenes, 2012). 6 sigmanın aşamaları tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol şeklinde sıralanabilir. (Mine Ömürgönülşen,Nilay Şahin, 2012)

Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Üretim sistemleri; üretim yöntemi, mamul cinsi ve üretim miktarı veya akışına göre sınıflandırılmıştır.

Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma

Üretim yöntemlerine göre birincil, analitik, sentetik, fabrikasyon ve montaj üretimi, üretim yönetiminin alt kırılımları şeklinde sınıflandırılmaktadır (Delikan, 2010), (Kobu, 2010)

Birincil Üretim, hali hazırda doğada mevcut bulunan hammaddelerin işlenmek veya kullanılmak üzere çıkarılması birinci üretim sınıfına girer. Çeşitli metal madenler ile petrol üretimi birincil üretime örnek gösterilebilir.

Analitik Üretim, direkt olarak doğadan ya da farklı şekillerde elde edilen hammaddelerin çeşitli işlemlerle parçalanarak, kullanılabilir ürün ya da mamul haline getirilmesidir. Petrolden benzin, fuel-oil üretimi, şeker pancarından şeker üretimi gibi üretimler analitik üretim sınıfına girmektedir.

Sentetik Üretim, birincil üretim sonucu elde edilen çıktılarının birtakım birleştirici işlemler sonucunda farklı yeni mamullere dönüştürülmesidir. Kalay ve kurşundan lehim üretimi, cam üretimi gibi üretimler sentetik üretime örnek gösterilebilir.

Fabrikasyon Üretim, elde edilen temel ya da temel olmayan hammaddelerden şekil verme yolu ile yeni mamuller elde edilmesidir. Döküm, tornalama, pres, kesme gibi yöntemlerle hammaddelerin fiziksel şeklini değiştirerek mamul üreten sistemler fabrikasyon üretim sınıfına girmektedir.

Montaj Üretimi, çeşitli hammadde, yarı mamul ve parçaların fiziksel veya kimyasal özelliklerini kaybetmeden sistematik biçimde bir araya getirilmesidir. Günümüzde sıkça kullanılan son kullanıcı tüketici ürünleri. montaj yolu ile üretilen ürünler arasındadır. Örnek vermek gerekirse tüm beyaz eşyalar, otomobil gibi son kullanıcı ürünleri bu üretim metodu ile üretilmektedir.

Mamul Cinslerine Göre Sınıflandırma

Mamule göre isim alan belli başlı üretim sistemleri; demir-çelik üretimi, kömür üretimi, takım tezgâhları üretimi, kimyasal maddeler üretimi, elektriksel araç-gereç üretimi, elektronik mamuller üretimi, tekstil mamulleri üretimidir (Kobu, 2010)

Üretim Miktarına veya Akışına Göre Sınıflandırma

Siparişe göre üretim, parti üretimi, sürekli üretim ve proje üretimi başlıca üretim miktarına veya akışına göre üretim sistemleri olarak sınıflandırılabilir.

Siparişe Göre Üretim, ürünlerin müşteri istek ve gereksinimlerine göre özelleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Ürün esnekliği yüksektir ve bu durum siparişe göre üretimin en önemli avantajlarından biri olarak görülmektedir. Ancak, müşteri siparişini verdikten sonra ürün üretilinceye kadar bir süre beklemek zorundadır. Bu bekleme süresini işletmeler çok uzun tutmamalıdır. Aksi takdirde, müşteriye kaybedebilirler. Bu nedenle, işletmeler siparişe göre üretim yapsalar bile, rekabet avantajı sağlayabilmek için üretim sürelerini mümkün olduğunca kısaltmak durumundadırlar (Hakan Kağnıcıoğlu, Sinan Aydın,Servet Hasgül,A.Sermet Anagün, 2012)

Düzensiz bir talep olması, genel amaçlı makinelerin kullanımı, az miktarda çok çeşitli ürün üretimi, partiler halinde girdi ve çıktı, bölümlere ayırmanın olması, bölümler arası taşıma işlemi, kaliteli üretim ve kalifiye işgücü bulunması, yüksek miktarda ara stokları, düşük miktarda ürün stoklarının olması. siparişe göre üretimin başlıca özellikleridir. (Tekin, 2005)

Parti Üretimi, özel bir siparişi veya sürekli bir talebi karşılamak amacı ile, belirli bir ürün grubundan belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilir. Bu üretim sisteminde ürün, siparişe göre üretim sistemine göre daha fazla standart hale gelmiştir.

Ürün çeşidi, sipariş sisteminden daha azdır. Çeşitli ürünlerin, genellikle orta büyüklükte partiler halinde üretildiğini sistemdir. Genellikle, tüm parti üzerinde bir işlem tamamlanmadan, izleyen işleme başlanmaz. (Soba, 2006)Üretilecek olan ürünlerin tamamının üretimi gerçekleşmediğinde üretim tamamlanmış sayılmaz ve bir sonraki aşamaya geçilmez.

Sürekli Üretim, bu tip üretimde işletmenin sahip olduğu makine ve donanım yalnızca belirli bir ürünün üretimi için kullanılmaktadır. Farklı ürün grupları aynı hat veya sistemlerde imal edilemezler. Ürün talebinin yüksek olması ve sürekli olmasından dolayı üretim miktarları da yüksek olmaktadır. Bu tür ürünlerin üretiminin devamlı bir akış biçiminde gerçekleşmesi gerekmektedir. Üretimin başında üretime giren girdiler, hiç ara vermeden üretim bitinceye kadar süreçte kalırlar ve üretimin sonunda ise ürün olarak ortaya çıkmaktadırlar. Bu tür sistemlerde seri üretim yapabilmek için genellikle yüksek otomasyonlu makine ve teçhizatlar da kullanılmaktadır. Sürekli üretim sistemi birbirine zincir halkaları gibi bağlı bütünleşik sistemler olduğu için üretim girdilerinin durdurulması sistemin de durdurulduğu anlamına gelmektedir. Sistem zincirinin herhangi bir halkasında meydana gelebilecek herhangi bir problem kesinlikle tüm üretimi etkilemektedir (Hakan Kağncıoğlu, Sinan Aydın,Servet Hasgöl,A.Sermet Anagün, 2012). Ürün çeşitliliği az olmakla beraber yüksek miktarlarda ürünler üretilir. Üretilen bu ürünlerin talepleri genellikle düzenlidir, (Tekin, 2005)

Proje Üretimi, belirli bir tek ürün veya aynı ürünün çok sınırlı sayıda yapımı için düzenlenir ve ürünün yapımı sonuçlanınca sistemin ömrü tamamlanmış olur. Yani proje üretimi ile üretilecek ürünlerin üretimi için tüm vektörel veriler önceden planlanmıştır. Proje üretimi ile ilgili olarak planlanan üretim sınırları içerisinde tamamlandığında o proje tamamlanmış sayılır farklı ürün ya da ürünler bu projeye dahil edilmez. (Yamak, 1994) Köprü yapımları, baraj yapımı, tünel yapımı, konut yapımları gibi inşaat işleri, uçak imalatı gibi özel imalat araçların imalatı bu tür üretimler için örnek gösterilebilir.

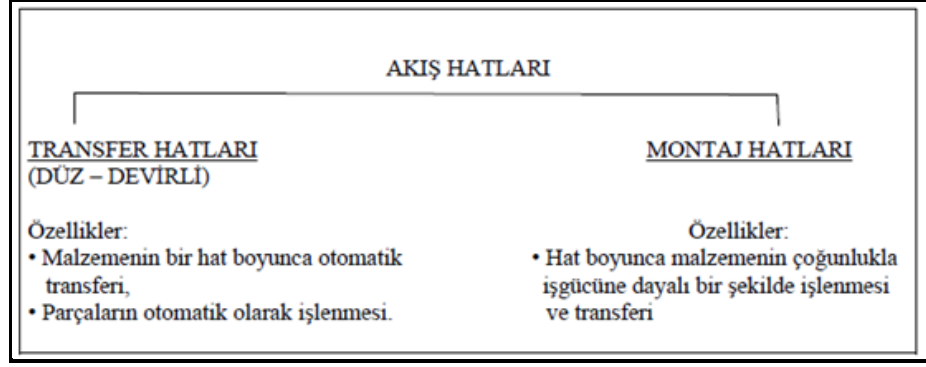
Atamtürk (2009)'a göre üretilen ürün proje tipi üretim sisteminde tek bir proje kapsamında ele alınır. Proje belirli adımlardan oluşur ve bu adımların en erken ve en geç tamamlanma süreleri mevcuttur. (Atamtürk, 2009)Yani bir projenin vektörel tüm verileri planlama aşamasında kesinleşmektedir. Bu planlama yalnızca bir ürün ya da ürün grubu için yapılır. Kesinlikle bir akış söz konusu değildir. Önceden belirlenmiş ürün ya da ürün grupları üretildiğinde proje tamamlanmış olur.

Proje üretiminin başlıca özellikleri şu şekilde sıralanabilir. Mamul sabit konumda bulunmaktadır, mamul ve insanlar mamul çevresinde veya içinde hareket etmektedirler, . Tüm bu özellikler dikkate alındığında proje üretiminin birim ürün fiyatları çok yüksektir, çünkü her bir ürün bir proje kapsamında değerlendirilmektedir. Tüm üretim faaliyetlerin planlanması ile birlikte iş emirlerinin düzenlenmesi ve hazırlanması gibi süreçler oldukça karmaşıktır bu nedenle özel yöntemlerin uygulanmasını gerektirebilir. (Kobu, 2010)

Akış Hatları

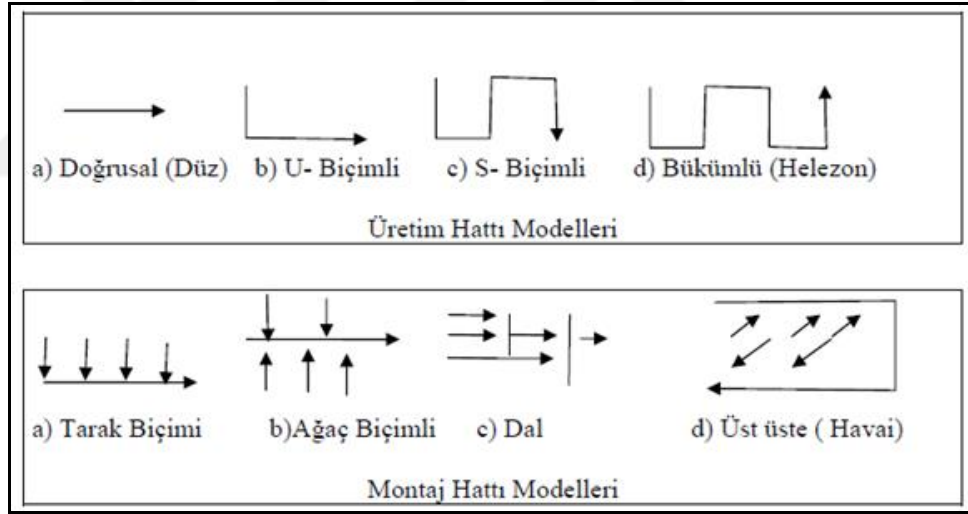
Mamul ya da yarı mamuller ile birlikte üretim için kullanılan tüm materyallerin işletme içerisinde düzenli akışı, işyeri düzenlemesini saptayan önemli öğelerden biridir. İşletme içerisinde üretme etki eden tüm araç gerecin etkin biçimde akışı; materyal aktarma giderlerini, yarı işlenmişlerin niceliğini, yarı işlenmişlere bağlanan sermaye ve alanı, toplam üretim süresinin uzunluğunu önemli ölçüde saptama zorunluluğunu ortaya koyar. J. M. Apple akış sistemini etkileyen faktörlerden bazılarını, dış ulaşım imkanları, ürünlerdeki parçaların sayısı, her bir parçadaki işlemlerin sayısı, alt montajların sayısı, üretimi yapılacak ürün sayısı, iş istasyonları arasındaki gerekli akım, kullanılabilir alanın kapasitesi ve biçimi, süreçlerin etkisi, akış tipleri, ürüne ya da sürece göre işyeri düzenlemesi şeklinde sıralamaktadır. (Başkak, 1991), akış hatlarını ŞEKİL 2.9. 'daki gibi iki ana grupta sınıflandırmıştır.

ŞEKİL 2.9. 'a göre akış hatları, iki ana başlıkta incelenmektedir. Bu başlıklar transfer hatları ve montaj hatlarıdır. Transfer hatlarının ortak özellikleri malzemenin bir hat boyunca otomatik transferi ve parçaların otomatik olarak işlenmesidir. Montaj hatlarının özellikleri ise hat boyunca malzemenin çoğunlukla işgücüne dayalı bir şekilde işlenmesi ve transfer edilmesidir.



ŞEKİL 2.9. Akış Hatlarının Sınıflandırılması Ve Özellikleri (Başkak, 1991)

R. Reed iş akışı maddelerini, özelliklerini göz önüne alarak iki ana grupta toplar. Bunlar, üretim hattı bakımından iş akışı modelleri ve montaj hattı bakımından iş akışı modelleridir. ŞEKİL 2.10. 'da R. Reed'e göre iş akışı modelleri gösterilmiştir.



ŞEKİL 2.10. R. Reed 'E Göre İş Akışı Modelleri (Şevkinaz Gümüşoğlu, M. Hulusi Demir, 2009)

Üretim hattı modelleri, doğrusal, U- biçimli, S- biçimli ya da bükümlü hatlardan oluşmaktadır. Montaj hattı biçimlerinden tarak modelinde ana montaj hattı, aynı yönden, ağaç modelinde ise her iki yönden gelen alt-montaj hatlarıyla beslenir. Ana montaja gelen aynı sayıdaki alt-montaj hattında, montaj işlemleri daha kısa sürede tamamlanabilir. Dal tipi modelde, alt-montaj hatları ile birleşerek en sonunda ana-montaj hattını oluştururlar. Bu biçimde son montaj hattına yaklaştıkça, alt montaj

hatlarının sayısı azalır ve sonuçta ana montaj hattı kurulmuş olur ((Şevkinaz Gümüšođlu,M.Hulusi Demir, 2009)

Hangi strateji seçilirse seçilsin, eğer hat üzerinde birden çok ürün üretiliyorsa, bu ürünlerin iş yüklerinin benzer olması zorunludur. Bu benzerlik ne kadar büyük olursa, çok ürünlü ve karışık ürünlü sistemlerin kurulması da o kadar kolay olacaktır (Başkak, 1991)

Montaj Hatları ve Hat Dengeleme Kavramı

Montaj hatları günümüz son kullanıcı ürünlerinin neredeyse tamamının üretildiği hatlardır. Aynı zamanda verimliliği arttırmak, daha az insan kaynağı ve inisiyatifi kullanarak seri olarak ürün üretmeyi sağlayan seri üretim sistemlerinden biridir bu sistemin kullanılmasında gözlemlenen en önemli problemlerden birbiri ardına yerleştirilmiş istasyonların görev gruplarını yanlış planlamaktır. Bu problem tam olarak montaj hattı dengeleme problemidir. .

Malzemelerin bir üretim hattı boyunca işgücü, insan kaynağı kullanarak ya da otomatik olarak transfer edildikleri ve parçalar üzerindeki birtakım işlemlerin de bir hat boyunca sıralanmış işistasyonlarında yapılmasına montaj hattı denir. (F.Yeşim Kalender,M.Mustafa Yılmaz,Orhan Türkbey, 2008).

Seri üretim sistemlerinin kullanılmasıyla birlikte montaj hattı dengelem problemleri de oluşmaya başlamıştır. Fakat bu problem ile ilgili çalışmalar 1950’li yıllardan beri yapılmaktadır. Geçmişteki bu problemin yapısı günümüzdeki üretim sistemleriyle de uyumlu durumdadır. Montaj hattı dengeleme problemi, hattaki boş zaman miktarı minimize edilerek hattaki bazı özel koşullar sağlanacak şekilde sıralı iş istasyonlarına görevlerin atanmasıdır (Hadi Gökçen,Kürşad Ağpak, 2004).

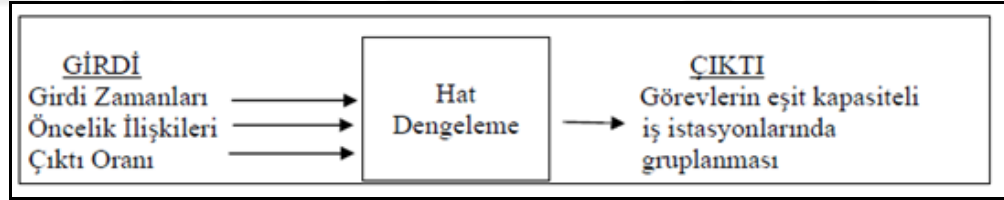
Montaj hattı ancak üretim için gerekli olan zamanın tüm iş istasyonlarında birbirine eşit ya da birbirine en yakın olduğu zaman dengelenmiş olur. Böylelikle boş süre, bekleme kuyruk gibi durumlar olmayacaktır ve montaj hattı dengelenmiş olacaktır. Dolayısı ile montaj hattı dengelenmek istendiğinde tüm iş istasyonları için üretimin toplam süresi eşit olarak paylaştırılmaya çalışılır.

İş tanımı ve görev tanımının yapılması, önceliklerin belirlenmesi, iş istasyonu için gerekli minimum sürenin tespit edilmesi, her iş istasyonu ile ilgili özellikleri belirlenmesi atama işleminin yapılması, iş etkinliğinin hesaplanması, dizayn işleminin

geliştirilmesi şeklinde sıralanan aşamalar ise montaj hattı dengeleme işleminin altı önemli aşamasını oluşturur. (Tekin, 2005)

Üretimin gerçekleştiği istasyonlardaki iş yükünün farklılığı montaj hattının verimliliğini düşüren bir unsurdur. Dolayısı ile montaj hatlarının esas amaçlarından biri aslında her istasyona üretimin eşit iş yükünü dağıtmaktır. Ürünün üretilmesi için yapılan işlemler sırasındaki özelliklere göre, üretim hatları farklı şekillerde sisteme yerleştirilebilir. Bir montaj hattının kurulurken ulaşılmaması gereken bazı amaçlar vardır. Bu amaçlar kullanılan malzemenin düzenli bir biçimde akışını sağlamak, makineleri en verimli şekilde kullanmak, çalışanların verimliliğini mümkün olduğunca en yüksek değere getirmek, işlemlerin en az sürede yapılmasını sağlamak, çevrim süresine uygun olarak oluşturulacak istasyonların sayısını en küçükmek, âtil sürelerin mümkün olduğunca küçük miktarlarda olmasını sağlamak, hat dengeleme maliyetini en az seviyede tutmak şeklinde sıralanabilir. (Keskintürk T.,B.Küçük, 2006)

Montaj hattı dengeleme sistemi ŞEKİL 2.11.'de gösterilmiştir. Bu sisteme göre, girdi zamanlarının, öncelik ilişkilerinin ve çıktı oranının hat dengeleme ile eşit kapasiteli iş istasyonlarında gruplandırılması sağlanmaktadır.



ŞEKİL 2.11. Montaj Hattı Dengeleme Sistemi (Keskintürk T.,B.Küçük, 2006)

Montaj hatlarının verime elverişli bir biçimde, aksaklıklar olmadan çalışabilmesi için hattaki çalışma istasyonlarının çalışma sürelerinin birbirine , mümkünse eşit veya yakın olacak biçimde tasarlanması gerekmektedir. (A.Yurdun Orbak,B.Türker Özalp,Pınar Korkmaz,Nilay Yarkın,Nagihan Aktaş,Aylin Dinçer, 2009)

Montaj Hatlarının Dengelenmesini Etkileyen Temel Kısıtlar

Montaj hattının dengelenmesi etkileyen temel kısıtlar birincil ve ikincil kısıtlar şeklinde ikiye ayrılır.

Birincil Kısıtlar

Montaj hattı dengelemesini etkileyen birincil kısıtlar çevrim süresi ve öncelik ilişkileridir. Çevrim süresi, montaj hattında ürünün bir istasyonda kalabileceği en uzun süre veya bir iş istasyonundaki işçinin o istasyonda yapılması gerekli işleri tamamlaması için gerekli süre olarak tanımlanabilir. Kuramsal olarak çevrim süresi, gerçekleşmesi istenen ürün çıktısından hesaplanabilir (Başkak, 1991).

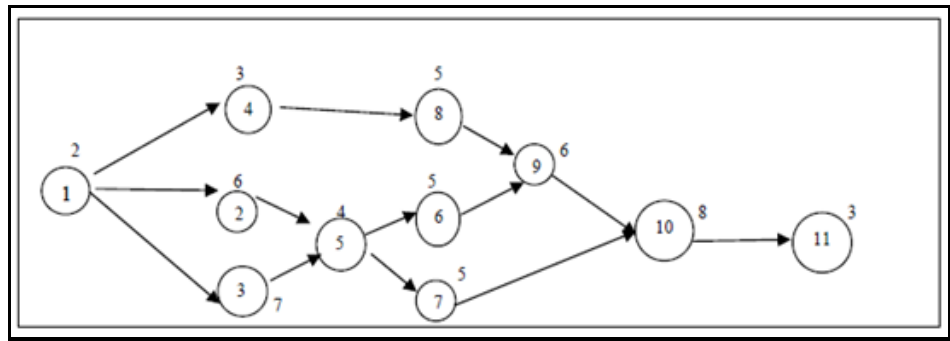
T: Üretim için ele alınan toplam süre

N: Üretilmesi istenen ürün sayısı

C: Çevrim süresi olmak üzere $C = T / N$ 'dır.

Öncelik ilişkileri ise görevler ve işlemler arasında, ürün tasarımı ve süreç teknolojilerinden kaynaklanan temaslardır. Öncelik ilişkisi, ürünün montaj sürecindeki işlerinin hangi sıra ile gerçekleştirileceğini düzenler (Keskintürk T.,B.Küçük, 2006)

Bir montaj hattında görevler arasındaki ilişkilerin ifade edilmesi için öncelik ilişkileri kullanılır. Bazı görevler diğer görevlerden önce yapılması zorunda olabilir. İşlemler arasındaki öncelikler öncelik diyagramı sayesinde gösterilmektedir. İstasyonlara atanan bütün işler ilgili istasyonlara atanacak insan kaynağı sayısı ile doğru orantılı olacak şekilde çevrim süresinin altında olmalıdır. ŞEKİL 2.12. ' de 11 ögeli bir öncelik diyagramında görevler arası ilişkiler ve işlemler arasındaki öncelikler belirlenmiş olan numaralarla birlikte gösterilmiştir.



ŞEKİL 2.12. 11 Ögeli Bir Öncelik Diyagramı (Başkak, 1991)

İkincil Kısıtlar

Montaj hatlarını dengelemeyi etkileyen beş önemli ikincil kısıt vardır. Bu kısıtlar konum kısıtı, sabit donanım kısıtı, istasyon yükü, aynı istasyona atanması istenen iş öğeleri, aynı istasyona atanmaması istenen iş öğeleri şeklindedir.

Montaj Hatlarında Darboğaz Araştırması

Goldratt'ın Kısıtlar Teorisi ve darboğaz kavramı üretim ortamlarında planlama ve iş programlama yaklaşımlarına önemli bir bakış açısı kazandırmıştır. Darboğaz kelimesinin İngilizce karşılığı olan "bottleneck" kelimesi bir şişenin daralan ağız kısmını ifade eder. Nasıl ki şişeden su akarken sadece bu dar kısmının genişliği oranında akacaktır, yani suyun akış hızını bu ağız kısmının genişliği belirleyecektir, bir benzetme yapılırsa, herhangi bir sistemin akış hızı da o sistemdeki darboğazın kapasitesi kadar olacaktır (Sezen, 2011)

Aslında sistem zincirinin gücü en zayıf halkasının gücü ile aynıdır. Toplam üretilen çıktı, ancak üretim kısıtının bulunduğu üretim faktörünün üretebildiği kadardır. Darboğaz kaynakları üretim hattında aslında üretim sisteminin kısıtını gösterir. Darboğaz kaynaklarında meydana gelen tüm kayıplar doğrudan üretimin akışını negatif yönde etkileyecektir. Etkin bir biçimde üretim sisteminin yönetilmesi için darboğaz kaynakları asıl odak noktası olarak seçilmelidir. (Koray Altun, Adem Göleç, 2011).

Montaj Hattı Dengeleme Yöntemleri

İşletmelerdeki bir montaj hattında gerçekleşen işlemlerin sürelerinin arasındaki çok küçük farklar bile işletmeler için büyük kayıplar yaratabilir. Bir montaj hattında, işlem süresi diğer istasyonlara göre düşük olan istasyon sıradaki işimin beklerken, süresi en fazla olan istasyonda ise yığılmalar meydana gelir. Bu yığılmalar ve boş beklemelerin ortak nedeni, istasyonların işlem süreleri arasındaki farktır.

Sezgisel yöntem, analitik yöntem ve simülasyon (benzetim) tekniği montaj hatlarının dengelenmesinde kullanılan üç önemli tekniktir. Bu dengeleme yöntemlerinin tümü için ortak yanı; işin gerçekleşmesi için gereken görevleri küçük görevlere veya iş parçalarına ayırmak, görevler arasındaki öncelik ilişkilerini belirlemek, görevleri; çevrim zamanı, öncelik ilişkileri ve dengeli iş yükü dağılımını göz önüne alarak istasyonlara atamaktır (Küçükkoç, 2011)

Sezgisel (Bulgusal) Yöntemler

Sezgisel yöntemler Anglo-Amerikan literatüründe “Heuristic Methods” olarak geçer. “Heuristic” ya da “Ars Inveniendi” olarak bilinen “Heuristic” sözcüğü, keşfe yarayan anlamında bir sıfattır. Heuristic’in amacı bulgu, buluş, yöntem ve kurallarının incelenmesi biçiminde yer almıştır (Şevkinaz Gümüšoğlu, M. Hulusi Demir, 2009)

Bu yöntemler, belirli bir prosedürün izlenmesi ve belirli kabul veya kabullerin yapılması yoluyla, ele alınan probleme yaklaşık çözüm verirler. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanları 1956’ da J. R. Jackson tarafından geliştirilen aşamalı sıralamayla çözüm, 1961’ de W. P. Helgeson ve D. P. Birine tarafından geliştirilen derece konumlu ağırlık tekniği, 1963’de A. Arcus tarafından geliştirilen comsoal tekniği, 1961’de M. D. Kilbridge ve L. Wester tarafından geliştirilen sezgisel hat dengeleme yöntemi şeklindedir. (Başkak, 1991)

Karmaşık yapıya sahip olan dengeleme problemi için sezgisel yöntemler tatmin edici çözümü sağlayabilir fakat montaj hattının dengelenmesinde en iyi çözümü sağlamayı garanti etmeyebilir. (Tekin, 2005)

Montaj hattı dengeleme problemlerinin çözümünde sezgisel yöntemlerin kullanılmasının diğer tekniklere göre fazla oluşunun nedeni hat dengeleme problemlerinin oldukça karmaşık oluşu, çözüm uzaylarının büyük oluşu ve çözüm zamanının problemin büyüklüğü ile üstselsel olarak artması şeklinde sıralanabilir. Gerçek hayattaki hat dengeleme problemlerinde sezgisel tekniklerin kullanımı diğer yöntemlere göre daha fazladır (A.Yurdun Orbak, B.Türker Özalp, Pınar Korkmaz, Nilay Yarkın, Nagihan Aktaş, Aylin Dinçer, 2009).

Analitik Yöntemler

Bu yöntemler montaj hattı dengelemede en uygun sonucu verirler. Matematiksel programlama yöntemleri olarak da anılırlar bu yöntemlerin en önemli örneği, 1960’da E. H. Bowman tarafından geliştirilen doğrusal programlamayla çözümdür. Bu yöntemlerde kısıt ve amaç denklemleri bulunur, özellikle işlem sayılarının arttığı durumlarda, çözüm bulma zorlaşmaktadır (Başkak, 1991)

Özellikle İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra matematiksel analitik modellerin işletmelerin sorunlarına uygulanmasında gelişmeler gözlemlenmiştir. Bu dönemden sonra, analitik olarak optimum çözüm olanağı sunan birçok model geliştirildiği görülmüştür. Endüstride karşılaşılan birçok problem matematiksel programlama tekniğiyle kolaylıkla çözülebilmektedir (Gürdoğan, 1981)

Bir matematiksel programlama modelini oluştururken karar değişkenlerinin belirlenmesi, amaç fonksiyonunun belirlenmesi, kısıtlayıcıların belirlenmesi, işaret kısıtlaması işlemleri yapılmaktadır. (Yılmaz, 2010)

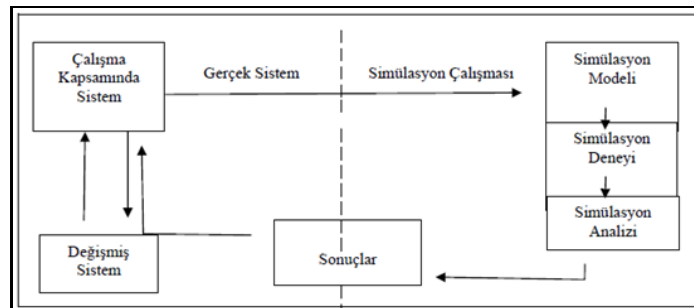
Simülasyon (Benzetim) Yöntemi

Bazı problemler matematik işlemleriyle çözülemeyecek kadar karmaşıktır. Pratik bir matematik çözümü olanaksız kılacak tesadüfi unsurlar veya risk unsurları içerebilirler. Bu gibi durumlarda, analistler bazen gerçek hayattaki problemin bir modelini kurarlar ve probleme mantıklı bir çözüm sağlamak için bir deneme yanılma yaklaşımı izlerler. Simülasyon, herhangi bir sistemin ya da faaliyetin esasını taklit edilerek modellemenin bir şeklidir. Bu modellemenin amacı, belirli bir zaman periyodu içinde sistemin veya faaliyetin davranışını ya da tepkisini analiz etmek için bazı denemeler yapılabilmesini sağlamaktır (Monks, 1996).

Simülasyonun gelişimindeki en önemli faktörlerden biri de matematiksel ve analitik yöntemlerin kısıtlı olmasıdır. Diğer bir neden ise simülasyon karmaşık sistemlerin dinamiklerini ve değişkenlerini detaylı olarak inceleyebilir.

(Sarıaslan, 1986), simülasyonu özünde simülasyonu özde deneysel nitelikli matematiksel modelleştirme yöntemi olarak, sistem davranışlarını gözleme ve tanımlama, sistemdeki değişmelerin etkilerini belirleme ve böylece gelecekteki davranışları tahmin etme amacı taşıyan deneysel ve uygulamalı bir metodolojidir. (Kavcar, 2004)

ŞEKİL 2.13. 'de simülasyon çalışma şeması yer almaktadır Gerçek sistem, simülasyon çalışması ve simülasyon sonuçlarına göre değişmiş sistem bu şemada gösterilmektedir.



ŞEKİL 2.13. Simülasyon Çalışma Şeması Kaynak: (Maria, 1997)

Simülasyon, bilgisayar ortamında bir model oluşturup sanal ya da fiilen mevcut bir üretim sistemine ait neden sonuç ilişkilerinin bu model üzerine yansıtılmasıyla, farklı şartlar altında mevcut sisteme ait davranışları tasarlanan model üzerinde rahatça izlememizi sağlayan bir modelleme tekniğidir.

Simülasyon, belirli bir zaman periyodu içinde bir süreç ya da sistemin benzerinin yapılmasıdır (Banks & diğerleri., 2013). Simülasyon modeli ile bir sistemin mevcut üretim bilgileri ele alınır, bu işlem geçmişte gözlemlenen üretim verilerinden sonuçlar elde edilerek, sistemin gelecek durumlardaki yapılması düşünülen değişikliklere karşı göstereceği tepkiler hakkında bilgi edinilir.

Simülasyonun kullanım amaçlarından en önemlileri, mevcut durumda üretim sisteminin durumunu ölçme ve tanımlama olarak sayılabilir. Simülasyon, fiilen mevcutta var olan durum ile gelecekte yapılması planlanan yani gelecek durum sistem tasarımlarının modellemesine olanak sağlamasıdır.

Mevcut durumun davranışlarını analiz etmek ya da üretim sistemi için oluşturulan yeni düşünceleri uygulamak için simülasyon modellerine tasarlanan birtakım denemeler eklenmektedir. Simülasyon hem mevcut durumdaki modelin yapısını hem de mevcut durumdaki var olan problemlerin çözümü için modelin denemeler yapılarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yüzden, simülasyon modelleri üzerinde denemeler yapılmaya uygundur. Aynı zamanda tasarımı yapılan bu modeller üzerinde uygulamalı analizler yapılabilir. Üretim sistemlerinin davranışını gözlemlemek ve anlamak, bu davranışlar için geliştirilen teoriler veya hipotezler oluşturmak, tasarımı yapılan simülasyon modelini kullanarak, gelecekteki durum hakkında veri toplamak, gelecek durum sisteminde oluşması istenilen değişimlerin sisteme etkisini gözlemlemek gibi işlemler de simülasyon modelleme ile sağlanmaktadır. (Robert E. Shannon, Randall P. Sadowski, C. Dennis Pegden Claude Dennis Pegden, 1995)

Bir sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemi o sistemin simülasyonudur. Simülasyon, mevcutta var olan fiili sistemin modelinin tasarlanması ve tasarımı yapılan bu sistem modeline sistemin gerekliliklerini yerine getirmesi amacıyla uygun olarak, sistemin davranışını algılayabilmek ya da farklı üretim politikaları analiz etmek için bazı denemeler yürütülmesi işlemidir.

Geliştirilen veya tekrar yapılandırılan sürecin işlemlerini tamamlamada ve deneysel çalışmalarını yürütmeye ve proseslerin hata zamanlarını tahmin etmek için yapılan denemeler çalışmalara simülasyon denir. Simülasyon yardımı ile oluşturulması düşünülen yeni prosesin yapılan ya da yapılacak olan değişimlere gösterdiği veya göstereceği olası tepkileri de anlaşılabilir.

Simülasyon benzetimi ve değerlemesi, fiziki bir sistemin bilgisayar matematiği yolu ile oluşturulması ve bu oluşumun üzerinde deneysel çalışmalar yapabilmeye yöntemidir. (A.Chung, 2004)

Simülasyon, mevcutta var olan fiili gerçek bir sistemin modelinin tasarımını oluşturma süreci ve sistemin davranışını algılamak ya da farklı politikaları analiz etmek için geliştirilen bu model üzerinde deneyler yapmaktır (Banks, 2000)

Aynı zamanda simülasyon, mevcutta var olan bir sürecin veya sistemin zamana bağlı olarak modelini tarif eden matematiksel modeldir. Simülasyon modelleme elle ya da bilgisayar yardımı ile yapılabilir, her iki seçenek için de bir sistemin suni kayıtlarının oluşturulması ve gerçek sistemin uygulanma amacı özellikleri ile ilgili çıktılarını ulaşılmasında bu suni kaydın gözlemlenmesini kapsamaktadır (Jerry Bank, John S. Carson, 1984).

Simülasyon, gerçek mevcut durumdaki olayların bilgisayar modeli ile sanal ortama aktarılması işlemidir. Bir sistemin simülasyonu, bu sistemin gerçek mevcut durumunu bütünü ile olduğu gibi yansıtacak bir sanal tasarım oluşturma işlemidir.

Eğitimsel simülasyon, yaşanan bir hadise, devam eden bir süreç veya etkinliğin etkileşim sonucu algılanmasını ve öğrenilmesini sağlayan modelledir.

Simülasyon ile önerilen (gelecek)veya mevcut gerçek bir sistemin modelinin oluşturulması ve belirli bir zaman periyodunda davranışları gözlemlemek mümkündür. Simülasyon çalışmasının amacı bir sistemin mevcut davranışlarının incelenmesi ve farklı değişikliklerin sistemin çalışmasına etkilerini araştırmak amacıyla yapılır.

Simülasyon çalışmalarında uygulanan iki etap vardır. Bunlar; modelin tasarlanması ve denemelerin oluşturulmasıdır. Modelin tasarımının oluşturulması sistemin bütün önemli özelliklerine sahip benzer bir modelin oluşturulmasıdır. Bu özelliklere sahip bir model oluşturulduktan sonra denemeler adımı başlar. Genellikle örneği olmayan, yapılması düşünülen maliyeti yüksek yapıyı zor sistemlerin denenmesi simülasyon yardımı ile yapılır.

Simülasyonun Genel Özellikleri

Stok kontrol ve kaynak sistemleri modellemesi gibi simülasyon tekniği bakımından kesikli konum simülasyonu kapsamında incelenen modelleme çalışmalarının, bilgisayarda programlanmasında dikkati çeken temel özellikleri 0 ile 1 arasında uniform $U(0, 1)$ dağılışımdan şans sayısı türetimi, bilinen bir olasılık dağılışımdan şans değerlerinin türetimi, simülasyon saatinin çalıştırılması, uygun simülasyon bloklarına geçişte kontrol sisteminin kurulması, simülasyon listesine kayıt ekleme, kayıt çıkarma olanakları, uygun veri analiz yöntemlerinin kullanımı, sonuçların yazdırılması, hataların izlenmesi şeklindedir. (Averill M. Law, W. David Kelton, 2000)

Bu özellikler, simülasyonda özel amaçlı simülasyon dillerinin kullanımını zorlamaktadır. Bu diller daha sonra simülasyon tekniklerinin kullanım alanının genişlemesine yol açmıştır; ancak buna rağmen özel amaçlı simülasyon dilleri ile genel amaçlı programlama dillerinin arasında simülasyon senaryolarının bilgisayarda programlanması açısından uzun zamandan beri avantaj ve dezavantaj tartışmaları süregelmektedir.

Simülasyonu kapsamında incelenen modelleme çalışmalarında belirtilen özellikler ile birlikte simülasyon kullanılırken şunlara da dikkat edilmelidir:

Bir sistemi durdurarak çalıştıramazsınız: Eğer sistem çözümlenmek için uzun süre durdurulursa, bu sistemin doğal seyrini değiştirebilir. Bu nedenle uygun çalışma hareket halinde iken gerçekleştirilmelidir. Bilgisayar simülasyonları sistemin hareket halinde olmasına müsaade eder. Performansla ilgili verim ölçümleri sistem operasyonları devam ederken elde edilir. Bu, özellik bilgisayar simülasyonlarının mevcut sistem devam ederken çalışabilme yeteneklerini işaret eder.

Doğru sonuç için tekrarlamalar gereklidir: İkinci özellik, sistemlerin tek bir simülasyon yürütülmesi ile sonuçlandırılmayacağını vurgulamaktadır. Nitekim analiz için simülasyonun kullanıldığı pek çok sistem için tek bir simülasyon yürütülmesi ile elde edilecek olan sonuçlar, mevcut problem için ciddi çareler bulmada yeterli değildir.

Görsel niteliklerinden dolayı kullanıcı adayları tarafından bir oyun olarak algılanması önlenmelidir: Animasyonla örnekleme tehlikesi, eğitimsiz ve bilgisiz bireylerin simülasyonun karmaşık yapısını takdir edemeyecek olmasıdır, bu bireyler simülasyonun sadece bu animasyonlarını düşünürler. Bu nedenle böyle düşünen

bireyleri, modelin önemli çareler ve politik işlem kararları almada kullanılır olduğuna inandırmak güçleşir. Yani model, sadece matematiksel olmamalı aynı zamanda bilgisi olmayanları da etkileyip inandırmalıdır (A.Chung, 2004).

Simülasyonun Kullanım Amaçları

Düşük işlem maliyetleri için oldukça yüksek hesaplama yetenekleri ve simülasyon yöntemlerindeki gelişmeler simülasyon yöntemini yöneylem araştırmasında ve sistemlerin tetkiklerinde en çok kullanılan teknik haline getirmiştir. Birçok yazar tarafından simülasyonun ne tür şartlar altında kullanılması gerektiği incelenmiştir. Genel olarak sınıflandırmak istersek , simülasyon aşağıda belirtilen amaçlar için kullanılabilir (Banks ve Carson 1984);

Kompleks bir sistemin içyapısını veya kompleks hale gelmiş bir sistemin alt sistemleri analiz etmek için kullanılabilir. Organizasyondaki ve çevredeki değişiklikler simülasyon modelinin içerisine aktarılarak değişikliklerin sisteme etkileri incelenebilir. herhangi bir modelin tasarlanmasından edinilen bilgiler, analizi yapılan sistemin geliştirilmesinde oldukça faydalı olmaktadır. , simülasyon modeli üzerinde girdi parametrelerini değiştirerek ve sonuçları analiz ederek, hangi değişken parametrelerin daha önemli olduğu ile birlikte bu parametrelerin birbirlerine olan etkileri ile ilgili bilgi elde edilebilmektedir, simülasyon, analitik çözüm yöntemini destekleyen bir bilgi verici araç olarak kullanılabilir, simülasyon, analitik sonuçları doğrulamak için de kullanılabilir, mevcut var olan sistem üzerinde değişiklik yapmadan daha fazla bilgi edinmek için kullanılmaktadır. Hareket kabiliyeti bulunmayan sistemlerin deneyleri için kullanımı olası tek serbest yöntem simülasyon yöntemidir. Oldukça hassas ve kritik süreçleri içinde barındıran sistemler olabilir. Bu tür sistemleri incelemek, analiz etmek için operasyon cinsini ya da strateji kaynağını değiştirmek bazen imkânsız olabilir. Yapılması düşünülen yeni bir sistem simülasyon modelinin maliyeti, bir imalat prosesinin kurulması için gerekli olan kurulum maliyetinin yanında oldukça küçük kalabilir; simülasyon kullanılarak farklı düzeylerde ve farklı fiyatlardaki donanımların, kaynakların, değişikliklerin etkileri analiz edilebilmektedir. (A.Chung, 2004), Simülasyon, sistem davranışlarını değerlendirme ve tanımlama amacı ile kullanılmaktadır. Simülasyon ile gerçek durumda var olan sistem ile birlikte, henüz tasarım aşamasında olan gelecek durum sistemlerinin modellenmesi imkânı bulunduğundan asıl olarak sistemin operasyonel taraflarını belirtmeyi hedef olarak

kabul eder. konsantrasyonu“ne?”, “ne zaman?”, “nerde?” ve “nasıl?” sorularının sorulduğu görev yerleri üzerinde toplamaktadır.

Bilgisayar modeli simülasyonu, sistem tasarımı ve değerlendirmesinde hızla yaygın tercih edilen bir yöntemdir. Simülasyon, mühendis ve planlamacılara sistemin tasarımı ve işletimiyle ilgili vaktinde ve zeki bir şekilde kararlar verebilmeleri için yardım sağlar. Simülasyon tek başına problemleri çözmesi beklenemez ancak problemi açık bir şekilde tanımlar ve matematiksel veya sayısal olarak alternatif çözümleri değerlendirir. Koşul (what-if) analizi yapabilen bir araç olan simülasyon önerilen herhangi bir çözüm için sayısal ölçüm ve analiz yapabilir ve kısa zamanda en iyi alternatif çözümü bulmak için yardımcı olur. Yeni bir sistemi kurmadan veya firma stratejilerini denemeden önce bilgisayarda kurulması düşünülen sistemi modelleyerek, sistemin ilk kez çalıştığında karşılaşılabileceğimiz birçok sorunu önceden algılamamıza yardım sağlar.

Düşünülene uygun karakterde iyi ürünler almak için sistemleri devreye alma aşamalarında çok uzun süren uğraşlar simülasyon yardımı ile tahmin bile edilemeyecek çok kısa zamanlarda çözümlenebilir.

Simülasyonun oldukça fazla sayıda çok fazla nitelikli değişken parametreyi tek bir modelde toplayabilme özelliği, günümüzdeki karmaşık sistemlerin tasarımı için vazgeçilemeyen bir yöntem olmasını sağlamaktadır. Bir üretim sisteminde, iş parçalarının, aletlerin, paletlerin, taşıma araçlarının, taşıma yollarının, işlemlerin mümkün olan kombinasyonları, permütasyonları ve bunların sonucundaki performanslarını analiz etmek oldukça zordur hatta sonsuz denebilir. Pratik sistemleri tasarlamak için bilgisayar sistemleri bir gereklilik haline gelmiştir.

Üretim sistemleri kadar servis sistemleri için müşteri akışını planlama, personel yönetimi, kaynak yönetimi ve bilgi akışının da simülasyonunu yapmakta önemli haldedir.

Simülasyonun Uygulama Alanları

En iyi çözümlenme araçlarından biri simülasyondur. Simülasyon aynı zamanda bu çözümlenmeleri yaparken çok yönlü davranmaktadır. Bu yönü ile, birçok araştırma çalışmasında simülasyon kullanılmaktadır (Shannon 1981). Günümüzde çoğu ürün ve hizmet üretim sektöründe yaygın uygulanabilir konuma gelmiştir.

Üretimde Simülasyon

Sürekli gelişen dünyada işletmeciler arasındaki günden güne artan rekabet sanayicilere üretim politikalarını tekrar gözden geçirmek insan kaynağı inisiyatifinden uzak pahalı kurulum maliyetleri olan üretim otomasyonuna geçmek zorunda bırakmıştır. Yüksek otomatik sistemlere sahip bilgisayar ile kontrol edilebilen sistemlerin dikkatlice planlar yapıldığında bile bazen analizciler karşı konulmaz büyük hatalar yapmaktan kendilerini kaçırılmamaktadırlar. Yapılan bu hatalara makine kapasitelerinin yanlış eşleştirilmesi yanlış hat dengelemeler, beklemedeki parçalar için yetersiz alanın ayrılması, işlem sürelerindeki karmaşıklık, yanlış planlanan akış hatları çok kalabalık makine gidiş gelişlerinde otomatik araçların yığılmaları örnek olarak gösterilebilir. . Kompleks sistemleri bulunan üretim sistemlerinin geleneksel dizayn ve değerlendirme yöntemleri ile çalışıldığında yetersiz sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir. Organizasyonlar dinamik değerlendirmeler için pratik sürece geçmeden önce simülasyonu bir değerlendirme, tanımlama yöntemi olarak kullanmaktadırlar. Kullanılmadığında, daha çok desteğe ihtiyaç duyulmakta ve bu noktada maliyetler artmaktadır.

Simülasyon, tüm bu hatalar olmadan , oldukça yüksek maliyetlere katlanmak zorunda kalmadan üretim sisteminin bütün bileşenlerinin birbirleri ile etkileşimlerini ve hareketlerini hesaplayarak kompleks sistemlerin davranışını belirler. Makineler ve iş istasyonları arasındaki parça akışını analiz etmesiyle ve sınırlı kaynaklar için müşteri taleplerinin ve beklentilerinin uyuşmasını incelenerek, fiziksel düzen, araç gereçlerin seçimi ve işletme politikalarını değerlendirir. Simülasyon yardımı ile mevcutta henüz var olmayan sistemlerin modelleri üzerinde denemeler yapma imkânı bulunmaktadır. Bunun dışında gerçekte mevcut sisteme herhangi bir değişiklik uygulaması yapılmadan, yeni dizaynların ve değişimlerin sistemde ne gibi değişikliklere sebep olacağı önceden gözlemlenebilir.

Bünyesinde otomasyon bulunan üretim sistemlerinin simülasyonunun yapılmasında, kaynakların hangisinin performansı etkilediği ile ilgilenilmektedir. Sistemlerin modellenmesinde birçok sorun ile karşı karşıya gelinmektedir. Bu problemler, performansı en çok etkileyen kaynakların ve niteliklerinin belirlenmesi, bu kaynakları ve etkileşimlerini tanımlayan bir simülasyon modeli veya tanımın formüle edilmesi, verilen senaryolarda izlenen performans ölçüm analizlerinin saptanmasıdır.

Üretim sistemlerinin planlanması, dizaynı, yer seçimi ve işletme kararları zor-sistem konfigürasyon kararları, örneğin, modelde yer alacak ekipman tipleri ve numaraların seçimi ile sistemin yeteneğinin ayarlanması, fiziksel plan konfigürasyonu ve sistemde işlenecek bölümlerin ayarlanması, kolay-sistem konfigürasyon kararları; örneğin, planlama, çizelgeleme, belirli zaman periyodu için bölümlerin, araçların ve işçilerin art arda düzenlenmesi, gerçek-zaman kontrolü; örneğin, sistemdeki iş akışının kontrolü ve rastlantıların yanıtlanması şeklindedir.

Üretim simülasyonu ile de birçok alanda çalışmalar yapılabilir. Genel olarak uygulama alanları ise kapasite değerlendirilmesi ve planlanması, araç gereç ve insan kaynağı planlanması, kaynak ihtiyaç değerlendirilmeleri ve planlanması, darboğaz ve kısıt analizi, üretim planlama, çizelge optimizasyonu, envanter yönetimi, lojistik planlama, yerleşim optimizasyonu, bakım ve koruma düzenlemesi, detaylı ve karmaşık kaynak modellemesi, teslimat performansı analizi, mühendis ve teknisyen işbaşı ve süreç eğitimi, yeni operatör eğitimi şeklindedir.

Simülasyonun Avantaj ve Dezavantajları

Simülasyonun Avantajları

Kompleks sistemler, analitik olarak analiz edilip matematiksel olarak doğru tanımlanamazlar. Bu gibi durumlarda simülasyon yöntemi tek araştırma yöntemidir. Simülasyon mevcutta fiilen var olan bir sistemi değişken koşullara göre tahminlemede oldukça kolaylık sağlar. Önerilen farklı sistem dizaynları arasında hangisinin amaçlanan değerlere en iyi karşılık geleceğini simülasyon yöntemi ile belirlemek mümkündür. Bir sistemin modeli oluşturulduktan sonra farklı durumların analizlerinde istenildiği kadar kullanılabilir, tekrar edilebilir, üzerinde değişiklikler yapılabilir. Herhangi bir sistem için veri elde etmesi oldukça ucuzdur. Simülasyon, sistemlerin evrenselliklerini öne çıkararak dinamik olarak incelenmelerini sağlar.

Simülasyonun Dezavantajları

Simülasyon, modeli geçersiz sayacak olan kritik varsayımları gizleyebilir, bu noktada simülasyonu yapan operatörün bilgi, beceri ve yetenekleri oldukça önemlidir. Simülasyon modelleri deterministik problemlerde uygulanamazlar. Simülasyon modellerinin çözümleri optimal olamayacağı gibi bir çözüm yöntemi önermeyebilir dolayısı ile beklenen kadar yardım alınamayabilir hatta problem çözümsüz kalabilir.

Kompleks ve kapsamlı modellerin kurulması için ciddi manada uzmanlık, bilgi ve beceri gerektirir, operatör yetkinliği çok önemlidir. En önemli adımlardan olan veri toplama, modelleme ve değerlendirmeler diğer yöntemlere göre oldukça maliyetli olabilir.

Süreç Kavramı

Süreç, aralarında birlik olan veya belirli bir düzen veya zaman içinde tekrarlanan, ilerleyen, gelişen olay ve hareketler dizisi olarak tanımlanmıştır.

Aynı zamanda bir takım girdiyi, işletme amaçları için faydalı çıktılar haline dönüştüren birtakım faaliyetlerdir. Süreç kavramının birtakım özellikleri vardır. . Bunlar, tanımlanabilir olması, sınırları konulabilmesi, istenildiğinde tekrarlanabilir olması, değerleri ölçülebilir olması, mutlaka bir sorumlusu olması, fonksiyonlar arası ve birbirine bağlı bazı değerler yaratması şeklindedir.

Tüm bunlar ele alındığında birtakım girdileri müşteri tarafından talep edilen mal veya hizmetlere dönüştüren diğer fonksiyonlarla ve birbirleri ile entegre olmuş bir dizi faaliyet olarak da tanımlanabilir.

Süreç Unsurları

Sürecin temel unsurlarını; girdiler, tedarikçiler, çıktılar, müşteriler, süreç performans ölçütleri, müşteri ihtiyaç ve beklentileri, süreç aktiviteleri sürecin temel unsurlarını oluşturmaktadır (Bezirci, 2006) Girdiler, süreci harekete geçmesini sağlayan, sürece dışarıdan katılan ve dönüşümün yaratılmasında kullanılan unsurlardır. Girdilerin süreç içinde müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayacak şekilde katma değer yaratmasını sağlayan dönüşümün sonuçları çıktılarıdır. Tedarikçiler, sürecin girdilerini temin eden gerçek ya da tüzel kişilerdir. Müşteriler, talebi oluşturan, sürecin çıktılarını kullanan ve fayda sağlayan kişi veya kuruluşlardır. Süreç performansının ölçütleri, sürecin müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılama derecesini ölçmeye yarayan göstergelerdir. Müşteri ihtiyaç ve beklentileri, müşterilerin zaman içinde değişen ve gelişen ihtiyaç ve beklentilerinin neler olduğunun anlaşılması ve öğrenilmesi, ürün veya hizmetin müşteriye tatmin edecek şekilde geliştirilebilmesi için önemlidir. Süreç aktiviteleri, girdilerin çıktılarına dönüşüm eylemidir.

Süreçlerin Sınıflandırılması

Süreçleri sınıflandırmak, şirketlerin tüm süreçlerini ve bu süreçlerini yönlendiren bilgileri etkin biçimde yönetmesini kolaylaştırmaktadır (Harrington, 1991), süreçleri üretim ve iş süreçleri olarak sınıflandırmaktadır. Üretim süreci, organizasyon dışındaki müşteriye sunulacak olan ürünün girdilerin girişinden en son paketlenme aşamasına kadar donanım veya yazılım ile fiziksel bağlantı kuran ürünü fiziksel olarak üreten süreçtir. İş süreci ise, kuruluşun organizasyon içi kaynaklarını kullanarak, kuruluşun amaçlarıyla ilgili sonuçların alınması için izlenen, birbiriyle alakalı işlemler topluluğudur. (Keen, 1997)'e göre süreçler, temel süreçler, birincil süreçler, destek süreçleri, zorunlu süreçler olarak sınıflandırılmaktadır. Temel süreçler, işletmeyi kendisi, müşterileri ve yatırımcıları için tanımlamakta, firmayı rakiplerinden ayırt etmekte ve firmanın başarısının merkezinde bulunan asıl süreçlerdir. Birincil süreçler, temel süreçlerin iyi yürütülüp, yürütülmediğini ve bir firmanın rekabetindeki yerini etkilemektedir. Destek süreçler, temel süreçlere destek olan süreçlerdir, onlara hizmet ederler. Zorunlu süreçler ise yalnızca yasal düzenlemeler gerektirdiği için işletmeler tarafından yürütülen süreçlerdir.

Süreç Hiyerarşisi

süreçlerin kademeli olarak yapılandırılmasıdır ve bu yapılandırmada esas olan süreçlerin kapsamı süreç hiyerarşisini oluşturmaktadır. Hiyerarşi kapsamı en kapsamlı ve büyük olan süreçten başlayarak yapılandırılır. Süreç hiyerarşisini ana süreçler, süreçler, alt süreçler ve süreç aktiviteleri olmak üzere dört ana kademe oluşturmaktadır (Gaga, 2009)

Ana süreçler, şirketin yaptığı iş sonuçları ve performansı üzerinde direkt etkisi olan ve özellikle stratejik öneme sahip en üst düzeydeki süreçlerdir. Alt süreçler, süreçleri oluşturan ve iki veya daha fazla fonksiyonu ilgilendiren faaliyetlerdir. Süreç aktiviteleri, aynı fonksiyon içinde bir veya birkaç kişi tarafından gerçekleştirilen ve alt süreçleri oluşturan faaliyetlerdir.

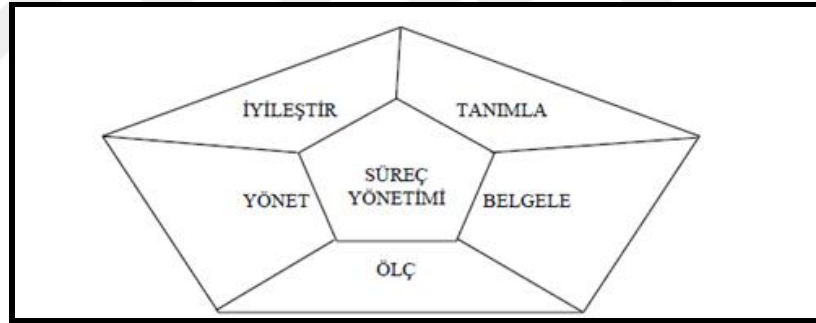
Süreç Yönetimi

Süreç yönetimi, süreçlerin bugün nasıl çalıştığını anlamak ve iyileştirebilmek için şirketin tüm süreçlerinin belirlenmesi, tanımlanması, belgelenmesi, sorumlularının atanması, tedarikçilerinin, müşterilerinin, müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi, düzenli

olarak süreç performans göstergelerinin izlenerek değerlendirilmesi ve gerektiğinde küçük iyileştirmelerin yapılmasını içeren faaliyetlerin tümü şeklinde açıklanabilir.

Süreç yönetimi ile tasarlanmış sürecin uygulanması sağlanır. Uygulanan sürecin sonuçlarını gösteren performans sürekli ve düzenli olarak incelenir ve performansın daha iyi olması için yeni tasarımlar yapılır. Süreç yönetimi, süreçlerin sürekli ve düzenli olarak izlenmesi ve geliştirilmesini garanti altına almak için yapılan faaliyetler dizisidir. Süreç yönetimi süreçlerin tasarımı, sürdürülmesi, müşteri beklenti ve ihtiyaçlarının daha iyi karşılanması için sürekli değerlendirme, analiz ve gelişmeleri kapsayan bir çevrimdir (Bozkurt, 2003)

Süreç yönetimi, tanımlama, belgeleme, ölçme, yönetme ve iyileştirme olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır. Süreç yönetiminin bu beş aşaması ŞEKİL 2.14. 'de gösterilmektedir. Tanımlama aşamasında, süreçler tanımlanmakta, belgeleme aşamasında süreçler belgelenmekte, ölçme aşamasında süreçler ölçülmekte, yönetme aşamasında süreçler yönetilmekte ve iyileştirme aşamasında ise süreçler iyileştirilmektedir.



ŞEKİL 2.14. Süreç İyileştirme Aşamaları Kaynak: (Erdoğan, 2009)

Süreç İyileştirme

Müşteri istek, talep ve beklentileri, günden güne sürekli ve hızlı bir şekilde değişmektedir. Bu durumda yalnızca süreç yönetiminin ele alınması ve hiçbir çaba harcamayıp süreçlerin olduğu gibi kabullenip yalnızca izlemek doğru bir yaklaşım olmamaktadır. Dolayısı ile süreç iyileştirme kavramının süreç yönetimi kavramından ayrılmaz bir parça olduğu söylenebilir.

İşletmelerin iş süreçlerinin ve organizasyonel yapılarının, yapılacak olan inceleme ve analizler sonucunda, uygulanacak olan belirli yöntemleri ile döngü sürelerini azaltmak, maliyetleri düşürmek, kalite ve iş performanslarında artış

sağlamak amacı ile yapılan, müşteri beklentilerini en üst düzeyde karşılamayı hedefleyen çalışmalar süreç iyileştirme olarak tanımlanabilir. (Eroğlu, 2006)

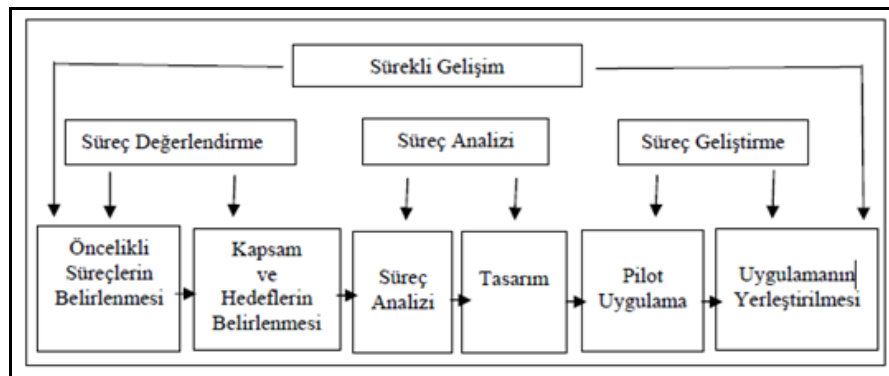
Süreç iyileştirme, sürecin var olan mevcut performansının yükseltilmesidir. Sürecin performansı, süreç kaynaklarının verimli şekilde kullanılmasıdır. Yapılan iyileştirmelerden sonra, süreç performansı arttıkça, yeniden işleme azalacağından, süreç daha hızlı işleyecek ve çevrim süresi kısalmaktadır. Dolayısı ile iş akışında katma değer oluşturmeyen adımların ortadan kaldırılması da süreç iyileştirmedir. (Narlı, 2009)

Süreç iyileştirmede süreci etkileyen süreçte kullanılan malzemeler, yöntemler, tezgâhlar, ortam koşulları, yönetsel uygulamalar, çalışanlar ve çıktı gibi faktörler; sürecin çevrim süresi, müşteri memnuniyet oranı, sürecin maliyeti, müşteriye karşılık verme hızı, süreçte oluşan fire, yeniden işleme miktarı, tekrarlanan işlerin sayısı, doküman hataları, taşımada meydana gelen gecikmeler, katma değer yaratan sürelerin toplamı, karar noktalarının sayısı gibi unsurlar dikkate alınarak incelenir ve analiz edilir. (Gaga, 2009).

Süreç İyileştirme Adımları

Süreç iyileştirme adımları yapılan araştırmalar sonucunda temelde üç ana aşamada toplanabilir. Bu aşamalar sürekli gelişim ilkesi doğrultusunda bir döngü içerisinde gerçekleşir. Bu aşamalar süreç değerlendirme, süreç analizi ve süreç geliştirmedir. (Aydın, 2007)

ŞEKİL 2.15.'de süreç iyileştirme aşamaları şematik olarak özetlenmiştir. ŞEKİL 2.15.'de süreç iyileştirme aşamalarından olan süreç değerlendirme aşamasının, öncelikli süreçlerin belirlenmesi ve kapsam ve hedeflerin belirlenmesinden, süreç analizi aşamasının, süreç analizi ve tasarımdan ve süreç geliştirme aşamasının ise pilot uygulama ve uygulamanın yerleştirilmesinden oluştuğu görülmektedir.



ŞEKİL 2.15. Süreç İyileştirme Adımları Kaynak (Aydın, 2007)

Süreç İyileştirmenin Yararları

Standart bir süreç iyileştirme metodolojisi, işi nasıl yaptığımıza bakmamıza imkân sağlar. Süreç iyileştirmenin yararları İş süreçlerine ölçülebilir hedefler kazandırır, süreçleri hızlandırır ve verimliliği arttırır, iş akışlarına uygulanabilir kurallar getirir, süreç maliyetlerini azaltır, takım çalışması etkinliğini arttırır, iş akışlarındaki darboğazları belirler, aksamaları kontrol altına alır şeklinde ifade edilebilir. (Tokcan, 2011).

Süreç İyileştirme Yöntemleri

İşletmelerin, birbirinden farklı süreçleri kullanmaları, süreç iyileştirmede farklı yol haritalarının uygulanmasını gerektirir. Süreç iyileştirme yöntemleri süreçte ortaya çıkabilecek olası hataların önceden belirlenmesine ve çözülmesine yardımcı olan yöntemlerdir. Süreç iyileştirme yöntemleri beyin fırtınası, nominal grup tekniği, neden – sonuç diyagramı (balık kılçığı), çetele diyagramı, histogram, pareto analizi, dağılım (serpilme) diyagramı, kontrol çizelgesi, akış şeması, ağaç diyagramı, poke – yoke (hatadan sakınma) analizi, ok diyagramı, kıyaslama (benchmarking), kuvvet / güç alanı analizi şeklindedir.

Süreç İyileştirme ile İlgili Yapılmış Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde; süreç iyileştirmenin farklı alan ya da sektörlerde uygulandığını görmek mümkündür. Kasımlıoğlu (2001), Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığını inceleyerek Türk piyade taburu beslenme sistemine süreç iyileştirme uygulaması gerçekleştirmiştir. Yamaç (2006) ise savunma sanayinde faaliyet gösteren özel bir şirket için iyileştirme önerileri sunmuş ve iyileştirme önerilerinin performansını değerlendirebilmek için simülasyon metodu kullanarak bir yazılım aracı geliştirmiştir.

Chan ve Spedding (2003), iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması ve süreç iyileştirmenin sağlanması için Toplam Kalite Yönetimiyle kalite ve maliyet boyutunu incelemişlerdir.

Türker (2001), bankacılık sektöründe İstatistiksel Kalite Kontrol (İKK)tekniklerinin etkili biçimde kullanılabileceğini gösterme amacına yönelik bir süreç iyileştirme çalışması yapmıştır. Aydın (2007) ise süreç iyileştirme faaliyetlerinde bilgi yönetimi uygulamalarından faydalanarak, bankacılık sektöründe bir saha

çalışması yürütmüş ve bankacılık sektöründe bilgi yönetimi uygulamalarının durumunu değerlendirmiştir.

Schiefer (2002), tedarik zinciri yönetiminde süreç iyileştirme ve süreç verimliliği için çevre konusuna dikkatleri çekerek sanayide çevre yönetim kavramlarının uygulamasına ilişkin vaka çalışmalarının önemine değinmiştir.

Balcı (2005), Altı Sigma tekniğini kullanarak, ürün kalitesine etki eden olumsuz faktörlerin tespit edilmesi ve incelenen süreçlerin sigma seviyesinin yükseltilmesi, Çırkan (2009) ve Öztürk (2010), Altı Sigma yaklaşımının otomotiv sektöründe sağlayabileceği iyileştirmeler konusunda çalışmalar yapmışlardır. Yağız(2010) ise bir otomotiv yan sanayinde ISO/TS 16949 kapsamında süreç iyileştirme uygulaması gerçekleştirmiştir.

Şener ve Kılınç (2013), aynı ürünü üretmekte olan üç hazır giyim işletmesinde bayan ceket üretiminde uygulanan farklı dikim süreçlerinin analizini yapmışlar ve süreçle ilgili öneriler sunmuşlardır. Engin (2006) ise Altı Sigmanın imalat endüstrilerinde elde ettiği başarıların hizmet endüstrilerinde de yaygınlaşması için bir yol haritası çizerek hizmet endüstrisinde süreç iyileştirme uygulaması gerçekleştirmiştir.

Selimoğlu (2005), süreçlerin yönetimi ve iyileştirmesinde bilgi yönetiminin etkili bir araç olabileceğini varsayarak, konu ile ilgili durum tespitine yönelik tanımlayıcı nitelikte bir araştırmaya yer vermiştir. Eroğlu (2006) ise süreç yönetimi ve süreç iyileştirme kavramlarını teorik ve pratik olarak ele alarak bir çorap üretim firmasında süreç iyileştirme üzerine uygulama yapmıştır.

Seçkin (2006), yazılım geliştirme süreçlerinin iyileştirilmesi alanındaki çalışmasını MYCOMPANY adı verilen firmanın Project X isimli projesinde uygulanan gereksinim çözümlene ve doğrulama süreci üzerinde uygulamış ve iyileştirilmiş bir süreç önermiştir. Baddoo ve Hall (2003), Beecham vd. (2005), Niazi vd. ve (2005) Pino vd. (2008), yazılım süreci iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapmışlardır. Elalmış (2007) ise bir yazılım geliştirme şirketinde yazılım geliştirme işleyişini inceleyerek, gereksinim nitelikleri ve süreç performansları ile ilgili mevcut problemleri belirlemiş ve süreç iyileştirme metotları önermiştir.

Konuralp (2007), bir firmanın yazılım mühendisliği direktörlüğünde statik yazılım süreci metriklerini hesaplayarak ve Sezer (2007), tasarım doğrulama sürecini analiz ederek bazı iyileştirme önerilerinde bulunmuşlardır. Ener (2007) ise bir firmanın

gömülü yazılım bölümünün gereksinim yönetimi süreçlerini iyileştirme üzerine bir çalışma yapmıştır.

Karapınar (2006), iş akışı analizi yoluyla bir hastane işletmesinde süreç iyileştirme çalışması yapmıştır. Narlı (2009) ise sağlık sektöründe hasta memnuniyetini olumsuz etkileyen faktörlerin süreçsel olarak iyileştirilmesi üzerine uygulamalı bir saha çalışması yapmıştır.

Freire ve Alarcon (2002), inşaat projelerinin tasarım süreçleri için bir iyileştirme metodolojisi önermiştir. Çalışmada, çevrim süreleri ve bekleme süreleri ile ilgili iyileştirmeler ile verimliliğin sağlanması hedeflenmiştir.

Erdoğan (2009) ve Kılınç (2010), bir süreç iyileştirme yaklaşımı olan Bütünleşik Yeterlilik Olgunluk Modeli (CMMI) konusunda çalışmalar yapmışlardır.

Bezirci (2006), hizmet işletmesi olarak faaliyet gösteren özel bir şirketin süreçlerinden birindeki darboğazın tespitini yaparak sürecin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için uygulama çalışması hazırlamıştır. Gaga (2009) ise süreç iyileştirme metodolojisi ve kısıtlar teorisi yöntemiyle süreç analizi uygulaması gerçekleştirmiştir.

Rohleder ve Silver (1997), iş süreci iyileştirmenin stratejik önemini vurgulayarak ve kişisel deneyimlerinden yola çıkarak, süreç iyileştirme ile ilgili yol gösterici bir literatür araştırması yapmışlardır.

Literatürde yer alan süreç iyileştirme ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde; tekstil sektörü üzerine çok fazla bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Bu tez çalışması, tekstil sektörü üzerine yapılan çalışmalardan Şener ve Kılınç (2013) ve Eroğlu (2006)'dan farklı olarak denim pantolon üretimi alanında yapılmıştır ve literatürdeki bu açığı kapatacak niteliktedir. Ayrıca simülasyon kullanılarak geleceğe dönük senaryolar üzerinde durulması çalışmanın diğer bir farklılığı olarak öne çıkmaktadır.

Araştırma Modeli

Süreç İyileştirme Uygulaması

Yapılan çalışma bir inşaat iskelesi firmasının üretim birimi olarak iskele ana parçaları üretim hatları üzerinde yapılmıştır.

Çalışma, iskele ana parçaları üretim hatlarında gerçekleştirildiği için bu birimlerdeki iş akışları incelenmiştir. Siparişi alınan ürünlerin tüm hammadde stok kontrolleri ve üretim yeterlilik kontrolleri yapıldıktan sonra üretime geçilir.

Dikme, yatay, çapraz eleman çelik kalas ve aksesuar ürünlerinin üretimi için hammaddeler boru ve rulo sacdan ibarettir. Bu ürünler galvanizleme işleme kadar genel olarak kaynaklama ve şekillendirme proseslerinden geçerler, galvanizleme işleminin ardından son parçaları ve etiketleri montajlandıktan sonra sevkiyata hazır hale getirilir.

İşletmedeki Ürün Akışı

Yatay, Dikme Ve Çapraz İmalat Prosesleri

Yatay, dikme ve çapraz imalatı için boyları 6 (altı) metre olan borular ortak hammadde olarak kullanılır. Borular ürün cinsine ve boyutuna göre uygun ebatlarda kesildikten sonra sonraki operasyonlar için tüm borular kaynak ağzı açma işlemi uygulanır. Bu operasyondan sonra yatay, dikme ve çapraz elemanlar çeşitlerine göre ayrı proseslere gönderilirler. Yatay elemanlar, kurtağzı kaynak puntalama prosesine ve kaynak proseslerine, dikme elemanları, kafa sıvama prosesi ardından ön arka bağlantı delik delme prosesine ve flanş punta kaynak ile son kaynak proseslerine, çapraz elemanlar ise çapraz eleman borularının ön arka presleme ve delik delme operasyonları için ilgili iş istasyonlarına gönderilirler.

Tüm bu operasyonlardan sonra ortak olarak sıcak daldırma galvanizleme işlemine tabii tutulurlar. Galvanizleme işlemi tamamlanan yatay elemanlar kama montaj operasyonu ve etiketleme operasyonlarından geçirildikten sonra sevkiyat için paketlemeye hazır hale getirilir. Çapraz elemanlar ise kurtağzı montaj(perçinleme) işleminin ardından etiketleme operasyonu için ilgili istasyona gönderilir ve bu işlemler tamamlandıktan sonra sevkiyat için paketlemeye hazır hale gelmiş olur. Dikme elemanı ise yatay ve çapraz elemandan farklı olarak direk olarak etiketleme operasyonundan sonra sevkiyat için paketleme istasyonuna gidebilir.

Çelik Kalas İmalat Prosesi

Çelik kalas diye adlandırılan ürünün tüm boyutları ve modelleri için sisteme girişi yapılan hammadde dışarıdan hazır olarak temin edilen rulo şeklinde metal levhadır. Rulo sacın roll forming hattına girişi yapıldıktan sonra bu hatta tam otomatik makinelerce soğuk şekillendirme ve ilgili ürün boylarına göre kesimler gerçekleşir. Son şekli verilmiş olan çelik kalasların kafa kısımları robotlar ile ön ve arka kısımlarına kaynaklama yapıldıktan sonra galvanizleme işlemine tabii tutulur. Sıcak daldırma

galvanizleme işlemi yapılan çelik kalaslar etiketleme operasyonundan sonra sevkiyat için paketleme istasyonlarına gönderilebilirler.

Aksesuar İmalat Prosesi

Aksesuar genellikle seri imalat dışı ürünlerdir. Çünkü herhangi bir iskele yapısında olmazsa olmaz ürünler olmadıklarından bu ürünler için seri bir imalat yöntemi seçilmemiştir. İlgili teknik resimlere uygun hammaddelerin (boru, sac levha, v. b.) sisteme girişinin yapılmasının ardından manüel olarak uygun montaj masalarında daha önceden hazırlanmış fikstürler yardımı ile personel tarafından yarı üretimi tamamlanır. Bu yarı üretim genel olarak kaynak ile birleştirme şeklindedir. Kaynaklama işlemi tamamlanan ürünler her üründe olduğu gibi sıcak daldırma galvanizleme işlemine tabii tutulur. Galvanizleme işlemi tamamlanan ürünler etiketleme operasyonunun ardından sevk edilmek üzere paketlenir.

Veriler Ve Toplanması

Bu bölümde önem arz eden üç proses için girdi analizi yapılmaktadır. Bu prosesler yatay eleman üretimi son kaynak, çelik kalas üretimi şekillendirme ve kaynaklama prosesi, dikme üretimi son kaynaktır.

Yatay Eleman Üretimi Son Kaynak

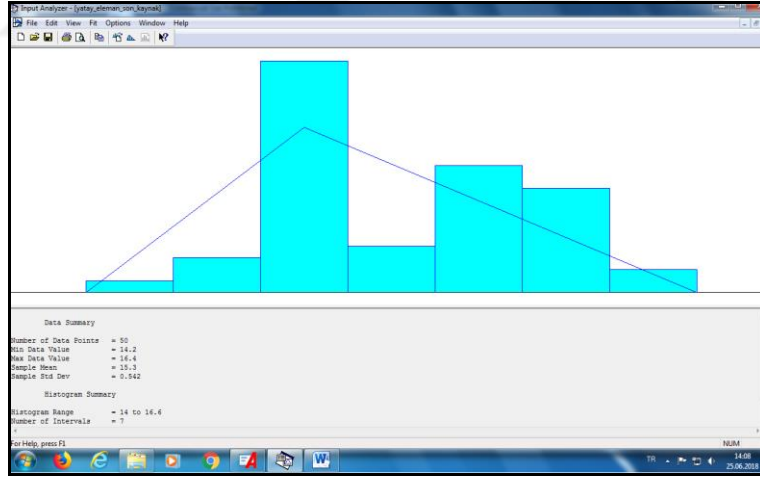
50 adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümler TABLO 2.1. de verilmiştir.

TABLO 2.1. Yatay Eleman Üretimi İçin Son Kaynak Prosesi Süreler (Sn)

ölçüm no	ölçüm	ölçüm no	ölçüm
1	15,2	26	15
2	16	27	15,5
3	15,5	28	15,6
4	15,7	29	15
5	16,2	30	14,8
6	14,8	31	14,5
7	15	32	15
8	15	33	15
9	14,6	34	15
10	14,2	35	16
11	15	36	16,4
12	15,8	37	15,8
13	16	38	15,5
14	15,4	39	16
15	15,2	40	15

16	14,8	41	15,5
17	15	42	15
18	16,3	43	15
19	15,7	44	14,9
20	15,4	45	15,8
21	16	46	16,2
22	16,2	47	14,8
23	15	48	16
24	15,6	49	14,9
25	14,9	50	14,6

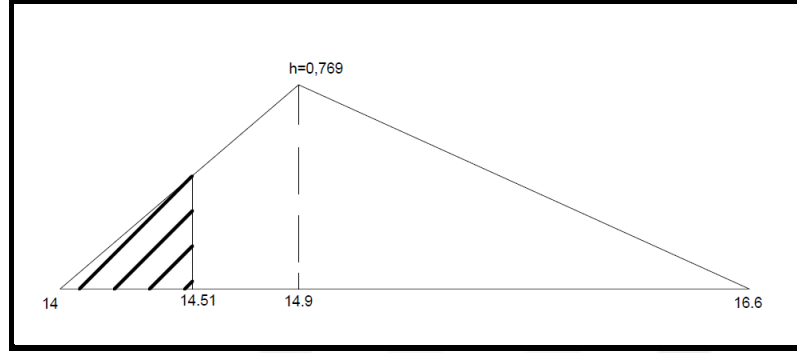
Histogram ve verinin geldiği düşünülen üçgensel dağılım ŞEKİL 2.16. 'da gösterilmiştir. Hipotezi kurulan üçgensel dağılım (min=14, en olası=14. 9, maks=16. 6) dır.



ŞEKİL 2.16. Yatay Eleman Son Kaynak Verisi İçin Histogram Ve Eşleştirilen Üçgensel Dağılım

Verinin üçgensel dağılım (min=14, en olası=14. 9, maks=16. 6) geldiği hipotezini test etmek için TABLO 2.2. 'de ayrıntıları gösterilen tip 1 hata olasılığı α 1% olan kikare testi yapılmıştır.

Beklenen frekans, [14,14.51] sınıf aralığında aşağıda gösterilmiş ilgili sınıf aralığında taralı olarak gösterilmiş üçgenin alanından faydalanılarak hesaplanabilir.



ŞEKİL 2.17. Olasılık Dağılım Fonksiyonu -1-

$h \cdot 2,6/2 = 1$ ise;

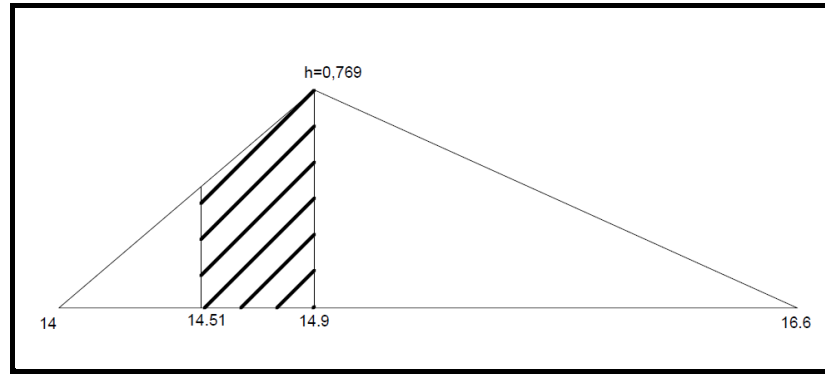
$h = 2/2,6 = 0,769$ 'dur.

Taralı alan ise;

$((14,51-14) \cdot 0,51 \cdot 0,769/0,9)/2 = 0,111$ şeklindedir.

Toplam 50 adet ölçüm yapıldığından beklenen frekans;

$50 \cdot 0,111 = 5,56$ şeklinde hesaplanabilir.



ŞEKİL 2.18. Olasılık Dağılım Fonksiyonu -2-

Beklenen frekans, [14.51,14.90] sınıf aralığında aşağıda gösterilmiş ilgili sınıf aralığında taralı olarak gösterilmiş bölgenin alanından faydalanılarak hesaplanabilir.

$((14,9-14) \cdot 0,769/2 \cdot 50) - 5,56 = 11,75$ şeklinde hesaplanabilir.

Diğer tüm sınıf aralıklarında beklenen frekanslar yukarıdaki örneklerde gösterildiği gibi hesaplanabilmektedir.

TABLO 2.2. Yatay Eleman Son Kaynak Verisi İçin Kikare Testi

sınıf aralığı	gözlemlenen		beklenen frekans (e_i)	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
	frekans (o_i)			
[14, 14. 50]	2		5. 56	2. 28
[14. 50, 14. 9]	9		11. 75	0. 64
[14. 9, 15. 4]	17		16. 4	0. 02
[15. 4, 15. 6]	6		5. 2	0. 12
[15. 6, 16. 6]	16		11. 09	2. 17
toplam	50		50	5. 24

5-3-1 1 serbestlik derecesi ile kikare tablosundan okunan kritik değer 6. 63 tür (Banks & diğerleri., 2013). 5. 24 test istatistiği değeri daha küçük olduğu için verinin üçgensel dağılım (min=14, en olası=14. 9, maks=16. 6) dan geldiği hipotezi reddedilememektedir.

Çelik Kalas Üretimi Şekillendirme ve Kaynaklama Prosesi

50 adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümler TABLO 2.3. 'de verilmiştir.

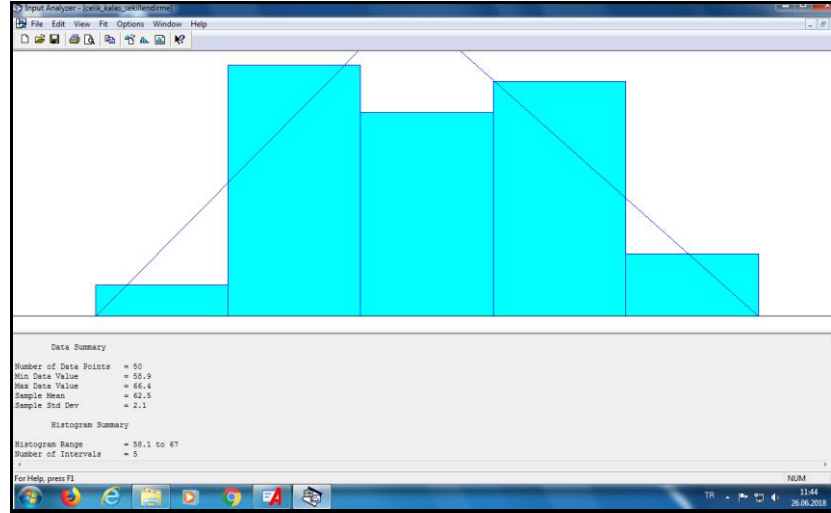
TABLO 2.3. Çelik Kalas Üretimi İçin Şekillendirme Ve Kaynaklama Prosesi

Süreler (Sn)

ölçüm		ölçüm	
no	ölçüm	no	ölçüm
1	64	26	61,8
2	60	27	66,4
3	65,2	28	62,8
4	60,5	29	60
5	63	30	61
6	63,5	31	65
7	60	32	60
8	65,4	33	58,9

9	63,8	34	59
10	64	35	60
11	64	36	61,4
12	60	37	65,2
13	62,9	38	60
14	63,4	39	62,8
15	65,2	40	63,8
16	60	41	61,4
17	61,8	42	65
18	62	43	60
19	61,9	44	62,5
20	63,4	45	62,4
21	60	46	60
22	64,2	47	63,5
23	65,4	48	64,2
24	66	49	62,4
25	60	50	65

Histogram ve verinin geldiği düşünölen üçgenel dağılım ŞEKİL 2.19 ‘ da gösterilmiştir. Hipotezi kurulan üçgenel dağılım (min=58. 1, en olası=62. 3, maks=67) dır.



ŞEKİL 2.19. Çelik Kalas Üretiminde Şekillendirme Ve Kaynaklama Prosesi İçin Histogram Ve Eşleştirilen Üçgenel Dağılım

Verinin üçgensel dağılım (min=58. 1, en olası=62. 3, maks=67) geldiği hipotezini test etmek için ;

TABLO 2.4. 'de ayrıntıları gösterilen tip 1 hata olasılığı α 1% olan kıkare testi yapılmıştır.

TABLO 2.4. Çelik Kalas Şekillendirme Ve Kaynaklama Verisi İçin Kıkare Testi

sınıf aralığı	gözlemlenen frekans (o_i)	beklenen frekans (e_i)	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
[58. 1, 60. 9]	15	10. 49	1. 94
[60. 9, 62. 3]	7	13. 11	2. 85
[62. 3, 63. 6]	11	12. 58	0. 2
[63. 6, 64. 3]	7	5, 11	0. 7
[64. 3, 67]	10	8, 71	0. 19
toplam	50	50	5. 88

5-3-1 1 serbestlik derecesi ile kıkare tablosundan okunan kritik değer 6. 63 tür (Banks & diğerleri., 2013). 5. 88 test istatistiği değeri daha küçük olduğu için verinin üçgensel dağılım (min=58. 1, en olası=62. 3, maks=67) dan geldiği hipotezi reddedilememektedir.

Dikme Son Kaynak Prosesi

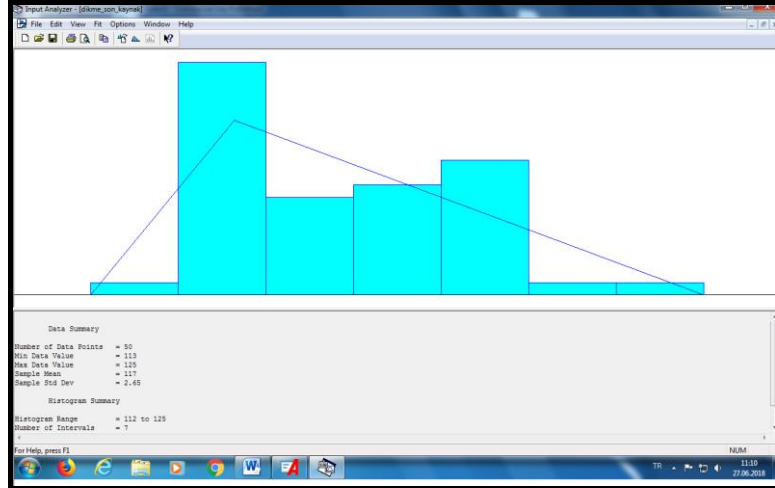
50 adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümler TABLO 2.5. 'de verilmiştir.

TABLO 2.5. Dikme Son Kaynak Prosesi Süreler (Sn)

ölçüm no	ölçüm	ölçüm no	ölçüm
1	120	26	115
2	118,2	27	116
3	121	28	114,8
4	115	29	117
5	117,6	30	120
6	114,8	31	115,5
7	122	32	117
8	115,2	33	121
9	114	34	117

10	112,5	35	117
11	120	36	119,2
12	121,2	37	120
13	116,4	38	119
14	115	39	118
15	125	40	117,9
16	117,8	41	119
17	114,6	42	119,8
18	115	43	116,9
19	116	44	115
20	115,5	45	119
21	121	46	114,6
22	120	47	114,7
23	115	48	115,5
24	114,5	49	115,5
25	114,8	50	121

Histogram ve verinin geldiği düşünölen üçgensel dağılım ŞEKİL 2.20. 2.20 ‘de gösterilmiştir. Hipotezi kurulan üçgensel dağılım (min=112, en olası=115, maks=125) dır.



ŞEKİL 2.20. Dikme Son Kaynak Prosesi İçin Histogram Ve Eşleştiren Üçgensel Dağılım

Verinin üçgensel dağılım (min=112, en olası=115, maks=125) geldiği hipotezini test etmek için;

TABLO 2.6 ' da ayrıntıları gösterilen tip 1 hata olasılığı α 1% olan kikare testi yapılmıştır.

TABLO 2.6. Dikme Son Kaynak Verisi İçin Kikare Testi

sınıf aralığı	gözlemlene n frekans (o_i)	beklenen frekans (e_i)	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
[112, 114]	1	5.13	3.32
[114, 115]	8	6.41	0.39
[115, 119]	24	24.61	0.02
[119, 121]	10	7.70	0.69
[121, 125]	7	6.15	0.12
toplam	50	50	4.54

5-3-1 1 serbestlik derecesi ile kikare tablosundan okunan kritik değer 6.63 tür (Banks & diğerleri., 2013). 4.54 test istatistiği değeri daha küçük olduğu için verinin üçgensel dağılım (min=112, en olası=115, maks=125) dan geldiği hipotezi reddedilememektedir.

Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması

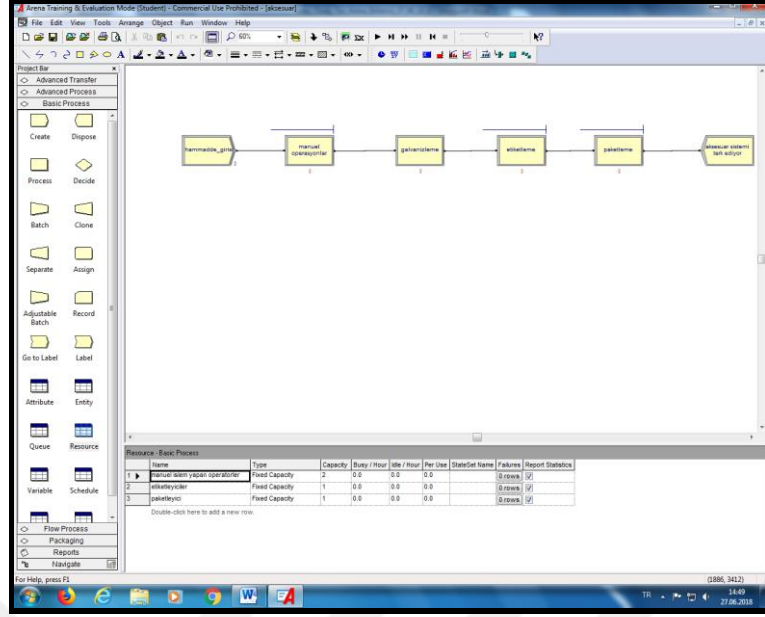
Arena Modelleri Çıktı Analizleri Ve Değerlendirmeler

Bu bölümde fabrikadaki beş üretim sürecinin arena programında analizi yapılmaktadır. Arena modelleri sonradan tekrar edilebilir şekilde sunulmakta olup, çıktı analizlerine ve değerlendirmelere yer verilmektedir. Arena ile simülasyon için (Kelton, Sadowski, & Zupick, 2010) kaynağı önemlidir.

Aksesuar Parçaların Üretimi

Arenada yazılan model ;

ŞEKİL 2.21. 'de verilmiştir. 30 saat boyunca simülasyon yapılmakta olup simülasyon 30 kere tekrar edilmektedir. Manüel operasyonları yapan iki operatör bulunmakta olup, diğer proseslerde birer operatör çalışmaktadır.



ŞEKİL 2.21. Aksesuar Parçaların Üretimi Arena Modeli

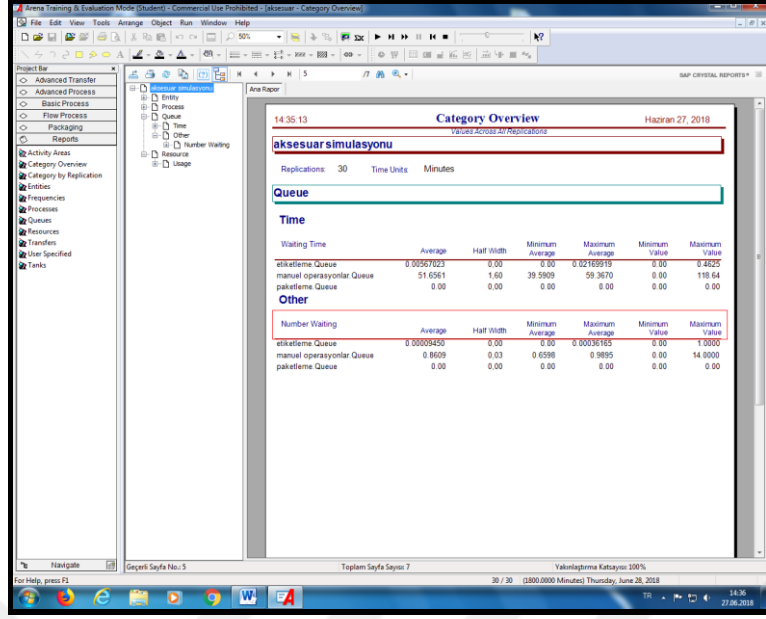
TABLO 2.7. proseslerin işlem sürelerinin geldikleri kabul edilen dağılımları göstermektedir.

TABLO 2.7. Aksesuar Üretiminde Proses Özellikleri ve İşlem Süreleri

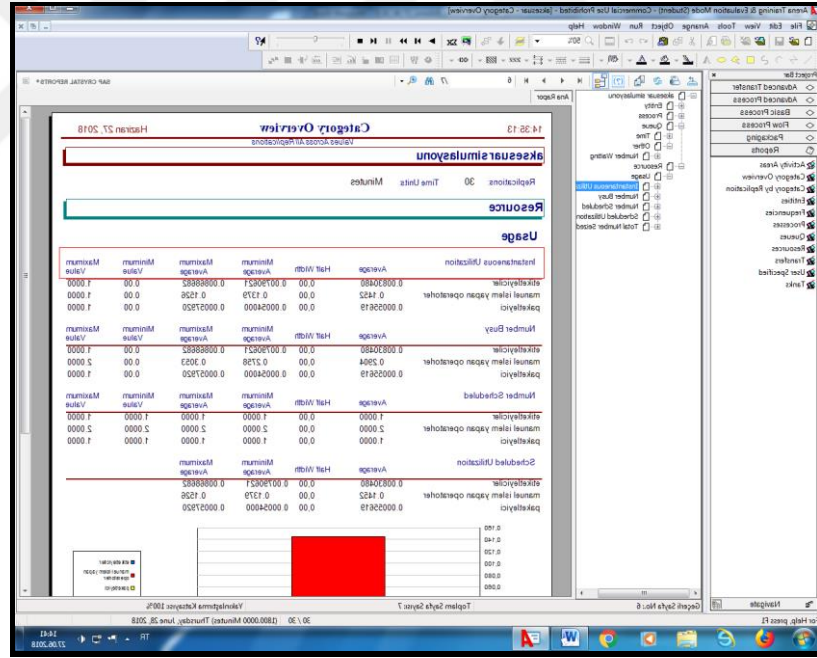
Prosesler	Aksiyon	Dağılım	Birim	minimum	en olası	maksimum
manüel operasyonlar	Seize Delay Release	üçgensel	dakika	10	17	25
galvanizleme	Delay	sabit	gün	---	1	---
etiketleme	Seize Delay Release	üçgensel	saniye	20	30	40
paketlenme	Seize Delay Release	üçgensel	saniye	1,5	2	2,5

ŞEKİL 2.22. arena programının simülasyon sonucunda kuyruktaki parça sayıları ve bekleme süreleri ile ilgili verdiği sonuçları göstermektedir.

ŞEKİL 2.23. aksesuar üretiminde makinelerin ortalama anlık kullanımlarını vermektedir. Görüldüğü gibi manüel operasyonları yapan operatörlerin önünde malzeme beklemektedir ve kuyruktadırlar. Onun dışında bir kuyruk gözlemlenmemektedir. Diğer prosesler bir darboğaz oluşturmamaktadırlar. Manüel operasyonu yapan işçi sayısı arttırılmak aksesuar parça üretimini hızlandıracaktır.



ŞEKİL 2.22. Aksesuar Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları ve Bekleme Süreleri



ŞEKİL 2.23. Aksesuar Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları

ŞEKİL 2.23. 'de görüldüğü gibi manüel operasyonlar için arena, ortalama kuyruкта bekleme süresinin yarı genişliğini 1,6 dakika olarak bulmaktadır. TABLO 2.8.'de 30 tekrarin verdiği ortalama bekleme sürelerini göstermektedir. Ayrıca verinin ortalamasını ve standart sapmasını da içermektedir. Yarı genişliğin formülü $t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times$

$\frac{s}{\sqrt{n}}$, dır (Banks & diğerleri., 2013). t dağılımı tablosundan tip 1 hata $\alpha = 0.05$ ve 29 serbestlik derecesi için okunan değer 2.045 tir (Banks & diğerleri., 2013). Bu durumda yarı genişlik $\frac{2.045 \times 4.2729}{\sqrt{30}} = 1.5953$ olarak hesaplanabilmektedir. Böylelikle arena'nın yarı genişlik için verdiği 1.6 değeri doğrulanabilmektedir.

TABLO 2.8. Aksesuar Üretiminde Manuel Operasyonlar İçin Arena'nın Bulduğu Ortalama Bekleme Süreleri

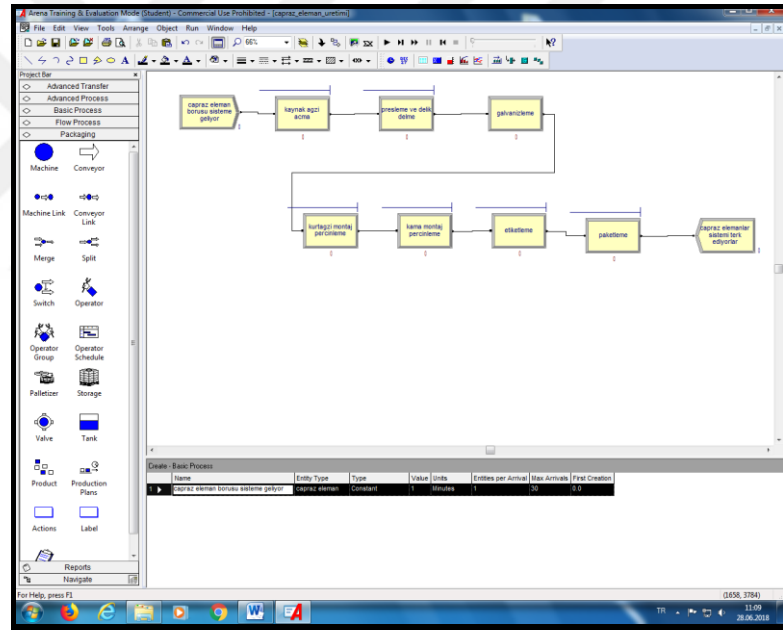
tekrar no	ortalama. Bekle. Süresi (dk)	tekrar no	ortalama. Bekle. Süresi (dk)
1	50,0775	16	50,8934
2	56,6147	17	59,367
3	48,2458	18	45,6527
4	58,739	19	54,4356
5	51,4853	20	46,3281
6	55,5688	21	56,1117
7	56,6046	22	52,4737
8	53,8137	23	46,3453
9	49,1905	24	54,9283
10	53,471	25	48,8643
11	51,2697	26	52,8278
12	55,1223	27	48,5931
13	53,0693	28	51,9778
14	49,8529	29	49,4299
15	48,7358	30	39,5909

ortalama 51,6560
Standartsapma 4,2729

Çapraz Elemanların Üretimi

Arenada yazılan model ;

ŞEKİL 2.24. de verilmiştir. 30 saat boyunca simülasyon yapılmakta olup simülasyon 30 kere tekrar edilmektedir. Proseslerde birer operatör çalışmaktadır.



ŞEKİL 2.24. Çapraz Eleman Üretimi Arena Modeli

TABLO 2.9. proseslerin işlem sürelerinin geldikleri kabul edilen dağılımları göstermektedir.

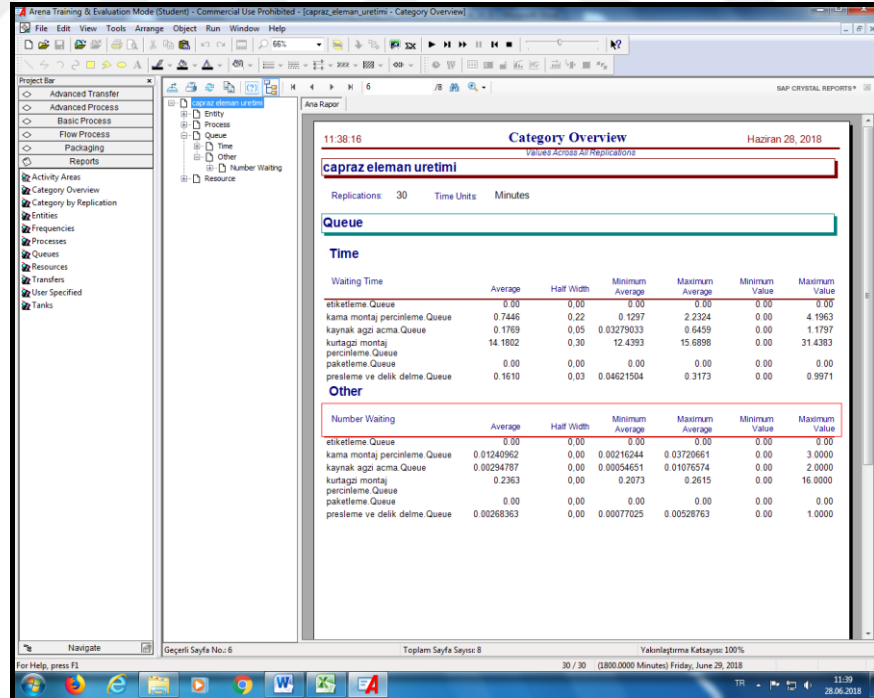
TABLO 2.9. Çapraz Eleman Üretimi Proseslerin İşlem Sürelerinin Geldikleri Kabul Edilen Dağılımları

PROSESLER	AKSIYON	DAĞILIM	BİRİM	MİNİMUM	EN OLASI	MAKSİMUM
-----------	---------	---------	-------	---------	----------	----------

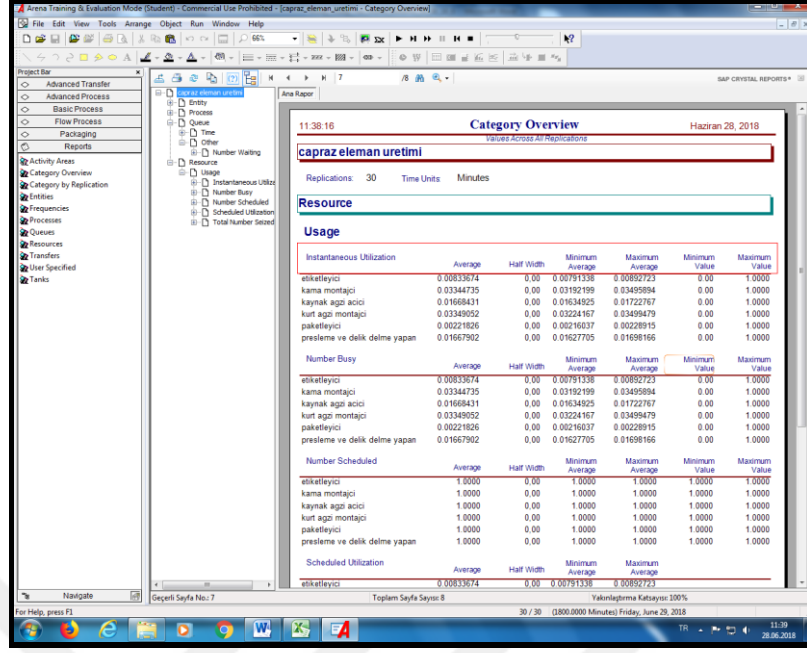
KAYNAK AĞZI AÇMA	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	50	60	70
PRESLEME VE DELİK DELME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	50	60	70
GALVANİZLEME	DELAY	SABİT	GÜN	--	1	--
KURTAĞZI MONTAJ PERÇİNLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	DAKİKA	1, 5	2	2, 5
KAMA MONTAJ PERÇİNLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	DAKİKA	1, 5	2	2, 5
ETİKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	20	30	40
PAKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	6	8	10

ŞEKİL 2.25. arena programının simülasyon sonucunda kuyruktaki parça sayıları ve bekleme süreleri ile ilgili verdiği sonuçları göstermektedir.

ŞEKİL 2.26. çapraz eleman üretiminde makinelerin ortalama anlık kullanımlarını vermektedir. Görüldüğü gibi kurt ağzı montaj perçinleme operatörünün önünde malzeme beklemektedir ve kuyruktadır. Onun dışında bir kuyruk gözlemlenmemektedir. Diğer prosesler bir darboğaz oluşturmamaktadırlar. Kurt ağzı montaj perçinleme operasyonu yapan yeni bir işçi ve ekipman almak çapraz eleman üretimini hızlandıracaktır.



ŞEKİL 2.25. Çapraz Eleman Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları ve Bekleme Süreleri

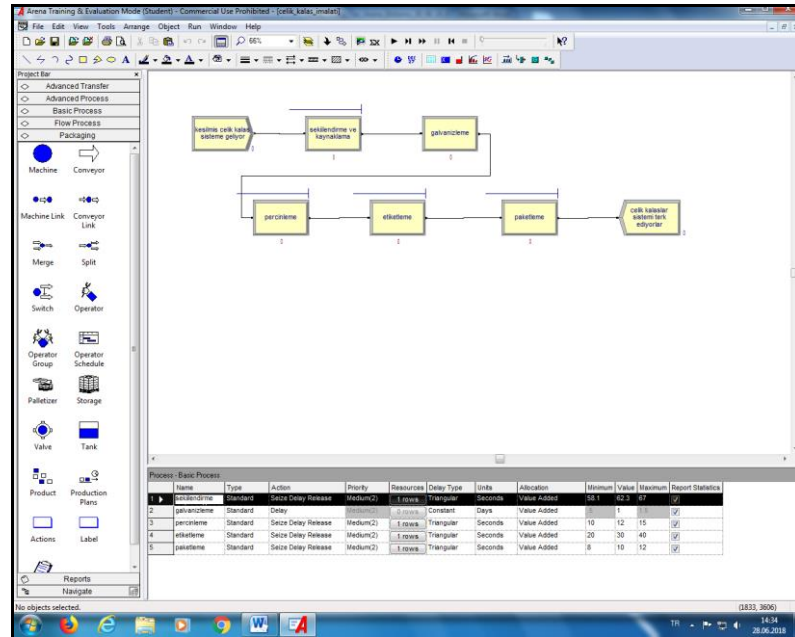


ŞEKİL 2.26. Çapraz Eleman Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları

Çelik Kalas Üretimi

Arenada yazılan model ;

ŞEKİL 2.27. 'de verilmiştir. 30 saat boyunca simülasyon yapılmakta olup simülasyon 30 kere tekrar edilmektedir. Proseslerde birer operatör çalışmaktadır.



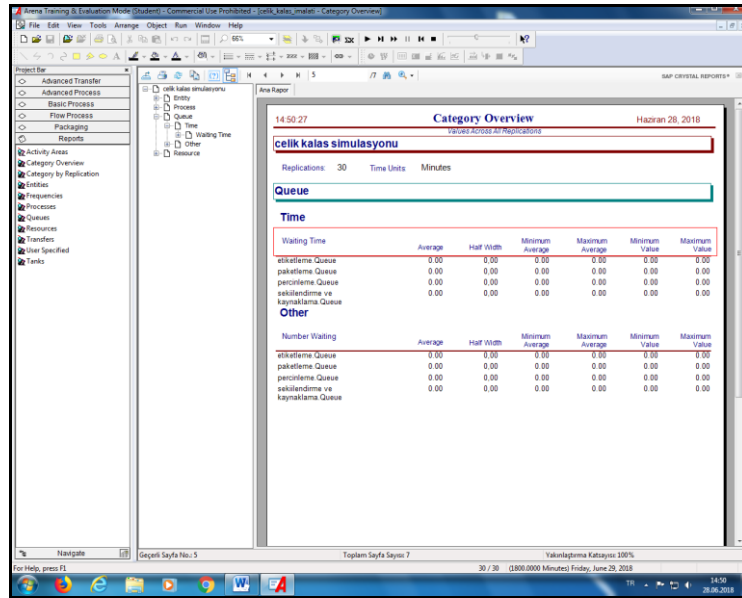
ŞEKİL 2.27. Çelik Kalas Üretimi Arena Modeli

TABLO 2.10. proseslerin işlem sürelerinin geldikleri kabul edilen dağılımları göstermektedir.

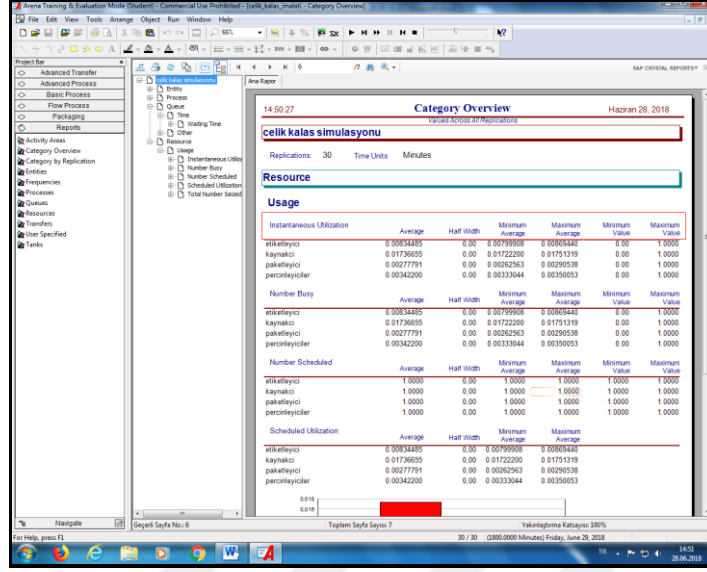
TABLO 2.10. Çelik Kalas Üretiminde Proses Özellikleri ve İşlem Süreleri

PROSELER	AKSİYON	DAĞILIM	BİRİM	MINİMUM	EN OLASI	MAKSİMUM
SEKİLENDİRME VE KAYNAKLAMA	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	58, 1	62, 3	67
GALVANİZLEME	DELAY	SABİT	GÜN	--	1	--
PERCİNLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	10	12	15
ETİKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	20	30	40
PAKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	8	10	12

ŞEKİL 2.28. arena programının simülasyon sonucunda kuyruktaki parça sayıları ve bekleme süreleri ile ilgili verdiği sonuçları göstermektedir. ŞEKİL 2.29. çelik kalas üretiminde makinelerin ortalama anlık kullanımlarını vermektedir. Bir kuyruk veya darboğaz gözlemlenmemektedir. Simülasyonlar çelik kalas üretiminin normal işlediğine işaret etmektedir.



ŞEKİL 2.28. Çelik Kalas Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları ve Bekleme Süreleri

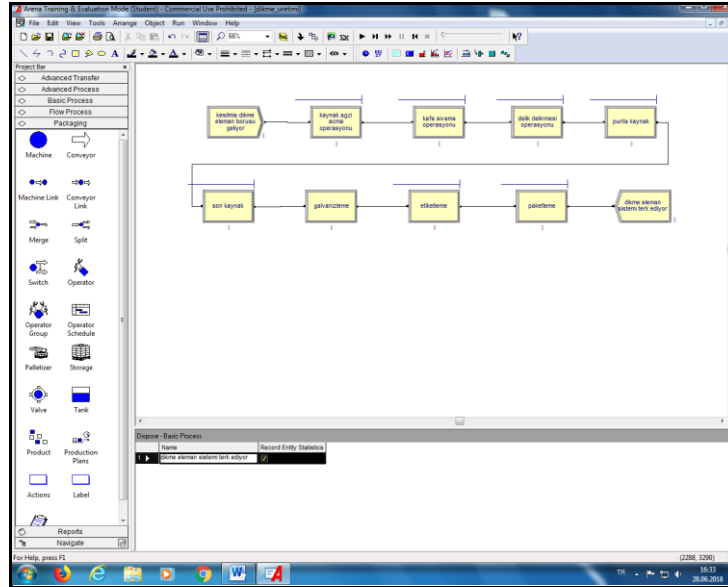


ŞEKİL 2.29. Çelik Kalas Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları

Dikme Üretimi

Arenada yazılan model ;

ŞEKİL 2.30. 'da verilmiştir. 30 saat boyunca simülasyon yapılmakta olup simülasyon 30 kere tekrar edilmektedir. Proseslerde birer operatör çalışmaktadır.



ŞEKİL 2.30. Dikme Üretimi Arena Modeli

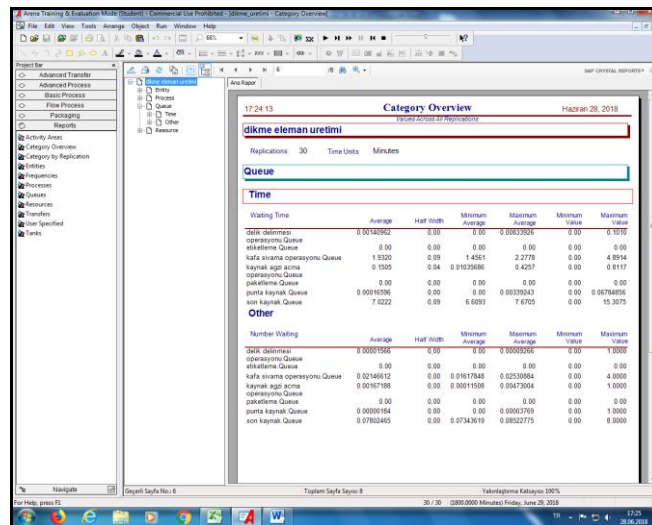
TABLO 2.11. proseslerin işlem sürelerinin geldikleri kabul edilen dağılımları göstermektedir.

TABLO 2.11. Dikme Üretiminde Proses Özellikleri ve İşlem Süreleri

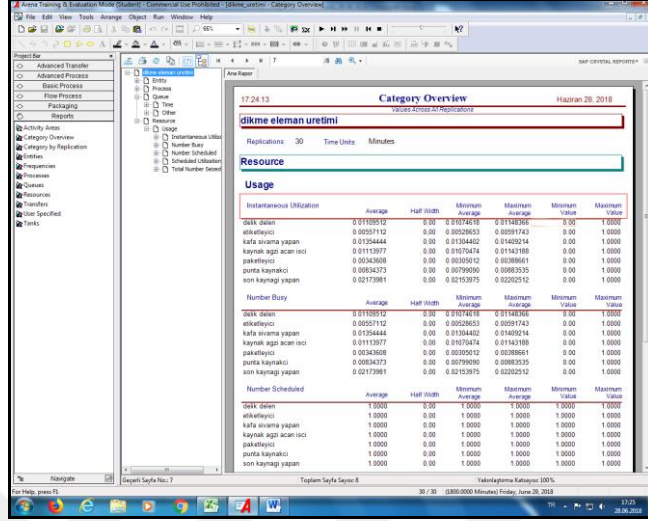
PROSELER	AKSİYON	DAĞILIM	BİRİM	MİNİMUM	EN OLASI	MAKSİMUM
KAYNAK AGZİ ACMA						
OPERASYONU	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	50	60	70
KAFA SIVAMA OPERASYONU	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	60	70	90
DELİK DELİNMESİ OPERASYONU	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	50	60	70
PUNTA KAYNAK	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	30	45	60
SON KAYNAK	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	112	115	125
GALVANİZLEME	DELAY	SABİT	GÜN	--	1	--
ETİKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	20	30	40
PAKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	10	15	30

ŞEKİL 2.31. arena programının simülasyon sonucunda kuyruktaki parça sayıları ve bekleme süreleri ile ilgili verdiği sonuçları göstermektedir.

ŞEKİL 2.32. 'de dikme eleman üretiminde makinelerin ortalama anlık kullanımlarını vermektedir. Görüldüğü gibi kafa sıvama ve son kaynak operatörlerinin önünde malzeme beklemektedir ve kuyruktadır. Onun dışında bir kuyruk gözlemlenmemektedir. Diğer prosesler bir darboğaz oluşturmamaktadırlar. Kafa sıvama ve son kaynak operasyonu yapan yeni birer işçi ve ekipman almak dikme eleman üretimini hızlandıracaktır.



ŞEKİL 2.31. Dikme Eleman Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları ve Bekleme Süreleri

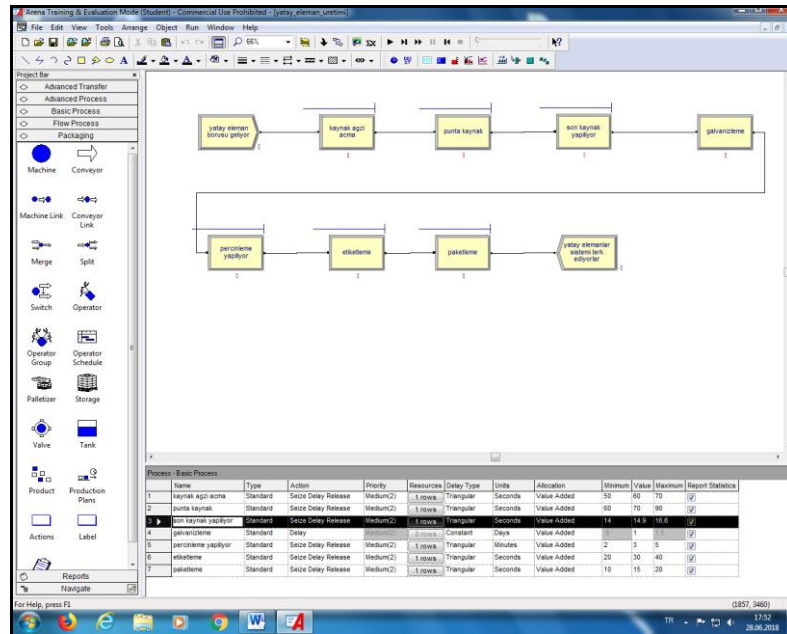


ŞEKİL 2.32. Dikme Eleman Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları

Yatay Eleman Üretimi

Arenada yazılan model ;

ŞEKİL 2.33. 'de verilmiştir. 30 saat boyunca simülasyon yapılmakta olup simülasyon 30 kere tekrar edilmektedir. Proseslerde birer operatör çalışmaktadır.



ŞEKİL 2.33. Yatay Eleman Üretimi Arena Modeli

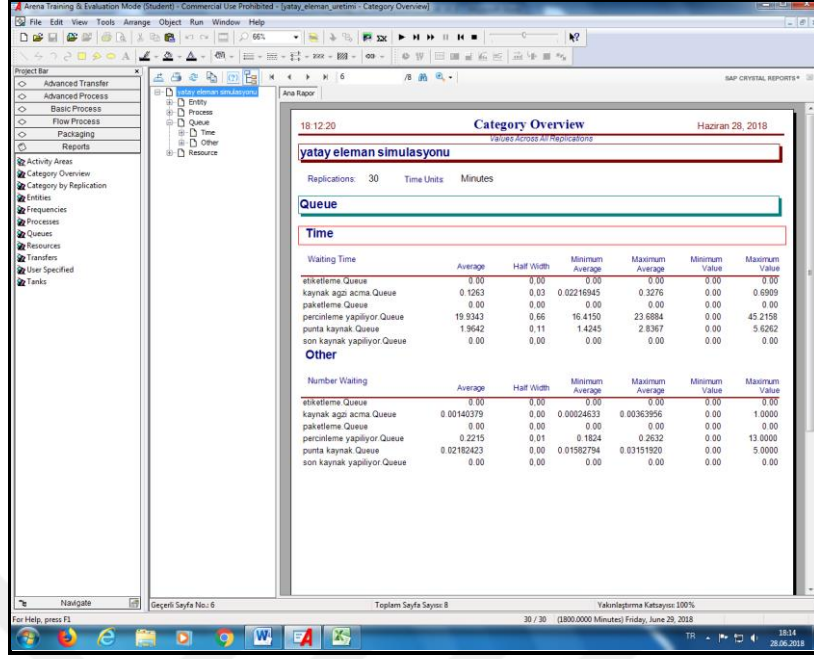
TABLO 2.12. proseslerin işlem sürelerinin geldikleri kabul edilen dağılımları göstermektedir.

TABLO 2.12. Yatay Eleman Üretimi Proseslerin İşlem Sürelerinin Geldikleri Kabul Edilen Dağılımları

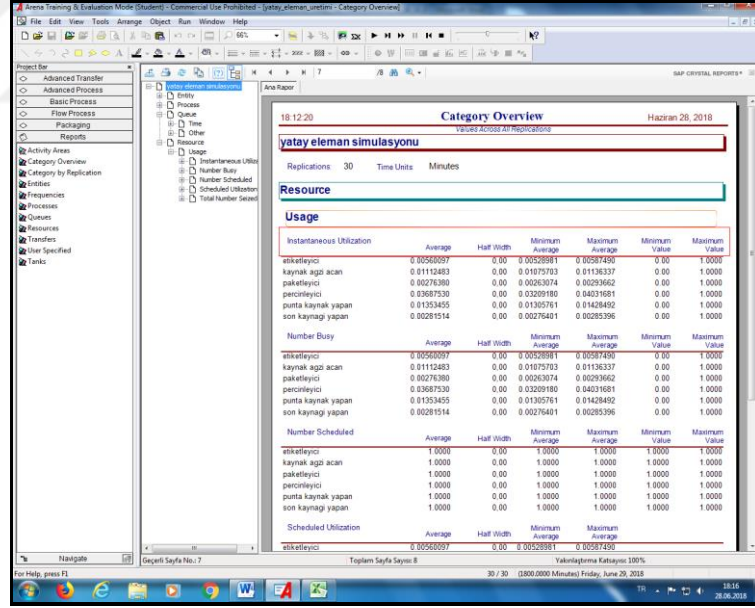
PROSESLER	AKSİYON	DAĞILIM	BİRİM	MİNİMUM	EN OLASI	MAKSİMUM
KAYNAK AGZİ ACMA	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	50	60	70
PUNTA KAYNAK	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	60	70	90
SON KAYNAK YAPILIYOR	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	14	14, 9	16, 6
GALVANİZLEME	DELAY	SABİT	GÜN	--	1	--
PERÇİNLEME YAPILIYOR	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	DAKİKA	2	3	5
ETİKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	20	30	40
PAKETLEME	SEİZE DELAY RELEASE	ÜÇGENSEL	SANIYE	10	15	20

ŞEKİL 2.34. arena programının simülasyon sonucunda kuyruktaki parça sayıları ve bekleme süreleri ile ilgili verdiği sonuçları göstermektedir.

ŞEKİL 2.35. yatay eleman üretiminde makinelerin ortalama anlık kullanımlarını vermektedir. Görüldüğü perçinleme operatörünün önünde malzeme beklemektedir ve kuyruktadır. Onun dışında bir kuyruk gözlemlenmemektedir. Diğer prosesler bir darboğaz oluşturmamaktadırlar. Perçinleme yapan yeni bir işçi ve ekipman almak yatay eleman üretimini hızlandıracaktır.



ŞEKİL 2.34. Yatay Eleman Üretimi Kuyruktaki Ortalama Parça Sayıları ve Bekleme Süreleri



ŞEKİL 2.35. Yatay Eleman Üretimi Makinelerin Ortalama Anlık Kullanımları

BÖLÜM 3. BULGULAR VE YORUMLAR

Bulgular

İskele üretimi hatlarında darboğaz araştırılması yapılmıştır. Buna bağlı olarak sistem kısıtlarının darboğaz kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Üretimde oluşan bu darboğazların iyi anlaşılması için öncelikle üretim ve süreç kavramı gibi kavramlar ele alınmıştır.

İskele üretimi için en fazla önem arz eden üç proses için girdi analizi yapılmıştır. Bu prosesler yatay eleman üretimi son kaynak prosesi, çelik kalas üretimi şekillendirme ve kaynaklama prosesi ile dikme üretimi son kaynak prosesidir. Tüm prosesler için 50 adet ölçüm yapılmış ve yapılan bu ölçümler saniye cinsinden kaydedilmiştir. Histogram ve verilerin geldiği düşünülen üçgenel dağılımlar ayrı ayrı her bir proses için şekiller halinde gösterilmiş ve hipotezi kurulan üçgenel dağılım tablolar halinde kıkare testleri ile ispatlanmıştır. Tüm veriler üçgenel dağılımdan gelmektedir.

Tüm veriler arena simülasyon modellerine aktarılmıştır. Oluşturulan simülasyon modelleri 30 kere tekrar edilecek şekilde tasarlanmıştır. İskele üretimi için fabrikadaki beş üretim için ayrı ayrı arena modelleri oluşturulmuştur. Tüm bu üretim süreçleri için kuyrukta bekleyen parça sayıları ve bekleme süreleri raporlar şeklinde sunulmuştur. Simülasyon modeli oluşturulan süreçlerin tamamında darboğaz kaynaklı yığılmalar olduğu tespit edilmiştir.

Yorumlar

Arena programında yazılan beş ayrı üretim sürecinin çıktı analizi ve değerlendirmelerine göre şu şekilde yorumlar ortaya atılabilir.

Aksesuar parça üretimi için, makinelerin ortalama anlık kullanımları, kuyruktaki parça sayısı ve bekleme süreleri ele alındığında ortaya çıkan sonuç manüel operasyonları yapan operatörlerin önünde malzemelerin beklediği ve kuyruk oluşturduğu yönündedir. Bu durum diğer prosesler için herhangi bir darboğaz oluşturmamaktadır. Kesinlikle bu darboğaz problemini ortadan kaldırmak için aynı üretim şartları altında diğer etkenlerin hiçbiri değişmeksizin manüel operasyonları yapan personel sayısının artırılması gerekmektedir.

Çapraz eleman üretimi için parça üretimi için, makinelerin ortalama anlık kullanımları, kuyruktaki parça sayısı ve bekleme süreleri ele alındığında ortaya çıkan kurtağzı montaj perçinleme operatörünün önünde malzemelerin beklediği ve kuyruk oluşturduğu yönündedir. Bu durum diğer prosesler için herhangi bir darboğaz oluşturmamaktadır. Kesinlikle bu darboğaz problemini ortadan kaldırmak için aynı üretim şartları altında diğer etkenlerin hiçbiri değişmeksizin kurtağzı perçinleme montaj operasyonları yapan personel sayısının artırılması gerekmektedir.

Çelik kalas üretimi için parça üretimi için, makinelerin ortalama anlık kullanımları, kuyruktaki parça sayısı ve bekleme süreleri ele alındığında ortaya çıkan sonuç bir kuyruk ve darboğaz gözlemlenmediği yönündedir. Simülasyonlar çelik kalas üretiminin normal işlediğine işaret etmektedir.

Dikme üretimi için parça üretimi için, makinelerin ortalama anlık kullanımları, kuyruktaki parça sayısı ve bekleme süreleri ele alındığında ortaya çıkan kafa sıvama ve kaynak operatörünün önünde malzemelerin beklediği ve kuyruk oluşturduğu yönündedir. Onun dışında bir kuyruk gözlemlenmemektedir. Üretimi oluşturan diğer proseslerde bir darboğaz gözlemlenmemektedir. Kesinlikle bu darboğaz problemini ortadan kaldırmak için aynı üretim şartları altında diğer etkenlerin hiçbiri değişmeksizin kafa sıva ve kaynak operasyonları yapan personel sayısının artırılması gerekmektedir.

Yatay eleman üretimi için parça üretimi için, makinelerin ortalama anlık kullanımları, kuyruktaki parça sayısı ve bekleme süreleri ele alındığında ortaya çıkan perçinleme kaynak operatörünün önünde malzemelerin beklediği ve kuyruk oluşturduğu yönündedir. Onun dışında bir kuyruk gözlemlenmemektedir. Üretimi oluşturan diğer proseslerde bir darboğaz gözlemlenmemektedir. Kesinlikle bu darboğaz problemini ortadan kaldırmak için aynı üretim şartları altında diğer etkenlerin hiçbiri değişmeksizin perçinleme operasyonları yapan personel sayısının artırılması gerekmektedir.

BÖLÜM 4. SONUÇ

Ülkemizde inşaat sektörü oldukça fazla istihdam yaratmaktadır. Ülkemizin ekonomik lokomotif sektörlerinden birisi olan inşaat sektörünün bir alt dalı gibi de düşünülebilecek olan inşaat iskelesi üretimi de inşaat sektörü ile benzer özellikleri taşımaktadır. Böylesine cazip ve güncel bir işkolu olmasına rağmen işletmeler arasında plansız yatırımlar, kısıtlar, maliyetlerdeki artışlar, kurumsallaşmama ve buna bağlı plansız büyüme, üretimdeki aksaklıklar, müşteri beklentilerini ve taleplerini karşılayamama ve buna bağlı kalite problemleri iskele üretim sektöründe bulunan işletmeler için en büyük tehditlerdir.

Birçok işletmede olduğu gibi iskele üretim sektöründe de kaynakların etkin bir şekilde kullanılmaması ve bununla birlikte maliyetlerin azaltılması ulaşılmak istenilen en önemli hedeflerden biridir.

İskele üretimi hammadde ve yarı mamulün işletme içerisine girişinden tüm üretim süreçlerinin tamamlanarak sevke hazır hale getirildiği tüm süreçleri kapsar. Üretim anlamında üretim miktarlarında yıllık inşaat alanına göre doğru oranlı artışlar gözlemlendiğinde de sanayide büyük bir yeri olduğu anlaşılmaktadır.

Dünya üzerinde de rekabetin gözlemlendiği iskele üretiminde sektöründe merdiven altı diye adlandırılan üretimlerden çok markalaşma, kurumsallaşma adı altında yenilikler görülmektedir.

Bu tezin çalışma amacı iskele üretimi işletmesinde simülasyon yardımı ile süreç iyileştirmedir. Bu kapsamda iskele üretimi yapan bir firma ele alınmış ve bu işletmenin üretimdeki aksaklıklar tespit edilmiş ve bunların ortadan kaldırılması üzerinde çalışılmıştır.

İşletme içerisinde kaynakların etkin kullanılmaması, verimsiz ve yetersiz işgücü, darboğaz noktalarının giderilmemesi, kayıp zamanlardaki artış, ürün bekleme sürelerindeki artışlar, termin sürelerine uyulmaması, kalite problemlerinin görülmesi ve müşteri memnuniyetinin sağlanamaması önemli aksaklıklara yol açmaktadır.

İşletme içerisindeki mevcut durumda karşılaşılan sorunların ortadan kaldırılmasına ve gelecek durum simülasyon modelleri için önerilerde bulunulmuştur.

Gelecek durum simülasyon modelleri için tespit edilen darboğaz noktaları değerlendirilmiştir.

Bu çalışma iskele sistemi ana parçaları üretimleri üzerinde yapılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın sonuçları önemlidir fakat her işletmenin kendine özgü birtakım beceri ve kabiliyet özellikleri farklılığından dolayı sektör genelinde yorum yaparken dikkatli olunmalıdır. Bu çalışmadan farklı olarak süreç iyileştirmeyi konu edinmiş işletmelerde, uygulamaların gerçekleştirilmesi düşünülebilir.



KAYNAKÇA”

- A.Chung. **Simulation Modeling Handbook A Practical Approach**. New York: CRC Press, 2004
- A.Yurdun Orbak,B.Türker Özalp,Pınar Korkmaz,Nilay Yarkın,Nagihan Aktaş,Aylin Dinçer. *Karışık Modelli Bir Montaj Hattında Hat Dengeleme Çalışmaları*. Yöneyem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 29. Ulusal Kongresi, 2009.
- Atamtürk, Ateş. *Hücreyel İmalat Sisteminde Hücre ve Yerleşim Düzeni Tasarımı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi,Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- Averill M. Law, W. David Kelton. **Simulation Modeling and Analysis**. New York: McGraw-Hill, 2000
- Aydın, Onur Feray. *Süreç İyileştirmede Bilgi Yönetimi Uygulamalarının Kullanılması Üzerine Bir Vaka Analizi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- Aytaç, Pınar. *Tedarik ve Müşteri İlişkilerinin Entegrasyonu Würth GmbH Tedarik Zinciri Uygulaması*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- Banks, Jerry. "Introduction To Simulation," *Proceeding of 2000 Winter Simulation Conference*: 2000.
- Banks, J., J. S. Carson, B. L. Nelson & D. M. Nicol. **Discrete Event System Simulation**. New York: Pearson, 2013
- Başkak, Murat. "Montaj Hatlarının Dengelenmesinde Çok Amaçlı Bir Yaklaşım," 1991.
- Beşoğul, Çağdaş. *Öğretmenlerin Mobbinge Maruz Kalma Düzeyleri İle Örgütsel Bağlılıkları Arasındaki İlişki Kocaeli İli Gölçük İlçesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, 2014.
- Bezirci, Gökhan. *Hizmet İşletmelerinde Süreç İyileştirme ve Bir Uygulama*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, 2006.
- Boğaziçi Üniversitesi. "Rehberlik Ünitesi," **Burem**. İstanbul <http://burem.boun.edu.tr>. 2006. (10 Mayıs 2017).
- Bozkurt, Nadir. **Süreç İyileştirme**. Ankara: MPM Yayınları, 2003
- Cillov, Haluk. **İktisadi Olaylara Uygulanan İstatistik Metodları : İndeksler. Zaman Serilerinin Tahlili. İstatistik Münasebetleri, İktisadi İstatistikler**. Gözden geçirilmiş üçüncü baskı. İstanbul: İ.Ü. İktisat Fakültesi, 1972
- Çelikçapa, Feray Odman. **Üretim Yönetimi ve Teknikleri**. Bursa: Alfa Yayın Dağıtım, 2000
- Davenport, Noa, Ruth Distler Schwartz & Gail Pursell Elliott. **Mobbing İşyerinde Duygusal Taciz**. Çev.: Osman Cem ÖnerToy. İstanbul: Sistem Yayınları, 2003

- Delikan, Hakan. *Esnek Üretim Sistemleri ve Üretim İşletmelerinde Uygulaması İle İlgili Alan Araştırması*. Ankara: Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- Ediz Atmaca,S.Şule Girenes. "Literatür Araştırması:Yalın Altı Sigma Metodolojisi," **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**. 24, 2012.
- Erdoğan, Umur. *Süreç İyileştirmede CMMI Modelleri ve Türkiye’de CMMI Modelleri ve Türkiye’de CMMI Uygulamalarının Durumu*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- Eroğlu, Cihan. *süreç İyileştirme ve Bir Uygulama*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- Erol, Serpil. "Yalın Yaklaşım ve Yalın Üretim," **Kalkınmada Anahtar Verimlilik**. 278: 18, 2012.
- Evans, James R. **Production/Operations Management Quality Performance and Value**. USA: West Publishing Company, 1997
- F.Yeşim Kalender,M.Mustafa Yılmaz,Orhan Türkbey. "Montaj Hattı Dengeleme Problemine Bulanık Bir Yaklaşım," **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**. ss. 129-138, 2008.
- Fatma Gözde AYTEKİN,Hülya Yörükoğlu, Gülşen Akman. "Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı İle Kurumsal Bilgi Teknolojileri Yönetimi Talep Sistemlerinin İyileştirilmesi," **Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi**. 4, 2: 41, 2012.
- Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman . **Introduction To Operations Research**. San Francisco: Holden Day, 1980
- Gaga, Onur. *Süreç Analizi ve Süreç İyileştirme Metodolojisi ve Kısıtlar Teorisi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- Gürdoğan, Nazif. **Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama ve Demir Çelik Endüstrisinde Bir Uygulama**. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Yayınları, 1981
- Hadi Gökçen,Kürşad Ağpak. "Hat Dengelemede Yeni Bir Felsefe Paralel Montaj Hatlarının Eş Zamanlı Dengelenmesi," **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknoloji Dergisi**. ss. 131-140, 2004.
- Hakan Kağrıoğlu, Sinan Aydın,Servet Hasgül,A.Sermet Anagün. **Üretim Yönetimi**. Eskişehir: Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2012
- Harrington, H.James. **Business Process Improvement: The Breakthrough**. New York: McGraw-Hill., 1991
- Jerry Bank,John S. Carson. **Discrete-Event System Simulation**. New Jersey: Prentice Hall, 1984
- Karasar, Niyazi. *Araştırma Yöntemleri Ders Notları*. Ankara: A.Ü. Eğitim Fakültesi, 1972.

- Karasar, Niyazi. "Mesleki ve Teknik Öğretimde Araştırma ve Verimlilik," **Mesleki ve Teknik Öğretimde Verimlilik Semineri: M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Müsteşarlığı ve MPM'in işbirliği ile 8-13 Mayıs 1972 tarihleri arasında düzenlenen Seminer Bildiri ve Tutanakları**: 93-105. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi, 1973.
- Karasar, Niyazi. "Araştırma Eğitimi," **A.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi**. 7, 1-4: 263-74, 1974.
- Karasar, Niyazi. *Araştırma Eğitimi: Türk Üniversitelerinde Bir Tarama*. Ankara: 1985.
- Karasar, Niyazi. **Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar - İlkeler - Teknikler**. 17. Ankara: Nobel Yayınevi, 2007
- Karasar, Niyazi. **Araştırmalarda Rapor Hazırlama**. 16. Ankara: Nobel Yayınevi, 2011
- Karasar, Niyazi. "Medeniyetin Ortak Paydasında İnsan Olmak: Yeni Bir Bilimsel Algı Çerçevesi," **Ekonomik Toplumsal ve Siyasal ANALİZ Dergisi**. 2: 9-40, 2013.
- Karasar, Niyazi. **Araştırmalarda Rapor Hazırlama**. 18.basım. Ankara: NOBEL Yayın Dağıtım, 2014
- Karasar, Niyazi. **Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar İlkeler Teknikler**. 28.basım. Ankara: NOBEL Yayın Dağıtım, 2015
- Kavcar, Barış. *Simülasyon Yöntemi Kullanarak Yapılan Satış Tahminleriyle Satış Bütçesi Hazırlanması*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2004.
- Keen, Peter G.W. **The Process Edge: Creating Value Where It Counts**. Boston: Harvard Business School Press., 1997
- Kelton, W. D., R. Sadowski & N. Zupick. **Simulation with Arena**. New York: Mc Graw Hill, 2010
- Keskintürk T.,B.Küçük. "Karışık Modelli Montaj Hatlarının Genetik Algoritma Kullanılarak Dengelenmesi," **Yönetim Dergisi**. ss. 52-63, 2006.
- Kobu, Bülent. **Üretim Yönetimi**. İstanbul: Beta Yayınları, 2010
- Koçak, Yüksel & Cavit Yeşilyurt. **Türk Hukuku Bakımından Mobbing. Zeitschrift für die Welt der Türken Journal of World of Turks**. 2014
- Koray Altun, Adem Göleç. "Üretim Kontrol Sistemlerini Kıyaslayıcı Bir Benzetim Çalışması," **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**. ss. 200-207, 2011.
- Küçükkoç, İbrahim. *Karışık Modelli Montaj Hattı Dengelem Problemleri ve Genetik Algoritmalar İle Bir Uygulama*. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- Maria, Anu. "Introduction to Modelling and Simulation.," *Proceedings of the 1997*: 1997.

- Mimaroğlu, Hande. "Örgütlerde Güç Eşitsizlikleri ve Cinsel Taciz," **Çanakkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**. s. 323, 2008.
- Mine Ömürgönülşen, Nilay Şahin. "Üretimde Altı Sigma Yaklaşımının Üretimde Toplam Kalite Yönetimi Anlayışı Çerçevesinde Bir Uygulaması," **Verimlilik Dergisi**. 2012.
- Monks, J. G. **İşlemler Yönetimi**. Çev.: Seviç Üreten. İstanbul: Nobel Yayın Dağıtım, 1996
- Narlı, Yaşar. *Sağlık Sektöründe Hasta Memnuniyetini Arttırıcı Süreç İyileştirme Çalışmaları Üzerine Örnek Bir Uygulama: Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi Örneği*. Konya: Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- Ocak, Serhat. *Öğretmenlerin Duygusal Taciz (Mobbing)'E İlişkin Alguları (Edirne İli Örneği)*. Yüksek Lisans Tezi. Eğitim Yönetimi ve Denetimi. Edirne: Trakya Üniversitesi, 2008.
- Ozan Büyükyılmaz, Serhan Gürkan. "Süreçlerde En Zayıf Halkanın Bulunması: Kısıtlar Teorisi," **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**. 5, 9: 177-195, 2009.
- Özçakar, Necdet. "Esnek İmalat Sistemleri Yönetim," **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi**. ss. 35-45, 1997.
- Özdemir, Ali İhsan. "Tedarik Zincirinin Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları," **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi**. 23: 87-96, 2004.
- Özer, Orhan. "Toyota Üretim Sistemi Yalın Üretim Sisteminin En Önemli Uygulamasıdır," **Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi**. 278: 24, 2012.
- Reichert, Elisabeth. **Workplace Mobbing: A New Frontier for the Social Work Profession. Professional Development: The International Journal of Continuing Social Work Education**. 2003
- Robert E. Shannon, Randall P. Sadowski, C. Dennis Pegden Claude Dennis Pegden. **Introduction to Simulation Using Siman**. New York: McGraw-Hill, 1995
- S. Anil Kumar, Byrana Nagappa Suresh. **Production and Operations Management**. New Delhi: New Age International Limited Publishers, [t.y.]
- Sarıaslan, Halil. **Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği**. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Yayınları, 1986
- Scott, William A & Michael Wertheimer. **Introduction to Psychological Research**. New York: John Willey and Sons, 1962
- Sezen, Bülent. *Üretim Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar*. Ankara: Efil Yayınevi, 2011.
- Sezer, Bülent. *Software Engineering Process Improvement*. Ankara: The Middle East Technical University Master's Thesis, 2007.

- Sinanoğlu, Samim, Tahsin Saraç & Emin Özdemir. **Batı Kaynaklı Sözcüklere Karşılık Bulma Denemesi I**. Ankara: Türk Dil Kurumu, 1972
- Sloan, Lacey M., Tom Matyok, Cathrine Schmitz & Glenda F. Lester Short. "A Story to Tell: Bullying and Mobbing at Workplace," **International Journal of Business and Social Science**. ss. 87-97, 2010.
- Soba, Mustafa. *Esnek Üretim Sistemlerinin İşletme Performanslarına Etkileri ve Vestel Elektronik A.Ş. Örneği*. Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 2006.
- Şevkinaz Gümüşoğlu, M. Hulusi Demir. **Üretim Yönetimi**. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım, 2009
- Tekin, Mahmut. **Üretim Yönetimi**. Konya: Günay Ofset, 2005
- Tekin, Mahmut. **Üretim Yönetimi**. Konya: Günay Ofset, 2006
- Tokcan, Tuğçe. *Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirme Teknikleri, Gıda İşletmesinde Bir Uygulama*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- Turabian, Kate L. **A Manual for Writers Of Term Papers, Theses, and Dissertations**. 8th edition. Chicago: The University of Chicago, 2013
- Turan Pekmezci, Cemalettin Demireli. "Esnek Üretim Sistemleri: Esnek Üretim Sistemlerinin Tekstil İşletmelerinde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma," **Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**. 6, 1: 133-134, 2005.
- Üreten, Sevinç. **Üretim/İşlemler Yönetimi Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri**. Ankara: Gazi Kitabevi, 2002
- Yamak, Oygur. **Üretim Yönetimi Sistemler, İlkeler ve Teknikler**. İstanbul: Alfa Basım Yayım, 1994
- Yılmaz, Hasan. *Doğrusal Programlama Tekniği İle Üretim Planlamasının Mobilya Sektöründe Uygulaması*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- Yüzüğüllü, Nihat. *Üretim Yönetimi ve Üretim Planlaması Ders Notları*. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, 1998.

