



T.C.

BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

**TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM
SİSTEMLERİNİN VE TEDARİKÇİ CEVAP
VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP
VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ**

Gülşah GENEŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Erdinç KOÇ

Bingöl-2021

T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA

TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM
SİSTEMLERİNİN VE TEDARİKÇİ CEVAP
VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP
VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ

Gülşah GENEŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Erdinç KOÇ

Bingöl-2021

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	v
TEZ KABUL VE ONAY	vii
ÖNSÖZ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ixx
KISALTMALAR	x
TABLO LİSTESİ	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM SİSTEMLERİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ

1.1. ÜRETİMİN TANIMI	4
1.2. ÜRETİMDE YAŞANAN DÖNÜŞÜM.....	5
1.3. ÜRETİM SİSTEMLERİ.....	8
1.4. ÜRETİM SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	9
1.4.1. Emek Yoğun Üretim.....	10
1.4.2. Seri Üretim.....	11
1.4.3. Kitlesel Bireyselleştirme Üretim	12
1.4.4. Küresel Üretim.....	13
1.5. ÜRETİM PARADİGMALARINI HAYATA GEÇİREN TEKNOLOJİLER	15
1.5.1. Özel Üretim Hatları (DML).....	16
1.5.2. Esnek Üretim Sistemleri (FMS)	17

1.5.3. Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri (RMS).....	19
1.5.3.1. RMS'nin Özellikleri	21
1.5.3.2. RMS'nin Sistem Mimarisi.....	23
1.5.3.2.1. RMS'nin İşleme Sistemleri: Tekrar Konfigüre Edilebilir Makineler (RM) ve Takım Tezgâhları (RMT)	24
1.5.3.2.2. Tekrar Konfigüre Edilebilir Fikstür Sistemleri.....	27
1.5.3.2.3. Tekrar Konfigüre Edilebilir Montaj Sistemleri	29
1.5.3.2.4. Tekrar Konfigüre Edilebilir Malzeme Taşıma Sistemleri	31
1.5.3.2.5. Tekrar Konfigüre Edilebilir Kontrol Sistemleri	32
1.6. CEVAP VEREBİLİRLİK	33
1.6.1. Cevap Verebilirliğin Tanımı.....	33
1.6.2. Cevap Verebilirliğin Bileşenleri	34
1.6.3. Üretim Sistemlerinin Cevap Verebilirliğe Etkisi.....	35
1.6.4. RMS'nin Cevap Verebilirliğe Etkisi.....	37

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ

2.1.TEDARİK ZİNCİRİ TANIMI	39
2.2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	41
2.3. ÜRETİM İŞLETMELERİNDE TEDARİK ZİNCİRİ	43
2.4. ÜRETİM İŞLETMELERİNDE TEDARİK ZİNCİRİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİ	45
2.4.1. Operasyonel Cevap Verebilirlik	48
2.4.2. Lojistik Cevap Verebilirlik	51
2.4.2.1. Sipariş Karşılama Planlaması	53
2.4.2.2. Üretimi Yürütme.....	55

2.4.2.3. Dağıtım Yönetimi	56
2.4.2.4. Çapraz Uygulama Entegrasyonu	57
2.4.3. Tedarikçi Cevap Verebilirliği	58
2.5. TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİ İLE İLİŞKİSİ	59
2.5.1. Hız.....	61
2.5.2. Hacim.....	62
2.5.3. Kalite.....	63
2.5.4. Esneklik	64
2.5.5. Yenilikçilik	65
2.6. TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM SİSTEMLERİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	66
2.7. TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR	71

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM SİSTEMLERİNİN VE TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİNİ DEĞERLENDİREN BİR ARAŞTIRMA

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	75
3.2. ARAŞTIRMANIN ANAKÜTLESİ VE ÖRNEKLEMİ	77
3.3. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLER	78
3.4. VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ VE KULLANILAN ÖLÇEKLER.....	79
3.5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI	81
3.5.1. Frekans Analizi	81
3.5.2. Güvenilirlik Analizi	88
3.5.3. Ölçeklere İlişkin Geçerlilik Analizleri.....	90

3.5.3.1. Yapı Geçerliliği	90
3.5.3.1.1. Açıklayıcı Faktör Analizi	91
3.5.3.1.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi	96
3.5.4. Yapısal Eşitlik Modellemesi	102
SONUÇ.....	106
KAYNAKÇA	110
EKLER.....	136
Ek-1: Anket Formu.....	136
ÖZGEÇMİŞ.....	136

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım *Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemlerinin ve Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi* adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

20 / 04 / 2021

Gülşah GENEŞ

TEZ KABUL VE ONAY

BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Gülşah GENEŞ tarafından hazırlanan *Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemlerinin ve Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi* başlıklı bu çalışma, [*Savunma Sınavı Tarihi*] tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda [*oybirliği/oy çokluğuyla*] başarılı bulunarak jürimiz tarafından *İşletme Anabilim Dalı*'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ (Unvanı, Adı ve Soyadı)

Başkan : İmza:

Danışman : İmza:

Üye : İmza:

ONAY

Bu Tez, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../ 2021 tarih ve sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Unvanı Adı Soyadı

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimim boyunca benden desteğini esirgemeyen, tezimin hazırlanma sürecine yön veren, tez yazım sürecinin her aşamasında düşünce ve önerileri ile yol gösteren, bana kıymetli vaktini ayıran, her aradığımda sabır ve anlayış ile sorularıma cevap veren, eksikliklerim konusunda beni uyararak ve bu eksiklikleri gidermemeye yardım eden, bana faydalı olabilmek için elinden gelen her şeyi yapan ve en büyük şansım olan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Erdinç KOÇ'a en içten saygılarımı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gülşah GENEŞ

ÖZET

Tezin Başlığı: Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemlerinin ve Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi

Tezin Yazarı: Gülşah GENEŞ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Erdiñ KOÇ

Anabilim Dalı: İşletme

Bilim Dalı: Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Kabul Tarihi:

Sayfa Sayısı: 155 sayfa

Bu çalışmada, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisi incelenmektedir. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, ürün cevap verebilirliğine etkisinin ele alındığı bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Benzer şekilde, tedarikçi entegrasyonunun ve tedarikçi ilişkilerinin ele alındığı çalışmalara karşın; tedarikçi cevap verebilirliğinin ürün cevap verebilirliğine etkisi araştırılmamıştır. Bu nedenle çalışmanın amacı, ilgili literatürdeki bu boşluğu doldurulmak ve literatüre katkı sağlamaktır. Bu doğrultuda tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ürün cevap verebilirliğine etkisi ve tedarikçi cevap verebilirliğinin ürün cevap verebilirliğine etkisi olmak üzere iki ayrı hipotez oluşturularak, bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, Türkiye’de imalat sektöründe faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli işletmelerin üst düzey yöneticilerine, 397 anket uygulanmıştır. Daha sonra, anket çalışmasından elde edilen veriler ile güvenilirlik analizi ve yapı geçerliliği test edilerek; açıklayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi sonuçları sunulmuştur. Ayrıca, yapısal eşitlik modeli kullanılarak araştırma modeli sınanmıştır. Sonuç olarak, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile ürün cevap verebilirliği arasında olumlu yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Aynı zamanda, tedarikçi cevap verebilirliği ile ürün cevap verebilirliği arasında da olumlu yönde bir ilişki tespit edilerek, hipotezler doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri, Tedarikçi Cevap Verebilirliği, Ürün Cevap Verebilirliği

ABSTRACT

Title of the Thesis: Impact of Reconfigurable Production Systems and Supplier Responsiveness on Product Responsiveness
Author: Gülşah GENEŞ
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Erdinç KOÇ
Department: Business Administration
Sub-field: Production Management and Marketing
Admission Date:
Number of Pages: 155 page
<p>In this study, the effect of reconfigurable production systems and supplier responsiveness on product responsiveness is examined. There is no study in the literature that discusses the effect of reconfigurable production systems on product responsiveness. Similarly, despite the studies on supplier integration and supplier relations; The effect of supplier responsiveness on product responsiveness has not been investigated. Therefore, the aim of the study is to fill this gap in the relevant literature and to contribute to the literature. In this direction, two different hypotheses have been created, namely the effect of reconfigurable production systems on product responsiveness and supplier responsiveness on product responsiveness and an application has been implemented. First, operating in the manufacturing sector in Turkey, medium and large-sized businesses, senior executives questionnaire was administered to 397. Then, the data obtained from the survey study, reliability analysis, explanatory factor analysis and confirmatory factor analysis results are presented. In addition, the research model was tested using the structural equation model. As a result, it has been determined that reconfigurable production systems positively affect product responsiveness. At the same time, it was determined that supplier responsiveness also positively affected product responsiveness, and the hypotheses were confirmed.</p>
Key Words: Reconfigurable Production Systems, Supplier Responsiveness, Product Responsiveness

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Acatech	Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi
CB-SEM	Kovaryans Tabanlı Yapısal Eşitlik Modellemesi
CFI	Karşılaştırmalı Uyum İndeksi
CNC	Esnek Takım Tezgâhları
DML	Özel Üretim Hatları
DMT	Özel Takım Tezgâhları
DRP	Dağıtım Kaynak Planlaması
ERC-RMS	RMS için Mühendislik Araştırma Merkezi
FMS	Esnek Üretim Sistemleri
FTL	Tam Kamyon Yüğü
GM	General Motors
GFI	Uyum İyiliği İndeksi
KMO	Kaiser Meyer Olkin
MRP	Üretim Kaynak Planlaması
NFS	ABD Ulusal Bilim Vakfı
OCP	Açık Kontrol Platformu
RAM	Tekrar Konfigüre Edilebilir Montaj Makinesi
RIM	Tekrar Konfigüre Edilebilir Kontrol Makinesi
RM	Tekrar Konfigüre Edilebilir Makineler
RMSEA	Tahminin Kök Hata Kareler Ortalaması
RMS	Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri
RMT	Tekrar Konfigüre Edilebilir Takım Tezgâhları
SRMR	Standartlaştırılmış Kök Artık Kareler Ortalaması

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. Üretim Sistemlerinin Özellikleri.....	10
Tablo 1.2. DMT, CNC ve RMT Özelliklerinin Karşılaştırılması	26
Tablo 1.3. Özel, Esnek ve Tekrar Konfigüre Edilebilir Fikstürlerin Karşılaştırılması.....	28
Tablo 2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi Faaliyetleri.....	43
Tablo 2.2. Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemlerinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar	69
Tablo 2.3. Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	73
Tablo 3.1. Anakütleye Göre Örneklem Hesaplaması	77
Tablo 3.2. Araştırmada Kullanılan Ölçekler ve Kaynakları	80
Tablo 3.3. Frekans Tablosu.....	81
Tablo 3.4. Araştırmada Kullanılan Ölçek Maddelerinin Cevap Dağılımı	84
Tablo 3.5. Ölçeklere Ait Güvenilirlik İstatistikleri	89
Tablo 3.6. Döndürme Sonrası Faktörler ve Madde Yük Değerleri.....	93
Tablo 3.7. Açıklanan Toplam Varyans	95
Tablo 3.8. Uyum Ölçütleri	98
Tablo 3.9. Ölçüm Modeli İçin Uyum Ölçütleri	99
Tablo 3.10. Teorik Modeldeki Hipotezlerin Sonuçları	105

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Üretim Sistemleri Şeması.....	9
Şekil 1.2. Üretim Sistemlerinin Amaçları ve Bunları İçeren Tesis	15
Şekil 1.3. RMS'nin Ford Windsor Fabrikasına Yerleştirilmesi	20
Şekil 1.4. Sistem Organizasyonu ve Tekrar Konfigüre Edilebilir Kaynaklar ..	23
Şekil 1.5. Modüllerin Değiştirildiği Bir RMT	26
Şekil 1.6. Punta Kaynak Fikstürü	29
Şekil 1.7. Üretim Sistemlerinin Cevap Verebilirliği	36
Şekil 2.1. Tedarik Zinciri.....	39
Şekil 2.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Öncelikleri ve Sonuçları	41
Şekil 2.3. Üretim Operasyonlarında Cevap Verebilirlik	49
Şekil 2.4. Üretim İşletmelerinin Operasyonel Performans Belirleyicileri	50
Şekil 2.5. Lojistik Cevap Verebilirliğinin Unsurları	53
Şekil 2.6. Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliği ile İlişkisini Etkileyen Faktörler	61
Şekil 3.1. Araştırma Modeli	79
Şekil 3.2. Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Veriler	100
Şekil 3.3. Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin T Değerleri	101
Şekil 3.4. Yapısal Eşitlik Modellemesinin Standardize Edilmiş Sonuçları....	103
Şekil 3.5. Yapısal Eşitlik Modellemesine Ait T Değerleri.....	104

GİRİŞ

Rekabet olgusunun yoğun olarak yaşandığı günümüz küresel pazarlarında, her şey çok hızlı ve ani bir şekilde değişmektedir. Üretim teknolojisinde meydana gelen gelişmeler nedeniyle kısa yaşam döngüsüne sahip ürünler hızla artmakta ve ürün yelpazesi sürekli olarak genişlemektedir. Küresel pazarlarda rekabet eden işletmeler ise öngörülmeven pazar değişiklikleri ve sürekli değişen müşteri talebi ile karşı karşıya kalmaktadır (Maskell, 2001, s.6). Bu durumda işletmelerin, pazar talebine cevap verebilecek üretim sistemi bileşenlerini belirleyecek ve bu bileşenler arasındaki etkileşimi sağlayacak üretim stratejilerini geliştirerek (Bellgran ve Säfsten, 2009, s.38); yüksek kaliteli, uygun maliyetli, düşük hacimli ve kişiye özel ürünler üretmeleri gerekmektedir (Maskell, 2001, s.6).

İşletmeler, küresel ekonomide başarılı olmak için ürün değişikliklerine cevap verebilecek bir üretim sistemine ve tedarik zinciri işlevselliğine ihtiyaç duymaktadır (Koren, 2010, s.1). İmalat sektöründeki işletmelerin, sistem kurulumunu gerçekleştirirken konfigüre edilebilir araçları ve çalışma yöntemlerini kullanması, ürün değişikliklerine zamanında cevap verebilecek üretim sistemlerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Bellgran ve Säfsten, 2009, s.3). Ürün cevap verebilirlik yeteneğine sahip üretim sistemlerinin yanı sıra tedarik zincirine işlevsellik kazandıran tedarikçilerin de ürün cevap verebilirlik yeteneğine katkısı bulunmaktadır. Bu doğrultuda ürünlerdeki inovasyonu karşılayabilen, yeni ürünleri hızlı bir şekilde sunabilen ve hacim değişikliği yapabilen tedarikçilerin seçilmesi ürün cevap verebilirlik yeteneğini artırmaktadır (Lummus vd., 2003, s.7). Böylece, üretim sistemleri ve tedarikçilerle olan ilişkiler ürün değişikliklerine cevap verebilecek şekilde entegre edilerek (Türker vd., 2005, s.459); pazarın ihtiyacına uygun ürünler üretilmekte ve aynı zamanda ürünlerin uluslararası boyutta üretimi gerçekleştirilmektedir (Koren, 2010, s.2).

Uluslararası boyutta üretimi gerçekleştirebilen esnek ve entegre üretim sistemlerinin gelişim sürecine; artan rekabet ve teknolojik gelişmeler ile birlikte birçok etkenin katkısı bulunmaktadır. Üretim sistemleri, 1850 yıllarında zanaat üretimi adı verilen ve küçük atölyelerde gerçekleştirilen üretim modeli ile gelişmeye başlamıştır (Çetin ve Altuğ, 2005, s.302). Ancak zanaat üretimi, 1900'lü yılların başında değişen

pazar ihtiyacını karşılamak için geliştirilen seri üretimin kullanılması ile önemini kaybetmiştir (Özmez, 2006, s.11). Seri üretimde, sınırlı girdiler kullanılarak yüksek miktarda üretim gerçekleştirilmiştir (Hu, 2013, s.5). Seri üretim ile birlikte 1980’li yıllarda kitlesel bireyselleştirme üretimi önem kazanmıştır (Koren, 2010, s.28). Seri üretimin sadece tek tip ürünle sağladığı hat dengeleme sistemi, kitlesel bireyselleştirme üretimiyle esnetilmiştir. Kitlesel bireyselleştirme üretiminde, düşük hacim ve daha fazla çeşitlilikle, sipariş üzerine üretim yapılarak müşteri ihtiyaçları karşılanmıştır (Tseng vd., 2017, s.2-3). Aynı zamanda 1980’li yıllarda yaşanan küreselleşme süreci, küresel üretimi teşvik etmiştir (Çaşkurlu, 2010, s.49). Küresel üretimde ise üretim müşteri ihtiyacına göre zamanında ve uygun maliyetle gerçekleştirilerek, kısa teslim süresi rekabet avantajı sağlamıştır (Koren, 2010, s.30-31).

Geçmişten günümüze kadar olan süreçte, üretim; emek yoğun üretim (zanaat üretimi), seri üretim, kitlesel bireyselleştirme üretimi ve küresel üretim olmak üzere dört aşamadan geçmiştir. Aynı zamanda bu üretim paradigmalarını hayata geçiren teknolojiler ile üretim sistemleri oluşturulmuştur. İlk olarak zanaat üretiminin yapıldığı küçük atölyelerde, üretimi gerçekleştirmek için elektrikle çalışan takım tezgâhları kullanılmıştır. Daha sonra seri üretimin, tek tip ürün ve yüksek hacimli üretimini gerçekleştirmek için “Özel Üretim Hatları (DML)” kurulmuştur. Ancak kitlesel bireyselleştirme üretimine duyulan ihtiyaç nedeniyle “Esnek Üretim Sistemleri (FMS)” oluşturulmuştur. DML’nin hat dengelemesi ve FMS’nin maliyetli bir sistem oluşu nedeniyle de küresel üretimi gerçekleştiren ve üretim sistemlerinin son teknolojisi olan “Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri (RMS)” geliştirilmiştir.

1996 yılında Dr. Koren “Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri” adını verdiği yeni bir sistem tasarlamıştır. Dr. Koren, bu sistemi hayata geçirebilmek için “Mühendislik Araştırma Merkezini” kurarak, RMS’nin bilim tabanını oluşturmuştur. Tüm üretim sistemlerinin ana hedefi olan maliyet, ürün kalitesi ve cevap verebilirlik RMS ile sağlanmaktadır. RMS’de hat içi denetim istasyonları kurularak ürün kalitesi korunmakta, böylece artan ürün kalitesi ve düşük maliyetle üretim gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda RMS tasarımındaki, yükseltilebilir kapasite ve değiştirilebilir işlevsellik ile ürün talebinde öngörülmeleyen değişikliklere cevap

verebilme yeteneği geliştirilmektedir. RMS mimarisi ile üretkenlik artırılmakta ve üretim sisteminin ömrü uzamaktadır. Ayrıca RMS kullanılarak, uzun yıllar boyunca rekabetçi fiyatlarla ürün tedariki sağlanmaktadır (Koren vd., 2018, s.121-122).

Esnek bir RMS’de, üretimin kesintisiz bir şekilde gerçekleşmesi için gereksinimlerin zamanında tedarik edilmesi gerekmektedir (Öztürk vd., 2012, s.2). Bu anlamda tedarikçi cevap verebilirliğinin, artan üretim hacminin değiştirilmesine ve kapasite esnekliğinin sağlamasına önemli katkıları bulunmaktadır. Tedarikçiler, hacim dalgalanmalarının yanı sıra ürün karışımındaki dalgalanmalara da uyum sağlamaktadır. Bu doğrultuda tedarikçiler ile kurulan işbirlikçi ilişkiler, tedarikçilerin talepteki değişikliklere cevap verebilme esnekliğini artırmaktadır (Holweg, 2005, s.111).

Bu çalışmanın birinci bölümünde, üretim sistemleri; emek-yoğun üretim, seri üretim, kitlesel bireyselleştirme üretimi ve küresel üretim olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Daha sonra bu üretim sistemlerini hayata geçiren teknolojiler sıralanarak, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerine geçiş aşamalar halinde anlatılmaktadır. Son olarak, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, ürün cevap verebilirliğine etkisi açıklanmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde; tedarik zinciri, tedarik zinciri cevap verebilirliği, operasyonel cevap verebilirlik, lojistik cevap verebilirliği, tedarikçi cevap verebilirliği ve tedarikçi cevap verebilirliğinin ürün cevap verebilirliğine etkisi ifade edilmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisini değerlendiren bir araştırma gerçekleştirilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM SİSTEMLERİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ

1.1. ÜRETİMİN TANIMI

Üretim, insan ihtiyaçlarını karşılayabilecek mal ve hizmetleri elde etmek amacıyla gerçekleştirilen faaliyetlerin tümüdür. Belirli amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen bu faaliyetler ile kıt kaynaklar ve sınırsız ihtiyaçlar arasında bir denge kurmaya çalışılmaktadır. İşletmeler ise bu faaliyetleri gerçekleştirmek üzere kurulmuş birimlerdir. İşletmelerin belirlenen hedeflere rasyonel bir şekilde ulaşabilmeleri için gerçekleştirebilecekleri hedefleri saptamaları, organize olmaları, plan yapmaları, planları bu çerçevede yürütmeleri ve sonuçları denetlemeleri gerekmektedir (Eleren vd., 2003, s.41).

Üretim, üretim faktörlerini kullanarak yeni bir ürün elde etmek şeklinde olabileceği gibi bazen de hizmet şeklinde gerçekleşebilmektedir. Hizmet, maddi bir niteliği olmayan ve kullanıldığında fayda sağlayan iktisadi bir faaliyettir. Ürün, sunulan hizmetlerin sonucunda oluşmaktadır. Üretim faktörleri ise üretimin gerçekleşmesine doğrudan ya da dolaylı katkı sağlayan bütün unsurlardır. Üretim faktörleri bir araya getirilerek mal ya da hizmet üretilmektedir. Ancak üretim faktörleri, ürünün niteliği ve zamanın koşullarına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Genel olarak üretim faktörleri; emek (işgücü), sermaye, doğal kaynaklar, girişimci ve teknoloji şeklinde sınıflandırılmaktadır. Emek; insanların üretime, fiziki ve zihni yönüyle her şekilde katkı sağlamasıdır. Üretim sürecinde işçi olarak çalışan, idareci olarak işletmeyi yöneten, hatta patron pozisyonunda üretime katılan bireyler arasında herhangi bir fark bulunmamaktadır. Sermaye; para ve paranın satın alabildiği makine ve teçhizattan oluşmaktadır. Sermayeyi, üretime katkı sağlayan her türlü maddi ve maddi olmayan unsurlar olarak tanımlamak da mümkündür. Doğal kaynaklar; etrafımızda gördüğümüz, duyduğumuz ve varlığını hissettiğimiz her türlü pozitif değerlerden oluşmaktadır. Bunların bir kısmı hiçbir işleme tabi tutulmadan yararlanılabilen tabii varlık özelliği taşıırken, bir kısmı ise bir veya birden fazla üretim sürecine dahil olduktan sonra kullanım özelliği kazanmaktadır. Girişimci; mal ya da hizmet üretebilmek için üretim faktörlerini, belirli miktarda ve yapıda bir araya getirerek

üretim sürecine dahil eden kişidir (Karagül, 2014, s.1-8). Teknoloji; hızla değişen çevreye uyumu ve artan talebe yeterli ölçüde cevap verebilmeyi sağlayan, ürünlerin üretimi için gerekli olan teknik bilgi ve yetenektir. Üretim teknolojileri, değişime uyum sağlamada ve rekabette ön plana çıkmaktadır (Aydoğan ve Semiz, 2004, s.116).

1.2. ÜRETİMDE YAŞANAN DÖNÜŞÜM

İnsanlar, insanlık tarihinin başlangıcından itibaren, daha uygun koşullarda yaşamlarını sürdürebilmek için üretime ihtiyaç duymuştur. Süreç içerisinde nüfusun artması ve toplumsal yapıdaki değişim ile birlikte, ekonomi de gelişmiştir. Üretim faktörleri, ekonomide üretimin gerçekleşmesi için önemli bir yere sahiptir. Ancak teknolojik gelişmeler, son derece yavaş ilerlemiştir. Böylece üretim yönetimi modern niteliğine, Sanayi Devrimi sonrasında kavuşmuş ve “fabrikasyon sistemi” ile birlikte gelişme göstermiştir (Tanrıverdi, 2011, s.10-11). Üretim sistemlerinin tarihsel gelişimi 18. yüzyıldan itibaren birçok aşamadan geçmiştir:

1711 yılında Thomas Newcomen tarafından ilk buhar tulumbası yapılmıştır. Bu makine maden kuyularında biriken suyu çıkarmak için kullanılmıştır. Ancak James Watt, Newcomen’in bulduğu buhar makinesi üzerine deneyler yaparak, bu makinenin çok fazla yakıt, buhar ve ısı harcadığı sonucuna ulaşmıştır. Newcomen’in makinesi ile kuyulardan gerektiği kadar su çekilmediği için bu anlamda Watt’ın geliştirdiği buhar makinesi daha etkili olmuştur. Watt’ın buluşu, sanayide buhar makinelerinin kullanımı açısından bir devrime yol açmıştır. Böylece İngiltere maden ve kömür bakımından zengin olarak, bütün dünya ülkeleri üzerinde egemenlik sağlamıştır (Töz ve Müh, 1988, s.37-38).

1776 yılında Adam Smith tarafından etkinlik ve verimliliğin, “iş bölümü ve uzmanlaşma” ile sağlanabileceği fikri ortaya atılmıştır (Ergeneli, 1995, s.187). İş bölümü ve uzmanlaşma kuramı ile birlikte, işlerin parçalara ayrıldığı ve her işçinin sadece bir işi yaptığı daha verimli çalışabileceği düşüncesi geliştirilmiştir. Smith’e göre emeğin üretici gücü, iş bölümünün sağlandığı oranda artmıştır. Aynı sayıdaki işgücünün, iş bölümü sonucunda, iş miktarında sağlayabildiği büyük orandaki artış, üç nedenden kaynaklanmıştır: Birincisi, sürekli aynı iş yapıldığı için her işçide el yatkınlığının artmasıdır. İkincisi, bir işten ötekine geçerken yitirilen vakitten, aynı işi yaparak tasarruf edilmesidir. Üçüncüsü ise bir işçiye, birden çok işi yapabilme

olanağını sağlayan ve işi kolaylaştırıp kısaltan çok sayıda makinenin icat edilmiş olmasıdır (Bakkalbaşı, 2017, s.438-441).

1793 yılında Eli Whitney tarafından “standardizasyon hareketi” iş yönetimine tanıtılmıştır. Standardize edilmiş parçalar, üretildiği yere bakılmaksızın, kullanıldığı yerde istenen işleve sahip parçalardır. Belirli yerlerde üretilen bu parçalar, daha düşük maliyetle ve büyük miktarda üretilmiştir. Böylece herkes kendi parçasını üretme zorunluluğundan kurtulmuştur. Ayrıca standardize parçalar, üretimi hızlandırmış ve ucuz işgücüne geçişi sağlamıştır. Whitney’in geliştirdiği bu hareket ile üretim literatürüne yedek parça, montaj, parça değiştirme gibi kavramlar girmiştir (Kayacan vd., 2016, s.156).

1911 yılında Frederic Winslow Taylor tarafından “Bilimsel Yönetim Teorisi” geliştirilmiştir. Taylor çalışmalarının büyük bir kısmını üretim atölyelerinde gerçekleştirmiş ve işçileri çalışma ortamında en ince ayrıntısına kadar incelemiştir. Üretim sürecini bilimsel kurallara bağlamayı amaçlamıştır. Taylor’a göre bir işin nasıl yapılması gerektiği, yönetim tarafından birtakım kurullarla belirlenmeli ve en küçük ayrıntılarıyla çalışanlara öğretilmelidir. Böylece üretim süreci daha etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilecektir. Taylor geliştirdiği ilkelerle; çağdaş işletme yönetimine, iş örgütlenmesine ve bunun sonucu olarak da üretim teknolojisine büyük katkıda bulunmuştur (Köroğlu ve Koç, 2017, s.4-6).

1913 yılında Henry Ford tarafından geliştirilen montaj hatları ile “Model T” adlı araba modeli, seri olarak üretilmeye başlanmıştır. Her işçi montajın sadece bir alanında çalışmış ve böylece üretim süresinde azalma görülmüştür. “Fordizm” adı verilen bu üretim sistemi sayesinde üretim hızlanmış, piyasadaki ürünlerin fiyatı düşmüş ve ürünlerin daha geniş kitleler tarafından elde edilmesi sağlanmıştır (Kayacan vd., 2016, s.156-157).

1917 yılında Frank B. Gilbert ve Lillian M. Gilbert tarafından “Hareket Etüdü Sistemi” geliştirilmiştir (Leblebici ve Erkul, 2008, s.281). Hareket ekonomisi ilkeleri, insan vücudunun hareketlerinin kontrolünü sağlamayı amaçlamıştır. Hareket ekonomisi, sadece insan hareketlerinin değil, araç ve gereçlerin, aslında tüm objelerin ekonomik kullanılmasıdır. Hareket ekonomisi ilkeleri uygulandığında, işçiler daha az yorulmuş ve enerjileri daha az kaybolduğu için iş yerlerindeki performansları daha

fazla artmıştır. Böylece enerjiden tasarruf edilerek başka alanlara enerji aktarımı gerçekleşmiş, ürün ve hizmet üretiminde artış görülmüştür (Erden vd., 2016, s.27-28).

1980’li yıllarda kitle üretimini ve düşük maliyeti kullanarak eski rekabet anlayışı ile rekabet etmeye çalışan bazı ülkeler; yeni rekabet anlayışı ile ürün çeşidini artıran, ürün kalitesini yükselten ve bunları düşük maliyetle üreten Japonya gibi ülkeler tarafından geride bırakılmıştır. ABD, otomobil pazarı gibi birçok pazarda hakimiyetini kaybetmiştir (Corrêa, 2001, s.3). Japonları kitlesel üretimden ayıran üretim modeli “Toyota Üretim Modeli” olarak adlandırılmıştır (www.medium.com). Bu model ile Japonya’da temelleri atılan “yalın üretim”; sıfır hata ve sıfır stok prensibini benimseyerek, kaynakları verimli kullanmayı ve maliyetleri azaltmayı hedeflemiştir. Yalın üretim ile ürün çeşidi artmış, daha fazla ürün daha düşük maliyetle üretilmiş ve bu da işletmeleri bir adım ileriye taşımıştır (Ersöz vd., 2020, s.801-802).

1990’lı yıllarda işletmelerde “Toplam Kalite Yönetimi” uygulaması ön plana çıkmıştır (Yılmaz, 2003, s.259). Toplam kalite yönetimi, dünyanın en büyük ekonomi ve sanayi devlerinden biri olan Japonya’da gelişim göstermiştir. Üretilen ürünlerin yüksek kalite ile üretilmesi konusunda W. Edward Deming ve Joseph M. Juran’ın çalışmaları etkili olmuştur (Köksal, 1998, s.41). Toplam kalite yönetimi anlayışı, müşteri ihtiyaçlarını karşılama sürecinde sıfır hata prensibi ile kusursuzluğu sürekli kılmayı hedefleyerek, bu sürekliliği işletmenin iç ve dış çevresinin katılımıyla gerçekleştirmiştir. Bu yönetim anlayışının başarısı; insan unsurundan en verimli şekilde yararlanmanın yolunu bulmaya çalışarak, kalite odaklı örgüt kültürünü oluşturarak, etkinlik ve verimlilik ile örgüte takım ruhu kazandırarak sağlanmıştır (Çoban, 2004, 85-87).

2000’li yıllar bilgi çağı olarak kabul edilmiştir. Ülkeler arası ticari ve sosyal ilişkiler gelişmiş, küreselleşme boyutuna ulaşmıştır. Ekonomik faaliyetlerin doğası değişmiş, iş yapma şekli elektronik tabanlı hale gelmiştir. Elektronik ticaret, eğitilmiş ve yüksek vasıflı iş gücüne olan ihtiyacı artırmıştır. İşletmeler elektronik ticaret sayesinde, az bir bütçe ile iş yapabilecek imkanlara sahip olmuştur (Elibol ve Kesici, 2004, s.304). Bilim ve teknolojideki gelişmeler, bilgi toplumu olma yolundaki hedeflere ulaşmayı kolaylaştırmıştır. Eklemeli üretim gibi birçok üretim teknolojisi geliştirilmiştir. Eklemeli üretim ile malzemeler katmanlar halinde birleştirilerek, karmaşık geometriye parçaların üretimi gerçekleştirilmiştir (Dedeakayoğulları ve

Kaçal, 2020, s.1). Eklemeli üretim teknolojilerinin kullanım alanı; tıp, dişçilik, sanayi, otomotiv gibi birçok sektöre yayılmıştır (Özsoy ve Duman, 2017, s.36).

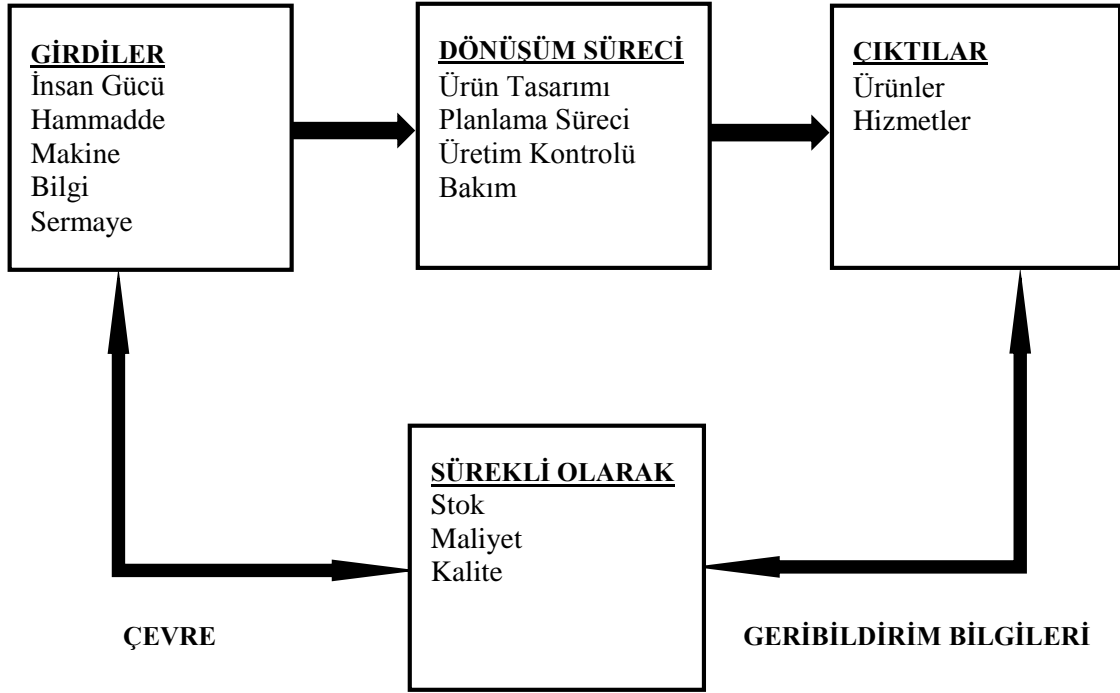
2011 yılında Alman hükümeti tarafından “Endüstri 4.0” dan ilk defa bahsedilmiştir. Bu konuda, Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (Acatech), Endüstri 4.0 Manifestosu’nu yayınlamıştır. Endüstri 4.0, tüketici talebini karşılayabilmek için özelleşmiş ve dijitalleşmiş akıllı üretim modelini geliştirip; insanlar, makineler ve ürünler arasında gerçek zamanlı iletişimi sağlamıştır (Fırat ve Fırat, 2017, s.10-11). Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan Endüstri 4.0’ın başarıya ulaşmasında (Pamuk ve Soysal, 2018, s.1); veri analitiğinin, gömülü sistemlerin, robotik sistemlerin, endüstriyel internetin, bulut sistemlerin simülasyonun, sanal ve artırılmış gerçekliğin, eklemeli üretimin, siber güvenliğin, sensörlerin, RFID-RTLS teknolojilerinin ve mobil teknolojilerin katkısı bulunmuştur (Öksüz vd., 2017, s.4-5). Endüstri 4.0 ile birlikte gelişen teknolojinin kullanıldığı akıllı fabrikalar aracılığıyla daha hızlı, daha verimli, daha esnek ve daha düşük maliyetli üretim gerçekleştirilmiştir (Kılıç ve Alkan, 2018, s.32).

2017 yılında Almanya’nın Hannover şehrinde düzenlenen CeBIT fuarında “Endüstri 5.0” dan ilk defa bahsedilmiştir. Japonya başbakanı Shinzo Abe, Endüstri 5.0’ı, teknoloji kullanımının toplum açısından bir tehdit olmadığını aksine topluma yardımcı olduğunu belirterek, tanıtmıştır. Endüstri 5.0, Japonya’nın büyüme stratejisi olarak nitelendirilmiştir. Beşinci Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan Endüstri 5.0, dijitalleşen teknolojinin toplum yararına kullanılması gerektiği düşüncesine dayanmıştır. Endüstri 5.0 ile birlikte toplumun çıkarları gözetilerek, sanal ve gerçek dünyanın paralel işlerliği sağlanarak, nesnelerin internetinden yararlanılmıştır (Büyükgöze ve Dereli, 2020, s.1-2).

1.3. ÜRETİM SİSTEMLERİ

İşletmeler, insan ihtiyaçlarını gidermek amacıyla mal ve hizmet üretme faaliyetlerini gerçekleştirirken, içinde bulunduğu çevreden etkilenmekte ve aynı şekilde içinde bulunduğu çevreyi etkileyebilmektedir. Ülkenin sahip olduğu ekonomik yapı, işletmelerin faaliyetlerini büyük oranda etkilemektedir. İşletmelerin günümüz ekonomik koşullarında varlıklarını sürdürebilmeleri için gelişmelere zamanında ayak uydurmaları ve üretimlerini gerçekleştirirken gelişen teknolojiyle uyumlu olarak çeşitli girdilerle ürün elde etmeleri gerekmektedir. Bu nedenle işletmeler, kendi

yapılarına uygun bir üretim sistemi kurmalı ve sistemdeki değişimleri dikkatle izlemelidir (Gökşen, 2003, s.33).



Şekil 1.1. Üretim Sistemleri Şeması

Kaynak: Kumar ve Suresh, 2006, s.3

Şekil 1.1.'de görüldüğü gibi üretim sistemi, bir sistem içerisindeki kaynakların, yönetim tarafından belirlenen politikalara uygun olarak kontrollü bir şekilde birleştirildiği ve girdilerin çıktılara dönüştürüldüğü bir süreçtir (Kumar ve Suresh, 2006, s.3). Üretim işlemi gerçekleştirilirken insan gücü, hammadde, makine, bilgi ve sermayenin organize edilerek bir araya getirilmesi gerekmektedir. Ürün tasarımı, planlama süreci, üretim kontrolü ve bakım faaliyetlerinin dönüşüm sürecine katkıları bulunmaktadır. İşletme bünyesinde devamlı olarak hammadde, yarı mamul ve mamul bulundurmakta; ürünler her aşamada kalite kontrolden geçmektedir. Aynı zamanda ürünün maliyet hesaplamalarının güncellenmesi gerekmektedir (Koç, 2012, s.5). Üretim süreci, bulunduğu çevreden etkilendiği için üretim sırasında alınan geri bildirimlerle de süreçte düzeltmeler yapılmaktadır.

1.4. ÜRETİM SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Koren (2010) tarafından üretim sistemleri; emek yoğun üretim, seri üretim, kitlesel bireyselleştirme üretim ve küresel üretim olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Emek yoğun üretim, her ürün belirli bir müşteriye göre tasarlanıp

üretildiği için bireye odaklanmaktadır. Çekme tipi bir model olan emek yoğun üretimde müşteri, satış-tasarım-marka aşamalarını başlatmakta ve tasarımı yönlendirmektedir. Seri üretim, her zaman yeterli alıcının olacağı varsayılarak birkaç modelin yapıldığı ürüne odaklanmaktadır. İtme tipi bir model olan seri üretimde müşteri, ürünü satın almak için her zaman hazırdır. Kitlesel bireyselleştirme üretimi, müşterilerin üretim öncesi mevcut seçenekler listesinden bir ürün seçtikleri, hedeflenen pazar gruplarına odaklanmaktadır. İtme-çekme tipi bir model olan kitlesel bireyselleştirmede üretici, ürünün temel mimarisi ve hedeflenen müşteri gruplarına yönelik olarak sunulan seçenekler ile ilgili stratejik kararlar almaktadır. Müşteriler ise yalnızca fiyat ve tercihlerine en uygun seçeneği seçmektedirler. Küresel üretim, ürün seçeneklerinin tasarlanıp daha sonra üretildiği bölgesel ve bireysel müşteriye odaklanmaktadır. Çekme tipi bir model olan küresel üretim, müşterilere ürünleri hem gereksinimlerine uygun hem de düşük maliyetle sunmaktadır (Koren, 2010, s.32-33).

Tablo 1.1. Üretim Sistemlerinin Özellikleri

PARADİGMA	EMEK YOĞUN ÜRETİM	SERİ ÜRETİM	KİTLESEL BİREYSELLEŞTİRME ÜRETİM	KÜRESEL ÜRETİM
TOPLUMUN İHTİYAÇLARI	Benzer olmayan ürünler	Düşük maliyetli ürünler	Geniş ürün çeşitliliği Yüksek kalite	Bölgesel ürünler Kişiselleştirilmiş ürünler
PİYASA TALEBİ		İstikrarlı	Kararsız	Dalgalı
PARADİGMANIN HEDEFİ	Müşteri memnuniyeti	Düşük ürün maliyeti	Çok çeşitlilik	Hızlı yanıt verme
TEKNOLOJİYİ HAYATA GEÇİREN ÜRETİM SİSTEMLERİ	Elektrik Elektrikle çalışan takım tezgâhları	Değiştirilebilir parçalar Hareketli montaj hattı Özel makineler	Bilgisayarlar Yalın operasyonlarla esnek sistemler	Bilgi teknolojisi ve internet Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri
ÜRÜN MİMARİSİ		Birleştirilmiş	Modüler	Yüksek Modüler
İŞ MODELİ İLKESİ	Çekme	İtme	İtme-Çekme	Çekme

Kaynak: Koren, 2010, s.37

1.4.1. Emek Yoğun Üretim

Sipariş usulüne göre işleyen ve “zanaat üretimi” olarak da adlandırılan emek yoğun üretimde; üretici, müşterinin istediği niteliklere göre talep ettiği ürünü

üretmektedir. Emek yoğun üretimde, müşteri-üretici ilişkisi birebir gerçekleşmektedir. Her müşteri için bağımsız bir şekilde üretilen ürünler, teknolojinin sınırlı olduğu küçük atölyelerde üretilmektedir (Özmez, 2006, s.10). Ürünler sipariş usulüne göre üretildiği için ürün çeşitliliği de fazladır. Aynı zamanda üretim işlemini gerçekleştirmek için genel amaçlı makineleri kullanabilen, becerikli ve yüksek vasıflı bir işgücü hakimdir (Koren, 2010, s.26).

1850’li yıllara kadar baskın olan emek yoğun üretim tarzı, günümüzde hâlâ varlığını sürdürmektedir. Sipariş üzerine yapılan spor ayakkabılar, özel tasarım mobilyalar, dekoratif sanat çalışmaları buna örnek olarak verilmektedir (Çetin ve Altuğ, 2005, s.302). Emek yoğun üretim sistemi, 1850 yılları civarında üretilen otomobillerle zirveye ulaşmıştır. Bir otomobilin her parçası, çok amaçlı makinelere sahip küçük bir atölyede ayrı ayrı üretilmiştir. Takım tezgâhlarının (tornalar, matkaplar ve freze makineleri gibi.) nasıl çalışacağını bilen son derece kalifiyeli işçiler, özellikle motor gibi karışık mekanizmaların üretimini gerçekleştirmek için büyük özen göstermiştir (Koren, 2010, s.25). Ancak 1900’lü yıllarda Ford, GM gibi seri üreticiler ve Japonların önderlik ettiği işletmeler; emek yoğun üretim yapan işletmeler için bir tehdit unsuru olarak ortaya çıkmıştır (Özmez, 2006, s.11).

1.4.2. Seri Üretim

Seri üretim; Detroit, Michigan yakınlarındaki Highland Parkı’nda Henry Ford’un hareketli montaj hattının tanıtılmasıyla başlamış ve II. Dünya Savaşı sonrasında ürün talebinin artmasıyla zirveye ulaşmıştır. Seri üretimin temel amacı üretkenliği sağlamaktır. Seri üretimde, sınırlı girdilerle aynı üründen yüksek miktarda üretilmektedir. Seri üretimin sistem sağlayıcıları; değiştirilebilir parçalardan, hareketli montaj hatlarından ve özel makinelerden oluşmaktadır (Hu, 2013, s.4-5). Seri üretimde, bu sağlayıcılar ile yüksek üretim hacminin gerçekleştirilmesi için insan gücünün yerini makineler almaktadır. Vasıflı iş gücü gerektiren emek-yoğun üretimin aksine seri üretimde, daha az vasıflı işçiler çalıştırılmaktadır. Aynı zamanda insan gücü yerine kullanılan makineler ile sürekli aynı ürün üretildiği için büyük miktarda ürün düşük maliyetle gerçekleştirilmektedir (Koren, 2010, s.26-27).

Seri üretimde, odaklı üretim teknolojisine sahip işletmeler aynı alanda sınırlı bir ürün seti sunmaktadır (Alptekinoğlu ve Corbett, 2008, s.204). Sınırlı sayıda ürün çeşidinin yüksek hacimde üretilmesi, üretim maliyetini azaltmakta ve müşteri yararına

fiyat indirimi sağlamaktadır. İndirimli ürün fiyatı ise müşteri talebini ve satışları artırmaktadır (Koren, 2010, s.27). Seri üretimi kullanan işletmelerde üretim yönetiminin amacı ise ek maliyet doğurabilecek kaynakları öngörmek, azaltmak ve ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle üretim hacmini artırarak maliyetleri azaltmak için kalite, zaman ve maliyetin çapraz fonksiyonel performans kriterleri arasındaki ödünleşimi, bir gereklilik olarak görülmektedir (Duguay vd., 1997, s.1184).

Seri üretimin; kısa döngü süresi ile daha fazla üretim hızı sağlanması, hat dengelemesi sayesinde yüksek kapasite kullanımı, az vasıflı operatör gerekliliği, düşük proses envanteri, birim başına üretim maliyetinin düşük olması gibi avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar: arızalanan bir makinenin bütün üretim hattını durdurması, ürün tasarımındaki değişikliğin hat düzeninde büyük bir değişiklik gerektirmesi, üretim tesislerine yüksek yatırım yapılması, çevrim süresinin en yavaş işleme belirlenmesidir (Kumar ve Suresh, 2006, s.6).

1.4.3. Kitlesele Bireyselleştirme Üretim

Ürün pazarı olgunlaştıkça müşteriler, seçim yapabilecekleri daha geniş ürün yelpazesine ihtiyaç duymaktadır. Daha geniş bir ürün yelpazesine duyulan ihtiyaç, kitlesele bireyselleştirme üretimini zorunlu kılmaktadır. Kitlesele bireyselleştirme üretimi, 1980’li yıllarda başlayan toplum odaklı bir sistemdir (Koren, 2010, s.28). Kitlesele bireyselleştirme üretiminde, kitlesele üretim ve bireyselleştirmenin en iyi özellikleri birleştirilerek müşteriye özel, kişisel tasarımlı mal ve hizmet üretilmektedir (Savaş ve Bardakçı, 2006, s.508).

Kitlesele bireyselleştirme, müşterilerin istediği her ürünü, istediği yerde, istediği zamanda ve istediği şekilde sunmayı amaçlamaktadır (Radder ve Louw, 1999, s.36). Bu amacı gerçekleştirebilmek için organizasyonda yeni bir yapılanmaya, farklı bir perakende ve tedarik zincirine, aynı zamanda farklı bir yönetim, üretim ve iletişim kültürüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamak için kitlesele bireyselleştirme üretimi uygulamalarında; “İş birliği ile Bireyselleştirme”, “Uyarlanmış Bireyselleştirme” ve “Modüler Hale Getirme” yöntemleri kullanılmaktadır. Önce istek ve ihtiyaçlar işletme ve müşteri tarafından belirlenip ürün tamamlanmaktadır. Daha sonra standart olan ürün, değişik ihtiyaçlara cevap verebilmekte, yani kendisini otomatik olarak müşteri ihtiyaçlarına uyarlayabilmektedir. Son olarak ürün farklılaştırma işlemi, değer zincirinin sondaki

noktalarına kaydırılıp müşterilere daha hızlı cevap verilebilmektedir (Bardakçı, 2004, s.13-14).

Kitlesel bireyselleştirme üretimi, seri üretimin “hazır stok” ilkesini “sipariş üzerine” olarak değiştirmektedir. Geleneksel ürün geliştirme ve tedarik zinciri yönetimi ilkeleri aşılarak “daha fazla çeşitlilik-düşük hacim” ilkesi benimsenmektedir (Tseng vd., 2017, s.2-3). Kitlesel bireyselleştirme üretimi için iki temel strateji mevcuttur. Birincisi, bireyselleştirilmiş hazır ürün çeşitliliği sunmaktır. Bu strateji, seri üretimden kitlesel bireyselleştirme üretimine geçiş aşamasıdır. Sunulan ürün çeşitliliği ile üreticilerin kârı ve her müşterinin tercih ettiği ürünü alma olasılığı artmaktadır. İkincisi, bireyselleştirilmiş ürünler üzerine standart seçenekler sunmaktır. Bir dizi olası seçenekler sunulmakta, müşteriler de ihtiyaç ve isteklerine uygun altkümüeyi seçmektedir. Ürünün düşük maliyet ve doğru seçeneklerle verimli bir şekilde birleştirilmesi için de üretim sisteminin yüksek düzeyde esnekliğe sahip olması gerekmektedir (Koren, 2010, s.28-29).

Kitlesel bireyselleştirme üretimi, esnek bir üretim teknolojisine sahiptir (Alptekinoğlu ve Corbett, 2008, s.204). Kitlesel bireyselleştirme üretiminde; standartlaştırılmış seri üretimin düşük maliyeti, bireysel olarak özelleştirilmiş ürün üretmeye yönelik esnek süreç ve organizasyon yapıları kullanılmaktadır (Radder ve Louw, 1999, s.36). Dell Computer, Hersey ve Grisha’s Custom Shoes, Shirtscustom, Nike, Adidas, BMW Group, Hummer, Mercedes Benz, Andersen Windows kitlesel bireyselleştirme üretimini uygulayan işletmelere örnek olarak verilmektedir (Savaş ve Bardakçı, 2006, s.512-516).

1.4.4. Küresel Üretim

1980’li yıllarda ticaret ve sermaye akımlarının yoğunlaştığı bir “küreselleşme” süreci yaşanmıştır (Çaşkurlu, 2010, s.49). Küreselleşme süreci; kutuplaşmanın çözülmesi, maddi-manevi değerlerin ulusal sınırları aşması, teknolojinin sağladığı imkanların artmasıyla insanların daha yoğun bir iletişim içerisine girmesi, uluslararası ekonomik, sosyal ve siyasal etkileşimin artmasıyla insanların tüketim alışkanlıklarının birbirine yaklaşması gibi bir dizi bağlantılı olayları kapsamaktadır (Sapançalı, 2001, s.119). Ekonomik küreselleşme ise ticaret miktarındaki artış ile birlikte önem kazanmıştır. Ticaretteki bu niceliksel artış, uluslararası ticaret yapısındaki niteliksel değişikliği beraberinde getirmiştir (Milberg, 2004, s.45).

Küresel üretimde, her alt bileşenin üretimi daha ucuza üretildiği yerde gerçekleşmektedir. Yani üretim sürecinde farklı alt bileşenler, farklı ülkelerde üretildikten sonra bu alt bileşenler birleştirilerek nihai ürün tamamlanmaktadır (Milberg, 2004, s.45). Küresel üretim, üretimde aşırı kapasite ve iletişimin gelişmesi ile “bölgesel” ve “kişiselleştirilmiş” üretim olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bölgesel üretim; müşterilerin belirli kültürel ihtiyaçlarına ve yaşam koşullarına uygun ürünlere sahip olma isteklerini karşılamayı amaçlamaktadır. Bölgesel tasarlanmış ürünler o bölgenin kültürüne, yaşam koşullarına ve yasal düzenlemelerine uymaktadır. Örneğin tipik büyük bir ABD çamaşır makinesi Paris, Budapeşte ve Lima’nın küçük dairelerine sığmamaktadır. Bununla birlikte bölgesel üretim, kitlesel bireyselleştirmenin ilkelerine dayanmaktadır. Üretici, bölgeye uygun olan olası seçeneklere karar vermekte ve bölgede yaşayan müşterilerden, sunduğu seçeneklerden bir seçenek seçmelerini istemektedir. Ürün özellikleri, bir müşteri grubunun kültürüne uymakta ancak bireysel düzeyde bir değer yaratmamaktadır. Kişiselleştirilmiş üretimde; müşteriler, satın almak istedikleri ürünün tasarımında aktif olarak yer almaktadır. Tasarım aşaması, üretici tarafından alınan stratejik kararlar ile yönlendirilmektedir. Üretici ve müşteri etkileşim içinde bulunarak kişiye özel tasarım gerçekleştirilmektedir. Ürünün seçenek ve özelliklerinin, müşteri ihtiyacına uygun bir maliyetle uyarlanması ve ürünün zamanında üretimi satışları artırmaktadır. Kısa teslim süresi ise rekabet avantajı elde etmenin önemli bir bileşenidir (Koren, 2010, s.30-31).

İşletmelerin, değişimlere ayak uydurabilmesi için her türlü önlemi alması ve değişimin küresel boyutunu zamanında öngörmesi gerekmektedir. Bu nedenle işletmeler; üretimle ilgili fonksiyonlarını, faktörlerini ve teknolojilerini sürekli kontrol edip gerekli güncellemeleri yaparak, değişen pazar talebine cevap verebilmektir. Aynı zamanda işletmeler; değişen pazar talebine, pazarlardaki farklılaşmaya ve yeniliklere zamanında hızlı bir şekilde cevap verebilmek için sistemini, altyapılarını ve makinelerini tekrar konfigüre edilebilir şekilde ayarlamaktadır (Yavuz, 2016, s.857-858). Bu özellikleri yerine getirerek, küresel üretimin hakim olduğu pazarlarda rekabet edebilmek için üretim sistemlerinin aşağıdaki üç hedefi gerçekleştirmesi gerekmektedir (Koren, 2020, s.4). Bunlar:

- ✓ Düşük maliyetle üretim yapmak,
- ✓ Ürün kalitesini artırmak,
- ✓ Piyasa değişikliklerine hızlı ve uygun maliyetle yanıt vermektir.



Şekil 1.2. Üretim Sistemlerinin Amaçları ve Bunları İçeren Tesis

Kaynak: Koren, 2020, s.4

Şekilde 1.2.'de görüldüğü gibi 21.yy üretim sistemleri ve bunları içeren tesis, “maliyet, kalite ve duyarlılık” olmak üzere üç ayak üzerinde durmaktadır. 21.yy boyunca düşük maliyet ve yüksek kalite, üretim sistemlerinin temel hedefi olmuştur. Hızlı yanıt verme ise 21.yy’ın hızla değişen pazarlarında rekabet etmeyi sağlayan yeni bir hedeftir (Koren, 2020, s.4).

1.5. ÜRETİM PARADİGMALARINI HAYATA GEÇİREN TEKNOLOJİLER

Müşteri gereksinimlerine cevap verebilirliği sağlamak için uygun ve destekleyici üretim sistemi teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Hasan vd., 2012, s.898). Üretim sisteminin değişikliklere cevap verebilme yeteneğini optimize edebilecek teknolojilerin geliştirilmesi; sistem değişikliği nedeniyle sistem performansında gerçekleşen dinamiklere ve yüksek verimliliğe sahip bir tasarıma bağlıdır (Matt, 2010, s.363). Bir üretim sisteminin yüksek verimliliğe sahip tasarım hedefine ulaşabilmesi için kapasiteyi, üretim akışını ve operasyon altyapısını iyi bir şekilde planlaması gerekmektedir (Hasan vd., 2012, s.898). Böylece bir üretim sisteminde insan faktörü ve teknik faktörlerin entegrasyonu sağlanarak; malzemelerin, makinelerin ve sürecin

verimli kullanılmasının cevap verebilirliğe katkısı bulunmaktadır (Kováč vd., 2012, s.25).

1950 yıllarında hakim olan ve küçük atölyelerde gerçekleşen emek yoğun üretim yerini (Koren, 2010, s.25); daha az ürün çeşitliliği ve yüksek hacme sahip olan “Özel Üretim Hatlarına (DML)” bırakmıştır. Ölçek ekonomisi tarafından yönlendirilen DML; tek ürün ile büyük ölçekli üretim yaparak ve düşük maliyeti sağlayarak, seri üretimin ihtiyacını gidermiştir. Ancak DML, 1980’lerde pazar talebindeki değişikliklere cevap verme ihtiyacı ve kitlesel bireyselleştirme üretimine duyulan ihtiyaç nedeniyle önemini yitirmiştir (EIMaraghy, 2006, s.261-262). Arzın talebi geçtiği durumda, müşteriler düşük fiyatların yanı sıra tercihlerine uygun ürünler aramış ve ürün pazarı homojen olmayı bırakıp gittikçe çeşitlenmeye başlamıştır. Pazarın talep ettiği bu ürün çeşitliliğine cevap verebilmek (Koren, 2010, s.36), orta ölçekli ve orta hacimli üretim ihtiyacını karşılamak için 1990’larda Esnek Üretim Sistemleri (FMS) geliştirilmiştir (Shivanand vd., 2006, s.4). FMS’nin özellikleri, sabit kapasiteye sahip sistemler ve istikrarlı talep ile piyasalara uyum sağlamıştır. Ancak FMS, küreselleşme çağının istikrarsız pazarlarına ve ürün talebindeki dalgalanmalara uyum sağlamamış (Koren, 2010, s.36); FMS’de üretim yüksek maliyet ile gerçekleşmiştir. Bu nedenle DML’nin ölçeklenebilir kapasitesi ve FMS’nin değiştirilebilir işlevselliği birleştirilerek, Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri (RMS) geliştirilmiştir (Azab ve Naderi, 2015, s.76). RMS ile DML ve FMS’nin özellikleri bir üretim sisteminde birleştirilerek, hem DML hem de FMS’nin eksiklikleri giderilmiştir (Gola ve Konczal, 2013, s.36). RMS, üretim kapasitesini yani ürün başına hacmi, piyasa talebine uygun olarak hızlı bir şekilde ayarlayabilmektedir (Koren, 2010, s.36). Böylece işletmelerin değişen pazar ortamına uyum sağlama yeteneği ve cevap verebilirliği artıran uygulamaların entegrasyonu ile müşteri gereksinimleri karşılanmaktadır (Sharifi ve Zhang, 2001, s.772).

1.5.1. Özel Üretim Hatları (DML)

Seri üretime uygun tasarlanan ve tek tip ürün üreten özel üretim hatları, “Transfer hatları” olarak da adlandırılmaktadır. DML, tek tip ürün üretimi ve yüksek verim ile karakterize edilmektedir. DML’de hat bir kez yerine oturduktan sonra güvenilir bir şekilde çalışmaktadır. Bu üretim hattında, çıktı hacmi yüksek olduğu için büyük miktarda kaliteli parçalar, düşük maliyetle üretilmektedir. Ancak talep

değişikliği nedeniyle, DML'nin tam kapasitede çalışmadığı durumlar bulunmaktadır (Koren, 2010, s.154-156). Talebin istikrarlı olduğu durumda verimli ve düşük maliyetli çalışan bu üretim hattı, talebin düşük olduğu durumda tam kapasitenin altında çalışmakta ve parça başına maliyet artmaktadır. Bu nedenle ölçeklenebilirlik sorunu ortaya çıkmaktadır (Gola ve Konczal, 2013, s.36).

DML, sabit takım tezgâhları ve otomasyon kullanılarak, katı bir üretim süreci ile belirli ürünleri üretmek üzere tasarlanmaktadır. Maliyet verimliliği ise yüksek hacimli üretimin bir sonucudur (Renzi vd., 2014, s.2). DML'de yeni bir işlem ekleyerek veya çıkararak üretim hattındaki herhangi bir öğeyi değiştirmek maliyetli olmaktadır. Aynı zamanda bu şekilde yapılan değişikliklerle yeni ürünler üretmek birkaç yıl sürmektedir (Koren, 2010, s.162). Bu süreç, uzun ve maliyetli olduğu için işletmeler, tekrar konfigüre etme ihtiyacıyla karşı karşıya kalmaktadır (Gola ve Konczal, 2013, s.36).

DML, bir işletmenin üretim miktarına bağlı kalmasına olanak sağladığı için bazı durumlarda esnek üretim sistemlerinden daha fazla stratejik avantajlar sağlamaktadır. DML; belirsiz pazar ortamında, ikame edilebilirlik oranı düşük ve eşit derecede kârlı ürünlerin üretimi için tercih edilmektedir. Ancak pazar ortamındaki belirsizlik, esnekliği zorunlu kılmaktadır (Boonman vd., 2015, s.1-2). Bu nedenle FMS; belirsizliğin yüksek, ikame edilebilirliğin düşük ve ürünler arasındaki kârın farklı olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Hagspiel, 2011, s.1).

1.5.2. Esnek Üretim Sistemleri (FMS)

Üretim sisteminin, değişen müşteri gereksinimlerine uygun maliyetle ve hızlı bir şekilde cevap verebilmesi, üretim esnekliğine bağlıdır (Kaschel C. ve Y Bernal, 2006, s.53). Üretim sisteminde esnekliğin sağlanması ile ürün döngüsündeki varyasyon, üretimde herhangi bir kesinti olmadan gerçekleştirilmektedir (Kaushal vd., 2016, s.16). Üretim sistemindeki esneklik; sistem tasarımcılarının, belirli bir performans düzeyine ulaşmak için esneklik miktarını belirlemesine ve farklı esneklik düzeylerini öngörmesine olanak sağlamaktadır (Kaschel C. ve Y Bernal, 2006, s.53).

FMS ile üretimde esneklik sağlanarak, hızlı piyasa değişikliklerine düşük hacim ve düşük üretim maliyetiyle cevap verilmektedir (Manu vd., 2018, s.324). FMS; bir üretim sisteminde üretim hacmini, üretim akışını, ekipmanı ve yazılımı kolay bir şekilde değiştirmeyi mümkün kılarak, tek bir birimde aynı anda farklı ürünlerin üretilmesini sağlamaktadır. Böylece talepteki değişikliklere, pazar değişikliklerine,

üretim sisteminin kendi yapısında meydana gelen değişikliklere, bilgi ve iletişim gibi teknolojik gelişmelere bağlı değişikliklere cevap verilebilmektedir (Lennartson vd., 2005, s.307).

FMS, otomatik bir malzeme taşıma ve depolama sistemi aracılığıyla birbirine bağlanan bir grup iş istasyonundan oluşmaktadır. Entegre bir bilgisayar kontrol sistemi tarafından yönlendirilen bu iş istasyonunda, aynı anda çeşitli parça türleri işlenebilmektedir (Shivanand vd., 2006, s.2). FMS; üretimde bir değişiklik yapıldığında, maliyetleri düşürmek ve esnekliği artırmak için kontrol sistemini veya üretim kaynaklarını yeniden programlamaya gerek kalmadan tekrar kullanabilmektedir (Fabian vd., 1997, s.2323). Ancak FMS'nin avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. FMS uygulamasının çeşitli avantaj ve dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Shivanand vd., 2006, s.10-11):

Avantajları:

- ✓ Bir parçadan diğerine hızlı ve düşük maliyetle geçiş yapılmakta, bu da sermaye kullanımını artırmaktadır.
- ✓ Çalışan sayısının azalması nedeniyle daha düşük işçilik maliyeti sağlanmaktadır.
- ✓ Planlama ve programlama hassasiyeti sayesinde daha az envantere sahiptir.
- ✓ Otomatik kontrol sayesinde tutarlı ve kalitelidir.
- ✓ Aynı sayıda işçi kullanılarak daha fazla üretkenlik, daha düşük maliyetle gerçekleştirilmektedir.
- ✓ Dolaylı iş gücünden, ek çalışmalardan, hatalardan ve onarımlardan tasarruf sağlanmaktadır.

Dezavantajları:

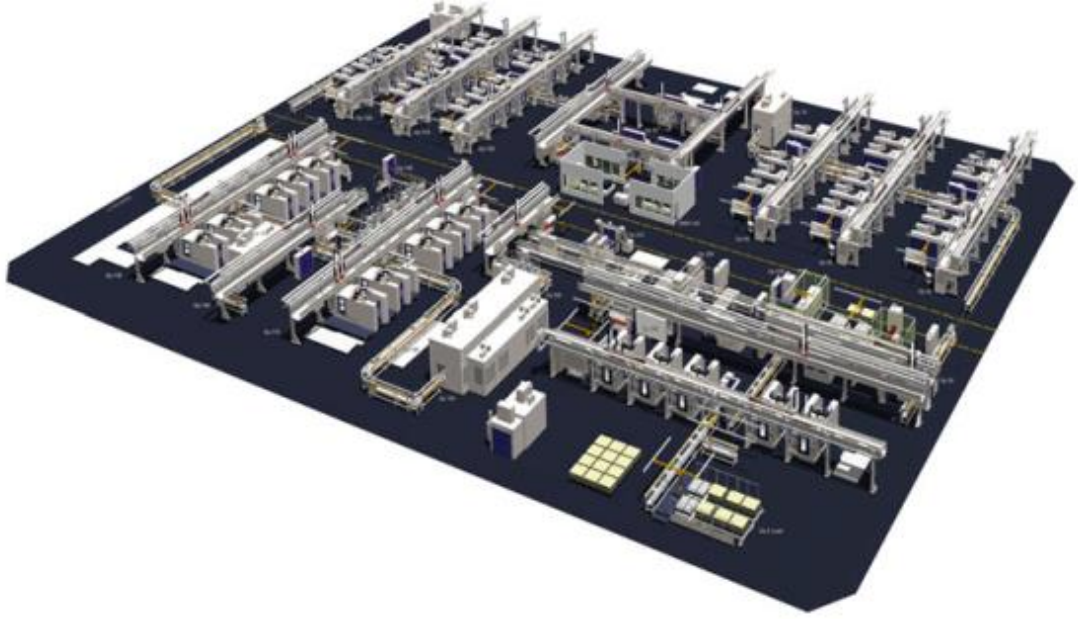
- ✓ Ürün ve ürün karışımındaki değişikliklere, uyum sağlama yeteneği sınırlıdır. Örneğin, makineler sınırlı kapasiteye sahiptir ve aynı aileden ürünler için gerekli aletler, belirli bir FMS'de her zaman uygulanabilir değildir.
- ✓ Bir bileşeni işlemek için gerekli olan tam bileşenin konumlandırılmasında ve zamanlamada teknolojik sorunlarla karşılaşmaktadır.
- ✓ Önemli derecede, ön planlama faaliyeti gerektirmektedir.
- ✓ Milyonlarca dolara mal olduğu için pahalıdır.
- ✓ Gelişmiş üretim sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

1.5.3. Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri (RMS)

Michigan Eyaleti, üretimde önemli buluşlara ev sahipliği yapmıştır. İlk olarak 1913 yılında Henry Ford tarafından icat edilen ilk hareketli montaj hattı, Michigan'da Ford Highland Parkı'ndaki fabrikasına kurulmuş ve seri üretim başlamıştır (Hu, 2013, s.4-5). İkinci olarak Michigan Eyaleti'ndeki işletmesinde (en.wikipedia.org), John Parsons tarafından 1940'lı yılların sonlarına doğru geliştirilen "sayısal kontrol" buluşudur (www.elektrik.gen.tr). Son buluş ise sistem yapısını, kaynaklarını uygun maliyetle ve hızlı bir şekilde değiştirebilen RMS'dir (Koren vd., 2018, s.122).

1996 yılında Dr. Koren'in "Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemleri için Mühendislik Araştırma Merkezi (ERC-RMS)" kurma önerisi, "ABD Ulusal Bilim Vakfı (NFS)" tarafından onaylanmıştır. ERC-RMS, 11 yıl boyunca NFS'den aldığı 33 milyon dolar bağışla, Michigan Üniversitesi'nde kurulmuştur. Michigan Eyaleti tarafından 14 milyon ABD doları tutarında fon sağlanmıştır. Merkez, RMS bilim üssünü yaratmış, ABD otomotiv ve havacılık endüstrilerinde uygulanan RMS teknolojileri icat edilmiştir (Koren vd., 2018, s.121-122). ERC-RMS, RMS'nin temel özelliklerini tanımlayıp tekrar konfigüre edilebilir teknolojileri geliştirmek için temel oluşturan patentleri ve yazılım paketlerini icat etmiştir. Geliştirilen teknolojiler, ABD otomotiv şirketlerinde (Ford, General Motor ve Chrysler) başarılı bir şekilde uygulanmış ve sistem duyarlılığı artırılmıştır (Koren, 2013, s.2).

RMS, piyasadaki ani değişikliklere yanıt olarak üretim kapasitesini ayarlamak için donanım ve kontrol kaynaklarını, tüm işlevsel ve organizasyonel düzeyde tekrar konfigüre etme yeteneğine sahiptir (Bi vd., 2008, s.975). RMS, üretimdeki yeni özelliklerin ve gelişen teknolojinin entegrasyonunu sağlamakta, üretim kapasitesini düzenleyerek çeşitli üretim miktarlarının adaptasyonunu kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirmektedir (Sülek vd., 2013, s.2). RMS ile teknolojik gelişmeler takip edilebilmekte, talebe göre ürün değişikliğine gidilebilmekte, kapasite değişikliğinin ölçeklendirilmesi sağlanmakta, üretim sisteminin esnekliği ve yeteneği artırılmakta, uzun vadede fiyat etkinliği sağlanmakta, sorunlar güvenilir ve hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir (Yavuz, 2016, s.858).



Şekil 1.3. RMS'nin Ford Windsor Fabrikasına Yerleştirilmesi

Kaynak: Koren, 2020, s.7

Şekilde 1.3.'te Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemi, Ford Windsor Motor Fabrikasına yerleştirilmiştir. Ford Windsor Motor Fabrikası 1998-2000'de tasarlanarak kurulmuştur. Bu fabrikada tekrar konfigüre edilebilir bir sistem mimarisi, her aşamada 6 makine bulunan 20 aşamadan oluşmakta ve yaklaşık 120 CNC makinelerini içermektedir (Krygier, 2005, s.2-3). Bu özel sistem, son 20 yılda kapasitenin eklendiği ve üretilen ürünün değiştirildiği, üç büyük konfigürden geçmiştir. Özel üretim hattının ömrü 6-8 yıl iken RMS'nin ömrü diğer sistemlere göre en az üç kat daha fazladır. RMS, eski üretim sistemi teknolojilerine kıyasla önemli miktarda sermaye yatırımı da gerektirmektedir (Koren, 2020, s.7).

Ford Motor, bu sistemi “Esnek, Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemi” olarak adlandırmıştır. CNC makineleri birden fazla ürün çeşidini üretebildiği için bu sisteme esnek denilmektedir. Sistem düzeyinde, her CNC makinesi bir modüldür ve sistem tarafından yeni bir parça türünün gerekli olması durumunda işlevi dönüştürebilmektedir. Sistemin her aşamasında, CNC'leri yüklemek ve boşaltmak için portallar kullanılarak sisteme entegre edilebilen birden fazla paralel CNC makinesi bulunmaktadır. Ayrıca sistemdeki tüm aşamalar, aşamalar arası parçaları taşıyan büyük bir sisteme entegre edilmiştir. Kritik işleme istasyonlarının yanına yerleştirilmiş, hat içi muayene istasyonları bulunduğu için bu sistem teşhis edilebilirlik özelliğine de sahiptir. Aynı zamanda ölçeklenebilmektedir. Yani sistem kapasitesini

artırmak için sisteme makine eklemek kolaydır (Koren vd., 2018, s.125). Ford'un Esnek, Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemi, geleneksel üretim sistemlerine kıyasla daha düşük maliyetlidir. Ford'un tasarladığı bu sistemin, daha iyi yatırım ve operasyonel verimlilik sağladığı toplam maliyet açısından da doğrulanmaktadır (Krygier, 2005, s.2-3).

1.5.3.1. RMS'nin Özellikleri

Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri, güvenilir ve hızlı bir şekilde entegre edilebilen, donanım ve yazılım modülleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Bu üretim sistemleri, kullanım ömürleri boyunca çeşitli değişiklikleri dikkate alarak tasarlanmaktadır. Başlangıçta, sistem ve makineler tekrar konfigüre edilebilir şekilde tasarlanmış ise tekrar konfigüre süreci kısa ve pratik olmaktadır. Tasarımın, bu hedefe ulaşabilmesi için RMS'nin altı temel özelliğe sahip olması gerekmektedir (Koren, 2013, s.5).

Özelleştirme: Özelleştirme, sistem ve makine esnekliğini sağlayarak, parça ailesi içerisinde özelleştirilmiş esneklik elde etme yeteneğidir (Koren vd., 2018, s.123). Özelleştirme, RMS'yi FMS ve DML'den ayırmaktadır. Parça ailesi, benzer özellik ve şekillere aynı işlemleri gerektiren, aynı tolerans seviyesine sahip ve aynı maliyet aralığındaki tüm parçalardır. RMS, tek bir parça (DML) veya herhangi bir parça (FMS) yerine, parça ailesinin (birkaç tip motor bloğu, birkaç tip mikroişlemci gibi.) üretimi için bir sistemin tasarlanmasını sağlamaktadır. Üretilen parça ailesinin baskın özelliklerinin, makine ve sistem konfigürasyonunu belirlemesine "özelleştirilmiş esneklik" denilmektedir. Bu da aynı makinede birden fazla aletin kullanılmasına izin vererek, düşük maliyetle verimliliği artırmaktadır. Böylece verimlilik ve esneklik arasında denge sağlanmaktadır (Koren, 2006, s.37-38).

Dönüştürülebilirlik: Dönüştürülebilirlik, mevcut sistem ve makinelerin işlevselliğini, yeni üretim gereksinimlerine uyacak şekilde dönüştürme yeteneğidir (Koren vd., 2018, s.123). Sistem düzeyinde dönüşüm, ürün ailesinin tüm üyelerini üretmek veya incelemek için sistem işlevselliğini hızlı bir şekilde değiştirmektir. Bu dönüşüm, yeni makinelerin entegre edilmesini ve yeni parçalar üretmek için sistem işlevselliği aralığının genişletilmesini içermektedir (Koren, 2010, s.237). RMS, parçalar arasında kolay dönüşüm sağlayan gelişmiş mekanizmaların yanı sıra,

dönüşümden sonra makinelerin hızlı kalibrasyonunu sağlayan algılama ve kontrol yöntemlerini de içermektedir (Koren, 2006, s.38).

Ölçeklenebilirlik: Ölçeklenebilirlik, sistem bileşenlerini değiştirerek, kaynak ekleyerek yada çıkararak üretim kapasitesini değiştirme yeteneğidir (Koren vd., 2018, s.123). Kapasite değişikliği yani günlük üretim hacminin değiştirilmesi yapı, sistem ve makine düzeyindeki değişiklikleri beraberinde getirmektedir (Koren, 2013, s.5). Sistem kapasitesinin ölçeklenebilirliği, dönüştürülebilirliğin temel özelliğidir. Ölçeklenebilirlik, verimliliği artırmak amacıyla pazar büyüdükçe sistem kapasitesini genişletmek için makineler eklemeyi gerektirebilmektedir (Koren, 2006, s.38). Sistemin üretim kapasitesinin ölçeklenebilirliği, mümkün olan maksimum üretim hacmini hızlı ve verimli bir şekilde değiştirebilmektedir (Koren, 2010, s.237).

Modülerlik: Modülerlik, operasyonel fonksiyonların, alternatif üretim şemaları arasında bölümlere ayrılmasıdır (Koren vd., 2018, s.123). Tekrar konfigüre edilebilir bir üretim sistemindeki, tekrar konfigüre etme süresini azaltmak için tüm ana bileşenlerin modüler olması gerekmektedir (Koren, 2013, s.5). Sistem düzeyinde, her makine bir modüldür ve kolaylık sağlayabilmesi için malzeme taşıma sistemi, modüler bir yapıda inşa edilmektedir. Gerektiğinde modüler bileşenler, yeni uygulamalara ve yeni pazar talebine uyum sağlayacak şekilde değiştirilebilir veya yükseltilebilir bir yapıda olmaktadır (Koren, 2010, s.238). Temel modüllerin seçiminin ve bağlantı şekillerinin; kolayca entegre edilebilen, özelleştirilebilen, dönüştürülebilen ve teşhis edilebilen sistemlerin oluşturulmasına izin vermesi gerekmektedir (Koren, 2006, s.37).

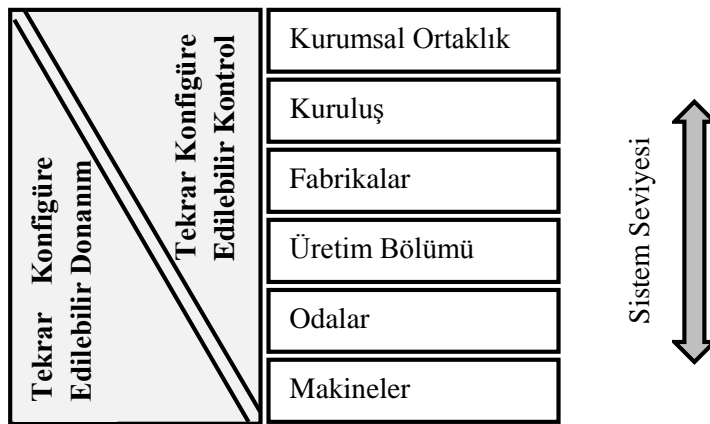
Entegrasyon: Entegrasyon, donanım ve yazılım ara yüzleri ile modülleri hızlı bir şekilde entegre etme yeteneğidir (Koren vd., 2018, s.123). Entegrasyon, tekrar konfigüre etme süresini ve maliyetini azaltmayı amaçlamaktadır. Diğer modüllerle hızlı bir modül entegrasyonu sağlayabilmek için donanım ve yazılım ara yüzlerini tasarlamak, tekrar konfigüre süresini azaltabilmektedir (Koren, 2013, s.5). Parça işleme alanındaki entegrasyon kuralları; parça işleme operasyonlarının makine modülleriyle ilişkilendirilmesine ve böylece ürün-süreç entegrasyonuna olanak sağlamaktadır. Ayrıca işlem ünitelerinin ve makine kontrollerinin, bir sistem entegrasyonuna uygun tasarlanması gerekmektedir (Koren, 2006, s.37).

Teşhis edilebilirlik: Teşhis edilebilirlik, ürün kalitesini izleme ve ürün hatalarının temel nedenlerini hızlı bir şekilde teşhis edebilme yeteneğidir (Koren vd.,

2018, s.123). Teşhis edilebilirlik, makine arızalarının farkına varmayı ve düşük parça kalitesini saptanmayı amaçlamaktadır (Koren, 2010, s.238). Tekrar konfigüre sonrasında, kalitesiz ürünlerin kaynaklarının hızlı bir şekilde tanımlanması sağlanmaktadır. Kalitesiz parçaların algılanması, her konfigüreden sonra gereken hızlanma süresinin azaltılmasında, kritik öneme sahiptir. Hataları tanımlamak için sisteme, kontrol makineleri eklenerek ve hatanın kaynağını tanımlamayı sağlayan bir yöntem kullanılarak, üretim sırasında teşhis gerçekleştirilmektedir. Böylece RMS'nin kaliteli parçalar üretmesi için hızla ayarlanması zorunlu hale gelmektedir. Bu nedenle kalıcı bir teşhis edilebilirlik RMS'nin temel özelliğidir (Koren, 2013, s.5).

1.5.3.2. RMS'nin Sistem Mimarisi

RMS, esneklik ve üretkenliği birleştirmesi gereken işletmeler için piyasadaki değişikliklere, kabul edilebilir bir maliyetle, hızlı bir şekilde cevap verebilecek bir alternatiftir. Bu da talepteki veya üretim sistemindeki bir değişikliğe karşılık olarak, RMS'nin bu değişikliklere cevap vermeye adapte olabildiği anlamına gelmektedir. Üretilen miktar iki katına çıkarsa sistem üretim hacmini iki katına çıkaracak şekilde konfigüre edilecek, değişen bir ürün özelliği ise sistem bu değişikliği dikkate alacak şekilde konfigüre edilecek, sistemdeki bir makine arızalanır ise sistem arızaya rağmen üretime devam edebilecek şekilde konfigüre edilecektir (Capawa-Fotsoh vd., 2020, s.19).



Şekil 1.4. Sistem Organizasyonu ve Tekrar Konfigüre Edilebilir Kaynaklar

Kaynak: Bi vd., 2008, s.975

Şekilde 1.4.'te görüldüğü gibi sistem, tekrar konfigüre edilebilirliği, tekrar konfigüre edilebilir eylemlerin gerçekleştirildiği düzeylere göre sınıflandırmaktadır. Daha düşük seviyelerde tekrar konfigüre edilebilirlik, donanım kaynaklarını değiştirerek elde edilmektedir. Daha yüksek seviyelerde tekrar konfigüre edilebilirlik ise yazılım kaynaklarını değiştirerek, kişiler tarafından alternatif yöntemler veya organizasyon yapıları seçilerek elde edilmektedir. Donanım ve yazılım sistemleri birlikte çalıştığında sistem, tekrar konfigüre edilebilirliği uygun maliyetle en üst düzeye çıkarabilmektedir (Bi vd., 2008, s.974).

RMS sistemi, tekrar konfigüre edilebilir donanım ve yazılım sistemlerinden oluşmaktadır. Donanım sistemi; tekrar konfigüre edilebilir işleme sistemleri, tekrar konfigüre edilebilir fikstür sistemleri, tekrar konfigüre edilebilir montaj sistemleri ve tekrar konfigüre edilebilir malzeme taşıma sistemlerini içermektedir. Yazılım sistemi; tekrar konfigüre edilebilir kontrol sistemlerinden oluşmaktadır (Mehrabi vd., 2000, s.977).

1.5.3.2.1. RMS'nin İşleme Sistemleri: Tekrar Konfigüre Edilebilir Makineler (RM) ve Takım Tezgâhları (RMT)

Tekrar konfigüre edilebilir bir makine, değişen talebi karşılamak için alternatif işlevsellikte veya üretim hızında artış sağlayacak şekilde yapısını değiştirebilmektedir. Gerektiğinde yeni işlevsellik veya üretim kapasitesi sağlayacak şekilde değiştirilip, orijinal duruma geri dönebilmektedir (Koren, 2010, s.206).

RM'lerin ihtiyaç duyduğu, tekrar konfigüre edilebilir parça tasarımının aşağıda sıralandığı gibi iki temel hedefi bulunmaktadır (Koren, 2010, s.206):

- ✓ Parça ailesine uyum ve makineye parça işlevselliği sağlamak (gerekten işlevsellik),
- ✓ Kaynak ekleyerek makine üretim hızını artırmak (gerekten kapasite).

Ayarlanabilir yapı; makine modülerliği, makinedeki mekanik bağlantıların konfigürasyonunun değiştirilmesi ve makineye kaynakların eklenmesi/ çıkarılması ile elde edilmektedir. Eklenen veya çıkarılan kaynaklara sensörler, montaj kolları vb. örnek verilebilmektedir. Parça ailesinin odak noktası olan RM'nin özü, makine tasarımına özelleştirilmiş esneklik sağlamaktadır (Koren, 2010, s.211).

Çeşitli üretim uygulamaları için aşağıdaki gibi farklı türde RM'ler oluşturulmaktadır (Koren, 2010, s. 211):

- ✓ İşleme- Tekrar Konfigüre Edilebilir Takım Tezgâhları (RMT)
- ✓ Montaj- Tekrar Konfigüre Edilebilir Montaj Makinesi (RAM)
- ✓ Fikstürler- Tekrar Konfigüre Edilebilir Fikstürler
- ✓ Kontrol- Tekrar Konfigüre Edilebilir Kontrol Makinesi (RIM)

DMT (Özel Takım Tezgâhları), günümüzdeki büyük üretim sanayilerinde yaygın olarak kullanılan özel takım tezgâhlarıdır. Bu tür bir takım tezgâhı, özel çalışma gereksinimleri için özel olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle kaynaklar en aza indirilmiştir. Aynı zamanda makine maliyeti düşük, performansı ise yüksektir. DMT'lerin dezavantajı, parçalar değiştiğinde maliyetin etkin bir şekilde dönüştürülememesidir. Bu zorluğu gidermek için CNC'ler (Esnek Takım Tezgâhları), birçok endüstride geliştirilmiş ve benimsenmiştir. CNC'ler, belirli bir parça etrafında biçimlendirilen ve bu nedenle maliyeti daha düşük olan DMT'lerin aksine; çalışma gereksinimleri bilinmeden hazırlanmıştır. Böylece müşterilerin ihtiyaç duymadıkları özellikler için ödeme yapılmasını zorunlu kılarak, kaynaklar boşa harcanmıştır. Ayrıca CNC'ler yeni işlem taleplerini de karşılamamaktadır. Tekrar konfigüre edilebilir işleme sistemleri; DMT'lerin ve CNC'lerin bir kombinasyonu olan RMT'leri içermektedir. Genel amaçlı makineler olan geleneksel CNC'lerin aksine; RMT'ler belirli, özelleştirilmiş işletim gereksinimleri için tasarlanmıştır ve gereksinimler değiştiğinde maliyet etkin bir şekilde dönüştürülebilmektedir. İşleme sistemi ömrü boyunca sabit kalacak ise DMT'ler bu işletim gereksinimleri için uygun olacak, işleme sistemi ömrü boyunca bilinmeyen bir şekilde değişecek ise CNC'ler bu işletim gereksinimleri için uygun olacaktır. RMT'ler ise belirli özellik ve döngü süresi aralıkları için tasarlandığından, ilk çalışma gereksinimlerine göre ayarlanacak ve çalışma gereksinimleri değiştiğinde, yeni gereksinimler için özelleştirilerek maliyet etkin bir şekilde dönüştürülebilecektir (Landers vd., 2001, s.1-3). RMT, farklı tiplerde yüksek hacimli ürünler için pratik olarak kullanılabilir ve ayarlanabilir bir yapıya sahiptir. Ayrıca farklı müşteri talepleri için ölçeklenebilmektedir (Aboufazeli, 2011, s.12).

Tablo 1.2. DMT, CNC ve RMT Özelliklerinin Karşılaştırılması

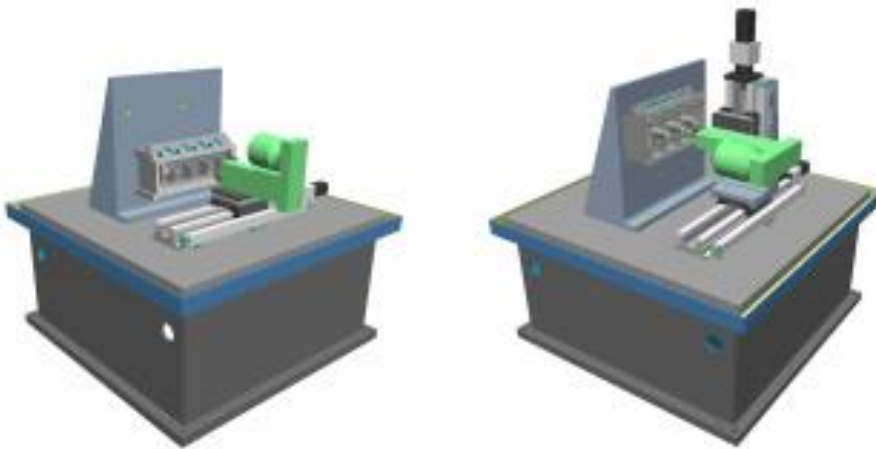
	ÖZEL TAKIM TEZGÂHLARI (DMT)	TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR TEZGÂHLAR (RMT)	ESNEK TAKIM TEZGÂHLARI (CNC)
MAKİNE YAPISI	Sabit	Ayarlanabilir	Sabit
SİSTEM ODAĞI	Parça	Parça ailesi	Makine
ÖLÇEKLENEBİLİRLİK	Yok	Var	Var
ESNEKLİK	Yok	Özelleştirilmiş	Yüksek (Genel)
MALİYET	Düşük	Orta	Yüksek

Kaynak: Koren vd., 1999, s.529

RMS'nin temel yapı taşı, tekrar konfigüre edilebilir takım tezgâhıdır. RMT'ler, istenen ürünü istenen miktarda üretmek için hızla özelleştirilebilecek şekilde tasarlanmaktadır. Bu yüzden RMT'lerin oluşturulmasının, bakımının ve çalıştırılmasının kolay olması gerekmektedir (Molina vd., 2005, s.527). Modülerlik; süreçler ile ihtiyaç duyulan bağımsız eksen kontrolü ve hareketlerin kombinasyonunu sağlamak için RMT'lerin tasarımına doğal olarak yerleştirilmiştir. Hızlı gerçekleştirme ve hızlı tasarım, bu teknolojinin önemli bir bileşenidir (Molina vd., 2005, s.529).

Sonuç olarak RMT'lere dahil edilmesi gereken boyutlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Molina vd., 2005, s.529):

- ✓ İzleme, çalıştırma ve kontrol sistemleriyle montaj ve entegrasyon kolaylığı,
- ✓ Takım tezgâhlarının yapısal bütünlüğü için tasarım,
- ✓ Hızlı rampa tasarımı ve hızlı teşhis-telafi sistemleri.



Şekil 1.5. Modüllerin Değiştirildiği Bir RMT

Kaynak: Landers vd., 2006, s.91-92

Şekil 1.5.' te iki farklı konfigürasyonda, tekrar konfigüre edilebilir bir takım tezgâhının resmi gösterilmektedir. Takım yapısının tekrar konfigüre edilmesinde, serbestlik dereceleri kullanılmaktadır. Bu nedenle RMT'ler, ürün tasarımında yeni veya beklenmedik değişiklikleri hızlı bir şekilde karşılamak amacıyla modüllerin boyutu, türü ve sayısı ile ara bağlantılarını ortadan kaldıracılabilmektedir. Böylece tekrar konfigüre sürecinde yeni modüller eski modüllerin yerini almakta, takım tezgâhının serbestlik dereceleri de değişmektedir (Moon ve Kota, 2002, s.47).

1.5.3.2.2. Tekrar Konfigüre Edilebilir Fikstür Sistemleri

Bir parçanın şekil değiştirebilme özelliği göz önüne alınarak, fikstürler; parçaların birleştirilmesi sırasında yerleştirilmesi ve sabitlenmesinde kullanılmaktadır. Üretim esnasında, parçanın en uygun noktalardan desteklenip hareketsiz bir şekilde tutulması, istenen ölçü doğruluğunu sağlamaktadır. Üretim sırasında fikstürlerin kullanılması, üretimi kolay ve doğru bir şekilde gerçekleştirmektedir (Kanık, 2005, s.9). Geleneksel fikstür tasarım prensipleri “konumlandırma, destekleme ve sıkma” dan oluşmaktadır. Tekrar konfigüre edilebilir fikstürler için bu prensipler, bir parça ailesindeki parçaların farklı şekil ve boyutlarına uyacak şekilde ayarlanabilmektedir (Li vd., 2004, s.2).

Tekrar konfigüre edilebilir fikstürlerin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Li vd., 2004, s.1):

- ✓ Tekrar konfigüre edilebilir bir sabitleme sistemidir.
- ✓ Bir parça ailesi etrafında tasarlanmaktadır.
- ✓ Sadece parça ailesi için değiştirilebilir ve uygun bir yapısal esnekliğe sahiptir.
- ✓ Parça ailesindeki parçaların şekil veya boyutunu değiştirerek, hızlı dönüşüm ve ölçeklenebilirlik sağlamaktadır.
- ✓ Parça ailesini üretimde tutmak için işlevsel ve ekonomik olarak en uygun çözümdür.

Özel fikstürler; genellikle belirli bir iş parçası veya üretim operasyonu için tasarlanmaktadır. Bu tür fikstürlerin maliyeti yüksektir ve seri üretimi gerçekleştiren işletmeler tarafından kullanılmaktadır (Benhabib vd., 1991, s.93). Özel fikstürlerin, işlevi ve hareketi sabittir. Esnek fikstürler; herhangi bir parçayı dikkate almadan tasarlanmaktadır. Esnek bir fikstürün ayarı, genel ve süreklidir. Tekrar konfigüre edilebilir fikstürler; parça ailesi için tasarlanmakta, işlev ve hareketler sadece parça

ailesi için ayarlanabilmektedir. Tekrar konfigüre edilebilir fişktürler, genel amaçlı tasarlandığı için parça ve operasyonlara bakılmaksızın tekrar kullanılıp, her türlü parça ve takım tezgâhına uygulanabilmektedir (Li vd., 2004, s.1).

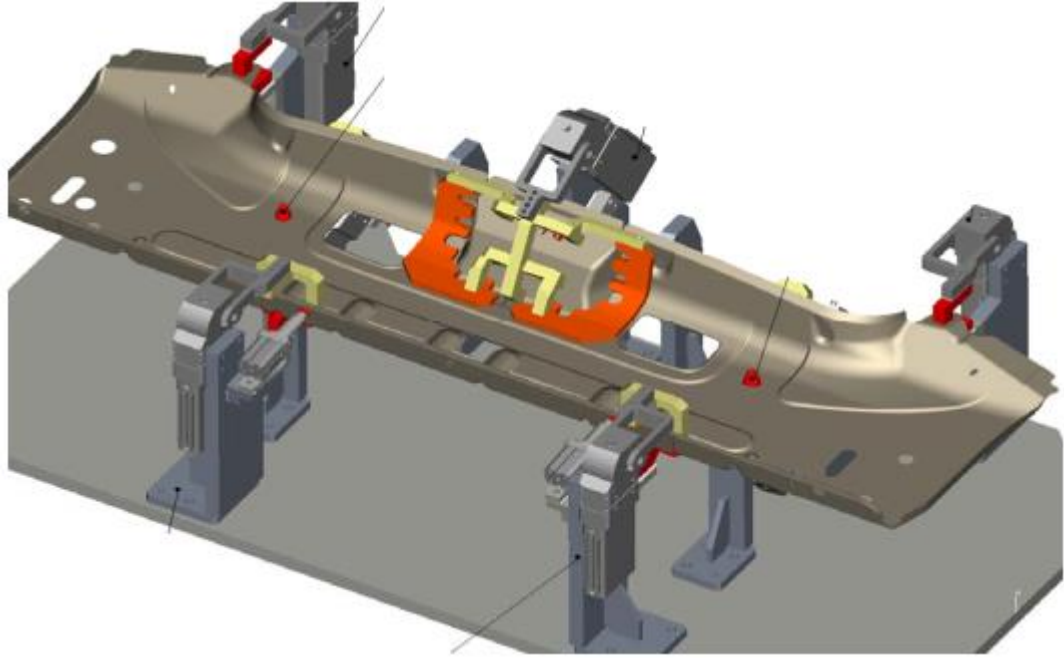
Tablo 1.3. Özel, Esnek ve Tekrar Konfigüre Edilebilir Fikstürlerin Karşılaştırılması

FİSKTÜRLER	ÖZEL	ESNEK	TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR
TASARIM ODAĞI	Belirli bir parça	Genel amaçlı	Parça ailesi
YAPILARI	Sabit	Duruma Bağlı	Ayarlanabilir
ESNEKLİK	Yok	Genel	Özelleştirilmiş
ÜRETİM	Seri	Parti-iş	Parti-kitle
DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK	Dönüştürülemez	Yavaş	Hızlı

Kaynak: Li vd., 2004, s.2

Üretimde büyük ve karmaşık parçaların işlenmesi, parçaları özel olarak tasarlanmış fikstürlere yerleştirmeyi gerektirmektedir. Çoğu parça işlenecek birkaç yüzeye sahip olduğu için geleneksel çözüm, tüm işleme operasyonu boyunca birkaç fikstür kullanmaktır. Bir yüzeyin işlenmesi tamamlandığında, parça mevcut fikstürden serbest bırakılır ve bir sonraki yüzeyin işlenmesi için yeni bir fikstür üzerine kenetlenir. Ürünler değiştirildiğinde fikstürler de değiştirilmektedir. Ancak aynı parça ailesinin birden fazla kısmı için kullanılabilen tekrar konfigüre edilebilir bir fikstür daha fazla ekonomik fayda sağlamaktadır (Koren, 2010, s.218-219).

Fikstürler, üretim türüne ve tasarım şekline göre ikiye ayrılmaktadır. Üretim türüne göre fikstürler; montaj fikstürleri (kaynak fikstürleri, perçin fikstürleri, yapıştırma ve presleme fikstürleri), kontrol fikstürleri ve talaşlı imalat fikstürleridir. Tasarım şekline göre fikstürler ise; özel tasarım fikstürler, standart elemanlı fikstürler ve çok amaçlı fikstürlerdir. Şekil 1.6.'da bir punta kaynak fikstürü örnek olarak verilmektedir (Kanık, 2005, 10-14). Bu kaynak fikstürü, parçanın bağlama noktalarını belirledikten sonra kaynak ile birleştirme işlemini gerçekleştirmektedir (Demirci ve Gökçe, 2010, s.19).



Şekil 1.6. Punta Kaynak Fikstürü

Kaynak: Kanık, 2005, s.11

1.5.3.2.3. Tekrar Konfigüre Edilebilir Montaj Sistemleri

Üretilen ürünlerin montajı, toplam üretim süresinin %15-70'ini kapsadığı için verimli bir montaj teknolojisine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle güçlü bir şekilde dalgalanan hacmi ve sürekli artan varyansı kontrol etmek zordur. Ürünlerin piyasadaki ömrünün kısa olması nedeniyle bir montaj sistemi için, ürün ve değişkene bağlı bileşenlerin; yatırımın küçük bir bölümünü temsil etmesi ve üretimdeki değişkenliğe rağmen verimli çalışması gerekmektedir (Lotter ve Wiendahl, 2008, s.127). Montaj sistemlerini diğer üretim sistemlerinden ayıran önemli bir özellik, paralel işlemler gerektirmesidir. Montaj sırası genellikle doğrusal değildir yani paralel işlemler aynı anda gerçekleşebilmektedir (Kashkoush ve ElMaraghy, 2014, s.302). Montaj sistemlerinde, tedarik edilmesi ve taşınması gereken parçalar ise diğer üretim sistemlerinden daha çeşitli ve daha hassas olma eğilimindedir. Bu nedenle montaj sistemi aşağıdaki gibi bir dizi gereksinime ihtiyaç duymaktadır (Lotter ve Wiendahl, 2008, s.128). Bunlar:

- ✓ Beklenen satış süresi,
- ✓ Birim zaman başına beklenen parça sayısı,
- ✓ Pazar talebinin, küçük partiler halinde ve zamanında karşılanmasıdır.

Bu talepleri karşılayabilmek için üç temel montaj sisteminden söz edilebilmektedir:

Manuel montaj sistemleri: Basit elektrikli aletler yardımıyla montajcılar tarafından gerçekleştirilen montaj sistemidir (Koren ve Shpitalni, 2010, s.140). Montajcı, yardımcı aletler ile birlikte el becerisini ve zekâsını kullanarak montaj işlemini gerçekleştirmektedir. Montaj çalışması, montajcının görüş alanında, başını hareket ettirmek zorunda kalmadan ve kalpten daha düşük bir yükseklikte gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda bükme ve düzeltme gibi tekrar eden hareketlerden kaçınılması gerekmektedir. Bu nedenle manuel montaj sistemi, küçük bir çalışma alanına sahip ve karmaşıklığı az olan küçük ürünlerin montajı için uygundur (Lotter ve Wiendahl, 2008, s.129).

Otomatik montaj sistemleri: Neredeyse tüm transfer montaj hatları, standart temel modülleri kullanmaktadır. Bunlar vidalama, kaynaklama gibi işlemleri yürüten işlem modülleri için bir platform görevi görmektedir. Temel modüllere bağlı olarak otomatik istasyonlar oluşturulmakta ve işlem modülleri otomatik olarak bir yükleme platformu kullanarak otomatik istasyonlara yerleştirilirken, enerji ise geçmeli bağlantılar üzerinden aktarılmaktadır. Süreç hareketliliği nedeniyle işlemler bir saatten daha kısa bir sürede, bazen de birkaç dakikada tamamlanabilmektedir (Lotter ve Wiendahl, 2008, s.134).

Hibrit montaj sistemleri: Karma montaj sistemleri olarak da adlandırılan hibrit montaj sistemleri, otomatik iş istasyonlarının manuel iş istasyonları ile birleştirildiği birimlerin veya ürünlerin montajı için kurulan tesislerdir. Hibrit montaj sistemleri; parça sayısı, çeşitlilik, verimlilik ve esneklik açısından; manuel ve otomatik montaj sistemleri arasında konumlandırılmaktadır. Hibrit sistemde başlangıçtaki otomasyon derecesi, sistemin hizmet ömrü boyunca, ürün hızındaki değişikliklere göre uyarlanabilmektedir (Lotter ve Wiendahl, 2008, s.136). Bu sistem, aynı hatta birden fazla ürünü paylaşarak yatırım maliyetinden tasarruf etmekte ve talepteki dalgalanmalara cevap verebilmektedir (Hu vd., 2008, s.45).

Geleneksel esnek montaj sistemlerine kıyasla, tekrar konfigüre edilebilir bir montaj sistemi sadece çeşitli ürünlerin montajını gerçekleştirmekle kalmamakta, aynı zamanda sistemin değiştirilmesinde esneklik sağlamaktadır (Yu vd., 2003, s.266). Dönüştürülebilirlik özelliği ile bir ürünün montajından, aynı ürün ailesindeki farklı bir

ürünün montajına hızlı bir şekilde geçmek mümkündür. Yüksek düzeyde dönüşebilme özelliğini elde etmek için ailedeki tüm ürünleri tutabilecek fikstürlerin tasarlanması da gerekmektedir. Aynı zamanda tekrar konfigüre edilebilir bir montaj sisteminin ölçeklenebilirlik özelliğiyle, talebi karşılamak için kısa sürede sistem çıktısı değiştirilebilmektedir (Koren ve Shpitalni, 2010, s.140).

Tekrar konfigüre edilebilir montaj sistemleri, gerekli montaj modüllerinden oluşmaktadır. Montaj modülleri arasındaki bağlantı ilişkileri, seri ve paralel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Seri ilişki; montaj işleminin sırası ile bağlantılıdır. Paralel ilişki; makinelerin bir montaj işlemini bitirmek için birlikte koordine edilmeleridir. Bu iki ilişki sayesinde montaj işlemi hızlı bir şekilde tekrar konfigüre edilebilmektedir (Yu vd., 2003, s.270).

1.5.3.2.4. Tekrar Konfigüre Edilebilir Malzeme Taşıma Sistemleri

Konveyör sistemler; malzeme taşıma ve paketleme gibi otomasyon uygulamaları için büyük bir öneme sahiptir (Kuruvilla vd., 2008, s.929). Tasarlanan konveyör sistemlerinde, planlanmamış aksaklıklara yanıt olarak uçtan uca gecikme süresinin hesaplanması, bu tür sistemlerin otomatik çalışması için kolaylık sağlamaktadır. Bir girdiden bir çıktıya hareket eden parçalar için uçtan uca tepki süresi belirlenmektedir. Konveyör sistemlerinin parça özelliklerine uyması gerektiğinde ve belirli bir girdiden gelen parça akışları sabit bir önceliğe sahip olduğunda, öncelikli ters çevirmenin gerçekleşmesi gerekmektedir. Öncelikli ters çevirme, daha fazla öncelikli bir parçanın daha az öncelikli bir parça tarafından engellendiği beklemeyle sonuçlanabilmektedir. Bunu çözmek için klasik tekniklerin bu konveyör sistemleri alanına uyarlanması gerekmektedir (Archer ve Sastry, 2010, s.49).

Malzemeleri aktarma mekanizması olan tekrar konfigüre edilebilir konveyörler, yeni ürünlere ve ürün hatlarına adapte olma konusunda büyük esnekliklere sahiptir. Yeni ürün hattı için maksimum sürdürülebilir mal akış hızı, mallar arasında önceliklendirme, arıza toleransları gibi sorunlara cevap verebilen bir konveyör sistem düzeni oluşturulmaktadır (An vd., 2011, s.141). Üretim sürecinin özelliklerini etkileyen büyük değişiklikler meydana geldiğinde hattı, hattaki değişiklikleri en aza indirmek ve mevcut ekipmanı yeniden kullanmak için yeni üretim gereksinimlerini karşılamak üzere tekrar konfigüre etmek gerekmektedir (Makssoud vd., 2020, s.204). Mevcut bir aktarma hattında yeni bir ürün üretilmesi gerektiğinde ürünü tekrar

konfigüre etmek maliyetli olacaktır. Bu nedenle tekrar konfigüre etme sürecini optimize etmek gerekmektedir (Makssoud vd., 2020, s.193).

1.5.3.2.5. Tekrar Konfigüre Edilebilir Kontrol Sistemleri

Yüksek performanslı programlanabilir bir üretim sisteminde; yazılım geliştirmek, entegre etmek, genişletmek ve bakımını yapmak çok maliyetli ve zor olabilmektedir. Bir taraftan bilgisayarla bütünleşik kontrol, izleme, tanılama ve bakım işlevlerinde çok yönlülüğü artırmanın büyük faydaları bulunmaktadır. Diğer taraftan ise üretim otomasyonu için gerçek zamanlı kontrol yazılımında geliştirme belirsizlikleri, entegrasyon maliyetleri ve operasyonel riskler yeniliğin önünde bir engel haline gelebilmektedir (Birla ve Shin, 1995, s.1086).

Karmaşık dinamik sistemler, kontrol sistemi tasarımcılarına büyük zorluklar getirmektedir. Mevcut teknolojinin sunmadığı sistemlerden, yeni ve gelişmiş yetenekler talep edilmektedir. Bu yetenekler ise aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Wills vd., 2000, s.2799):

- ✓ Değişen ortama uyum sağlayabilme,
- ✓ Kontrol algoritmalarını tekrar konfigüre edebilme,
- ✓ Yeni teknolojiler için tak ve çalıştır genişletilebilirliği,
- ✓ Farklı bileşenler arasında birlikte çalışabilirlik,
- ✓ Çeşitli kaynak ve etki alanlarından araçları ve algoritmaları destekleyen açık yazılım mimarisi.

Uyarlanabilirlik özelliği ile büyük ölçekli mühendislik sistemlerinin; operasyonel büyüklüklerinden ödün vermeden, değişen bir ortama veya kendi yapılandırmalarındaki değişikliklere, hızlı bir şekilde cevap vermesi gerekmektedir. Yüksek performanslı dinamik sistemler, algoritmik bileşenlerin çevrimiçi olarak değiştirilmesini ve aralarındaki bağlantıların hızlı bir şekilde yeniden yönlendirilmesini destekleyebilmekte ve bilgilerin aktığı öncelikleri değiştirebilmektedir. Bu özellik hibrit kontrol sistemleri için kullanışlıdır. Tak ve çalıştır genişletilebilirlik özelliği ile kontrol algoritması tasarımı, sensör teknolojisi ve yüksek performanslı donanım platformlarındaki yeniliklerden tam olarak yararlanmak için sistemdeki bileşenleri yeniden tasarlamadan sistem mimarisine yeni teknolojiler eklenebilmektedir. Birlikte çalışabilirlik özelliği ile bant genişliği, tepki süresi ve güvenilirlik üzerindeki kısıtlamalar karşılanırken, dağılmış bileşenler arasında gerçek

zamanlı iletişim sağlanmaktadır. Tekrar konfigüre edilebilirlik ve bileşen değiştirilebilirliği; esnek olan, çeşitli kaynak ve etki alanlarından araçları veya algoritmaları destekleyen yazılım mimarilerini gerektirmektedir (Wills vd., 2001, s.49-50).

Açık Kontrol Platformu (OCP), karmaşık sistemlerdeki farklı bileşenler arasında dağıtılmış etkileşimi koordine etmekte, bileşenlerin gerçek zamanlı olarak tekrar konfigüre edilmesini ve özelleştirilmesini desteklemektedir. Bu platformun amacı; hızla değişen uygulama gereksinimlerini karşılamak, yeni teknolojiyi kolayca dahil etmek, heterojen ortamlarda etkileşimi sağlamak, öngörülme ve değişen ortamlarda uygulanabilirliği korumaktır (Wills vd., 2001, s.50). Tekrar konfigüre edilebilir bir kontrol sistemi, tasarımlarında genel sistem kararlılığını korumayı ve daha sonra orijinal sistemin performansını geri kazanmayı amaçlamaktadır (Jiang, 1994, s.395).

1.6. CEVAP VEREBİLİRLİK

1.6.1. Cevap Verebilirliğin Tanımı

Teknolojik ilerlemeler ve değişen tüketici ihtiyaçları, rekabet paradigmasının gelişimine olanak sağlamaktadır. Zamana dayalı rekabet; müşteri cevap verebilirliği stratejisini, yeni ürün geliştirmeyi, hızlı teslimat döngüsünü, yüksek kalite ve uygun maliyetle ürün tanıtımını zorunlu kılmaktadır. Bu da önemli bir rekabet avantajı kaynağıdır. Yalnızca zamana dayalı işletmeler, rekabet avantajı elde ederek, faaliyet gösterdiği sektöre hâkim olabilmektedir. Bu yeteneğe sahip işletmeler, değişen tüketici taleplerini hızlı bir şekilde karşılayarak, tüketici taleplerine cevap verebilmektedir (Hum ve Sim, 1996, s.75-76).

Cevap verebilirlik, tüketici talebindeki değişikliklere verilen bir tepkidir (Vinke, 2010, s.8). Aynı zamanda üretim operasyonlarının, tüketici talebine zamanında cevap verebilme ve ani piyasa değişiklikleri ile rekabet edebilme yeteneği olarak da tanımlanmaktadır (Ebrahim vd., 2014, s.1663). Farklı bir tanıma göre cevap verebilirlik, belirli uyarıcıların varlığında amaca yönelik değişikliği içeren bir sistem davranışını ifade etmektedir (Bernardes ve Hanna, 2009, s.30). Bu davranış ise ani piyasa değişiklikleri ile rekabet etme becerisine hizmet etmektedir (Ebrahim vd., 2014, s.1663).

Rekabet ortamının değişken doğası, işletmelerin hem iç hem dış faaliyetlerinde değişiklik yapması gerektiği zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. İşletmeler değişiklik yaparken cevap verebilirliği etkileyen faktörler ile karşılaşabilmektedir (Barclay vd., 1996, s.52). Bu faktörler ise aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Barclay vd., 1996, s.55):

- ✓ Ürün geliştirme stratejisi ve ihtiyacı,
- ✓ İç faaliyetler (üretim, tasarım, geliştirme gibi),
- ✓ Dış bağlantılar ve ağlar (danışmanlar, tedarik zinciri gibi),
- ✓ Personel kapasitesi ve yönetim kültürünün örgütsel sorunları,
- ✓ Teknoloji seviyesi, yeteneği ve karmaşıklığı,
- ✓ Bilgi ihtiyaçları, sistemleri ve yönetimi,
- ✓ Ekonomik belirleyiciler, piyasa, işletmenin büyüklüğü, ihtiyaçların değişkenliği, ürünün doğası ve riski kontrol etme derecesidir.

1.6.2. Cevap Verebilirliğin Bileşenleri

Rekabet avantajı sağlamak ve rekabeti sürdürmek için önemli olaylara, fırsatlara ve dış ortamdan gelen tehditlere uygun bir zaman ölçeği içinde tepki vermek gerekmektedir (Barclay vd., 1996, s.52). İşletmeler, doğalarına ve iş çevrelerine bağlı olarak, farklı cevap verme yeteneklerine gerek duydukları belirli uyarılara tabidir. Bu durumda işletmelerin cevap verebilirliğe genel yaklaşımı önemlidir. İşletmeler, stratejilerine uygun cevap verme yollarını ve cevap verme düzeylerini belirlemektedir (Kritchanchai ve MacCarthy, 1999, s.828-830). Bu cevap verebilirliğin bileşenleri, Kritchanchai ve MacCarthy (1999) tarafından dört gruba ayrılmakta ve aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

Uyaranlar: Herhangi bir işletmeyi cevap verebilirliğe iten ana faktörlerdir. Sistem etkinlikleri ve istenen hedefler üzerinde; etkisi olan veya etkisi olabilecek faktörler, olaylar ve sorunlardır. Bunlar çevreye, endüstrinin ve ürünlerin doğasına, operasyonel özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Herhangi bir ortamda, işletmenin hedeflerine göre farklı etkilere ve her durumda uygun cevap verme yeteneğine sahip, değişik uyarılar ortaya çıkabilmektedir. Bununla birlikte, birçok uyarın talebin doğasından, talebin varyasyonundan ve bireysel tüketici ihtiyaçlarından kaynaklanabilmektedir. Uyaranlar; makine arızaları, hammadde kıtlığı, çalışanların bulunamaması gibi operasyonel problemleri; mevzuat, tedarikçiler, rakipler ve

faaliyetleri gibi dış faktörleri; piyasa koşulları, işletmenin ihtiyaçları gibi işletme içi veya dışı belirsizlik ve değişiklikleri kapsamaktadır (Kritchanchai ve MacCarthy, 1999, s.828-829).

Farkındalık: Meydana gelen veya gelebilecek uyarılara karşı verilen tepkilere yönelik, bilgi ve kabulü ifade etmektedir. Farkındalıkta, uyarıların; tüketici ihtiyaçlarından, çevresel belirsizliklerden, rakiplerden ve piyasa koşullarından kaynaklanıp kaynaklanmadığına bakılmamaktadır. Farkındalık, genellikle yetenekler tarafından algılanmaktadır. İşletmelerin farkındalık sergileyen uygulama örnekleri; güvenliği, stok tutulmasını, makine arıza olasılığının hesaplanmasını, malzeme ve işçilik gereksinimlerinin tahmin edilmesini, makine kapasitesinin artırılmasını içermektedir (Kritchanchai ve MacCarthy, 1999, s.829).

Yetenekler: Bir işletmenin, uyarılara uygun şekilde cevap vermesini sağlayan faaliyet ve süreçleri ifade etmektedir. Yetenekler, temel yeteneklerin kullanılması için gerekli bilgi ve karar verme yapılarının varlığını gerektirmektedir. Dolayısıyla teknik bir cevap verme becerisinden daha fazlasını, bir iş süreci bakış açısını kapsamaktadır. İşletmelerin yeteneklerini gösteren örnekler: müşteri talep dalgalanmalarına cevap vermek için günlük üretim planlarını ayarlamayı; envanter eksikliğine cevap vermek için başka bir yerden stokları değiştirmeyi; acil, olağandışı veya beklenmedik gereksinimlerin üstesinden gelmek için tedarikçilerle iyi ilişkilere sahip olmayı içermektedir (Kritchanchai ve MacCarthy, 1999, s.829).

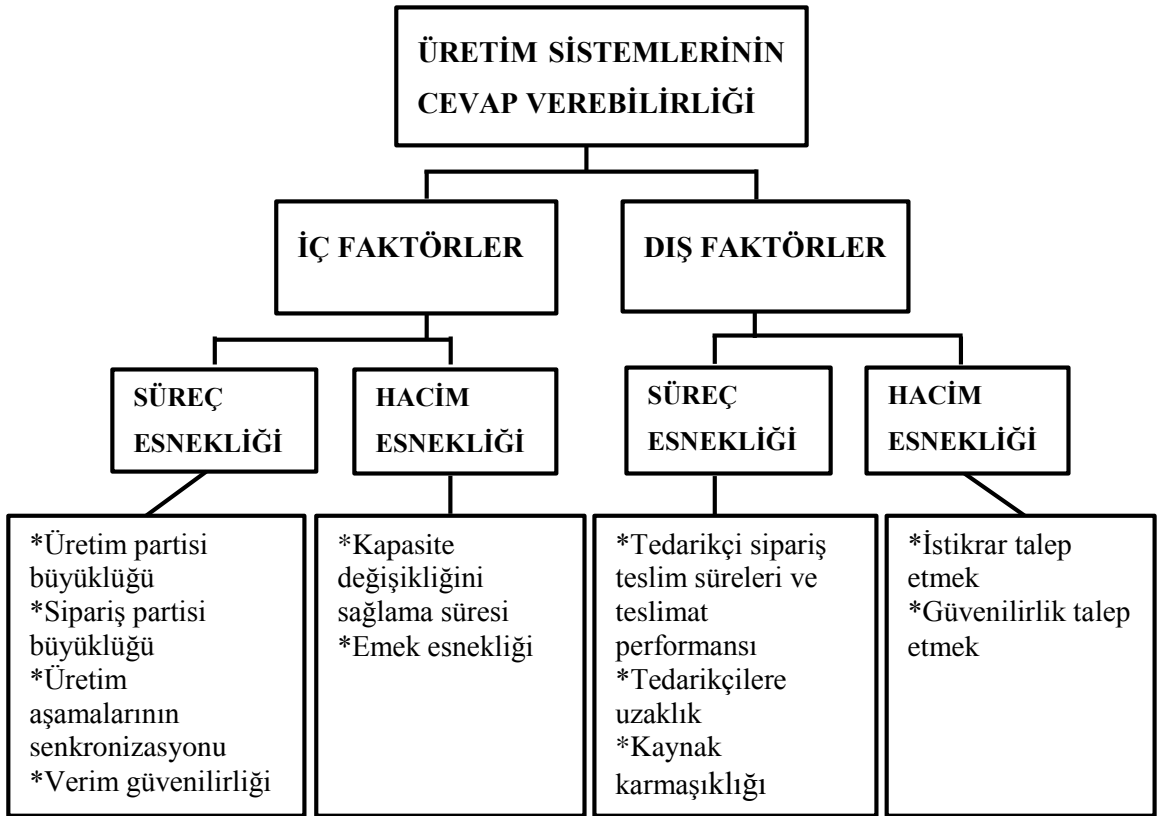
Hedefler: Cevap verme, hedef odaklıdır. Bütün işletmeler her uyarıcıya benzer düzeyde cevap vermemekte ve aynı hedefler farklı ortamlara uymamaktır. Bu yüzden işletmeler hedeflerine, iş ve operasyonel ortamları bağlamında karar vermektedir (Kritchanchai ve MacCarthy, 1999, s.829).

1.6.3. Üretim Sistemlerinin Cevap Verebilirliğe Etkisi

Üretim sistemi; malzeme tedariki, üretim planlama, çizelgeleme, kontrol ve malzeme dönüştürme işlevlerinin bir kombinasyonu olarak görülmektedir. Bu işlevlerin, ya doğrudan tüketici siparişleri tarafından belirlenen taleplere ya da bir envanter kontrol işlevi tarafından oluşturulan üretim siparişlerine cevap vermesi gerekmektedir (McFarlane ve Matson, 1999, s.1). Üretim sisteminin tüketici talebine zamanında cevap verme yeteneği, bir rekabet avantajı olarak kabul edilmektedir.

Sistem düzeyinde hızlı cevap verme kavramı ise tüketim malları, tekstil ve elektronik gibi çeşitli endüstri sektörlerinde geniş çapta tartışılmaktadır (Holweg, 2005, s.96).

Bir üretim sisteminin, üretimde gerçekleşen öngörülebilir ve öngörülemeyen değişikliklere, hızlı ve dengeli bir şekilde cevap verebilmesi gerekmektedir (Gindy vd., 1999, s.2399). Büyük partiler, uzun sipariş teslim süreleri, uzun kurulumlar; üretim sisteminin, üretimdeki değişikliklere cevap verme esnekliğini ve süreçlerin güvenilirliğini azaltmakta, bu da nihai ürün envanteri ile telafi edilmektedir (Holweg, 2005, s.111-112). Bu doğrultuda hem iç hem dış faktörler göz önünde bulundurularak, üretim sistemlerinin cevap verebilirliği Holweg (2005) tarafından bütüncül bir bakış açısı ile Şekil 2.7.'de gösterilmektedir:



Şekil 1.7. Üretim Sistemlerinin Cevap Verebilirliği

Kaynak: Holweg, 2005, s.112

Şekil 1.7.'de görüldüğü gibi bir üretim sisteminin cevap verme yeteneği, iç ve dış faktörlerden etkilenmektedir. İç faktörlerde; süreç ve kapasite esnekliği sağlanarak, üretim sisteminin cevap verebilirliği artırılmaktadır. Süreç esnekliği; verim, üretim aşamalarının aynı anda çalışması, üretim ve sipariş partilerinin büyüklüğünden etkilenmektedir. İş gücü esnekliği ve kısa sürede kapasite değişikliği ile hacim

esnekliği sağlanmaktadır. Benzer olarak, üretim sisteminin cevap verebilirliğini artırmak için dış faktörlerde de süreç ve kapasite esnekliğini sağlamak gerekmektedir. Süreç esnekliği; kaynak sağlamada karmaşıklık, tedarikçilere uzaklık, tedarikçi sipariş teslim süreleri ve teslimat performansı gibi faktörler iyileştirilerek sağlanmaktadır. İstikrar ve güvenilirliğin ise hacim esnekliğine katkısı bulunmaktadır (Holweg, 2005, s.112).

1.6.4. RMS'nin Cevap Verebilirliğe Etkisi

Birçok üretim tesisi, ana performans önceliklerinden biri olan cevap verebilirliği takip etmekte, cevap verebilme becerilerinin iyileştirilmesi için yollar aramaktadır (Jimenez vd., 2015, s.157). Bir sistemin, yeni bir üretim sistemi tasarlanırken ya da mevcut bir üretim sisteminde sorun olduğu durumlarda, cevap verebilme esnekliğine sahip olması gerekmektedir (Bateman vd., 1999, s.879). Üretimde, çeşitli tüketici ihtiyaçlarını karşılayarak ve yeni ürünlere adapte olarak, üretim sisteminin eskimesi önlenebilmektedir (Bateman vd., 1999, 871).

Cevap verebilirlik; pazar değişikliklerine, müşteri siparişlerine, devlet düzenlemelerine ve sistem arızalarına tepki vermeyi sağlayan bir özelliktir. Pazar değişiklikleri ise ürün talebindeki değişiklikleri, mevcut ürünlerdeki değişiklikleri ve yeni ürünleri piyasaya sürmeyi içermektedir. Bu pazar değişikliklerini karşılayabilmek için işletmelerin değişikliklere hızlı ve uygun maliyetle cevap vermesi gerekmektedir. Bu da pazar büyüdükçe üretim kapasitesini değiştirmek ve ürün değiştikçe işlevsellik eklemek için tasarlanmış, tekrar konfigüre edilebilir bir üretim sistemi ile gerçekleştirilmektedir (Koren, 2006, s.30).

Esneklik, üretim sistemlerinin kendi sınırları dahilinde değişimlere izin veren içsel bir özellik olarak görülmektedir. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinde, cevap verebilirlik yeteneği, yalnızca öngörülen durumlarda değil; aynı zamanda ani piyasa değişiklikleri, beklenmeyen makine arızaları gibi öngörülmeyen durumlarda da kullanılmaktadır. Mevcut esnek sistemler, öngörülen ve öngörülmeyen durumlar için tasarlanmış yazılım ve donanımlardan oluşmamaktadır. Bu nedenle FMS'nin kullanıldığı üretim işletmelerinde, tekrar konfigüre edilebilir üretim yeteneğini elde ederek daha fazla cevap verme arayışı uzun süren bir durumdur. Bu doğrultuda ani piyasa değişikliklerine direnmek için kullanılan tekrar konfigüre etme yeteneği, esnek sistemler için kritik olabilmektedir. Etkili olması için tekrar konfigüre edilebilir üretim

sistemlerinin cevap verme yeteneğini, işletmelerin organizasyon yapısına yerleştirmek gerekmektedir (Jimenez vd., 2015, s.167).

Yeni ürünler üretmek ve geliştirmek için pazar fırsatlarından yararlanmada ve üretim sistemini tekrar konfigüre etmede; hız, bir zorunluluktur. Bir işletmenin değişen toplum ihtiyaçları ve beklenmeyen piyasa değişiklikleri ile ilgili hızlı karar alması ve tepki vermesi, uygulama hızını göstermektedir. Üretim sistemlerinin hızlı bir şekilde tekrar konfigüre edilmesi, pazar değişikliklerine cevap verme açısından kritik öneme sahiptir. Cevap verebilirliğe sahip üretim işletmeleri; istenen ürünü, istenen miktarda, doğru yerde ve doğru saatte yetiştirebilmektedir. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerine sahip olmak, üretim kapasitesini (ürün başına hacmi) pazar talebine uyacak şekilde hızlı ayarlayabilmeyi ve yeni ürünler için hızlı bir şekilde koordine olmayı sağlamaktadır. Hızlı cevap verme, hızla değişen küresel pazar koşullarında küresel üretim işletmelerinin başarılı olması için oldukça önemlidir(Koren, 2010, 363-364).

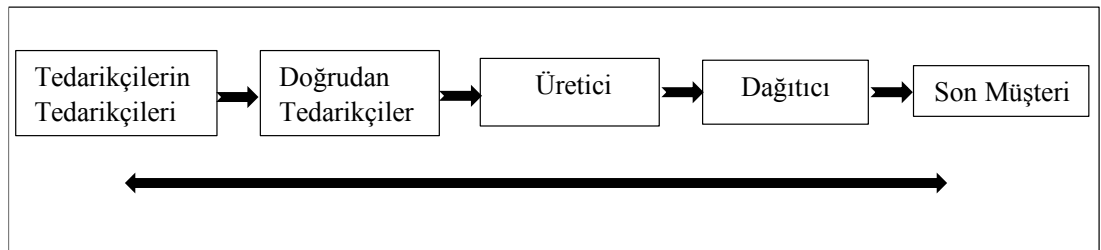
İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ

2.1.TEDARİK ZİNCİRİ TANIMI

Uluslararası pazarların artan dinamikleri, ekonomik koşullar, hızla gelişen teknoloji, işletmeler arası yoğunlaşan rekabet ve bilgi paylaşımı; işletmeleri, iş süreçlerini düzenlemeye zorunlu kılmaktadır. Bu iş süreçlerinin belirleyicisi olan tedarik zinciri, tüketici istek ve ihtiyaçlarını karşılayarak, işletmelerin günümüz rekabet ortamında ayakta kalmalarını sağlamaktadır. Tedarik zinciri, tüketici ihtiyaçlarının karşılanmasında doğrudan veya dolaylı olarak yer alan tüm tarafları kapsamaktadır (Chopra ve Meindl, 2006, s.265-267). Tedarik zincirinin amacı; üretim, dağıtım, tedarik, envanter yönetimi, satış tahmini, bilgi akışı, müşteri hizmetleri gibi süreçleri tasarlamak ve yönetmektir (Chopra vd., 2013, s.1).

Küresel bir tedarik zinciri, daha büyük bir talep belirsizliği, daha yüksek risk ve artan rekabet yoğunluğu ile karşı karşıyadır. İşletmelerin üretim faaliyetlerinin başarısı; tedarik zincirinin, tüketici ihtiyaç ve tercihlerindeki dinamik değişikliklere adapte olma yeteneğindeki esnekliğine bağlıdır. İşletmeler bu esnekliği, tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı müşteri bilgilerine erişimi artırıp zenginleştirerek ve bu bilgileri tedarik zinciri ortakları ile paylaşarak sağlamaktadır. Bu durumda ana ilke, tedarik zincirinin müşteri odaklı, bilgi yoğun ve esnek olması gerektiğidir (Roh vd., 2014, s.198). Tipik bir tedarik zinciri Şekil 2.1.'de gösterilmektedir:



Şekil 2.1. Tedarik Zinciri

Kaynak: Lummus vd., 2003, s.1

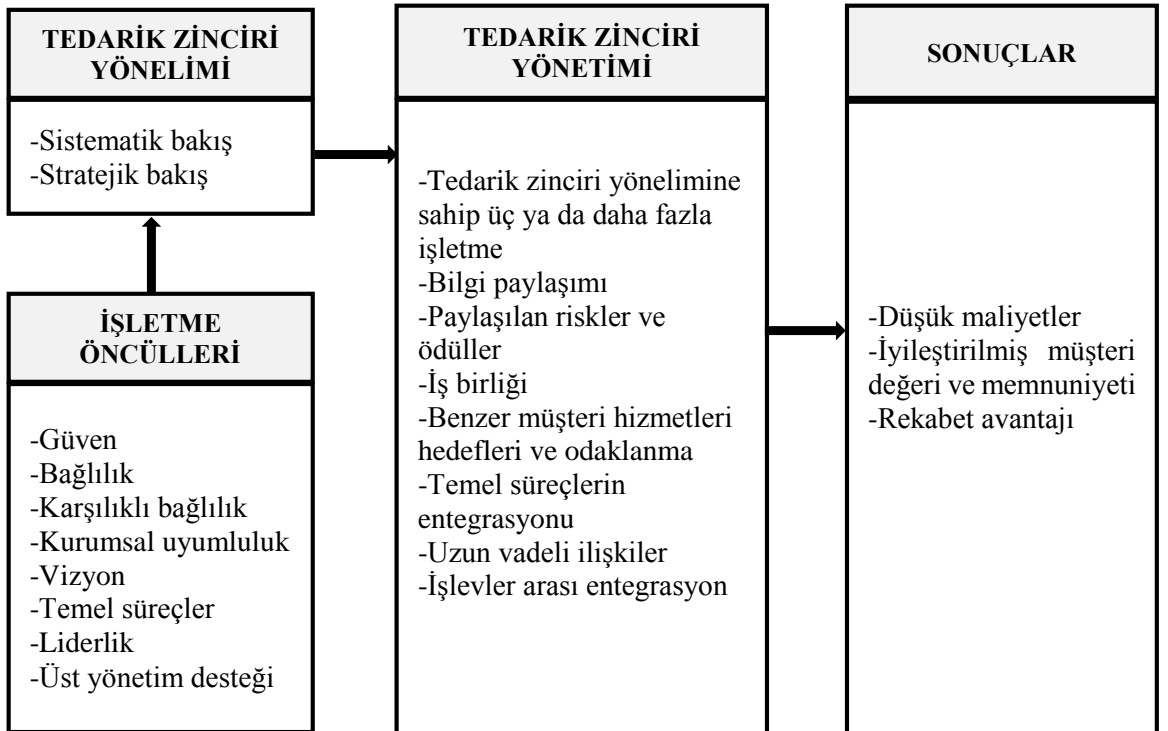
Tedarik zincirinde çeşitli taraflar vardır ve bunların her biri, bir diğeri ile etkileşim içerisindedir. Tedarik zincirinde, sistemin kilit parçaları arasındaki karşılıklı ilişkiler karmaşıktır. Bu karşılıklı ilişkiler, tedarik zinciri yönetimini olumsuz bir şekilde yönlendiren, geri bildirim döngüleri oluşturmaktadır. Girişimlerin, tedarik zinciri üyeleri tarafından koordine edilmemiş bir şekilde yürütülmesi ile ortaya çıkan geri bildirim döngüleri, problem çözmeyi ve karar vermeyi zorlaştırmaktadır (Minnich ve Maier, 2006, s.4-5).

Talep değişiklikleri, üretim ve tedarik sürecinde aksamalara neden olmakta ve tedarik zinciri cevap verebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Buran ve Ağca, 2019, s.77). Başarılı bir tedarik zinciri; talepteki değişikliklere cevap verebilmek için maliyetleri düşük tutarak ürün, bilgi ve fon akışını iyi yönetmektedir. İşletmeler bu akışı iyi yönetmek için strateji, planlama ve uygulama gibi karar aşamalarını da dikkate almaktadır (Chopra ve Meindl, 2006, s.265-267). Böylece üretim, nakliye ve depolama maliyetlerini en aza indirerek verimli bir tedarik zinciri oluşturulmaktadır (Fisher, 1997, s.101).

Tedarik zinciri, bir organizasyondaki birçok işlevi kapsamaktadır. Bu nedenle bir bütün olarak değerlendirildiğinde, zincirin en zayıf halkası en az kendisi kadar güçlüdür. Kendi operasyonel performanslarında büyük iyileştirmelerle övünen ancak tedarik zincirinin zayıf performansından dolayı başarılı olamayan işletmeler mevcuttur. Bu işletmelerden biri de General Motors (GM)'dur. Seksenlerin başında GM'nin, servis parçaları operasyonları ve parça dağıtım merkezleri verimli çalışmaktaydı. GM'nin, yakın müşterileri olan GM bayilerine verdiği hizmet kusursuzdu. Ancak GM'nin son tüketicilere sunduğu hizmet, rakiplerinin sunduğu hizmetten daha zayıftı. GM'nin tedarik zincirindeki sorun bayilerinde başlamıştı; yanlış parçalar stoklanmış, envanter ve parça kullanımına ilişkin bilgi sistemi güncelliğini yitirmişti. GM'nin envanter kontrol sistemleri, kontrolden çıkmıştı. Bu nedenle GM'nin fabrika performansı ne kadar iyi olursa olsun, tedarik zinciri rekabetçi değildi. Bu anlamda GM'nin operasyonları, bir tedarik zincirinin en zayıf halkasının kendisi kadar önemli olduğu gerçeğine örnek teşkil etmektedir (Hausman, 2004, s.63).

2.2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

1990'lı yıllarda işletmeler, tüketici değerini iyileştirmek için kendi sınırlarının ötesine, tedarikçi ve müşterilerine, bakmanın gerektiğini fark etmiş ve odak noktalarını, “iş süreçlerinin iç yönetiminden, işletmenin genelini yönetmek” olarak değiştirmişlerdir (Lummus vd., 2003, s.1). Tedarik zinciri yönetimi olarak ifade edilen bu yaklaşım; bir tedarikçiyi, bir tedarikçinin tedarikçisini, bir müşteriyi, bir müşterinin müşterisini vb. içeren bir iş zinciri yönetimidir (Harland, 1996, s.64). Tedarik zinciri yönetimi, işletme ile tedarikçi ve müşteriler arasındaki, bağlantı ve koordinasyonu sağlamaktadır (Christopher, 2017, s.2). Aynı zamanda ürünün üretim aşamasından başlayarak, son kullanıcıya ulaşmaya kadar geçen süreci yönetmek için bilgiyi kullanmaya yönelik, bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir (Ellram, 1991, s.17). Tedarik zinciri yönetimi; daha az maliyet ve daha yüksek bir müşteri değeri oluşturmak için tedarikçi ile müşteri arasındaki aşağı-yukarı yönlü ilişkilerin yönetimi olarak da tanımlanmaktadır (Christopher, 2017, s.3). Tedarik zinciri yönetiminin sınırları, öncelikleri, sonuçları ve tüm bunlar arasındaki ilişki Mentzer vd. (2001) tarafından açıklanmaktadır. Şekil 2.2. tedarik zinciri yönetimini uygulaması için bulunması gereken öncelikler ile ilgili rehberlik etmektedir (Mentzer vd., 2001, s.19):



Şekil 2.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Öncelikleri ve Sonuçları

Kaynak: Mentzer vd., 2001, s.12

Tedarik zinciri yönetimi, tedarik zincirinde yer alan taraflar arasındaki üretim, finansman ve bilginin yönetimi olarak da tanımlanmaktadır (Özdemir, 2004, s.89). Tedarik zinciri yönetiminin farklı tanımlarının olması, tedarik zinciri konseptinin işletmeler tarafından geliştirilme biçiminden kaynaklanmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin alanı oldukça geniştir. Bu nedenle tedarik zinciri yönetimi kavramı farklı bakış açıları ile ele alınmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi, birçok alana katkıda bulunmakta ve bu alanlara verilen örnekler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Croom vd., 2000, s.69-70). Bunlar:

- ✓ Ekonomik kalkınma,
- ✓ Stratejik yönetim ve sistem mühendisliği,
- ✓ Satın alma, tedarik ve pazarlama,
- ✓ Lojistik ve nakliye,
- ✓ Endüstriyel organizasyon,
- ✓ İşlem maliyet ekonomisi,
- ✓ Örgütsel davranış, kurumsal sosyoloji.

İşletmeler hem piyasada rekabeti sürdürmek hem de dünyanın farklı yerlerindeki tüketici ihtiyaçlarını karşılayabilmek için verimli bir tedarik zinciri yönetimine ihtiyaç duymaktadır. İşletmelerin, tedarikçilerle bir araya gelerek gereken hammaddeyi; uygun zamanda, düşük maliyetle ve yüksek kalite ile etkin bir şekilde tedarik etmeleri gerekmektedir (Öztürk, 2016, s.17). Tedarik zinciri yönetiminin etkin bir şekilde yürütülmesi verimliliği, kârlılığı ve müşteri memnuniyetini artırmaktadır (Öztürk, 2016, s.22). Tedarik zinciri yönetimi ile mevcut stok ve taleple ilgili bilgilerin paylaşılması yoluyla, bir zincirdeki taraflar arasında var olan envanter maliyetlerini azaltmak veya ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin odak noktası, tedarik zincirindeki tüm taraflar için kârlı bir sonuç elde etmektir (Christopher, 2017, s.3). Tedarik zinciri yönetiminin başarısı; iyi bir süreç planlamasına, bilgi paylaşımına, tedarik zinciri tarafları arasındaki ilişkiye ve tedarik zincirindeki risklerin saptanmasına bağlıdır. Taraflar arasındaki belirsizliğin azalması, karşılıklı güven oluşturmaktadır. Bu güven, daha az çatışma yaşanmasını ve daha doğru kararların alınmasını sağlamaktadır (Erciş ve Can, 2013, s.118).

Tedarik zinciri yönetimi felsefesini benimseyen işletmeler, felsefe ile tutarlı bir şekilde hareket edilmesine izin veren yönetim uygulamaları oluşturmaktadır (Mentzer vd., 2001, s.7). Tedarik zinciri yönetimi felsefesini başarılı bir şekilde uygulamak için tedarik zinciri yönetimini oluşturan faaliyetler Tablo 2.1.'de açıklanmaktadır. Bu faaliyetler:

Tablo 2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi Faaliyetleri

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ FAALİYETLERİ
Entegre davranış
Bilgilerin karşılıklı paylaşılması
Riskleri ve ödülleri karşılıklı paylaşmak
İş birliği
Aynı hedef ve müşterilere hizmet vermeye aynı odak
Süreçlerin entegrasyonu
Ortaklarla uzun süreli ilişkiler kurmak ve sürdürmek

Kaynak: Mentzer vd., 2001, s.8

2.3. ÜRETİM İŞLETMELERİNDE TEDARİK ZİNCİRİ

Üretim işletmelerinin, üretimi gerçekleştirmeleri için ürün veya hammadde tedarikçisinde bulunmaları gerekmektedir. Bu doğrultuda üretim işletmelerinin odak noktası, tedarikçilerden gelen malzeme akışını kontrol etmektir. Tedarik zinciri; üretilen malların, parçaların ve malzemelerin tedarikçilerden temin edilmesinden başlayıp tüketiciye ulaşıncaya kadar ki sürecin planlaması, koordine edilmesi ve kontrol edilmesi faaliyetlerinin tümünü içermektedir. Tedarik zincirinin kapsamı; tedarik kaynağı ile başlamakta, tüketim noktasında son bulmaktadır (Stevens, 1989, s.3). İşletmeler, tedarik zincirinin tarafları ile iş birliğine dayalı ilişkiler kurarak, tedarikçilerin planlama süreçleriyle uyumlu ve koordineli bir faaliyet planlama sistemi geliştirmektedir. Bu nedenle işletmeler, bu karşılıklı iş birliğine dayalı yaklaşımı geliştirmek için planlama faaliyeti içerisinde kapsamlı bir bilgi alışverişinde bulunmaktadır (Towers ve Burnes, 2008, s.351).

İşletmelerin, üretim sürecindeki belirsizlikleri yönetebilmeleri için sürdürülebilir bir tedarik zinciri oluşturmaları ve tedarikçilerin yeteneklerini yeniliklere adapte etmeleri gerekmektedir (Silvestre, 2015, s.34). Tedarikçilerle etkili bir iletişimin kurulması; tedarikçilerin ihtiyaçlarını planlamalarına yardımcı olabilecek bilgilerin sunulmasına, tedarikçilerin performansları hakkında geri bildirim sağlanmasına ve tedarikçilerle kalite ihtiyaçlarının sık sık paylaşılmasına bağlıdır

(Yang vd., 2015, s.3866). Bu doğrultuda işletmeler, rekabetçi bir tedarik zinciri oluşturabilmek için tedarikçileri ile iş birliği yaparak, kaynaklarını daha sürdürülebilir kılmaktadır. Böylece üretim işletmelerindeki tedarik zinciri yöneticilerinin, tedarik zinciri sürdürülebilirliğini benimseyip, sürdürülebilirliğin kapsamını kıyaslaması, değerlendirmesi ve riskleri önleyici tedbirleri alması gerekmektedir (Mani vd., 2020, s.10). İşletmelerde, tedarik zinciri sürdürülebilirliği (Kot, 2018, s.6-7):

- ✓ Envanter ve lojistik yönetiminde iş birliğini,
- ✓ İletişimin etkinliğini artırmak için bilgi teknolojilerinin kullanılmasını,
- ✓ Uzun vadeli ilişkilerin kurulmasını,
- ✓ Tedarik zinciri yönetiminin ortak amacının gerçekleştirilmesini,
- ✓ Üretim bilgilerinin düzenli olarak paylaşılmasını,
- ✓ Karşılaştırma ve performans metriklerinin ortak tanıtımını,
- ✓ Hem ürünler hem de süreçler için kalite politikalarının standardizasyonunu,
- ✓ Tedarik zinciri içerisinde; uyumlu ürün, tedarik ve dağıtım stratejilerinin oluşturulmasını,
- ✓ Müşteri ihtiyaçları ve tasarım planları hakkında bilgi paylaşımını,
- ✓ Ürünlerin, süreçlerin ve ambalajların tasarımında tedarik zinciri konseptinin kullanılmasını,
- ✓ Müşterilerden geri bildirim almak için ortak prosedürlerin oluşturulmasını sağlamaktadır.

Rekabetçi iş ortamında, tedarik zinciri yönetimi oldukça önemlidir. İyi yönetilen tedarik zinciri kuruluşlara, bölgelere ve ülkelere; operasyonel ve stratejik avantajlar sağlamaktadır (Silvestre, 2015, s.2). Pazar değişikliklerine cevap vermede, tedarik zincirini entegre edebilme potansiyelinin önemi de göz ardı edilmemektedir. Bu potansiyel, tedarik zincirinin bileşen parçaları arasındaki bağlantıların ve karşılıklı ilişkilerin tanınması, tedarik zinciri tasarımı ve operasyonu ile işletmenin rekabet stratejisi arasında iyi bir uyumun sağlanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Tedarik zincirini iyi yöneten ve pazarın ihtiyaçlarını karşılamak için araç ve teknikleri uygun bir şekilde kullanabilen işletmeler, büyük miktarda pazar payı elde etmektedir (Stevens, 1989, s.8).

Ürünleri için pazar payı ve kârlılık arayan işletmelerin, kalite performansını iyileştirmede, stratejik ittifaklar kurmanın önemini göz ardı etmemeleri gerekmektedir

(Yang vd., 2015, s.3866). Bu sebeple kurulan ittifaklarda, herhangi bir çatışma veya tutarsızlığın yaşanması; üretim faaliyetlerinin kontrolünü, işletmelerin stratejik ve operasyonel ihtiyaçlarını olumsuz yönde etkileyecektir. Çatışma ve tutarsızlıkla başa çıkılmadığı durumlarda, işletmeler hedeflerine ulaşamayacak, müşteri ihtiyaçlarını karşılayamayacak, optimumun altında performans sergileyecek ve bu da bir kısır döngü yaratacaktır. Müşteri ihtiyacı karşılanmadığı zaman, müşteri ile işletme arasında güven azalacak, böylece çatışma artacaktır. Sonuç olarak tedarik zincirinin bir bölümünün düşük performansı, tüm zinciri etkileyecek bu da tedarik zincirini, son tüketicinin ihtiyacını karşılamada daha az rekabetçi hale getirecektir. Bu yüzden çatışma ve tutarsızlığın ortaya çıkmaması için iyi geliştirilmiş dış ticari ilişkilere, iç planlama süreçlerine, erdemli bir güven çemberine ve karşılıklı iş birliğine ihtiyaç duyulmaktadır (Towers ve Burnes, 2008, s.354).

2.4. ÜRETİM İŞLETMELERİNDE TEDARİK ZİNCİRİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİ

Müşteri odaklı pazar ve süreç teknolojisindeki hızlı gelişme, günümüz üretim ortamında rekabete neden olmaktadır. Üretim işletmeleri, rekabetçi ve kârlı oldukları sürece endüstrilerinde, uzun vadede ayakta kalabilmektedir. Üretim işletmelerinin hayatta kalabilmesi için müşteri talebindeki ve iş gereksinimlerindeki, hem öngörülebilir hem de öngörülmeven değişikliklere cevap verebilmesi gerekmektedir (Ebrahim vd., 2014, s.1663). Cevap verebilirlik; nihai ürün pazarının geniş yelpazesindeki değişen gereksinimleri, etkili bir şekilde yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmakta ve tedarik zinciri sisteminin bir özelliği olarak görülmektedir (Etienne, 2005, s.49). Etkili ve verimli çalışabilen modern bir tedarik zinciri; ürünleri, doğru yer ve zamanda, istenilen miktar ve düşük maliyetle teslim edip müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilmektedir (Christopher ve Peck, 2004, s.1). Talepteki öngörülmeven artışlar hem iyi bir planlama hem de uygulama yetkinliği gerektirdiği için bir işletmenin talebe cevap verebilme yeteneğini zorlamaktadır. Talepteki öngörülebilir artışlar, sadece planlamada sistem esnekliği gerektirse de yine talebe cevap vermede zorluk yaşanabilmektedir (Etienne, 2005, s.52).

Üretim işletmelerinin, belirsiz ve değişen pazar ortamında güvenilir olabilmesi için talepteki öngörülebilir ve öngörülmeven değişikliklere hızlı bir şekilde cevap vermesi gerekmektedir. Bunu yapabilme yeteneğine ise çeviklik denir. Çeviklik

kavramı, hız ve esneklik kavramlarını içerisinde barındırmaktadır. Hız; bir ürünü teslim alıncaya kadar geçen sürenin bir ölçüsüdür. Esneklik; tedarik zinciri hızını, hedeflerini, hacimlerini ve bir işletmenin ürünü gönderebileceği veya alabileceği zamanı ayarlayabilme derecesidir. Üretim işletmelerinin tedarik zincirlerinin çevik olma derecesi üretimde, kaynak bulmada ve teslimatta; hız ve esnekliği nasıl sağladığına göre belirlenmektedir. Esneklik ve hız arttıkça tedarik zinciri çevikliği de artmaktadır (Prater vd., 2001, s.824). Esnek ve hızlı bir şekilde cevap verebilen tedarik zincirlerinin, üretim işletmelerine avantajları (Beamon, 1999, s.284):

- ✓ Geç sipariş sayısında azalma,
- ✓ Kaybedilen satış sayısında azalma,
- ✓ Talep değişikliklerine cevap verme ve bunları karşılama yeteneği,
- ✓ Düşük üretim performansının olduğu dönemlere (makine arızalarının olduğu dönemler gibi) cevap verme ve bunları karşılama yeteneği,
- ✓ Yetersiz tedarikçi performansının olduğu dönemlere cevap verme ve uyum sağlama yeteneği,
- ✓ Yetersiz teslimat performansının olduğu dönemlere cevap verme ve uyum sağlama yeteneği,
- ✓ Yeni ürünlere, yeni pazarlara, yeni rakiplere cevap verme ve bunlara uyum sağlama yeteneğidir.

Üretim işletmelerinin stratejik konumlandırılmasında önemli bir etkiye sahip olan konulardan biri, yüksek düzeyde cevap verebilirliği sağlamak için tedarik zincirini iyi tasarlamak ve yönetmektir. Dell, Amazon.com, Walmart, McDonald's gibi işletmelerin rekabetçi performansları, her gün etkili bir şekilde yönettikleri tedarik zinciri tasarımından kaynaklanmaktadır (Etienne, 2005, s.48). Rekabet avantajı ve sürdürülebilir endüstri büyümesini sağlamak için tedarik zincirinin iyi koordine edilmesi ve müşteri ihtiyaçlarındaki değişikliklere hızlı bir şekilde cevap verebilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda bir tedarik zincirinin başarısı; karşılıklı iş birliği, bilgi alışverişi, uzun vadeli ilişkiler ve süreçlerin entegrasyonu gibi faktörlere bağlıdır. Rakiplerine karşı rekabet avantajı elde etmek isteyen üretim işletmeleri, cevap verebilir bir tedarik zinciri oluşturarak bu faktörleri benimsemeli ve uygulamalıdır (Hayat vd., 2012, s.10).

Üretim işletmelerinin, entegre bir tedarik zinciri stratejisi geliştirebilmeleri için tedarik zinciri ile ilgili bazı sorunları ele alıp, bu sorunlara cevap verebilmeleri gerekmektedir. Bu sorunlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Stevens, 1989, s.5):

- ✓ Tedarik zincirinin faaliyetlerinin maliyeti,
- ✓ Bölümler arası çatışmalar,
- ✓ Envanter seviyesi,
- ✓ Hedefin tekrar konfigüre edilmesi,
- ✓ Zayıf müşteri hizmetleri (teslim süresi, güvenilirlik, cevap verebilme gibi konularda).

Üretim işletmelerinin bu sorunlara cevap verebilmesi; rekabetçi ortamın değerlendirilmesine, tedarik zincirinin tanımlanmasına, incelenmesine ve geliştirilmesine bağlıdır (Stevens, 1989, s.5). Çevik tedarik zinciri, yalın tedarik zinciri ve stratejik tedarikçi ortaklığı gibi tedarik zinciri stratejileri, tedarik zinciri cevap verebilirliğine ulaşmada önem arz etmektedir. İşletmelerin, tedarik zinciri stratejisini desteklemeleri ve yürütebilmeleri için iyi bir tedarik zinciri uygulaması geliştirmeleri (Rajagopal vd., 2016, s.18) ve tedarik zinciri boyunca operasyonlarını optimize etmeleri gerekmektedir. İşletmeler, bu tür sorunların üstesinden, tedarik zinciri taraflarıyla daha sıkı bir iş birliğine dayalı ilişkiler kurarak da gelebilmektedir (Ueki, 2013, s.4).

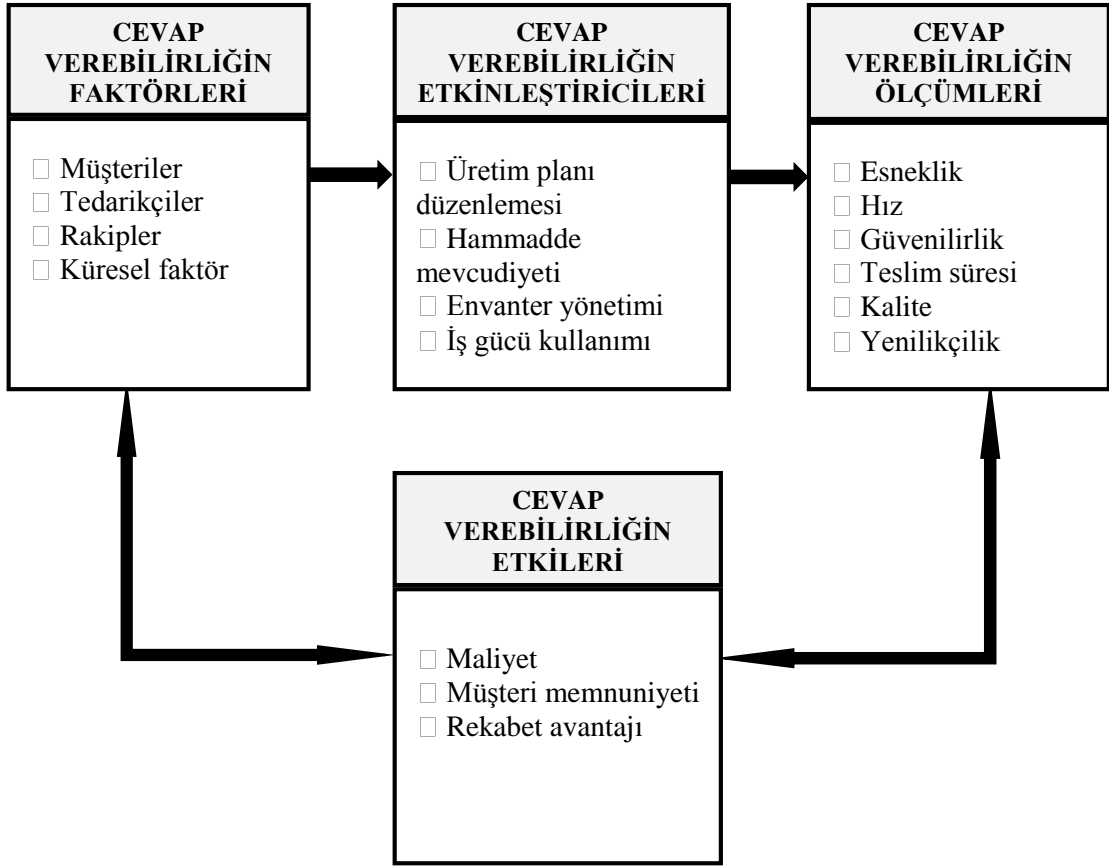
1990'lı yılların, iş süreçlerinin tekrar konfigüre edildiği, pazar ve müşteri ihtiyaçlarındaki değişikliklere hızlı bir şekilde cevap verildiği, verimli ve odaklı çağ; tedarik zinciri yönetiminde operasyonel, lojistik ve tedarikçi cevap verebilirliğini ve bu unsurların entegrasyonunu işlevler arası organizasyonel süreçlerle sağlayarak, mal ve hizmet akışını hızlandırmıştır. Tedarik zinciri disiplini, iş stratejisindeki hâkim eğilimlerde meydana gelen değişikliklere verilen bir cevaptır. Bu da daha verimli bir organizasyon oluşturmada, müşteri ve tedarikçiler ile birlikte daha iyi bir değer yaratmaktadır. Sunulan bu değer; iş faaliyetlerinin, özellikle operasyonel, lojistik ve tedarikçi yönetiminin iyi tanımlanması ve birleştirilmesi anlamına gelmektedir (Christopher ve Peck, 2004, s.2-3). Üretim işletmelerinde tedarik zinciri cevap verebilirliği; operasyonel cevap verebilirlik, lojistik cevap verebilirlik ve tedarikçi cevap verebilirliği olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

2.4.1. Operasyonel Cevap Verebilirlik

Operasyonel cevap verebilirlik; bir işletmenin üretim sistemlerinin, müşteri talebindeki değişiklikleri ele alma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Üretim sisteminin cevap verme yeteneği, hem üretim hem de hizmet faaliyetlerini kapsamaktadır (Al-Hawajreh ve Attiany, 2014, s.152). Operasyon sistemi; talep değişikçe süreçleri değiştirme, varlıkları müşteri ihtiyaçlarına göre tekrar konfigüre etme ve kapasiteyi ayarlama yeteneğini içermektedir. Özellikle üretim işletmeleri, ürün ve hizmet üretebilmek için gereken varlıkları tekrar konfigüre etme yeteneğine ihtiyaç duymaktadır (Lummus vd., 2003, s.6). Operasyonel esneklik ile birlikte müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için değişiklikleri ele alma yeteneği, tedarik zinciri cevap verebilirliğine göre ayarlanabilmektedir (Duclos vd., 2003, s.451).

Operasyonel strateji; operasyonel yetenekler, operasyonel uygulamalar ve kaynaklardan meydana gelmektedir (Wu vd., 2010, s.745). Tedarik zincirleri, iyi bir koordinasyon ve planlama yoluyla, işletmelerin esnekliğini artıran operasyonel uygulamalar oluşturmaktadır (Sánchez ve Pérez, 2005, s.696). Operasyonel yetenek; rekabet avantajının geliştirilmesi ve sürdürülmesini sağlayan bir bileşendir (Wu vd., 2010, s.722). Tedarik zinciri stratejilerinde tanımlanan bileşenler, operasyonel olarak çevik olma yeteneğini zorunlu kılmaktadır. Operasyonel çeviklik; müşteri eğilimlerine tepki verecek şekilde varlıkları ve işlemleri konfigüre etme yeteneğini içermektedir. Tedarik zinciri, müşteri talebine cevap verme yeteneğine sahip olduğu için işletmeler üretim operasyonlarında; bir ürünün üretiminden diğerine hızlı bir şekilde geçebilmekte ve belirli bir ürün için üretim seviyesini hızla değiştirebilmektedir (Lummus vd., 2003, s.6).

Pazar talebindeki hızlı değişimlere ayak uydurabilmek için işletmelerin, cevap verebilirliğin temel unsurlarına sahip olması gerekmektedir. İşletmelerin, üretim operasyonlarının cevap verebilirliği; cevap verme faktörlerine (girdi), üretim operasyonlarının cevap verebilirliğine ve cevap verebilirlik etkilerine (çıktı) göre üç gruba ayrılmakta (Ebrahim vd., 2014, s.1665) ve Şekil 2.3.' de gösterilmektedir:



Şekil 2.3. Üretim Operasyonlarında Cevap Verebilirlik

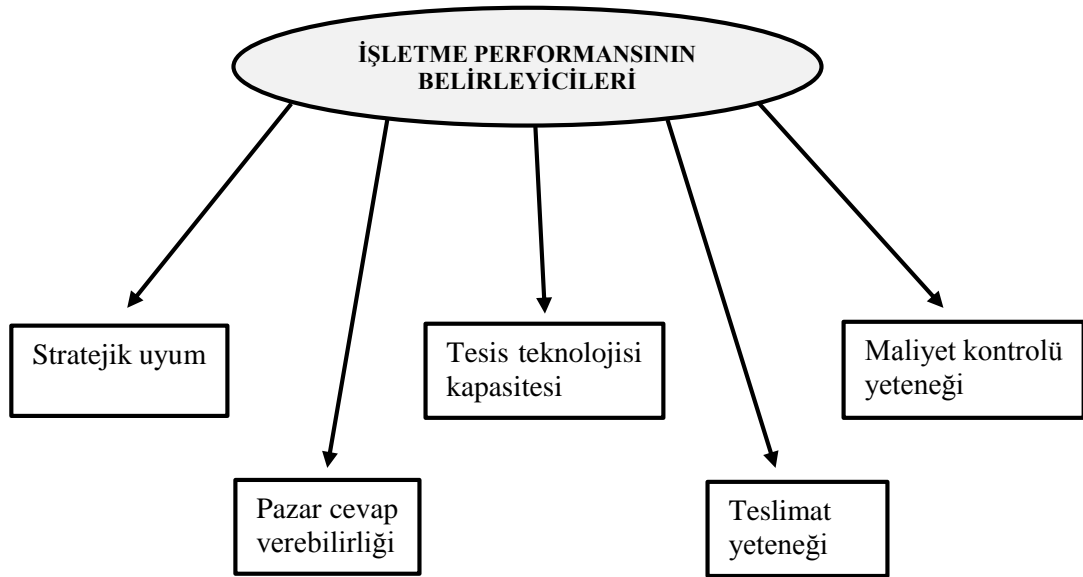
Kaynak: Ebrahim vd., 2014, s.1664

Üretim işletmelerinin operasyonel cevap verebilirlik boyutu, meydana gelen değişikliklere cevap vermek için gereken tepki süresinin adaptasyonunu ölçmektedir (Sánchez ve Pérez, 2005, s.683). Üretim işletmelerinin operasyonel cevap verebilirliğinin; işletmelerin rekabet öncelikleri, teslimat hızı gibi faktörler üzerinde etkisi bulunmaktadır. Pazar değişikliklerine ve müşteri taleplerine hızlı bir şekilde cevap verebilme yeteneğine sahip üretim işletmeleri, günümüz rekabetçi pazarlarına uyum sağlayabilmektedir. Bu nedenle işletmelerin, operasyonlarında cevap verebilirliğin önemini göz ardı etmemeleri gerekmektedir (Ebrahim vd., 2014, s.1663).

Üretim işletmelerinin sahip olduğu operasyonel fonksiyonlarının cevap verebilirlik yeteneği, operasyonların hem kurumsal hem de pazar ihtiyaçlarına olan uyumunu yansıtmaktadır (Sardana vd., 2016, s.131-132). Operasyon yönetiminde, değişen müşteri taleplerini karşılayabilecek sistemlerin ve kaynakların sağlanması ise merkezi bir sorundur. Üretim işletmeleri, sahip oldukları operasyonel cevap

verebilirlik yeteneği ile birlikte hem hacim hem de çeşitlilikteki dalgalanmalarla başa çıkabilecek sipariş karşılama süreçleri geliştirmektedir. Uzayan sipariş karşılama süreçleri, rekabet gücünü elde etmek ve sürdürmek isteyen üretim işletmeleri için önemli bir sorun olarak görölmektedir (Kritchanchai ve MacCarthy, 1999, s.812). Üretim işletmelerinin amacı, bu gibi sorunların üstesinden gelmek için çevresel dinamikleri iyi yönetmek ve rekabet önceliğine ulaşmak için operasyonel süreçleri tekrar konfigüre etmektir (Yi vd., 2011, s.271).

Üretim işletmelerinin; hedefleri ile operasyonlarının stratejik uyumu, operasyonların pazarın özelleştirme ihtiyacına cevap verme kapasitesi, tesis teknolojisi kapasitesi, üretim operasyonunun teslimat yeteneği ve maliyet kontrolü işletmelerin performansına katkı sağlamaktadır. İşletmeler, operasyonların performans hedefleriyle stratejik uyumunu vurgulamakta ve değişen pazar ihtiyaçlarına cevap verebilmek için dinamik operasyonel kapasite oluşturmaktadır (Sardana vd., 2016, s.131) . İşletme performansını etkileyen üretim operasyonlarının temel belirleyicileri Şekil 2.4.' de gösterilmektedir:



Şekil 2.4. Üretim İşletmelerinin Operasyonel Performans Belirleyicileri

Kaynak: Sardana vd., 2016, s.133

2.4.2. Lojistik Cevap Verebilirlik

Günümüzün küresel pazarlarındaki; artan rekabet, artan müşteri beklentileri ve kısa yaşam döngüsüne sahip ürünlerin piyasaya sürülmesi; üretim işletmelerini, lojistiğe yatırım yapmaya zorlamaktadır (Bramel ve Simchi-Levi, 1997, s.1). Lojistik; materyallerin, parçaların, bitmiş envanterin ve bunlarla ilgili bilgi akışlarının; tedariki, taşınması ve depolanmasını; organizasyon ve pazarlama kanalları aracılığı ile gerçekleştiren ve bu faaliyetleri stratejik olarak yöneten bir süreçtir (Christopher, 2017, s.2). Lojistik; küresel gereksinimlere uyum sağlama, müşterilerin nakliye gereksinimlerine hizmet etme, depo alanını değiştirebilme, nakliye taşıyıcılarını değiştirebilme ve ürün ertelemesini gerçekleştirebilme yeteneklerine sahiptir (Lummus vd., 2003, s.7). Lojistiğin, mevcut ve gelecekteki kârlılığı maksimize edecek şekilde gerçekleştirilmesi, lojistiğin maliyeti açısından önem arz etmektedir (Christopher, 2017, s. 2). Lojistikte; ürünler bir veya daha fazla fabrikalarda üretilmekte, ara depolama için depolara, ardından perakendecilere veya müşterilere gönderilmektedir. Maliyeti düşürmek ve hizmet kalitesini artırmak bu ağdaki tarafların entegrasyonuna bağlıdır (Bramel ve Simchi-Levi, 1997, s.1). Ürünü, tedarik kaynağı olarak uygun maliyetli bir şekilde alma ve teslim etme yeteneği, lojistiğin esnekliğini de göstermektedir (Duclos vd., 2003, s.451).

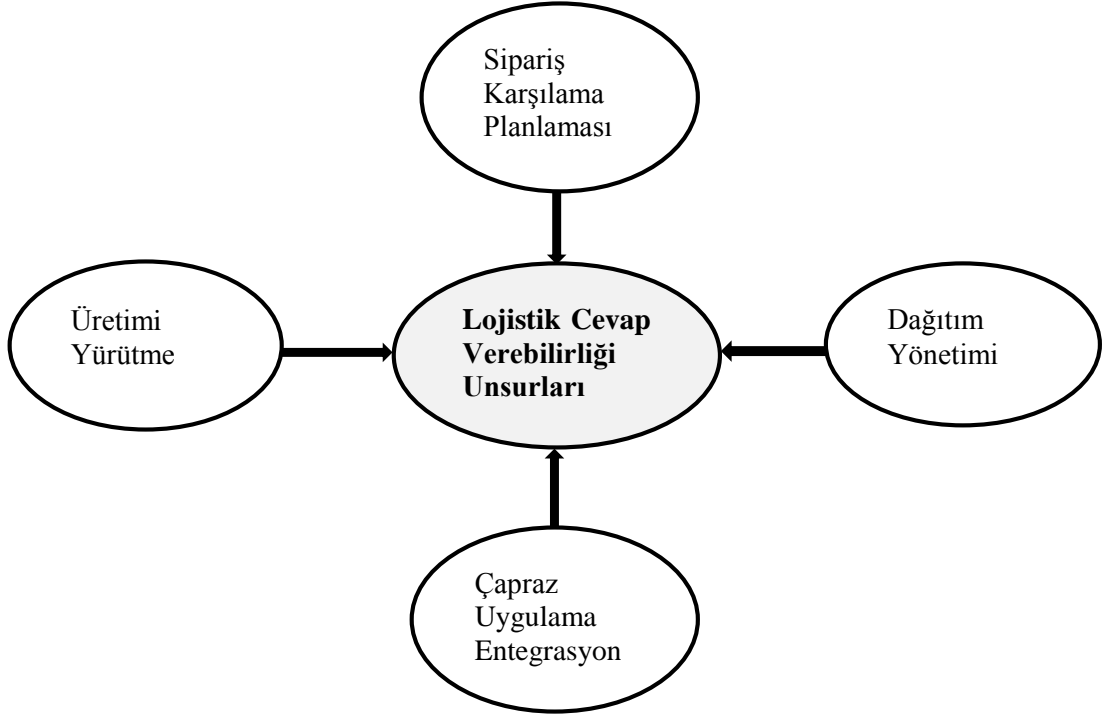
Lojistik yönetimi; pazardan başlayarak işletmeye, işletme operasyonlarına ve tedarikçilere uzanan, malzeme ve bilgi akışlarının koordinasyonu yoluyla müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilen bir süreçtir (Christopher, 2017, s.12). Mobil iletişim, bir gecede teslimat gibi iletişim ve ulaşım teknolojilerindeki ilerlemeler, lojistik yönetiminin gelişimine katkı sağlamaktadır (Bramel ve Simchi-Levi, 1997, s.1). Lojistik yönetimi, mümkün olan en düşük maliyet ile istenilen düzeyde sunulan hizmet ve kaliteye ulaşmak için gerekli olan tüm faaliyetleri, planlamakta ve koordine etmektedir. Ham malzemelerin yönetiminden, nihai ürünün teslimatına kadar gerçekleşen organizasyonu kapsamaktadır (Christopher, 2017, s.11). Lojistik yönetiminin amaçları, Bramel ve Simchi-Levi (1997) tarafından üç madde ile açıklanmaktadır:

- ✓ Sistem etkinliği üzerinde etkisi olan ve ürünün müşteri gereksinimlerine uygun hale getirilmesinde rol oynayan her tesisi dikkate almak,
- ✓ Nakliye ve dağıtımdan; hammadde envanterine ve bitmiş ürünlere kadar tüm sistemde verimli ve uygun maliyetli olmak,
- ✓ Stratejik ve operasyonel seviyede lojistik ağının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi faaliyetlerini koordine etmektir.

Tedarik zinciri üretkenliğini artırmak ve işletmelerin daha verimli çalışmasını sağlamak için lojistik yönetimine duyulan ihtiyaç artmaktadır. Lojistik yönetimi, birçok kuruluş için tedarik zinciri değerin, temel bileşenlerinden biridir. Geleneksel olarak nakliyeciler ve taşıyıcılar, kârlılığı artırmak için maliyetlerini en aza indirmeye odaklanmışlardır. Ancak son zamanların odak noktası, tüm lojistik zincirinin kârlılığını artırmak için sistem genelinde maliyeti azaltmak, olmuştur (Bhattacharya vd., 2014, s.73). Bu nedenle tedarik zinciri cevap verebilirliğinin başarılı bir şekilde uygulanması; tedarik zinciri faaliyetlerinin nasıl yürütüldüğüne ve işletmelerin lojistik cevap verebilirliğini nasıl geliştirdiklerine bağlıdır (Sezhiyan vd., 2011, s.39). Tedarik zinciri cevap verebilirliğini etkileyen bu iki faktör Sezhiyan vd. (2011) tarafından şu şekilde sıralanmaktadır:

- ✓ Tedarik zinciri yönetimi (tedarikçi seçimi, tedarikçi ilişkisi, tedarikçi entegrasyonu, tedarikçilerle sık iletişim gibi),
- ✓ Lojistik cevap verebilirliği (satış öncesi ve satış sonrası hizmetler, pazar kapsamına hâkim olmak, düşük maliyetli dağıtım ve hızlı teslimat gibi).

Lojistik cevap verebilirliğinin etkinliğini sağlamak için depolama, depo yönetimi, malzeme taşıma, nakliye, etiketleme ve paketleme süreçlerinin esnekliğini artırmak; müşteriye özel paketleme, tersine lojistik gibi hizmetleri sunarak tedarikçilerin müşteri talebine uygun cevap verebilmesine yardımcı olmak; depolamaya ayrılan zamanı azaltmak gerekmektedir (Lummus vd., 2003, s.6). Lojistik cevap verebilirliğinin başarılı olmasını sağlamak, dört temel unsurun entegrasyonuna bağlıdır (Ricker ve Kalakota, 1999, s.63). Bunlar Şekil 2.5.'te gösterilmektedir:



Şekil 2.5. Lojistik Cevap Verebilirliğinin Unsurları

Kaynak: Ricker ve Kalakota, 1999, s.63

2.4.2.1. Sipariş Karşılama Planlaması

Müşteri hizmetlerinin ve müşteri memnuniyetinin sağlanması, müşteri odaklı olmanın önemli bir bileşenidir. Müşterilerin istediği şey, siparişlerin; kısa süre içerisinde, hızlı, doğru ve uygun maliyet ile gerçekleştirilmesidir. Bu sebeple müşterilerin ve ürünlerin ötesine geçip siparişe odaklanmak gerekmektedir (Shapiro vd., 2006, s.6). Sipariş karşılama; müşteri siparişlerinin oluşturulması, hazırlanması ve teslim edilmesi sürecini ifade etmektedir (Shapiro vd., 2006, s.2). Sipariş karşılama planlaması; siparişin üretiminden, hazırlanmasından başlayarak nakliyeye kadar tüm planlama sürecini kapsamaktadır (Ricker ve Kalakota, 1999, s.63). “Siparişi yerine getirme planlaması” olarak da adlandırılan sipariş karşılama planlaması ayrıca tesislere gelen siparişlerin tahminine de odaklanmaktadır (Narayanan vd., 2019, s.2-3).

Sipariş karşılama; operasyonel düzeyde sipariş karşılama ve stratejik düzeyde sipariş karşılama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Operasyonel düzeyde sipariş karşılama, işleme odaklanmakta (Croxtton, 2003, s.19) ve müşteri siparişlerinin alınması, işlenmesi, proje ekibinin oluşturulması, proje çizelgesinin hazırlanması,

tedarikçi seçimi gibi faaliyetleri içermektedir (Zhang vd., 2010, s.290-291). Stratejik düzeyde sipariş karşılama ise müşteri ve tedarikçilerin finansal performansını etkileyen süreçlerde iyileştirme yapmaya odaklanmakta (Croxtton, 2003, s.19) ve siparişin gerçekleştirilmesi, kalite kontrolü, makine montajı, malzeme transferi, son teslimat gibi faaliyetleri kapsamaktadır (Zhang vd., 2010, s.291).

Siparişi karşılamaya ilişkin güvenilirlik; müşteri memnuniyetinde ve müşteriye elde tutmada önemli bir rol oynamaktadır. Sipariş karşılama güvenilirliği; bir siparişin belirlenen son ödeme tarihinde veya son ödeme tarihinden önce yerine getirilmesini ifade etmektedir. Güvenilirlik, tedarik zinciri boyunca çeşitli aşamalarda gecikmelere neden olabilecek tedarik zinciri belirsizliklerinden etkilenebilmektedir. Bu nedenle güvenilirliğin sağlanması için tedarik zinciri faaliyetlerinin daha dikkatli bir şekilde planlanması ve gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Chan vd., 2006, s.307-310).

Sipariş karşılama, tedarik zinciri yönetimi için önemli bir süreçtir. Çünkü tedarik zincirini harekete geçiren müşterilerin siparişleridir. Bu siparişlere verimli ve etkin bir şekilde cevap verebilme, müşteri memnuniyetini sağlamanın ilk adımıdır (Croxtton, 2003, s.19). Müşteri memnuniyetini sağlamak ve müşteri talebine kısa sipariş süresi ile cevap verebilmek için müşteri ile tedarik zincirindeki diğer taraflar arasında, etkili bir planlamanın uygulanması gerekmektedir. (Ricker ve Kalakota, 1999, s.63). Aynı zamanda, toplam teslim maliyetini en aza indirerek müşteri talebinin karşılanmasını sağlayan, bir ağ ve süreç tasarlanmalıdır. Bu da bir lojistik işlevden daha fazlasıdır ve işletme içerisinde üretim, pazarlama, lojistik, finans, satın alma, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin entegrasyonunu; tedarikçi ve müşterilerin koordinasyonunu gerektirmektedir (Croxtton, 2003, s.19).

Tedarik zincirlerindeki deponun görevi; büyük miktarda stoku depoda tutmak değil, daha fazla ürün çeşidine sahip olarak müşteri siparişlerine cevap verebilmektir. Bu da özelleştirilmiş katma değerli hizmetleri ve zamanında teslimat taleplerini içeren lojistik hizmetini sunmayı gerektirmektedir. Karar verme süreci; depo operasyonunda yer alan müşteri siparişlerinin yerine getirilmesi, cevap verebilirlik, maliyet etkinliği ve esneklik gibi faaliyetleri içeren karmaşık süreçlerden biridir. Depo operasyonlarının performansı; sadece lojistik strateji planlama sürecinden değil, aynı zamanda lojistik operasyonlar sırasında oluşabilecek olası risklerden de etkilenmektedir. Bu nedenle lojistik stratejilerinin planlanmasını destekleyen, cevap verebilirlik özelliğine sahip,

yüksek verimlilik ve kalite talebini karşılayan, bilgiye dayalı bir karar destek sisteminin kurulması gerekmektedir (Lam vd., 2015, s.1).

2.4.2.2. Üretimi Yürütme

Müşteri odaklı pazarların, küçük hacimli özelleştirilmiş ürünlere ve kısa ürün yaşam döngüsüne duyulan ihtiyacı, üretim sürecini daha karmaşık hale getirmektedir (Van Belle vd., 2011, s.1596). Üretimde ihtiyaç duyulan malzemelerin, yarı mamullerin, bileşenlerin ve parçaların miktarı arttıkça, lojistiğin üretimi yürütme sürecinin karmaşıklığı da artmaktadır (Lenort ve Feliks, 2013, s.1). Ürün mevcudiyeti, teslimat hızı, teslimat sürelerinin tutarlılığı, özel gereksinimlere karşı esneklik, kayıp ve hasar oranları üretimi yürütme sürecinin performansını etkileyen unsurlardır (La Londe ve Masters, 1994, s.37). Üretimi yürütmede, tam zamanında ve yalın üretim gibi üretim stratejileri uygulanarak, üretim eylemleri ve operasyonları daha koordineli bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Van Belle vd., 2011, s.1596).

Lojistik yönetimde üretimi desteklemek için lojistik yönetiminin operasyonel seviyesinde birçok entegre sistem ve konsept geliştirilmektedir (Lenort ve Feliks, 2013, s.1). MRP (Üretim Kaynak Planlaması), üretimdeki malzeme ihtiyacı için ayrıntılı planların merkezinde yer almaktadır. MRP sistemleri, malzeme ve kaynakların daha iyi planlanmasını ve kontrolünü sağlamaktadır (Samaranayake ve Toncich, 2007, s.5421). MRP sistemleri, ana üretim planına; hangi alt parçaların ne zaman, nerede ve hangi miktarda gerekli olduğu hakkında bilgi vermektedir (Ricker ve Kalakota, 1999, s.63). Bir üretim sisteminde MRP kullanımı; malzeme akışını yönetmekte, sipariş döngü süresini azaltmakta, ana üretim programını incelemekte, programın gerektirdiği hammadde ihtiyacını karşılamakta ve malzeme kontrolünü gerçekleştirmektedir. MRP; sipariş döngü süresi ve malzeme akışını azaltma hedefine, yüksek kalite ve hız ile cevap verebilmektedir (La Londe ve Masters, 1994, s.41).

Sipariş döngü süresi; hammadde üretiminden bitmiş ürün ve teslimata kadar geçen zamanda, malzemenin işletmede kaldığı süreyi ifade etmektedir. Bu döngü süresi üretim işletmelerini, daha cevap verebilir hale getirmektedir. Yani işletme, belirli bir müşteriye; ürünü daha hızlı üretilip, teslimatını daha hızlı gerçekleştirebilmektedir. Aynı zamanda döngü süresinin kısaltılması, malzemenin envanter olarak tutulma süresini azaltmakta, dolayısıyla envanter devir hızı ve varlıkların getirisini artırmaktadır. Lojistiğin üretimi yürütme sürecinde, döngü

süresinin azaltılması, toplam sistemin cevap verebilirliğini artırmaktadır. Böylece lojistik sistemi daha esnek ve uygulanabilir hale gelmektedir (La Londe ve Masters, 1994, s.41).

2.4.2.3. Dağıtım Yönetimi

Dağıtım yönetimi; malların, üreticiden dağıtım merkezlerine ardından nihai tüketim noktalarına taşınması sürecini ifade etmektedir. Aynı zamanda süreç; paketleme, gümrük komisyonculuğu, belge hazırlama, envanter ve depo yönetimi faaliyetlerini de içermektedir (Ricker ve Kalakota, 1999, s.64). DRP (Dağıtım Kaynak Planlaması); dağıtım ağını yönetmek ve envanteri planlamak için genel bir çerçeve sunmaktadır (Feigin vd., 2003, s.38). DRP; geriye doğru zaman aşamasını kullanarak, müşteriden başlayıp dağıtım ağının en üst düzeyine (merkezi depoya) kadar, başlangıç ve bitiş tarihlerinin dağıtım programını belirlemektedir (Samaranayake ve Toncich, 2007, s.5419). DRP; bir dağıtım ağının tüm kademelerinde, gelecekteki envanteri ve yenileme gereksinimlerini öngörme becerisine sahiptir. DRP sistemleri, tedarik kapasitesi kısıtlamaları, minimum ve maksimum sipariş miktarı kısıtlamaları gibi birçok kısıtlamayı dikkate almaktadır. Aynı zamanda DRP sistemleri, geniş bir karar desteği yelpazesi sunan çeşitli ticari yazılım paketlerinde de kullanılmaktadır (Feigin vd., 2003, s.39).

Dağıtım yönetimi; bir işletmenin tedarik zinciri faaliyetleri ile müşterileri arasındaki temel (fiziksel) bağlantı olarak da kabul edilmektedir. Dağıtım yönetimi; tedarik zinciri performansını etkilemekte, aynı zamanda müşterilere dönük süreçleri ve uygulamaları ifade etmektedir (Rexhausen vd., 2012, s.269). Dağıtımın; nakliye planlaması ve çizelgeleme ile entegrasyonu, kapsamlı bir tedarik zinciri yönetimi ile sağlanmaktadır. Nakliye yazılım yönetimi; gönderilerin yaşam döngüsünü kapsamakta ve müşterilerin, tüm gönderilerini birden fazla taşıma yöntemini kullanan nakliye sağlayıcıları üzerinden görüntülemelerine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle dağıtım yönetimi; nakliye, takip ve teslimat verilerine kolay erişim sağlamak, anlamına da gelmektedir (Ricker ve Kalakota, 1999, s.64).

Tersine lojistik; dağıtım yönetiminin başka bir işlevidir (Ricker ve Kalakota, 1999, s.64). Tersine lojistik, yoğun rekabet ve düşük kâr marjı ile karşı karşıya kalan bir işletmenin, kendi sektöründe rekabet etmesine yardımcı olmaktadır (Dowlatsahi, 2000, s.144). Tersine lojistikte ana faaliyet; geri kazanılacak ürünlerin toplanması ve

işlenmiş malların yeniden dağıtılmasıdır. Genellikle malların toplanması gereken birçok nokta ve gönderenin iş birliğine ihtiyaç vardır (De Brito vd., 2005, s.3). İyi bir tersine lojistik yönetimi, maliyetleri düşürmekle kalmamakta, aynı zamanda gelirleri de artırmaktadır. Tersine lojistik uygulamaları; ürünü satın alırken kolayca iade edilebileceğini bilen müşterinin, riskini azaltmakta ve bir işletmeyi daha rekabetçi hale getirmektedir. Tersine lojistik, işletmelerin; beklendiği gibi satış yapmayan malzemelerini elden çıkarmalarını, maliyetlerinin bir kısmını geri almalarını ve daha çevik olmalarını sağlamaktadır (Rogers ve Tibben-Lembke, 2001, s.145).

2.4.2.4. Çapraz Uygulama Entegrasyonu

Çapraz uygulama; malzemelerin, gelen araçlardan boşaltıldığı ve aralarında çok az veya hiç depolama olmadan doğrudan giden araçlara yüklendiği bir lojistik stratejisidir (Van Belle vd., 2012, s.827). Bir başka tanımda ise çapraz uygulama; limanlarda malzemelerin, doğrudan alıcı iskeleden yükleme iskelesine, minimum bekleme süresi ile taşınmasını ifade etmektedir (Apte ve Vıswanathan, 2000, s.291). Malzemeler iskelede, 24 saatten az olan kısa bir süre için tutulmaktadır (Yu ve Egbelu, 2008, s.377). Çapraz uygulama, geleneksel depoların aksine ya azaltılmış miktarda stok taşımakta ya da hiç stok taşımamaktadır (Boysen ve Fliedner, 2010, s.413). Böylece müşteri siparişlerinin karşılanma süreleri, envanter yönetim maliyeti ve depo alanı gereksinimleri azalmaktadır (Yu ve Egbelu, 2008, s.377).

Çapraz uygulama entegrasyonunun hedeflerinden biri; kamyonların limanda ne kadar iyi programlanabileceği ve gelen kamyonlardaki malzemelerin, sistem performansını optimize etmek için giden kamyonlara nasıl tahsis edileceğidir (Yu ve Egbelu, 2008, s.377). Federal Express, Birleşik Posta Hizmetleri ve ABD Posta Hizmetleri gibi paket teslimat hizmetleri, çapraz uygulamadaki en son teknolojinin örneklerini oluşturmaktadır. Bu paket teslimatını yapan işletmelerde, göndericiden aldıkları her şey ayıklanıp, en kısa sürede alıcıya gönderilmektedir. Böylece sistemde neredeyse hiç envanter tutulmamakta ve depolanması için herhangi bir provizyon yapılmamaktadır. Genellikle gelen malzemeler her zaman hareket halindedir ve birkaç saat içinde sıralanıp gönderilmektedir (Apte ve Vıswanathan, 2000, s.292).

Tedarik zinciri yönetimi uygulamasındaki önemli faktörlerden biri, tedarik zinciri boyunca ürün sevkiyatının kontrol edilmesidir (Kinneer, 1997, s.49). İşletmeler, müşteri memnuniyetini artırmak ve maliyetleri düşürmek için yeni

yöntemler geliştirmeye çalışmaktadır. Çapraz uygulama entegrasyonu ise envanteri azaltan ve çeşitli müşteri taleplerine cevap verme yeteneğini artıran bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Lee vd., 2006, s.247). Akış yoluyla dağıtım olarak da adlandırılan çapraz uygulama entegrasyonu (Apte ve Vıswanathan, 2000, s.292):

- ✓ Dağıtım ağının esnekliğini ve cevap verebilirliğini artıran sipariş döngü süresinin kısaltılmasını,
- ✓ Malzemelerin fiziksel akışının etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini,
- ✓ Bilgi akışını yönetmek için gelişmiş bilgi teknolojisinin etkin kullanımını,
- ✓ FTL (tam kamyon yükü) gönderilerinin etkin kullanımını,
- ✓ Uygun planlama ve yönetim araçlarının etkin kullanımını sağlamaktadır.

2.4.3. Tedarikçi Cevap Verebilirliği

Tedarik sürecinde; ürün varyasyonları, karışım, hacim ve yeni ürünler dahil olmak üzere ürün arzının değiştirilmesi, ürün tedarikinde esnekliği zorunlu kılmaktadır (Lummus vd., 2003, s.7-8). Tedarik esnekliği, değişen ürün talebi doğrultusunda ürün arzını değiştirerek, tedarik zincirinin tekrar konfigüre edilmesine olanak sağlamaktadır (Duclos vd., 2003, s.451). Bu doğrultuda tedarikçi ilişkilerini geliştirme, tedarikçilerle hacim değişikliği yapma, yeni ürünleri hızlı bir şekilde ekleyebilecek tedarikçileri seçme, tedarikçi ekleme ve tedarikçi çıkarma yeteneklerinin; ürün tedarikinde esnekliğin sağlanmasına ve tedarikçi cevap verebilirlik yeteneğinin geliştirilmesine katkısı bulunmaktadır (Lummus vd., 2003, s.7-8).

Yeni ürünleri hızlı bir şekilde sunabilen tedarikçilerin seçilmesi, tedarik zincirine cevap verebilirlik yeteneğini kazandırmaktadır (Lummus vd., 2003, s.7). Üretim işletmelerinin sipariş ettikleri ürünleri; istenilen kalitede, istenilen miktarda ve doğru zamanda elde edebilmeleri için seçtiği tedarikçilerine güvenmeleri gerekmektedir. Tedarikçilerin ise bu gereksinimlere cevap verirken hızlı olmaları, teslimat ve döngü sürelerinin kısaltılması açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle tedarikçi cevap verebilirliğini artırmak için tedarikçilerle kurulan iş birlikçi ilişkiler, üretim işletmelerinin tedarikçi belirsizliğini önleyerek, işletme bünyesinde tutulan stoğun azaltılmasını, teslimat ve döngü sürelerinin kısaltılmasını sağlamaktadır (Musanga vd., 2015, s.4-5).

Üretim işletmeleri tarafından benimsenen tedarikçi ilişkileri, rekabet avantajı sağlayarak, hızla değişen pazardaki fırsatları keşfetmeye ve bu fırsatlardan yararlanmaya yardımcı olmaktadır. Üretim işletmeleri, tedarikçi cevap verebilirliğini sağlamak için tedarik zinciri yönetiminde “bilgi sistemlerini” kullanmaktadır (Wu ve Angelis, 2007, s.245). Bilgi sistemleri; tedarikçilerle bilgi paylaşımını mümkün kılan, pazar araştırmasını destekleyen, gelecek ile ilgili planların yapılmasını kolaylaştıran, yeni ürün ve hizmetlerin sunulmasını sağlayan uygulamalardır. Cevap verebilirliği gerçekleştirmek için bilgi sistemlerinin, tedarik zinciri stratejisi ile tedarik zinciri performansı arasında bir uyum oluşturarak, tedarik zinciri uygulamalarını artırması gerekmektedir (Taraftar ve Qrunfleh, 2017, s.4).

Tedarikçi cevap verebilirliğini artırmak için, tedarik zinciri üyeleri arasında entegrasyon ve bilgi paylaşımını sağlamak gerekmektedir. Üretim işletmelerinin tedarikçileri ile iş birlikçi davranışları; ihtiyaç duyulan bilgiye daha hızlı erişimi, gereksinimlere daha fazla cevap verebilirliği ve rakiplere göre daha hızlı cevap verme sürelerini mümkün kılmaktadır (Sezen, 2008, s.234). Tedarik zinciri üyeleri arasında birden fazla bilgi karşılıklı olarak paylaşılabilir. Örneğin, bir üretici tahmin ve üretim planlama bilgilerini tedarikçileri ile paylaşırken, tedarikçileri envanter ve üretim kapasitesi bilgilerini üreticileri ile paylaşmaktadır (Huo vd., 2014, s.553). Tedarikçi ile üretici arasında sipariş durumu bilgilerinin paylaşılması; hizmet kalitesini iyileştirmekte, ödeme döngüsünü hızlandırmakta ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca teslimat süreleri, kalite özellikleri, iade durumu gibi performans ölçütlerine ilişkin bilgilerin paylaşılması, tedarik zincirindeki darboğazların belirlenmesine ve bunların aşılmasına yardımcı olmaktadır (Kelle ve Akbulut, 2005, s.41-42). Bu nedenle bilgi paylaşımının performans üzerindeki etkileri, tedarik zincirinin farklı bölümlerinde birden çok bilgi türünün paylaşılmasının bir sonucudur (Huo vd., 2014, s.553).

2.5. TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİ İLE İLİŞKİSİ

Değişen pazar ortamında ürün cevap verebilirliğini artırmak için işletmelerin hem iç hem dış yeteneğe bağlı olarak yüksek derecede cevap verebilirliğe sahip olması gerekmektedir. İç yetenek, bir işletmenin organizasyonu içerisindeki yeteneğini; dış yetenek ise işletmelerin rakipleri, müşterileri, tedarikçileri gibi dış çevresi ile olan

ilişkilerindeki yeteneğini ifade etmektedir (Barclay vd., 1996, s.54). İşletmeler, ürün cevap verebilirlik yeteneklerini artırmak için, rekabetçi bir ürün tasarımına ve iyi bir ürün geliştirme sürecine ihtiyaç duymaktadır. Ürün tasarımının tedarik zinciri ile uyumlu hale getirilmesi ise işletmelerin büyümesine ve yeni ürünlerin daha hızlı geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu uyum, potansiyel tedarik zinciri kesintilerini önleyerek tedarik zinciri risk yönetimine de katkıda bulunmaktadır (Khan vd., 2012, s.334).

İşletmeler, artan talep değişiklikleri ve rekabetçi baskılar nedeniyle daha geniş ürün çeşitliliğine ve daha kısa teslim süresine ihtiyaç duymakta, bu da cevap verebilme yeteneğini zorunlu kılmaktadır. Daha kısa sürede daha fazla ürün çeşitliliğini sunma yeteneğinin artırılmasında, tedarikçiler ile kurulan ilişkilerin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin katkısı bulunmaktadır. Tedarikçi cevap verebilirliği ile daha fazla çeşitlilik, daha kısa sürede ve daha düşük maliyetle karşılanmaktadır (Williamson, 1991, s.88-89). Tedarikçi cevap verebilirliğini artırmak için tedarikçi sayısını azaltmak, karşılıklı ilişkilere ve üründe farklılaşmaya odaklanmak gerekmektedir (Choi ve Krause, 2006, s.647-648). Böylece işletmelerin tedarikçileri ile kurduğu iletişim ve iş birlikçi yaklaşım, işletmenin performansını önemli derecede etkilemektedir (Squire vd., 2009, s.780).

Ürün cevap verebilirliği ile tedarikçi cevap verebilirliğinin entegrasyonu, tedarik zinciri esnekliğini ve tedarik zinciri cevap verebilirliğini artırmada önemli bir etkiye sahiptir. İşletmelerin dış yeteneklerini kullanarak tedarikçileri ile kurduğu ilişkiler hem tedarikçi cevap verebilirliğini hem de ürün cevap verebilirliğini artırmaktadır. Daha ayrıntılı olarak, işletmelerin iç ve dış yetenekleri doğrultusunda, tedarikçi cevap verebilirliğinin ürün cevap verebilirliği ile ilişkisini etkileyen faktörler Şekil 2.6.'da gösterilmektedir:



Şekil 2.6. Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliği ile İlişkisini Etkileyen Faktörler

2.5.1. Hız

Zamanın önemli olduğu küresel pazarlarda rekabet baskısı, sürekli kısalan ürün yaşam döngüleri ve değişen müşteri talebi; işletmelerin hızlı hareket etme yeteneğini geliştirmelerine katkıda bulunmaktadır. Bu yetenek, hem yeni ürünleri piyasaya sürmek hem de mevcut talebi karşılamak için gereken süreci hızlandırmayı ifade etmektedir (Yeh ve Lee, 2014, s.745). Piyasaya sürülen ürünler; bozulabilir, hızla tükenebilir, kısa sürede ihtiyaç duyulabilir bir yapıya sahip olabileceği için üretim işletmelerinin ürün cevap verebilirlik hızlarını artırmaları gerekmektedir (Janvier-James, 2012, s.196). Ürün cevap verebilirlik hızı; döngü süresini azaltma, tedarik zincirini tekrar konfigüre etme ve ürün geliştirme olmak üzere üç işlemin entegre edilmesi ile artırılmaktadır (Yeh ve Lee, 2014, s.743).

Kısa ürün ömrü, daha hızlı cevap verebilirlik ve daha hızlı bilgi akışı gibi zorlukların üstesinden gelmede, tedarikçilerin katkıları bulunmaktadır. Tedarikçiler; teknolojiye son gelişmeler, hammaddeler ve bileşenler ile ilgili belirsizlikleri yönetme yeteneğine sahip olduğu için pazar ortamındaki belirsizlikler tedarikçi iş birliği ile azaltılabilmektedir (Zhang vd., 2017, s.1-2). Tedarikçi cevap verebilirlik hızı; güvenilirlik ve teslimat süresi ile sağlanmaktadır. İşletmelerin, talep belirsizliğini karşılayabilmek için tedarikçilerine güvenmeleri gerekmektedir. Hızlı döngü süresine sahip işletmeler, iyi bir teslimat performansı için yüksek bir fiyat ödemek yerine, teslimatta hızlı olan tedarikçiler ile iş birliğine dayalı ilişkiler kurmaktadır. Tedarikçinin sahip olduğu teslimat performansı ise tedarikçinin pazar payını önemli ölçüde artırmasına olanak sağlamaktadır (Hu ve Munson, 2007, s.256). Dolayısıyla

işletme ile tedarikçi arasında kurulan iş birliğine dayalı ilişkiler, tedarikçi cevap verebilirlik hızını sağlayarak, ürün cevap verebilirlik hızını artırmaktadır (Zhang vd., 2017, s.2).

2.5.2. Hacim

Ürün tedariki ile ilgili iki tür belirsizlik söz konusudur. İlki, gereksinimler ile ilgili miktar ve zamanlama gibi belirsizliklerdir. Diğeri ise tedarikçinin kabiliyeti ile ilgili, özellikle mevcut kapasiteye ilişkin belirsizliktir. Üreticilerin, gelecekteki kapasite seviyeleri hakkında da önemli belirsizlikleri bulunmaktadır. Bu belirsizliği gidermek için tedarikçiye, vaktinden önce ücreti ödenerek, farklı dönemlerde belirli kapasite seviyelerinin kullanılabilirliği garanti edilebilmektedir (Jain ve Silver, 1995, s.915). Tedarikçinin tam kapasitesi bilindiğinde, üretici talep ettiği en uygun envanter politikasını uygulayabilmektedir (Swaminathan vd., 1997, s.2). Bu nedenle tedarikçi bilgi paylaşımı ile tedarik zincirinde ortaya çıkan toplam maliyet düşürülmekte ve hizmet kalitesi iyileştirilmektedir. İlgili bilginin hızla yayılması ise sistemdeki belirsizliği azaltmakta ve daha iyi performans gösterilmesine olanak sağlamaktadır (Swaminathan vd., 1997, s.18).

Üretim hacmi açısından tedarikçi cevap verebilirliğinin sağlanması, işletmenin performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İşletmelerin; operasyonlarında, üretim kararlarında ve sipariş kararlarında meydana gelen herhangi bir gecikme, tedarikçi cevap verebilirliği ile giderilebilmektedir (Saghiri ve Barnes, 2016, s.22-23). Tedarikçiler; pazar lideri teknolojileri erken bir aşamada tasarım sürecine dahil ederek, teslim süresinin azalmasına ve ürün performansının iyileştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca tedarikçi; üreticilerin ürünlerini ve hacim esnekliğini geliştirerek yeni teknolojilerin benimsenmesine katkıda bulunmaktadır (Ndubisi vd., 2005, 334).

Pazar payına ve pazar payının büyümesine olanak sağladığı için işletmelerin odak noktası hacim esnekliğidir (Ndubisi vd., 2005, s.342). Hacim esnekliği; talep değişikliklerine cevap olarak üretimi hızlandırmak veya yavaşlatmak için kapasiteyi hızla ayarlama yeteneğidir (Vickery vd., 1999, 19). Hacim esnekliği, daha çok ekipman verimliliği ve kaynak kullanımı gibi gelişmiş teknolojiler ile ilgilidir. Hacim esnekliğine odaklanıldığında, kalite stratejik olarak önemli hale gelmektedir. Ekipman yüksek verimlilik ile çalışıyorsa ve uygun kaynaklar mevcutsa, kalite sorunu minimum

seviyeye indirilecektir. Bu nedenle malzeme veya parça tedarikçisinde çıktı kalitesini etkileyebilecek herhangi bir tedarikçi kalite probleminden kaçınmak için tedarikçiyi kaliteye göre seçmek, hacim esnekliği açısından önem arz etmektedir (Ndubisi vd., 2005, s.342).

2.5.3. Kalite

Kalite, tedarikçilerin anlaşmaya uygun mal ve hizmet sağlama yeteneğini ifade etmektedir. Kalite, aynı zamanda talep sahibinin beklentilerinin karşılanıp karşılanmadığını da belirtmektedir (Johnson vd., 2021, s.168). Kalite, ürün cevap verebilirliğinin, verimli ve kesintisiz bir şekilde gerçekleştirilmesinde gerekli olan koşullardan biridir. İşletmelerin, tedarikçileri ile uzun vadeli ortaklık kurarken, kalite gereksinimlerini göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Tedarikçilerden gelen malzemelerin kalitesinin, standartların altında veya düşük kalitede olması, nihai ürünün gereksinimleri karşılamada yetersiz kalmasına neden olmaktadır (Harris vd., 2017, s.28). Tedarikçiler tarafından kaliteli malzemelerin sağlanması ise üretimin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilerek, nihai ürünün gereksinimleri karşılamasına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle tedarikçilerin kalite gereksinimlerini karşılayacak, verimli bir faaliyet ve kesintisiz kaynak akışı sağlaması; işletmelerin, yararlı kazanımlar ve maksimum kâr elde etmelerine yardımcı olmaktadır (Sharma vd., 2012, s.195).

Kaliteye duyulan ilgi; iş birliğine dayalı tedarikçi ilişkilerine, uzun vadeli sözleşmelere, acil durum planlamalarına, fiyat-kalite rolünün yeniden değerlendirilmesine, bilgi akışına, veri şeffaflığına ve erişilebilirliğe olan ihtiyacı artırmaktadır (Johnson vd., 2021, s.167). Bu doğrultuda işletmelerin, kalite gereksinimlerini dikkatli bir şekilde değerlendirmeleri ve bu değerlendirme sonuçlarını; ürün tasarım faaliyetlerini yürütmede ve kalite yönetiminde kullanmaları gerekmektedir. Bu anlamda tedarikçilerin, ürün kalitesi ve kalite yönetimi üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. İşletmeler, tedarikçilerini kalite yönetimi çabalarına dahil ederek, kalite iyileştirme çabalarına katkıda bulunmalarını sağlamaktadır (Kannan ve Tan, 2007, s.18).

Kalite odaklı bir işletme, ürün cevap verebilirlik yeteneğini artırmak için tedarikçiler ile iş birlikçi ilişkiler geliştirmektedir (Mahdiraji vd., 2012, s.2466). Bilgi paylaşımı ve iş birlikçi ilişkiler, tedarikçilerin kalite yönetimine katılımını etkin ve

verimli bir şekilde gerçekleştirmektedir. Aynı zamanda işletmelerin, ürün cevap verebilirlik yeteneklerini ve üretim süreçlerini iyileştirmede kullandıkları kalite yönetiminin gerçekleştirilmesi için gerekli olan gereksinimler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Mahdiraji vd., 2012, s.2471-2472). Bunlar:

- ✓ Gereksinimlere önem vererek, tüm yönetim ekibinin ürün kalitesi konularına katılımını sağlamak,
- ✓ Personelin, çözüm ekibine katılmasını ve iş birliği yapılmasını teşvik etmek,
- ✓ Gereksinimleri daha iyi anlamak için müşterilerin tesislerini ziyaret etmek,
- ✓ İşletmelerin ve tedarik zinciri üyelerinin sorunlarını çözmek ve iş süreçlerini iyileştirmek için yöneticilerden oluşan çok görevli ekipler oluşturmaktır.

2.5.4. Esneklik

İşletmeler, sunulan hizmet seviyesini ve cevap verebilirlik yeteneğini artırmak için kaynak bulma esnekliğine, üretim esnekliğine ve bilgi teknolojisine yatırım yapmaktadır. Bu yatırımlar ile talep bilgisi güncellenerek ve gerçek zamanlı talep bilgisinden yararlanılarak; üretim ve kaynak sağlama esnekliği kullanılmaktadır. Doğru talep bilgisi ile üretim ve tedarikçi esnekliği entegre edilerek, işletmelerin cevap verebilirlik yeteneği artırılmaktadır (Milner ve Kouvelis, 2002, s.100).

Tedarikçi cevap verebilirliği ve üretim esnekliği ile ürün esnekliği sağlanmaktadır. Ürün esnekliği; ürün tasarımı, ürün geliştirme, pazarlama gibi özellikler ile tedarik zinciri üyelerinin etkili iletişimini gerektiren, katma değerli bir özelliktir (Ndubisi vd., 2005, s.332). İleri teknolojiye sahip işletmeler, farklı pazar segmentlerini karşılamak için iç ve dış esnekliği sağlayarak geniş ürün yelpazesi sunabilmektedir (Ndubisi vd., 2005, s.342). İşletmenin dış esnekliği; yeni ürün, ürün geliştirme, teslimat ve hacim esnekliğini içermektedir. Dış esneklik bir işletmenin rekabet gücünü doğrudan etkilediği için genellikle iç esneklikten daha önemlidir. Buna karşılık iç esneklik; operasyonların verimliliği ile ilgili olduğu için doğrudan pazar talebi ve çevresel belirsizlikleri etkilememektedir (Chang vd., 2006, s.1137).

İşletmelerin, doğru strateji kullanarak ürün cevap verebilirliğini karşılayabilecek kadar esnek olması için üreticiyi yeterince destekleyebilecek doğru tedarikçilerin devreye girmesi gerekmektedir. Üretim esnekliğine odaklanan işletmeler için (Ndubisi vd., 2005, s.330) tedarikçilerin üretim kapasitesinde esnekliği kullanarak beklenmedik durumlara cevap verebilmesi, tedarik zincirindeki kesintileri azaltmada önemli bir rol

oyunmaktadır. Tedarik zincirindeki beklenmedik durumlarda, tedarikçiler tarafından geliştirilen acil durum stratejileri, tedarik zinciri kesintilerini en aza indirmektedir. Risk yönetiminde tedarikçi seçimi ve tahsisine önem veren işletmeler, daha az risk ile daha güvenilir tedarikçilerden kaynak sağlayabilmektedir (Kamalahmadi ve Mellat-Parast, 2015, s.1). Aynı zamanda tedarikçi ortaklığı, tedarikçi optimizasyonu, tedarikçi geliştirmede yardım, stratejik satın alma yönetimi, güven gibi ek faktörlerin; tedarikçi yeteneklerinden yararlanılmasına ve esnekliğin artırılmasına katkısı bulunmaktadır (Chang vd., 2006, s.1137).

2.5.5. Yenilikçilik

Rakip odaklı işletmeler, rakiplerini izleyerek, rakiplerinden farklı ürün ve süreç yaratma çabası içerisine girmektedir. İşletmelerin, yeni ürün ve süreç üreterek yaratıcılığı geliştirebilmesi için inovasyon (yenilik) potansiyelini artırmaları gerekmektedir (Jean vd., 2012, s.1009). İnovasyon, giderek değişen pazar ortamında sürdürülebilir rekabet avantajının önemli unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir. İnovasyon; işletmelerin hayatta kalmasına yardımcı olarak işletmelerin büyümesine olanak tanımakta, ürün ve süreç iyileştirmelerine katkıda bulunmaktadır (Atalay vd., 2013, s.226).

İşletmelerin, yeniliğe elverişli iş ortamlarını ve tedarik zinciri üyeleri de dahil olmak üzere yeniliği teşvik eden dış kaynaklarını geliştirmesi gerekmektedir. Tedarikçiler ile yapılan iş birliği; yeni ürünlerin kalitesinin ve hızının artırılmasına olanak sağlayarak, inovasyon performansına katkıda bulunmaktadır (Jean vd., 2014, s.98). Bu inovasyon sürecinde tedarikçiler ile bilgi paylaşımında bulunmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Schiele, 2012, s.44). Bu doğrultuda tedarikçilerin, tasarım ve ürün geliştirme süreçlerine katılımı sağlanarak, ürün kalitesi artırılmakta ve üründe inovasyon sağlanmaktadır (Jean vd., 2014, s.110).

İşletmeler, tasarım önerilerinin sunulabildiği ve yeni ürünün tasarımının geliştirilmesi için sorumluluk verilebildiği en erken aşamadan, ürünün ticarileştirildiği ve satış sonrası ürün kalitesinin yönetilebildiği en son aşamaya kadar olan süreçte tedarikçileri dahil etmektedir. Tedarikçileri ürün geliştirme sürecine dahil ederek, iş birliğine dayalı süreçlerde tedarikçilerin beceri ve uzmanlıklarından faydalanmak, işletmelere büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar; yeni ürün geliştirme, kısaltılmış ürün geliştirme döngü süreleri, daha düşük maliyet ve daha yüksek kaliteli

ürünler olarak sıralanmaktadır. Tedarikçiler; müşteri ihtiyaçları, planları, stratejileri ve ürün geliştirme programlarına dahil edilerek, işletmenin ürün cevap verebilirliği artırılmaktadır (Henke Jr ve Zhang, 2010, s. 44).

2.6. TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM SİSTEMLERİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Mehrabi vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada, üretimde duyulan ihtiyaçlar ve bunlara olanak sağlayan teknolojiler araştırılmıştır. Üretim uzmanlarına yapılan anket çalışmasında; FMS kullanımındaki deneyim değerlendirilmiş, RMS'nin potansiyel rolleri ve RMS'yi hayata geçiren teknolojiler incelenmiştir. Veri toplama aracı olarak kullanılan ankete, 66 kişi katılım sağlamıştır. Anket katılımcılarının üçte ikisi FMS'nin tam potansiyeli karşılamadığını, katılımcıların yarısından fazlası özellikleri nedeniyle FMS'yi kullandığını, katılımcıların %75'i sorunlara rağmen FMS'yi kullanıp mevcut FMS'yi geliştirmek istediklerini belirtmiştir. Çalışmada; çoğu katılımcının tekrar konfigüre edilebilirliğin eksikliği nedeniyle FMS'den memnun olmadığı, RMS'nin diğer üretim sistemlerindeki eksiklikleri tamamlayabildiği ve RMS'nin diğer üretim sistemlerindeki sorunları çözme potansiyeline sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Wang ve Koren (2012) tarafından yapılan çalışmada, mevcut bir sistemi tekrar konfigüre ederek sistem kapasitesini aşamalı olarak ölçeklendirebilen RMS için ölçeklenebilir planlama metodolojisi sunulmuştur. Mevcut bir sistemi tekrar konfigüre etmenin en ekonomik yolunu belirtmek için genetik algoritmaya dayalı bir optimizasyon algoritması geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşım, CNC tabanlı bir otomotiv silindir kafası işleme sistemi üzerine yapılan vaka çalışmasıyla doğrulanmıştır. Deneysel sonuçlar, önerilen yaklaşımın ölçeklenebilirlik planlama sorununu uygun maliyetli ve verimli bir şekilde ele alabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda ölçeklenebilirlik planlamasının, yeni bir üretim sisteminin tasarımıyla eş zamanlı olarak yapılması gerektiği önerilmiştir.

Bejlegaard vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Danimarka endüstrisindeki düşük hacimli bir KOBİ'de, RMS'nin potansiyelini ölçmek için bir vaka çalışması yürütülmüştür. Çalışmada, düşük hacimli üretim işletmeleri tarafından uygulanabilecek bir karar desteği yaklaşımı sunulmuştur. KOBİ'lerdeki üretim

hacminin, sürekli üretimin yapıldığı tek bir hatta bile oldukça düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece KOBİ'ler, tekrar konfigüre edilebilirlik uygulamasından yararlandığı seviye ve üretim sistemlerini tekrar konfigüre etme sıklığı açısından büyük işletmelerden ayrılmıştır. Bununla birlikte RMS'nin, düşük hacimli ve yüksek çeşitliliğe sahip KOBİ'ler için faydaları, farklı alanlarda gözlemlenmiştir.

Rösiö ve Bruch (2018) tarafından yapılan çalışmada, değişen pazar fırsatlarına kolayca adapte olabilen bir RMS tasarımı gerçekleştirmek amaçlanmıştır. RMS tasarımında gerekli olan faaliyetleri keşfetmek ve zorlukların üstesinden gelmek için çözümler önerilmiştir. Çalışmada, 4 üretim işletmesinde 47 ayrıntılı görüşme yapılarak, 7 vaka çalışmasının ampirik bulguları sentezlenmiştir. Üretim sistemi tasarım sürecinin ve bu süreçteki zorlukların üstesinden gelmek için göz önünde bulundurulması gereken faaliyetlerin kapsamlı bir perspektifi sunulmuştur. RMS üretim işletmeleri için kritik olsa da bu tür sistemlerdeki tasarım sürecinin net olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu çalışma, RMS tasarlanırken, ele alınması gereken yönetsel zorlukların, daha net bir şekilde belirlenmesine katkıda bulunmuştur.

Bortolini vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, RMS ile ilgili mevcut literatürün yapılandırılmış ve güncellenmiş sistematik bir incelemesi sunulmuş; uygulama alanlarının yanı sıra temel metodolojileri ve araçları vurgulanmıştır. Çalışmada; 1999-2017 yılları arasında yayınlanan 129 makale, hakemli bildiriler, kitap bölümleri ve endeksli uluslararası konferans bildirileri incelenmiştir. RMS alanındaki beş araştırma akışını tanımlayan şematik bir harita önerilmiştir. Sonuç olarak, RMS'nin tekrar konfigüre edilebilirlik endeksleri eksik olduğundan, tekrar konfigüre edilebilirlik düzeyini değerlendirmek için daha titiz analitik ölçütlerin benimsenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca başarılı vaka çalışmaları ve iyi uygulamalara duyulan ihtiyaç, modern endüstriyel işletmelerin tekrar konfigüre edilebilir üretime geçişini verimli bir şekilde yönlendirmiştir.

Harari vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, esnek ve tekrar konfigüre edilebilir montaj sistemlerinin tasarım sürecinin bileşenlerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada, literatür incelemeleri yapılmış ve sonuçları rapor etmek için 6 araştırma çalışmasından elde edilen ampirik veriler analiz edilmiştir. Literatür çalışmasından ve ampirik verilerin analizinden elde edilen sonuçlar, tasarım sürecinin bileşenlerine genel bir bakış sağlayarak katkıda bulunmuştur. Montaj sistemlerinin

tasarımı sırasında, tasarım sürecinin bileşenleri arasındaki ilişkiyi bütüncül bir bakış açısıyla analiz etmekle ilgilenen çalışmalar desteklenmiştir. Bir dizi faaliyet veya yöntemle sınırlı olan esnek ve tekrar konfigüre edilebilir montaj sistemlerinin tasarım süreçleri hakkında daha geniş bir perspektife ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ortega-Jimenez vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, tesis cevap verebilirliğine olanak sağlayan stratejik tekrar konfigüre edilebilir sistemler (üretim stratejisi, teknoloji yönetimi, tekrar konfigüre edilebilir teknoloji) arasındaki ilişki incelenmiş ve tedarik zinciri yönetiminin bu sistemler üzerindeki rolüne vurgu yapılmıştır. 16 ülkenin otomobil, elektronik ve makine sektörlerinde faaliyet gösteren, aynı zamanda üretim performansı yüksek olan 330 tesise anket yöntemi uygulanmıştır. Tekrar konfigüre edilebilir sistemler arasındaki ilişkiyi test etmek için CB-SEM (kovaryans tabanlı yapısal eşitlik modellemesi) kullanılmıştır. Tedarik zinciri yönetiminin; bağlamsal faktörler mevcut olsa bile tesis cevap verebilirliğinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayarak, stratejik tekrar konfigüre edilebilir sistemlerin uygulanmasını desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.

Maganha vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, mevcut düzeyi ve operasyonel performans üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada, Portekiz’de bulunan üretim işletmelerinden toplanan 112 anket kullanılmıştır. Küme merkezlerine dayalı kümeleme yöntemini gerçekleştirmek için istatistiksel analiz prosedürleri benimsenmiştir. Değişkenler arasındaki küme farklılıklarını test etmek için ANOVA analizi uygulanmıştır. Sonuçlar; tekrar konfigüre edilebilirliğin temel özelliklerinin uygulanması kalite, teslimat ve esneklik açısından operasyonel performans üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca RMS ile ilgili araştırmaların çoğu vaka çalışmasına dayanırken, bu araştırma genellenebilir ampirik kanıt sağlamak için anket tabanlı metodolojiyi kullanan ampirik bir araştırmadır.

Tablo 2.2. Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemlerinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yazarlar	Yıl	Yöntem	Örneklem	Sonuç
Mehrabi vd.	2002	Anket Yöntemi	66 Üretim Uzmanı	Anket katılımcılarının üçte ikisi FMS'nin tam potansiyeli karşılamadığını, katılımcıların yarısından fazlası özellikleri nedeniyle FMS'yi kullandığını, katılımcıların %75'i sorunlara rağmen FMS'yi kullanıp mevcut FMS'yi geliştirmek istediklerini belirtmiştir. Çalışmada; çoğu katılımcının tekrar konfigüre edilebilirliğin eksikliği nedeniyle FMS'den memnun olmadığı, RMS'nin diğer üretim sistemlerindeki eksiklikleri tamamlayabildiği ve RMS'nin diğer üretim sistemlerindeki sorunları çözme potansiyeline sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Wang ve Koren	2012	Vaka Analizi	Bir otomotiv silindir kafası işleme sistemi	Sonuçlar, önerilen yaklaşımın RMS için ölçeklenebilirlik planlama sorununu uygun maliyetli ve verimli bir şekilde ele alabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda ölçeklenebilirlik planlamasının, yeni bir üretim sisteminin tasarımıyla eş zamanlı olarak yapılması gerektiği önerilmiştir.
Bejlegaard vd.	2016	Vaka Analizi	Danimarka'da faaliyet gösteren bir KOBİ	Çalışmada, KOBİ'lerdeki üretim hacminin, sürekli üretimin yapıldığı tek bir hatta bile oldukça düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece KOBİ'ler, tekrar konfigüre edilebilirlik uygulamasından yararlandığı seviye ve üretim sistemlerini tekrar konfigüre etme sıklığı açısından büyük işletmelerden ayrılmıştır. Bununla birlikte RMS'nin, düşük hacimli ve yüksek çeşitliliğe sahip KOBİ'ler için faydaları, farklı alanlarda gözlemlenmiştir.
Rösiö ve Bruch	2018	Vaka Analizi	4 üretim işletmesinde yapılan 47 görüşme	Çalışmada, üretim sistemi tasarım sürecinin ve bu süreçteki zorlukların üstesinden gelmek için göz önünde bulundurulması gereken faaliyetlerin kapsamlı bir perspektifi sunulmuştur. RMS üretim işletmeleri için kritik olsa da bu tür sistemlerdeki tasarım sürecinin net olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu çalışma, RMS tasarlanırken, ele alınması gereken yönetsel zorlukların, daha net bir şekilde belirlenmesine katkıda bulunmuştur.

Bortolini vd.	2018	Literatür Taraması	129 makale, kitap bölümleri, bildirimler	Çalışmada sonuç olarak, RMS'nin tekrar konfigüre edilebilirlik endeksleri eksik olduğundan, tekrar konfigüre edilebilirlik düzeyini değerlendirmek için daha titiz analitik ölçütlerin benimsenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca başarılı vaka çalışmaları ve iyi uygulamalara duyulan ihtiyaç, modern endüstriyel işletmelerin tekrar konfigüre edilebilir üretime geçişini verimli bir şekilde yönlendirmiştir.
Harari vd.	2018	Literatür Taraması	Scopus ve Web of Science veri tabanları, Google, kütüphane veri tabanları	Literatür çalışmasından ve ampirik verilerin analizinden elde edilen sonuçlar, tasarım sürecinin bileşenlerine genel bir bakış sağlayarak katkıda bulunmuştur. Montaj sistemlerinin tasarımı sırasında, tasarım sürecinin bileşenleri arasındaki ilişkiyi bütüncül bir bakış açısıyla analiz etmekle ilgilenen çalışmalar desteklenmiştir. Bir dizi faaliyet veya yöntemle sınırlı olan esnek ve tekrar konfigüre edilebilir montaj sistemlerinin tasarım süreçleri hakkında daha geniş bir perspektife ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Ortega-Jimenez vd.	2020	Anket Yöntemi	3 sektör ve 16 ülkede faaliyet gösteren 330 tesis	Tedarik zinciri yönetiminin; bağlamsal faktörler mevcut olsa bile tesis cevap verebilirliğinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayarak, stratejik tekrar konfigüre edilebilir sistemlerin uygulanmasını desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.
Maganha vd.	2020	Anket Yöntemi	Portekiz'de faaliyet gösteren 112 üretim işletmesi	Sonuçlar; tekrar konfigüre edilebilirliğin temel özelliklerinin uygulanması kalite, teslimat ve esneklik açısından operasyonel performans üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca RMS ile ilgili araştırmaların çoğu vaka çalışmasına dayanırken, bu araştırma genellenebilir ampirik kanıt sağlamak için anket tabanlı metodolojiyi kullanan ampirik bir araştırmadır.

2.7. TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Handfield ve Bechtel (2002) tarafından yapılan çalışmada, tedarik zinciri üyeleri arasındaki döngü süresini azaltmak için yöneticilerin oluşturduğu ve büyük ölçüde güvene dayalı yeni ilişkisel formlar incelenmiştir. Tedarikçilerin, güvene dayalı ilişkiler kurabilmesi için alıcılarla ilişki düzeylerini kontrol etmesi, insan ve tesise özgü yatırımlar yapması gerektiğini öneren bir model sunulmuştur. Çalışmada; Kuzey Amerika'da faaliyet gösteren 10 üretim işletmesinin, tedarikçi ilişkisini yönetmekten sorumlu, satın alma yöneticilerine yönelik anket çalışması uygulanmıştır. Alıcıların, tedarikçi üzerinde çok fazla kontrole sahip olmadığı durumda bile tedarikçilerle güven düzeyini artırarak çalışması, tedarikçinin cevap verme yeteneğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Holweg (2005) tarafından yapılan çalışmada, otomotiv parçaları endüstrisine yönelik ampirik bir araştırma gerçekleştirilmiş, bu araştırma ile tedarikçi cevap verebilirliği kavramından kaynaklanan belirsizleri çözmek amaçlanmıştır. Çalışmada, Avrupa'daki birinci kademe otomotiv tedarikçilerinin cevap verebilirliği analiz edilmiştir. Veri toplama aracı; anket, ayrıntılı süreç haritalaması ve görüşmelerden oluşan çok yönlü bir yaklaşıma dayanmıştır. İngiltere'deki üç araç üretim tesisinde, satın alma ve üretim planlama yöneticileriyle 6 görüşme; 5 tedarikçiyle ayrıntılı süreç haritalama araştırması; bu 5 tedarikçi ve 12 Avrupalı tedarikçi ile anket yöntemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, tedarikçinin cevap verme yeteneğinin hem kendi üretim operasyonlarından kaynaklanan içsel faktörler tarafından hem de yukarı akış ve aşağı akış katmanlarıyla ilgili faktörler tarafından kısıtlandığını göstermiştir.

Squire vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada; tedarikçi yetenekleri, üretici cevap verebilirliği ve tedarik zinciri iş birliği arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada, Bileşik Krallık'taki sekiz endüstri sektöründe faaliyet gösteren 104 üretim işletmesine anket çalışması uygulanmıştır. Veriler, üç aşamalı bir hiyerarşik regresyon modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma, işletmenin genişletilmiş kaynak tabanlı görünümü için ampirik kanıtlar sağlamıştır. Sonuçlar, tedarikçi yeteneklerinin (esneklik, cevap verebilirlik, modülerlik) üretici cevap verebilirliğini doğrudan etkilediğini, ancak üretici-tedarikçi iş birliği düzeyinin bu ilişkiyi yönettiğini

göstermiştir. Çalışmanın sınırlamaları ise benimsenen yöntemin kesitsel bir tasarım olması ve bu nedenle nedenselliğe değinememesidir.

Musanga vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, alıcı-tedarikçi ilişkilerinin, tedarikçi cevap verebilirliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, Kenya'da faaliyet gösteren üretim işletmelerinin ilgili departmanlarında çalışanlara anket yöntemi uygulanmıştır. Anket çalışmasına 90 kişi katılım sağlamıştır. Örneklem büyüklüğü 48 katılımcıya ulaşmış ve tabakalı rastgele örnekleme tekniği kullanılmıştır. Veriler, tanımlayıcı analiz ve korelasyon teknikleri kullanılarak test edilmiştir. Üretim sektöründeki alıcı ve tedarikçilerin, gereksinimlere hızlı ve uygun bir şekilde cevap verebilme yeteneğini artıran işbirlikçi ilişkiler içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca işletmelerin, bilgi paylaşımının faydalarından yararlanmak ve tedarikçinin gereksinimlere cevap verebilme yeteneğini geliştirmek için bilgi sistemlerini optimize etmeleri gerektiği tavsiye edilmiştir.

Zhang vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, tedarikçi iş birliği uygulamaları ile yeni ürünlerin pazara çıkış hızı arasındaki ilişkinin doğrudan mı yoksa dolaylı mı olduğu araştırılmıştır. Tedarikçilerin; hızlı cevap verebilirlik, kısa ürün ömrü ve bilgi akışına olan katkılarına ilişkin ampirik kanıtlar sunulmuştur. Veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmış ve üretim işletmelerine 202 anket gerçekleştirilmiştir. Bilgi paylaşımının, yeni ürünlerin pazara çıkış hızı üzerinde doğrudan ve olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca işletme büyüklüğünün, stratejik satın alma ile bilgi paylaşımı arasındaki ilişkiyi ve bilgi paylaşımı ile yeni ürünlerin pazara çıkış hızı arasındaki ilişkiyi önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

Tablo 2.3. Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yazarlar	Yıl	Yöntem	Örneklem	Sonuç
Handfield ve Bechtel	2002	Anket Yöntemi	Kuzey Amerika'da faaliyet gösteren 10 üretim işletmesi	Tedarikçilerin, güvene dayalı ilişkiler kurabilmesi için alıcılarla ilişki düzeylerini kontrol etmesi, insan ve tesise özgü yatırımlar yapması gerektiğini öneren bir model sunulmuştur. Alıcıların, tedarikçi üzerinde çok fazla kontrole sahip olmadığı durumda bile tedarikçilerle güven düzeyini artırarak çalışması, tedarikçinin cevap verme yeteneğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Holweg	2005	Anket Yöntemi, Görüşme, Ayrıntılı Süreç Haritalaması	İngiltere'de faaliyet gösteren 3 araç üretim tesisi	Çalışmada, veri toplama aracı; anket, ayrıntılı süreç haritalaması ve görüşmelerden oluşan çok yönlü bir yaklaşıma dayanmıştır. Sonuçlar, tedarikçinin cevap verme yeteneğinin hem kendi üretim operasyonlarından kaynaklanan içsel faktörler tarafından hem de yukarı akış ve aşağı akış katmanlarıyla ilgili faktörler tarafından kısıtlandığını göstermiştir.
Squire	2009	Anket Yöntemi	Bileşik Krallık'da faaliyet gösteren 104 üretim işletmesi	Çalışma, işletmenin genişletilmiş kaynak tabanlı görünümü için ampirik kanıtlar sağlamıştır. Sonuçlar, tedarikçi yeteneklerinin (esneklik, cevap verebilirlik, modülerlik) üretici cevap verebilirliğini doğrudan etkilediğini, ancak üretici-tedarikçi iş birliği düzeyinin bu ilişkiyi yönettiğini göstermiştir. Çalışmanın sınırlamaları ise benimsenen yöntemin kesitsel bir tasarım olması ve bu nedenle nedenselliğe değinememesidir.
Musanga vd.	2015	Anket Yöntemi	Kenya'daki üretim işletmelerinde çalışan 90 katılımcı	Anket çalışmasına 90 kişi katılım sağlamıştır. Örneklem büyüklüğü 48 katılımcıya ulaşmış ve tabakalı rastgele örnekleme tekniği kullanılmıştır. Veriler, tanımlayıcı analiz ve korelasyon teknikleri kullanılarak test edilmiştir. Üretim sektöründeki alıcı ve tedarikçilerin, gereksinimlere hızlı ve uygun bir şekilde cevap verebilme yeteneğini artıran işbirlikçi ilişkiler içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca işletmelerin, bilgi paylaşımının faydalarından yararlanmak ve tedarikçinin gereksinimlere cevap

				verebilme yeteneğini geliştirmek için bilgi sistemlerini optimize etmeleri gerektiği tavsiye edilmiştir.
Zhang vd.	2017	Anket Yöntemi	202 Üretim İşletmesi	Tedarikçilerin; hızlı cevap verebilirlik, kısa ürün ömrü ve bilgi akışına olan katkılarına ilişkin ampirik kanıtlar sunulmuştur. Bilgi paylaşımının, yeni ürünlerin pazara çıkış hızı üzerinde doğrudan ve olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca işletme büyüklüğünün, stratejik satın alma ile bilgi paylaşımı arasındaki ilişkiyi ve bilgi paylaşımı ile yeni ürünlerin pazara çıkış hızı arasındaki ilişkiyi önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEKRAR KONFIGÜRE EDİLEBİLİR ÜRETİM SİSTEMLERİNİN VE TEDARİKÇİ CEVAP VEREBİLİRLİĞİNİN, ÜRÜN CEVAP VEREBİLİRLİĞİNE ETKİSİNİ DEĞERLENDİREN BİR ARAŞTIRMA

Pazar gereksinimlerine göre şekillenen üretim sistemleri; geleneksel üretim sistemlerinden, günümüz şartlarına daha uyumlu olduğu düşünülen esnek ve tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerine doğru bir evrilme süreci içerisinde. Pazar ve müşteri talebindeki ani değişikliklere cevap verebilirliği sağlayan, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerine duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır (Mendes vd., 2008, s.744). Bu nedenle üretim işletmelerinin, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerine ve tedarikçi cevap verebilirliği yeteneğine sahip olması; ani ve beklenmedik durumlara tepki verilmesi açısından önem arz etmektedir. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisinin incelendiği bu çalışmada; bu etkinin belirlenmesi için bir uygulama gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışma ile üretim işletmeleri tarafından uygulanan tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, cevap verebilirlik yeteneğine sahip olup olmadığı ve işletme tedarikçileriyle kurulan iş birlikçi ilişkiler sonucunda tedarikçi cevap verebilirliğinin cevap verme üzerinde etkisinin olup olmadığı araştırılmaktadır. Çalışmada, araştırma modeli açıklanmakta, daha sonra geliştirilen hipotezler ifade edilmektedir. Ardından, SPSS 23.0 ve LISREL 9.1 programları ile yapılan ölçeğin güvenilirlik ve geçerlilik analizleri test edilmektedir. Aynı zamanda LISREL 9.1 programı ile yapısal eşitlik modeli oluşturularak; yapısal eşitlik modeli ve uyum indekslerinin sonuçları açıklanmaktadır.

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Mevcut üretim ortamında; esnek partiler ve artan çeşitlilik ile yüksek kaliteli özelleştirilmiş ürünler elde etmek amaçlanmaktadır (Bortolini vd., 2018, s.93). Müşteri talebinde meydana gelen öngörülmeven ani değişiklikler, üreticilerin yeni koşullarda faaliyet göstermesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu değişiklikler;

ekonomünün küreselleşmesi, pazar ve süreç teknolojisinde meydana gelen hızlı gelişmeler gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Sonuç olarak pazar parçalanarak, daha kısa ürün yaşam döngüleri oluşmaktadır. Böylece pazar değişikliklerine zamanında cevap verebilmek için düşük maliyetli ve yüksek kaliteli ürünlerin üretiminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Mehrabi vd., 2002, s.135). Bu nedenle dinamik pazar talebi, kısa ürün yaşam döngüsü ve esneklik ihtiyacı; geleneksel üretim sistemlerinden yeni nesil üretim sistemlerine geçişi zorunlu kılmaktadır. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ise yeni nesil üretim sistemleri içerisinde bulunmaktadır. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri, üretim kapasitesi ve işlevselliğini hızlı bir şekilde ayarlayarak öngörülmeven pazar değişikliklerine cevap verebilmektedir (Bortolini vd., 2018, s.93).

Belirsizlikle başa çıkmak için entegre bir tekrar konfigüre edilebilir üretim sisteminin yanında, kesintisiz tedarikçi cevap verebilirliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Üretim işletmelerinin, sistem cevap verebilirliğini sağlayarak operasyonlarını geliştirebilmeleri için tedarikçileriyle iş birliğine dayalı ilişkiler kurmaları gerekmektedir (Lee vd., 2020, s.14). Bu ilişkiler doğrultusunda, tedarikçilerin cevap verebilirlik yeteneğine sahip olması, kısa teslim süresiyle müşteri talebinin karşılmasını sağlamaktadır (Agarwal vd., 2007, s.443). Aynı zamanda tedarikçi cevap verebilirliği; ürün geliştirme, teslimat süresi, kalite, yenilik, esneklik gibi faktörler ile ürün cevap verebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada; tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisi analiz edilmektedir. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin; tasarım süreci, mevcut düzeyi ve potansiyel rolleri araştırılmış olsa da tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ürün cevap verebilirliğine etkisinin ele alındığı bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Benzer şekilde tedarikçi entegrasyonunun, alıcı-tedarikçi ilişkilerinin, tedarikçi cevap verebilirliğinin ele alındığı çalışmalara karşın; tedarikçi cevap verebilirliğinin ürün cevap verebilirliğine etkisinin incelendiği bir çalışma ile karşılaşılmamaktadır. Bu anlamda tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisinin araştırıldığı bu çalışma ile literatürdeki boşluk doldurulmaya çalışılmaktadır. Ayrıca kullanılan tüm değişkenlerin içerisinde olduğu bir model, ilk defa bu çalışmada incelenmektedir. Bu

doğrultuda, çalışmanın ilgili disiplinde önemli bir boşluğu dolduracağı ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3.2. ARAŞTIRMANIN ANAKÜTLESİ VE ÖRNEKLEMİ

Araştırmanın anakütlesini, Türkiye’de imalat sektöründe faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli işletmeler oluşturmaktadır. 2019 yılı verilerine göre Türkiye’de imalat sektöründe orta ve büyük ölçekli işletme sayısı 13 512’dir (Tük, 2019, s.3-6). Araştırma kapsamına küçük ölçekli üretim işletmelerinin dahil edilmemesinin nedeni, küçük ölçekli üretim işletmelerinin çoğunluğunda ayrı bir üretim departmanının bulunmamasıdır. Cohen vd. (2000) tarafından geliştirilen Tablo 3.1.’de, %95 güven seviyesinde anakütleye göre örneklem hesaplaması açıklanmaktadır. Çalışmada, 397 örneklem sayısı kullanılmaktadır. Bu ise örneklem sayısının; tabloda açıklanan anakütle-örneklem hesaplamasına göre istenen minimum örneklem sayısının üzerinde olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.1. Anakütleye Göre Örneklem Hesaplaması

Anakütle	Örneklem
500	217
1.000	278
2.000	322
5.000	357
10.000	370
50.000	381
1.000.000	384

Kaynak: Cohen vd., 2005, s.94

Araştırmacılar, araştırdıkları konu ile ilgili veri elde etmek için örnekleme yöntemlerinden yararlanmaktadır. Örnekleme yöntemleri; tesadüfi ve tesadüfi olmayan örnekleme yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılarak, örneklemin belirlenmesinde araştırmacılara yardımcı olmaktadır (Haşiloğlu vd., 2015, s.26). Bu çalışmada, örneklemin belirlenmesi için tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan kolayda örnekleme yöntemi kullanılmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemi

ile elde edilen bulgular ise sadece görüşme yapılan grubu temsil etmektedir (Haşiloğlu vd., 2015, s.20-21).

3.3. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLER

Üretim işletmeleri; değişen ürün karışımı, talep dalgalanmaları, yeni ürünlerin piyasaya sürülmesi gibi ani pazar değişiklikleriyle karşı karşıya kalmaktadır. İşletmelerin, bu değişikliklere cevap verebilmeleri için yapılarına uygun bir üretim sistemi geliştirmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda geliştirilen tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri, ani pazar değişikliklerine cevap olarak tasarlanmış üretim sistemleridir. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile üretim kapasitesi ve işlevsellik, pazarın değişen ihtiyaçlarına göre ayarlanabilmektedir (Tseng vd., 2017, s.7). Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemi içerisindeki yazılım ve donanım sistemleri; ürün başına hacmi pazar talebine uyacak şekilde ayarlamakta ve yeni ürünler üretmek için sistemi tekrar konfigüre etmektedir (Bortolini vd., 2018, s.93). Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin modüler yapısı ve entegrasyon kolaylığı ile artan ürün çeşitliliğine hızlı bir şekilde cevap verilebilmektedir (Mehrabi vd., 2002, s.144). Modüler yapısı ve entegrasyon kolaylığı ile birlikte ölçeklenebilirlik, özelleştirme, dönüştürülebilirlik ve teşhis edilebilirlik özellikleri, ürün değişikliklerine cevap verebilirliği artırmaktadır. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin tasarımı ile oluşturulan parça ailesi ise üretimi artırmak ve tedarik süresini en aza indirmek için yeterli esnekliğe sahiptir (Kumar vd., 2019, s.3). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın ilk hipotezi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

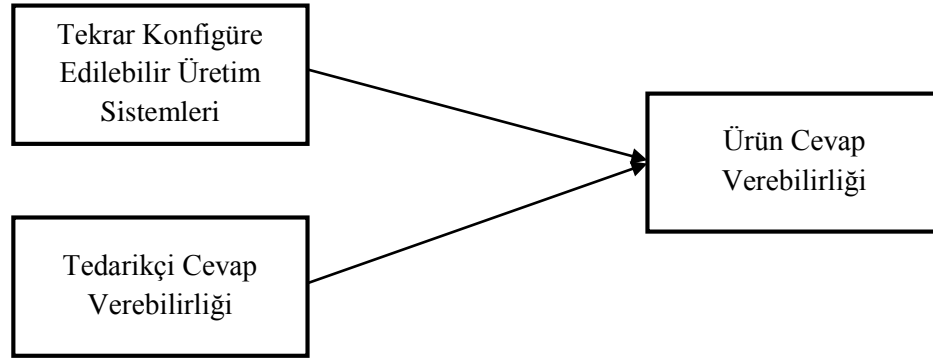
H1: Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunmaktadır.

Ürün yaşam ömrünün kısılması ile birlikte işletmeler hem işletme içi üretim süreçlerini hem de tedarik zincirlerini tekrar konfigüre etmek zorunda kalmaktadır. Bu noktada tedarikçi cevap verebilirliği, tedarik zinciri cevap verebilirliğinin sağlanmasında önemli bir rol oynayarak, işletmelerin rekabet gücünü artırmaktadır (Ehtesham Rasi vd., 2019, s.94). İşletmelerin tedarik zinciri cevap verebilirlik yeteneğini artırabilmeleri için tedarikçilerle iş birlikçi ilişkiler kurmaları, tedarikçi performansını değerlendirmeleri ve bununla ilgili adımlar atmaları gerekmektedir (Ungan, 2011, s.319). Tedarikçilerle kurulan iş birlikçi ilişkiler sonucunda, stratejik kaynak sağlama ve parça tedariginde bilgi paylaşımı gerçekleştirilerek; tedarik zinciri

boyunca cevap verebilirlik artırılmakta ve bunun da ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır (Ehtesham Rasi vd., 2019, s.94). Tedarik sürecinde tedarikçilerle kurulan iş birlikçi ilişkiler, işletmelerin operasyonel performansını da artırmaktadır (Jermsttiparsert ve Rungsrissawat, 2019, s.410). Böylece işletme içi ve işletme dışı bilgi akışları ile birlikte iş süreçleri daha iyi yönetilmekte ve işletmelerin karşılaştığı riskler azaltılabilmektedir (Christopher ve Peck, 2004, s.1). Sonuç olarak tedarikçilerin hem mevcut ürünlerin üretim hızına hem de yeni ürün geliştirme aşamasına sağladığı katkılar yapılan çalışmalarda da görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın ikinci hipotezi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

H2: Tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunmaktadır.

Yukarıda açıklanan hipotezlerden yola çıkarak, çalışmada kullanılan model Şekil 3.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Araştırma Modeli

Hipotezler:

H1: Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunmaktadır.

H2: Tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunmaktadır.

3.4. VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ VE KULLANILAN ÖLÇEKLER

Çalışmada, veri toplama yöntemlerinden biri olan anket yöntemi kullanılmaktadır. Verilerin toplanması için 29 Ekim 2020- 12 Ocak 2021 tarihleri

arasında, 397 adet anket yapılmıştır. Gerçekleştirilen detaylı literatür taraması sonucunda, araştırma amacına yönelik kullanılan anket maddelerinin ölçekleri belirlenmiştir. Bunlar: modülerlik (Maganha vd., 2018, s.122), entegre edilebilirlik (Maganha vd., 2018, s.122), dönüştürülebilirlik (Maganha vd., 2018, s.122), tedarikçi cevap verebilirliği (Al-Hawajreh ve Attiany, 2014, s.155) ve ürün cevap verebilirliği (Jimenez vd., 2015, s.163) olmak üzere beş ölçekten oluşmaktadır. Modülerlik, entegre edilebilirlik ve dönüştürülebilirlik ölçekleri tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ölçeği için oluşturulmuştur. Bu ölçeklerden ürün cevap verebilirliği bağımlı değişken; modülerlik, entegre edilebilirlik, dönüştürülebilirlik ve tedarikçi cevap verebilirliği ise bağımsız değişkendir. Çalışmada kullanılan ölçekler ve bu ölçeklerin oluşturulmasında yararlanılan kaynaklar Tablo 3.2.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Araştırmada Kullanılan Ölçekler ve Kaynakları

Modülerlik	Maganha vd. (2018)
Entegre Edilebilirlik	Maganha vd. (2018)
Dönüştürülebilirlik	Maganha vd. (2018)
Tedarikçi Cevap Verebilirliği	Al-Hawajreh ve Attiany (2014)
Ürün Cevap Verebilirliği	Jimenez vd. (2015)

Anket katılımcılarının; orta ve büyük ölçekli üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin üretim müdürü, ar-ge müdürü, yeni ürün geliştirme müdürü, bunlardan sorumlu genel müdür yardımcısı gibi üst düzey yönetimde bulunmaları, ankete katılım için ön şart olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle LinkedIn üzerinden ilgili pozisyona sahip kişilerle bağlantı kurularak, bu kişiler dolduracakları online anket formuna yönlendirilmiştir. Toplamda 920 kişiye gönderilen ankete, 397 kişi katılım sağlamıştır. Anket formu; “(1) Kesinlikle katılmıyorum”, “(2) Katılmıyorum”, “(3) Kararsızım”, “(4) Katılıyorum” ve “(5) Tamamen katılıyorum” seçeneklerinin bulunduğu 5’li Likert ölçeği ile derecelendirilmektedir. Anketin giriş kısmında; anketin amacı anlaşılır bir dil ile açıklanmakta ve anketin kullanım alanına ilişkin bilgiler verilmektedir. Daha sonra anket formu iki bölüme ayrılmaktadır. İlk bölümde, katılımcıların işletme içerisindeki pozisyonu ve işletmeyi tanımlayıcı özellikler ölçülmektedir. İkinci bölümde ise modülerlik, entegre edilebilirlik, dönüştürülebilirlik, tedarikçi cevap verebilirliği ve ürün cevap verebilirliği ölçekleri test edilmektedir.

3.5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Bu bölümde, çalışmanın bulguları ve değerlendirmeleri açıklanmaktadır. Çalışmada; frekans, güvenilirlik ve geçerlilik analizleri ile birlikte yapısal eşitlik modellemesi yapılmaktadır. Ayrıca SSPS 23 ve LISREL 9.1 programları kullanılarak analizler test edilmektedir.

3.5.1. Frekans Analizi

Tablo 3.3. Frekans Tablosu

ÖZELLİK		N=397 %	N	ÖZELLİK		N=397 %	N	
Pozisyon	Üretim Müdürü	59,2	235	İşletmenin Hukuki Yapısı	Şahıs Şirketi	51,6	205	
	Yeni Ürün Geliştirme Müdürü	4,5	18		Limited Şirket	0,3	1	
	Ar-ge Müdürü	9,8	39		Adi Ortaklık	1,0	4	
	Bunlardan Sorumlu Genel Müd. Yrd.	11,3	45		Anonim Şirket	43,3	172	
	Diğer	15,1	60		Kollektif Şirket	1,3	5	
	Toplam	100	397		Kooperatif Şirket	1,0	4	
İşletmenin Faaliyet Gösterdiği Sektör	Gıda	23,9	95		İşletmenin Bulunduğu Şehir	Marmara Bölgesi	43,2	170
	Ziraat Aletleri	1,5	6			Ege Bölgesi	12	47
	Tekstil	35,8	142			Akdeniz Bölgesi	7,4	29
	Kimya	9,8	39					
	Maden İstihraç	2,0	8					
	Otomotiv Yan Sanayi	4,5	18					

	Pamuk Çırçır	0,3	1		İç Anadolu Bölgesi	10,3	40						
	Demir Çelik	4,8	19										
	Diğer	17,4	69										
	Toplam	100	397										
İşletmenin Büyüklüğü	Orta	58,2	231		Karadeniz Bölgesi	3,4	13						
	Büyük	41,8	166										
	Toplam	100	397										
İşletmenin Faaliyet Yılı	0-10	29,7	118		Doğu Anadolu Bölgesi	6	23						
	11-20	25,4	101										
	21-30	22,7	90										
	31- üzeri	22,2	88										
	Toplam	100	397										
					Güneydoğu Anadolu Bölgesi	18,9	75						
								Toplam	100	397			

Tablo 3.3.'te katılımcıların sahip olduğu pozisyon ve çalıştığı işletmenin; faaliyet gösterdiği sektör, hukuki yapısı, bulunduğu şehir, büyüklüğü, faaliyet yılı hakkında bilgiler verilmektedir. Katılımcıların; 235'i üretim müdürü, 18'i yeni ürün geliştirme müdürü, 39'u ar-ge müdürü, 45'i bunlardan sorumlu genel müdür yardımcısı, 60'ı ise diğer üst düzey yönetici pozisyonuna sahiptir. Bu pozisyonlarda çalışan 397 katılımcının; 205'i şahıs şirketine, 1'i limited şirkette, 4'ü adi şirkette, 172'si anonim şirkette, 5'i kollektif şirkette, 4'ü kooperatifte, 2'si komandit şirkette, 4'ü ise bunlardan farklı hukuki yapıya sahip işletmelerde çalışmaktadır. Katılımcıların; 95'i çalıştıkları işletmenin gıda, 6'sı ziraat aletleri, 142'si tekstil, 39'u kimya, 8'i maden istihraç, 18'i otomotiv yan sanayi, 1'i pamuk çırçır, 19'u demir çelik, 69'u ise diğer sektörlerde faaliyet gösterdiğini ifade etmektedir. Ankete katılım sağlayanların çalıştıkları işletmelerin; 170'i Marmara bölgesinde, 47'si Ege bölgesinde, 29'u Akdeniz bölgesinde, 40'ı İç Anadolu bölgesinde, 13'ü Karadeniz bölgesinde, 23'ü Doğu Anadolu bölgesinde, 75'i Güneydoğu Anadolu bölgesinde faaliyet göstermektedir. Katılımcıların çalıştığı işletmelerin; 231'i orta ölçekli, 166'sı

büyük ölçeklidir. 118 katılımcı 0-10 yıl arasında faaliyet gösteren işletmelerde, 101 katılımcı 11-20 yıl arasında faaliyet gösteren işletmelerde, 90 katılımcı 21-30 yıl arasında faaliyet gösteren işletmelerde, 88 katılımcı ise 31 yıl ve üzeri faaliyet gösteren işletmelerde çalışmaktadır.

Tablo 3.4. Araştırmada Kullanılan Ölçek Maddelerinin Cevap Dağılımı

	Hiç Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Tamamen Katılıyorum		Ortalama
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
1. Üretimi gerçekleştirmek için kullandığımız ana ekipman (donatım, araç, gereç ve malzemeler), üretim alanına kolayca eklenebilir veya buradan çıkarılabilir.	21	5,3	85	21,4	30	7,7	210	52,8	51	12,8	3,467
2. Bu donatım, araç, gereç ve malzemeler kolayca eklenebilen veya çıkarılabilen işleve uygun parçalardan oluşur.	17	4,3	73	18,3	33	8,6	231	58,0	43	10,8	3,529
3. Ana ekipman (donatım, araç, gereç ve malzemeler), yeni ürünler üretmek için yeniden düzenlenebilir.	6	1,5	45	11,3	47	12,1	222	55,8	77	19,3	3,804
4. Malzeme taşıma sistemimiz, üretilecek ürüne göre akışı her seferinde yeniden düzenleyebilir.	17	4,3	73	18,3	56	14,3	200	50,3	51	12,8	3,491
5. Üretim sistemimiz, hızlı ve güvenilir bir şekilde entegre edilebilen yazılım ve donanım parçalarından oluşur.	8	2,0	62	15,6	40	10,3	214	53,8	73	18,3	3,710
6. Ekipmanı, üretim sistemimizdeki bir dizi mekanik, bilgi ve kontrol arayüzü ile hızlı bir şekilde entegre edebiliriz.	7	1,8	44	11,1	59	15,0	214	53,8	73	18,3	3,761
7. Ekipmanımız, açık mimari ortamda kullanılabilen bir kontrol sistemi tarafından çalıştırılır ve koordine edilir.	25	6,3	99	24,9	56	14,3	174	43,7	43	10,8	3,280

8. Üretim sistemimiz, yeni ekipman ve yeni teknolojilerin kolayca bir araya gelerek birleşmesine izin verir.	7	1,8	48	12,1	52	13,3	221	55,5	69	17,3	3,748
9. Ekipmanımız ve kontrol sistemimiz, yeni bileşenlerin entegrasyonunu kolaylaştıran arayüzlerle tasarlanmıştır.	9	2,3	51	12,8	97	24,6	197	49,5	43	10,8	3,540
10. Üretim sistemi ve ekipmanımızın kapasitesi, üretimdeki değişikliklere cevap verecek şekilde kolayca düzenlenebilir.	5	1,3	67	16,8	34	8,8	213	53,5	78	19,6	3,736
11. Bir ekipmanın çalışmasını kolayca durdurabilir ve işlevlerini yeni bir ürün tipi üretmek için yeniden yapılandırabiliriz.	13	3,3	61	15,3	51	13,1	209	52,5	63	15,8	3,625
12. Aynı ürün ailesindeki bir ürünün üretiminden, montajından başlayarak diğer aşamalara hızlı bir şekilde geçebiliriz.	2	0,5	46	11,6	33	8,5	243	61,1	73	18,3	3,854
13. Üretim sistemimiz, yeni ürünler arasında uyum ve mevcut ürünler arasında kolay geçiş sağlar.	0	0	41	10,3	47	12,1	246	61,8	63	15,8	3,834
14. Tedarikçilerimiz, ürün hacmini kısa sürede değiştirebilir.	13	3,3	81	20,4	76	19,2	183	46,0	44	11,1	3,413
15. Tedarikçilerimiz, ürün karışımını kısa sürede değiştirebilir.	18	4,5	101	25,4	91	23,2	153	38,4	34	8,5	3,212
16. Tedarikçilerimiz isteklerimizi tutarlı bir şekilde karşılar.	1	0,3	33	8,3	90	22,8	233	58,5	40	10,1	3,702

17. Tedarikçilerimiz bize hızlı bir lojistik hizmet sağlar.	6	1,5	35	8,8	84	21,4	227	57,0	45	11,3	3,680
18. Tedarikçilerimiz acil siparişlerimizi etkin bir şekilde hızlandırır.	6	1,5	28	7,0	79	20,1	236	59,3	48	12,1	3,736
19. Operasyon sistemimiz, müşterilerin talep ettiği ürün hacmindeki değişikliklere hızla cevap verir.	3	0,8	27	6,8	55	14,0	254	63,8	58	14,6	3,849
20. Operasyon sistemimiz, müşterilerin talep ettiği ürün karmasındaki değişikliklere hızla cevap verir.	5	1,3	33	8,3	53	13,5	256	64,3	50	12,6	3,788
21. Operasyon sistemimiz acil müşteri siparişlerini etkin bir şekilde hızlandırır.	2	0,5	23	5,8	52	13,3	251	63,1	69	17,3	3,912
22. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için ekipmanı hızla yeniden yapılandırır.	10	2,5	41	10,3	74	18,8	228	57,3	44	11,1	3,642
23. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için insanları hızla yeniden tahsis eder.	6	1,5	46	11,6	62	15,8	240	60,3	43	10,8	3,675
24. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için üretim süreçlerini hızla değiştirir.	9	2,3	36	9,0	70	17,9	237	59,5	45	11,3	3,688
25. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için kapasiteyi hızla ayarlar.	6	1,5	33	8,3	52	13,3	256	64,3	50	12,6	3,783
26. Üretim sistemimiz, hammaddeden nihai ürün aşamasına kadar iş çevrim süresini azaltabilir.	10	2,5	77	19,3	62	15,9	217	54,5	31	7,8	3,458

27. Üretim sistemimiz yeni ürünler üretmek için gereken hazırlık zamanını azaltabilir.	5	1,3	43	10,8	57	14,5	248	62,3	44	11,1	3,713
28. Üretim sistemimiz müşterilerimize zamanında teslimat performansı sunmaktadır.	6	1,5	11	2,8	35	8,8	242	61	103	25,9	4,071
29. Üretim sistemimiz yeni ürünleri zamanında müşterilere sunmaktadır.	6	1,5	19	4,8	39	10,0	246	61,8	87	21,9	3,980
30. Üretim sistemimiz ürün karmasını değiştirme esnekliğine sahiptir.	12	3,0	33	8,3	53	13,6	225	56,5	74	18,6	3,796
31. Üretim sistemimiz hacim değişikliği esnekliğine sahiptir.	10	2,5	41	10,3	61	15,6	217	54,5	68	17,1	3,736

Tablo 3.4.'te modülerlik, entegre edilebilirlik, dönüştürülebilirlik, tedarikçi cevap verebilirliği ve ürün cevap verebilirliğinden oluşan ölçek maddelerinin cevap dağılımı açıklanmaktadır. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin özelliklerinden olan modülerlik ile ilgili 5 madde, entegre edilebilirlik ile ilgili 4 madde ve dönüştürülebilirlik ile ilgili 4 madde bulunmaktadır. Modülerlik ile ilgili maddelerde; üretimde kullanılan donatım, araç, gereç, malzeme ve taşıma sistemi hakkında sorular yöneltilmektedir. Entegre edilebilirlik ile ilgili maddelerde; üretimde yer alan ekipmanın, yeni bileşenin ve yeni teknolojilerin kontrol sistemi ile birlikte nasıl entegre edildiği hakkında bilgiler verilmektedir. Dönüştürülebilirlik ile ilgili maddeler; üretim sırasında yeni ürünler arasında uyumun, mevcut ürünler arasında veya aynı ürün ailesindeki ürünler arasında geçişin nasıl yapıldığı hakkındaki önermelerden oluşmaktadır. Tedarikçi cevap verebilirliği 5 maddeden oluşmaktadır. Bu maddeler ile tedarikçilerin ürün karışımını değiştirebilme, ürün hacmini değiştirebilme ve sipariş karşılama yetenekleri sorgulanmaktadır. Ürün cevap verebilirliği ile ilgili de 13 madde bulunmaktadır. Bu maddeler de ise ürün değişiklikleri karşısında, operasyon sisteminin esnekliği ve cevap verebilirliği sınanmaktadır. Ölçek maddelerine katılımcılar tarafından; hiç katılmıyorum, katılmıyorum, kararsızım, katılıyorum ve tamamen katılıyorum şeklinde verilen cevapların detaylı bilgileri ise yukardaki tablo da yer almaktadır.

3.5.2. Güvenilirlik Analizi

Güvenilirlik; ölçme aracının ölçmeyi amaçladığı değişkeni tutarlı bir şekilde ölçmesini ve ölçüm sonuçlarının hatalardan arınmış olmasını ifade etmektedir (Karakoç ve Dönmez, 2014, s.39). Güvenilirlik analizi ile farklı yer ve farklı zamanlarda yinelenen ölçümlerle benzer sonuçlar elde etmek amaçlanmaktadır (Çakmur, 2012, s.343). Güvenilirlik analizinde ölçek sonuçlarının, ölçmeyi amaçladığı olguyu, doğru bir şekilde ortaya çıkarması gerekmektedir (Şencan, 2005, s.8). Güvenilirlik analiz sonucunun değeri ne kadar yüksek ise elde edilen verilerin güvenilirliği de o derece artmaktadır (Ercan ve Kan, 2004, s.215). Likert türü ölçeklerde, maddelerin varsayımsal bir değişkeni ölçüp ölçmediğini veya maddelerin birbirleri ile tutarlı olup olmadığını belirlemek için Cronbach Alpha değeri kullanılmaktadır (Çakmur, 2012, s.340).

Alpha katsayısının 0-1 arasında alabileceği değerler ve buna bağlı olarak da ölçeğe ait güvenilirlik katsayısı aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Koç, 2017, s.105):

- ✓ $0,00 \leq \alpha \leq 0,40$ ise ölçek güvenilir değil,
- ✓ $0,40 \leq \alpha \leq 0,60$ ise ölçek düşük güvenilirlikte,
- ✓ $0,60 \leq \alpha \leq 0,80$ ise ölçek güvenilir,
- ✓ $0,80 \leq \alpha \leq 1,00$ ise ölçek yüksek güvenilirliktedir.

Tablo 3.5. Ölçklere Ait Güvenilirlik İstatistikleri

	Cronbach α Katsayısı	Madde Sayısı
Modülerlik	0,745	5
Entegre Edilebilirlik	0,771	4
Dönüştürülebilirlik	0,748	4
Tedarikçi Cevap Verebilirliği	0,772	5
Ürün Cevap Verebilirliği	0,889	13
Tüm Değişkenler	0,918	31

Tablo 3.5.'te çalışmada kullanılan ölçeklerin güvenilirlik istatistikleri verilmektedir. Modülerlik ölçeğine ait 5 maddenin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı 0,74 olarak bulunmuş olup, bu değer ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir. Entegre edilebilirlik ölçeğine ait 4 maddenin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı 0,77 olarak bulunmuş olup, bu değer ölçeğin güvenilir olduğunu belirtmektedir. Dönüştürülebilirlik ölçeğine ait 4 maddenin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı 0,74 olarak bulunmuş olup, bu değer ise ölçeğin güvenilir olduğunu ifade etmektedir. Tedarikçi cevap verebilirliği ölçeğine ait 5 maddenin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı 0,77 olarak bulunmuş olup, bu değer ile ölçeğin güvenilir olduğu görülmektedir. Ürün cevap verebilirliği ölçeğine ait 13 maddenin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı ise 0,88 olarak bulunmuş olup, bu da ölçeğin yüksek derecede güvenilir olduğu anlamına gelmektedir.

3.5.3. Ölçeklere İlişkin Geçerlilik Analizleri

Geçerlilik; ölçüm aracının belirli bir amaç için ele aldığı özelliği, başka bir özellik ile karıştırmadan doğru ölçebilme derecesi olarak tanımlanmaktadır (Karakoç ve Dönmez, 2014, s.39). Geçerlilik analizinde, ölçüm aracının tekrarlanan ölçümlerde aynı sonucu vermesi gerekmektedir. Ölçüm aracının ölçmeyi amaçladığı özelliği gerçekten ölçüyor olması, ölçümün geçerli olduğunu göstermektedir (Çakmur, 2012, s.342). Geçerlilik analiz sonuçlarının düşük olması, değişkenler arasındaki farkın anlamlı olarak tespit edilmediği anlamına gelmektedir. Bu durumda araştırmaya daha fazla değişkenin dahil edilmesi, zaman ve maliyet kaybına neden olmaktadır (Karakoç ve Dönmez, 2014, s.39). Bazen de elde edilen değerlerin güvenilirliklerinin eksik oluşu, geçerlilik sonuçlarının düşük çıkmasına neden olmaktadır (Karakoç ve Dönmez, 2014, s.42). Geçerlilik; içerik, yüzey, yapı ve ölçüt geçerliliği olmak üzere dört şekilde değerlendirilmektedir (Çakmur, 2012, s.342).

İçerik geçerliliği: Geçerliliğin içerik yönünü ifade etmektedir (Şencan, 2005, s.726). Test maddelerinin, araştırmacının ilgilendiği alanın amacına uygun olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir (Cronbach ve Meehl, 1955, s.2).

Yüzey geçerliliği: İstatistiki bir değerlendirme yapılmadan, araştırmacının ve diğer bireylerin görüşlerinden yola çıkarak, bir ölçeğin araştırılan yapıyı ölçüp ölçmediği belirlenmektedir (Çakmur, 2012, s.342).

Yapı geçerliliği: Geçerliliğin yapısal yönünü ifade etmektedir (Şencan, 2005, s.726). Bir testin operasyonel olarak tanımlanmayan bazı niteliklerinin, yorumlanması gerektiğinde devreye girmektedir (Cronbach ve Meehl, 1955, s.2).

Ölçüt geçerliliği: Ölçek sonuçlarının standart ölçüm puanlarıyla karşılaştırılmasını ifade etmektedir. Ölçüt geçerliliği, ileriye yönelik tahmin yapmak amacıyla kullanılmaktadır (Çakmur, 2012, s.342).

3.5.3.1. Yapı Geçerliliği

Yapı geçerliliği; çalışmalarda, güvenilir sonuçlara ulaşabilmek ve ortak bir sonuca varabilmek amacıyla test edilmektedir. Bu doğrultuda elde edilen sonuç açıklanarak, bu sonucun ne ile ilişkili olduğu belirlenmektedir. Yapı geçerliliğinde, ölçek maddelerinin ölçmeyi amaçladığı özelliği, ne derece doğru ölçtüğü de önemlidir (Akyüz, 2018, s.186). Yapı geçerliliği ile bir ölçeğin bir ölçüdeki performansının

altında hangi yapı, özellik veya kavram yattığı açıklanmaktadır. Ayrıca bir ölçümün yapı geçerliliğini oluşturabilmek için araştırmacının, ölçümün aynı şeyi ölçmek amacıyla tasarlanmış diğer ölçümlerle ne ölçüde ilişkili olduğunu ve ölçümün beklendiği gibi ilerleyip ilerlemediğini belirlemesi gerekmektedir (Churchill Jr, 1979, s.70). Bu çalışmada, yapı geçerliliğini test etmek için açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri kullanılmaktadır (Akyüz, 2018, s.186).

3.5.3.1.1. Açıklayıcı Faktör Analizi

Faktör analizi, birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkenden yola çıkarak, anlamlı ve tanımlanabilir niteliğe sahip daha az sayıdaki değişkeni bulmayı amaçlayan, çok değişkenli bir istatistik olarak ifade edilmektedir (Büyüköztürk, 2002, s.470-472). Açıklayıcı faktör analizi, doğası ve tasarımı gereği karmaşık bir yapıya sahiptir. Açıklayıcı faktör analizi, ölçeklerin doğasını anlamak ve değişkenler arasındaki korelasyonları incelemek amacıyla kullanılmaktadır (Costello ve Osborne, 2005, s.8). Açıklayıcı faktör analizinde, değişkenler arasındaki ilişki incelenerek, yeni bir yapı ortaya koymak amaçlanmaktadır. Bu değişkenler farklı bileşenlerden oluştuğu için değişkenlerin yapıları da tam olarak bilinmemektedir (Can, 2013, s. 267-268). Bu nedenle açıklayıcı faktör analizinin öncelikli amacı; veriyi anlamlandırarak, net ve kolay yorumlanabilir bir yapı elde etmektir (Osborne, 2015, s.6).

Bir ölçeğin kaç faktör içerdiği bilgisinin yetersiz olduğu durumlarda, açıklayıcı faktör analizi kullanılarak, varlığından şüphe edilen gizli değişkenler veya ortaya çıkarılmaya çalışılan temel boyutlar belirlenmektedir. Açıklayıcı faktör analizi, bir ölçüm modelinin güvenilirliğini test etmek amacıyla değil, ölçüm değişkenlerinin nasıl gruplandığını veya bu maddelerin arka planında hangi faktörlerin olduğunu belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Bu nedenle araştırmacı; faktör veya bileşen sayısını, değişkenlerin faktör yüklerini veya faktörle olan korelasyon katsayılarını, değişkenlerin paydaşlık oranını veya değişkenlerin çıkarılan faktörleri temsil etme oranını kullanarak değişkenlerin yapısal özelliklerini ortaya çıkarmaktadır (Şencan, 2005, s.360-361).

Çoklu doğrusallık özelliği nedeniyle ölçekteki değişkenlerin bazılarının, ölçekten çıkarılması gerekmektedir. Bu sebeple her bir göstergeye KMO (Kaiser – Meyer – Olkin) Testi uygulanmaktadır (Şencan, 2005, s.362). KMO testi örneklem

yeterliliğini ifade etmekte, KMO oranlarının ne anlama geldiği de aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Can, 2013, s.277). Yeterlilik derecesi:

- ✓ 0,7 ve üzeri ise iyi,
- ✓ 0,5-0,7 arası ise yeterli,
- ✓ 0,5 ve altı ise örneklemin artırılması gerektiği anlamına gelmektedir.

Çalışmada, ölçeğin Kaiser – Meyer – Olkin değeri 0,880 olarak bulunmaktadır. Bu oran ise KMO yeterlilik derecesinin iyi düzeyde olduğunu göstermektedir.

Bir ölçeğe çok sayıda faktörün dahil edilmesi, gözlemlenen ve korelasyon matrisleri arasındaki uyumu artırmaktadır. Faktör çözümü ile ölçekten ne kadar çok faktör çıkarılırsa, uyum o kadar artmakta ve verilerdeki varyans yüzdesi daha fazla çıkmaktadır. Bununla birlikte ne kadar çok faktör çıkarılırsa çözüm o kadar karmaşık hale gelmektedir. Bu nedenle yeterli sayıda faktör çıkarmak, ölçeğe dahil edilen faktör sayısına bağlıdır (Tabachnick ve Fidell, 2006, s.644)

Faktörlerin sayısı belirlendikten sonra her faktöre yüklenen değişkenlerin sayısını belirlemek için “Döndürülmüş Bileşen Matrisi (Rotated Component Matrix)” kullanılmaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2006, s.646). Döndürülmüş bileşen matrisi ile daha yorumlanabilir bir faktör yapısı elde edilmektedir. Döndürülmüş bileşen matrisi kullanıldıktan sonra varyans itibari ile daha optimal bir durum meydana gelmektedir (Çakır, 2014, s.6). Yalnızca bir değişken bir faktöre yüksek oranda yüklüyse, faktör zayıf olarak tanımlanmaktadır. İki değişken bir faktöre yüklüyse, güvenilir olup olmadığı, bu iki değişkenin birbirleriyle ve diğer değişkenlerle olan ilişkilerine göre belirlenmektedir. İki değişken birbirleriyle yüksek oranda ilişkili ve diğer değişkenlerle göreceli olarak ilişkisizse, faktör güvenilir olarak ifade edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2006, s.646). 0.3’ün altında faktör yüklerine sahip maddeler ise güvenilir olarak kabul edilmemekte ve ölçekten çıkarılmaktadır. Bu tür yüklemeler, faktör yorumlamada güvenilir bir temel sağlamadığı için çalışmaya dahil edilmemektedir (Comrey ve Lee, 1992, 243). Bu doğrultuda çalışmadan; 5, 10, 19, 20, 21, 28 maddeleri çıkarılmıştır. Son haliyle döndürme sonrası faktörler ve bunların yük değerleri Tablo 3.6.’ da gösterilmektedir.

Tablo 3.6. Döndürme Sonrası Faktörler ve Madde Yük Değerleri

Döndürülmüş Bileşen Matrisi						
	Bileşenler					
	1	2	3	4	5	6
a1		0,806				
a2		0,780				
a3		0,626				
a4		0,459				
b6			0,724			
b7			0,549			
b8			0,650			
b9			0,781			
c11					0,624	
c12					0,749	
c13					0,732	
d14						0,786
d15						0,783
d16				0,766		
d17				0,847		
d18				0,770		
e22	0,630					
e23	0,653					
e24	0,667					
e25	0,712					
e26	0,503					
e27	0,677					
e29	0,558					
e30	0,666					
e31	0,614					

Tablo 3.6.'da görüldüğü gibi modülerlik faktörü içerisinde a1, a2, a3, a4 maddeleri; entegre edilebilirlik faktörü içerisinde b6, b7, b8, b9 maddeleri ve dönüştürülebilirlik faktörü içerisinde c11, c12, c13 maddeleri yer almaktadır. Tedarikçi cevap verebilirliği faktörü içerisinde d14, d15, d16, d17, d18 maddeleri bulunmaktadır. Ancak tedarikçi cevap verebilirliği faktörü, orijinal kaynakta tek faktör olmasına karşın, çalışmamızda iki faktöre ayrılmaktadır. Maddeler incelenmiş ve bu iki alt faktör yeniden “tedarikçi esnekliği” ve “sipariş karşılama” olarak adlandırılmıştır. Tedarikçi esnekliği faktörü d14, d15 maddelerinden; sipariş karşılama faktörü de d16, d17, d18 maddelerinden oluşmaktadır. Ürün cevap verebilirliği faktörü içerisinde e22, e23, e24, e25, e26, e27, e29, e30, e31 maddeleri yer almaktadır. Faktör yük değerlerinin; modülerlik faktörü için 0,46-0,81 arasında, entegre edilebilirlik faktörü için 0,55-0,78 arasında, dönüştürülebilirlik faktörü için 0,62-0,75 arasında, tedarikçi esnekliği faktörü için 0,78-0,79 arasında, sipariş karşılama faktörü için 0,77-0,85 arasında ve ürün cevap verebilirliği faktörü için 0,50-0,71 arasında değiştiği görülmektedir. Faktör yük değerleri büyüklük açısından incelendiğinde 0,46-0,85 değerleri arasında bulunmaktadır. Bu doğrultuda üç madde (a4, b7, e26) dışındaki değerler, iyi yada mükemmel olarak nitelendirilmektedir (Comrey ve Lee, 1992, s.243).

Açıklanan Toplam Varyans: Faktör çıkarma ve döndürme işlemleri yapıldıktan sonra açıklanan toplam varyans belirlenmektedir. Öz değer hem faktör sayısına karar vermede hem de açıklanan varyansı hesaplamada dikkate alınmaktadır. Öz değeri 1'den büyük olan faktörler anlamlı olarak kabul edilmektedir. Açıklanan varyansın, toplam varyans üzerinden %50'yi geçmesi beklenmektedir. Çünkü oluşturulan faktör yapısı, toplam değişken varyansının yarısından az ise bu durum, temsil yeteneğinin olmadığı anlamına gelmektedir (Yaşlıoğlu, 2017, s.77).

Tablo 3.7. Açıklanan Toplam Varyans

Açıklanan Toplam Varyans									
Bileşenler	İlk Öz Değerler			Kareli Yüklerin Çıkarma Topamları			Kareli Yüklerin Dönme Topamları		
	Genel Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Genel Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Genel Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	7,451	29,805	29,805	7,451	29,805	29,805	4,150	16,599	16,599
2	2,112	8,448	38,253	2,112	8,448	38,253	2,508	10,032	26,631
3	1,875	7,499	45,752	1,875	7,499	45,752	2,368	9,473	36,104
4	1,355	5,419	51,171	1,355	5,419	51,171	2,272	9,090	45,194
5	1,138	4,553	55,725	1,138	4,553	55,725	1,984	7,936	53,130
6	1,035	4,138	59,863	1,035	4,138	59,863	1,683	6,733	59,863
7	0,954	3,816	63,679						
8	0,875	3,500	67,179						
9	0,848	3,394	70,573						
10	0,759	3,036	73,608						
11	0,672	2,688	76,297						
12	0,616	2,465	78,762						
13	0,585	2,342	81,104						
14	0,566	2,262	83,366						
15	0,524	2,096	85,462						
16	0,487	1,947	87,409						
17	0,476	1,902	89,311						
18	0,436	1,743	91,054						
19	0,396	1,583	92,637						
20	0,357	1,427	94,064						
21	0,350	1,402	95,466						
22	0,327	1,308	96,775						
23	0,302	1,207	97,982						
24	0,292	1,166	99,148						
25	0,213	0,852	100,000						

Tablo 3.7.'de görüldüğü gibi öz değeri 1'in üzerinde olan altı faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden; modülerlik faktörü toplam varyansın %16,599'unu, entegre edilebilirlik faktörü toplam varyansın %10,032'sini, dönüştürülebilirlik faktörü toplam varyansın %9,473'ünü, tedarikçi esnekliği faktörü toplam varyansın %9,090'nını, sipariş karşılama faktörü toplam varyansın %7,936'sını, ürün cevap verebilirliği faktörü toplam varyansın %6,733'ünü açıklamaktadır. Toplam varyans ise %59,863 olarak hesaplanmaktadır. Bu doğrultuda açıklanan varyansın, kabul edilebilir oranın üzerinde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

3.5.3.1.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Doğrulayıcı faktör analizi, gizil ve gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyen bir yapısal eşitlik modeli türü olarak tanımlanmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi, toplanan verilerden elde edilen sonuçların teorik yapıyla uyumunu inceleyen bir yöntemdir (Çapık, 2014, s.196). Aynı zamanda gözlemlenen bir dizi değişkenin faktör yapısını doğrulamak için kullanılmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizinde araştırmacı, teori ve deneysel araştırma hakkındaki bilgisini kullanarak önce ilişki modelini varsaymakta, daha sonra hipotezi istatistiksel olarak test etmektedir (Suhr, 2006, s.1).

Doğrulayıcı faktör analizi için önerilen bir yaklaşım, aşağıda açıklanan süreçten geçmektedir (Suhr, 2006, s.1). Bu süreç:

- ✓ Modeli desteklemek için ilgili teori ve araştırma literatürünü gözden geçirme,
- ✓ Bir model belirleme,
- ✓ Model tanımlamasını yapma,
- ✓ Veri toplanma,
- ✓ Ön tanımlayıcı istatistiksel analiz gerçekleştirme,
- ✓ Modeldeki parametreleri tahmin etme,
- ✓ Model uyumunu değerlendirme,
- ✓ Sonuçları sunarak yorumlamadan oluşmaktadır.

Açıklayıcı faktör analizinde, verilere uygun ve teorik desteğe sahip bir model bulmak için farklı alternatif modeller belirlenmektedir. Doğrulayıcı faktör analizinde ise varsayılan verilerin, modeli doğrulayıp doğrulamadığı istatistiksel olarak test edilmektedir (Schumacker ve Lomax, 2004, s.168). Doğrulayıcı faktör analizi, açıklayıcı faktör analizi gibi göstergeler arasındaki varyasyonu ve ortak değişimi

açıklayan gizli faktörleri belirlemektedir. Bu doğrultuda her ikisi de ortak faktör modeline dayanmaktadır. Bununla birlikte açıklayıcı faktör analizi, genellikle açıklayıcı veya tanımlayıcı bir prosedüre sahip olsa da doğrulayıcı faktör analizinde, faktör modelinin tüm yönleri önceden belirlenmektedir. Doğrulayıcı faktör analizi, faktör modelinin belirlenmesine ve değerlendirilmesine olanak sağlamak için güçlü bir deneysel veya kavramsal temel gerektirmektedir. Bu nedenle doğrulayıcı faktör analizi, temel yapı olarak açıklayıcı faktör analizini kullanılarak ölçek geliştirme veya yapı doğrulama işlemleri gerçekleştirildikten sonra ele alınmaktadır. Her iki faktör analizinin kalitesi, sonuç olarak ortaya çıkan parametrelerin boyutuna ve faktörlerin gözlemlenen ölçümlerle ne kadar iyi temsil edildiğine bağlıdır (Brown, 2015, s.40-41).

Doğrulayıcı faktör analizinde, model uyumunu test etmek amacıyla kullanılan, çok sayıda uyum indeksi bulunmaktadır. Bu çalışmada ise ki-kare indeksi, tahminin kök hata kareler ortalaması (RMSEA), standartlaştırılmış kök artık kareler ortalaması (SRMR), uyum iyiliği indeksi (GFI) ve karşılaştırılmalı uyum indeksi (CFI) doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarını yorumlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Ki-kare / serbestlik derecesi: Ki-kare indeksinde, beklenen ve gözlemlenen kovaryans matrisleri arasındaki farkın miktarını göstermektedir. Ki-kare değeri sıfıra yakın ise bu durum, beklenen ve gözlemlenen kovaryans matrisleri arasında çok az fark olduğu anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda ki-kare sıfıra yakın olduğunda olasılık seviyesinin 0,05'ten büyük olması gerekmektedir (Suhr, 2006, s.1).

Tahminin kök hata kareler ortalaması (RMSEA): RMSEA, belirli varsayımlar altında örnek tahmininin ve güven aralıklarının hesaplanmasına izin veren bir örneklem dağılımına sahiptir. RMSEA'nın; tahmini örneklem büyüklüğü, model karmaşıklığı ve modelin yanlış belirlenmesi üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Curran vd., 2003, s.208-209). Hu ve Bentler (1999) RMSEA değerinin 0,06'dan küçük çıkmasını yeterli uyum kriteri olarak değerlendirmektedir (Hu ve Bentler, 1999, s.1).

Standartlaştırılmış kök artık kareler ortalaması (SRMR): SRMR hem örnek hem de tahmin edilen kovaryans matrislerinin, korelasyon matrislerine dönüştürülmesini sağlamaktadır. SRMR, ortalama mutlak korelasyon artıklarının bir ölçüsüdür. Gözlemlenen ve tahmin edilen korelasyonlar arasındaki farkı

göstermektedir (Kline, 2011, s.209). Hu ve Bentler (1999), SRMR değerinin 0,08'den küçük olmasını yeterli uyum kriteri olarak kabul etmektedir (Hu ve Bentler, 1999, s.1).

Uyum İyiliği İndeksi (GFI): GFI, gözlemlenen ve yeniden üretilen matrisler arasındaki kareleri alınmış farkların toplamının, gözlemlenen varyanslara oranını ifade etmektedir (Schumacker ve Lomax, 2004, s.101). GFI'da, beklenen değerler örneklem büyüklüğüne göre değişmektedir. GFI değerleri, 0 ile 1 aralığında iken bazı durumlarda bu aralığın dışında kalabilmektedir (Kline, 2011, s.207-208). GFI değerleri; 0,90'dan büyük ise kabul edilebilir uyumu, 0,95'ten büyük ise iyi bir uyumu göstermektedir (Schermelleh-Engel vd., 2003, s.52).

Karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI): Artımlı uyum indeksi olarak da adlandırılan CFI, temel bir modelle karşılaştırıldığında, araştırmacıya modelinin uyumundaki göreceli iyileşmeyi göstermektedir. Temel model ise gözlemlenen değişkenler arasında sıfır kovaryansı varsayan, bağımsız, boş bir modeldir (Kline, 2011, s.196). Karşılaştırmalı uyum indeksi, 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. 1'e yaklaşan değerler iyi uyumu göstermektedir (Schermelleh-Engel vd., 2003, s.52).

Sonuç olarak Tablo 3.8. yukarıda açıklanan uyum indeksleri için istenen temel kriterlere genel bir bakış sağlamaktadır.

Tablo 3.8. Uyum Ölçütleri

Uyum Ölçüsü	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum
χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 3$
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 \leq RMSEA \leq 0.08$
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0.05$	$0.05 \leq SRMR \leq 0.10$
GFI	$0.95 \leq GFI \leq 1.00$	$0.90 \leq GFI \leq 0.95$
CFI	$0.97 \leq CFI \leq 1.00$	$0.95 \leq CFI \leq 0.97$

Kaynak: Schermelleh-Engel vd., 2003, s.52

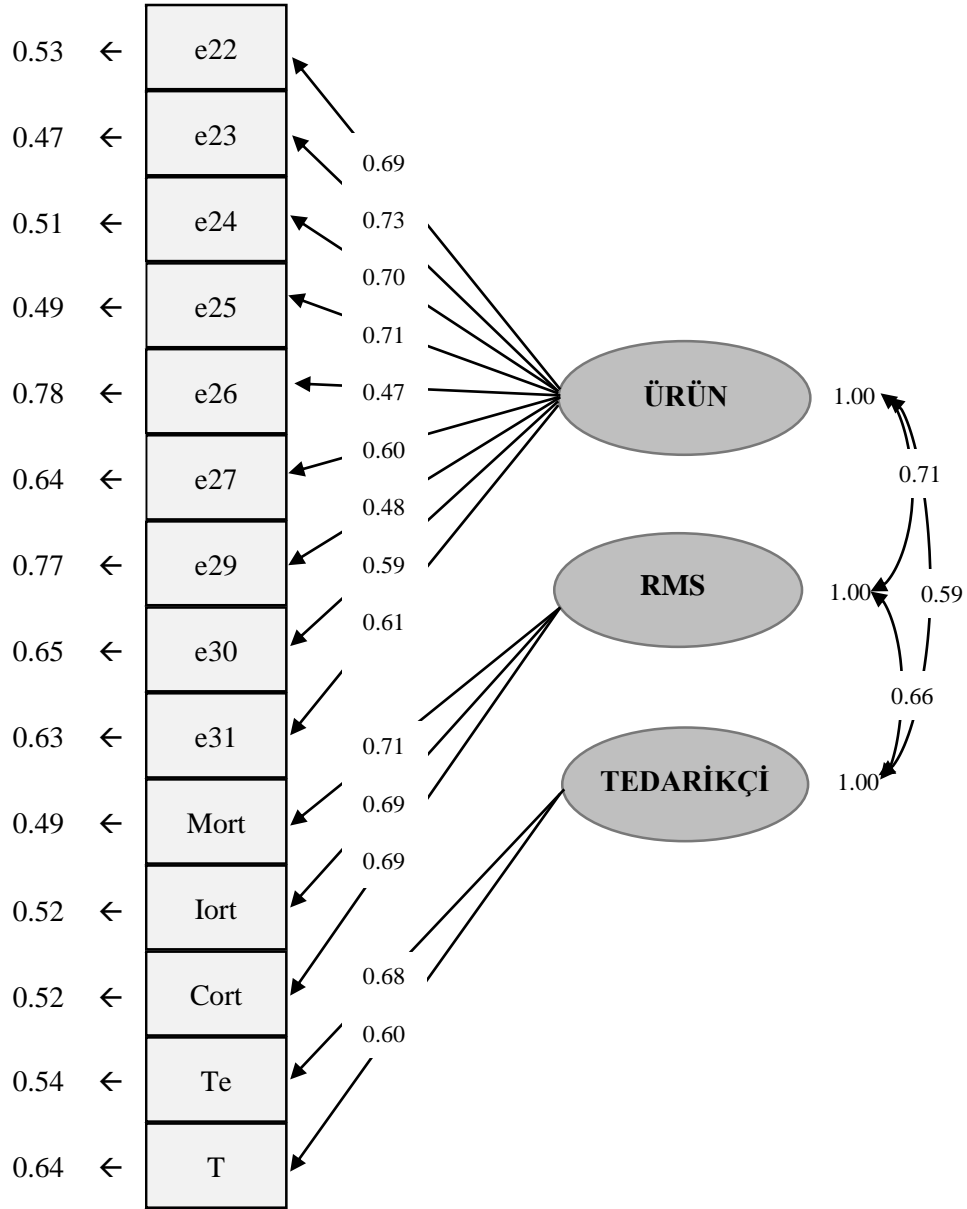
Doğrulayıcı faktör analizine yönelik verilerin uygunluğunu belirtmek üzere değerlendirme ölçütü olarak kullanılan uyum iyiliği indeksleri Tablo 3.9.'da gösterilmektedir. Çalışmada, ki-kare/serbestlik derecesi 205,23/74 olarak belirlenmekte ve bu değer kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

Doğrulayıcı faktör analizi çalışmalarında en sık kullanılan RMSEA indeksi için 0,05 ile 0,08 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu göstermekte, çalışmada bu değer 0,067 olarak hesaplanmaktadır. SRMR için 0,05 ile 0,10 arasındaki değerler kabul edilebilir uyumu belirtmekte, çalışmada bu değer 0,046 olarak bulunmuştur. GFI indeksine yönelik 0,90'nın üzerindeki değerler uyum kriteri olarak belirlenmekte, çalışmada bu sonuç 0,93 olarak tespit edilmiştir. CFI indeksi için 0,95'ten büyük değerler uyum kriteri olarak kabul edilmekte, çalışmada ise bu değer 0,97 olarak hesaplanarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 3.9. Ölçüm Modeli İçin Uyum Ölçütleri

Uyum Ölçüsü	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Faktör Uyum Değerleri
χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 3$	205/74
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 \leq RMSEA \leq 0.08$	0.067
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0.05$	$0.05 \leq SRMR \leq 0.10$	0.046
GFI	$0.95 \leq GFI \leq 1.00$	$0.90 \leq GFI \leq 0.95$	0.93
CFI	$0.97 \leq CFI \leq 1.00$	$0.95 \leq CFI \leq 0.97$	0.97

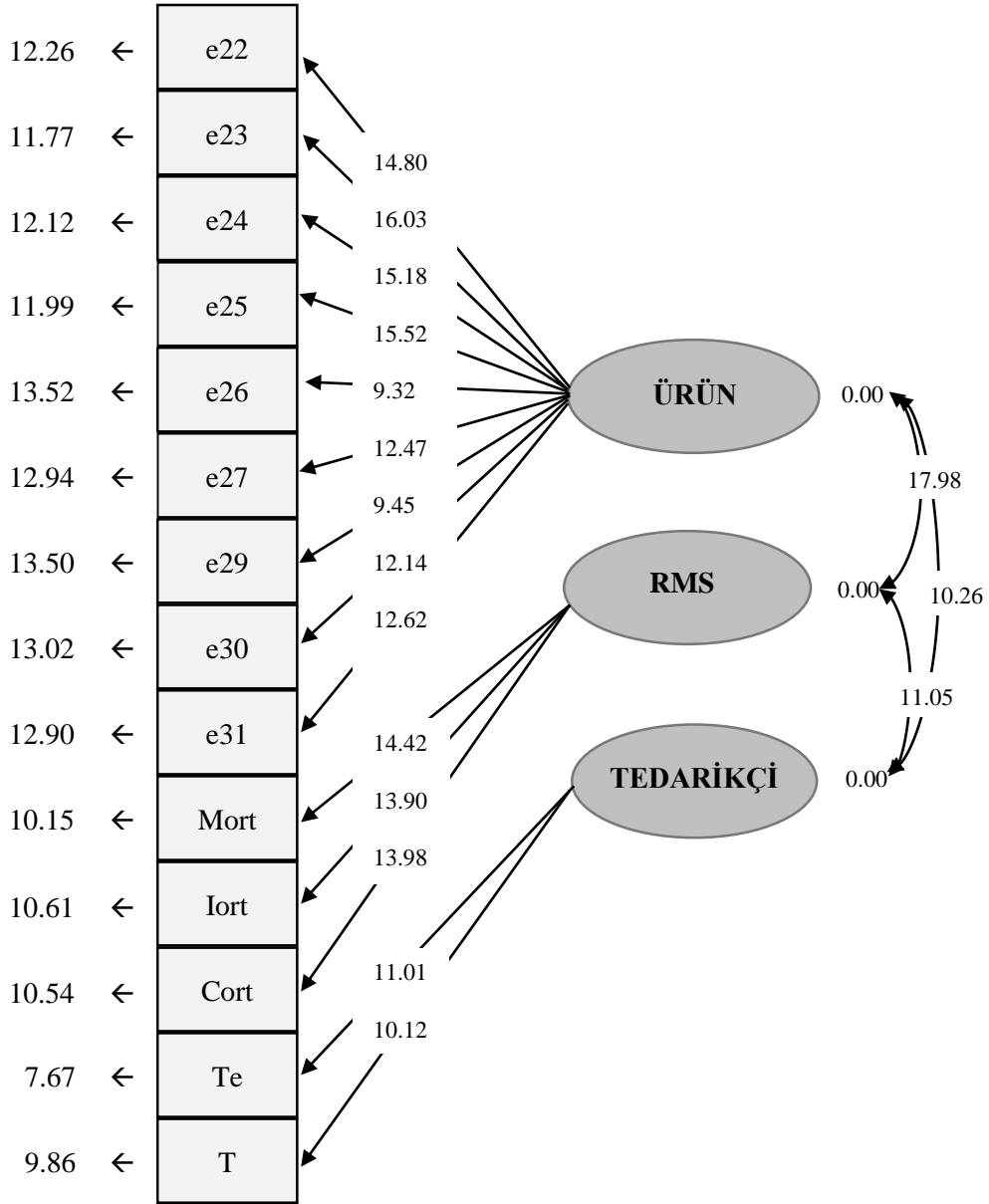
Doğrulayıcı faktör analizine ilişkin standart çözümler ve t-değeri sonuçları Şekil 3.2. ve Şekil 3.3.'te gösterilmektedir.



Ki-kare=205.23, Serbestlik Derecesi=74, P-Değeri= 0.00000, RMSEA=0.067

Şekil 3.2. Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Veriler

Doğrulayıcı faktör analizinde faktör yükünün 0,5'ten büyük olması, ölçeğin tutarlılığını ve potansiyel iç boyutluluğunu göstermektedir (Wang ve Netemeyer, 2004, s.807). Çalışma modeline uygulanan doğrulayıcı faktör analizi incelenerek, faktör yükü 0,5'in altında olan maddelerin çalışmadan çıkarılması gerekmektedir.



Ki-kare=205.23, Serbestlik Derecesi=74, P-Değeri= 0.00000, RMSEA=0.067

Şekil 3.3. Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin T Değerleri

Doğrulayıcı faktör analizine ilişkin t değeri sonuçlarının, %95 güven seviyesinde 1,96'dan büyük olması istenmektedir. Şekil 3.3.'te doğrulayıcı faktör analizine ilişkin t değerlerinin sonuçları verilmektedir. Buna göre RMS, ürün ve tedarikçi ölçeklerinin bir derece alt boyutlarının tamamının 1,96'dan yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Cevher, 2019, s.110).

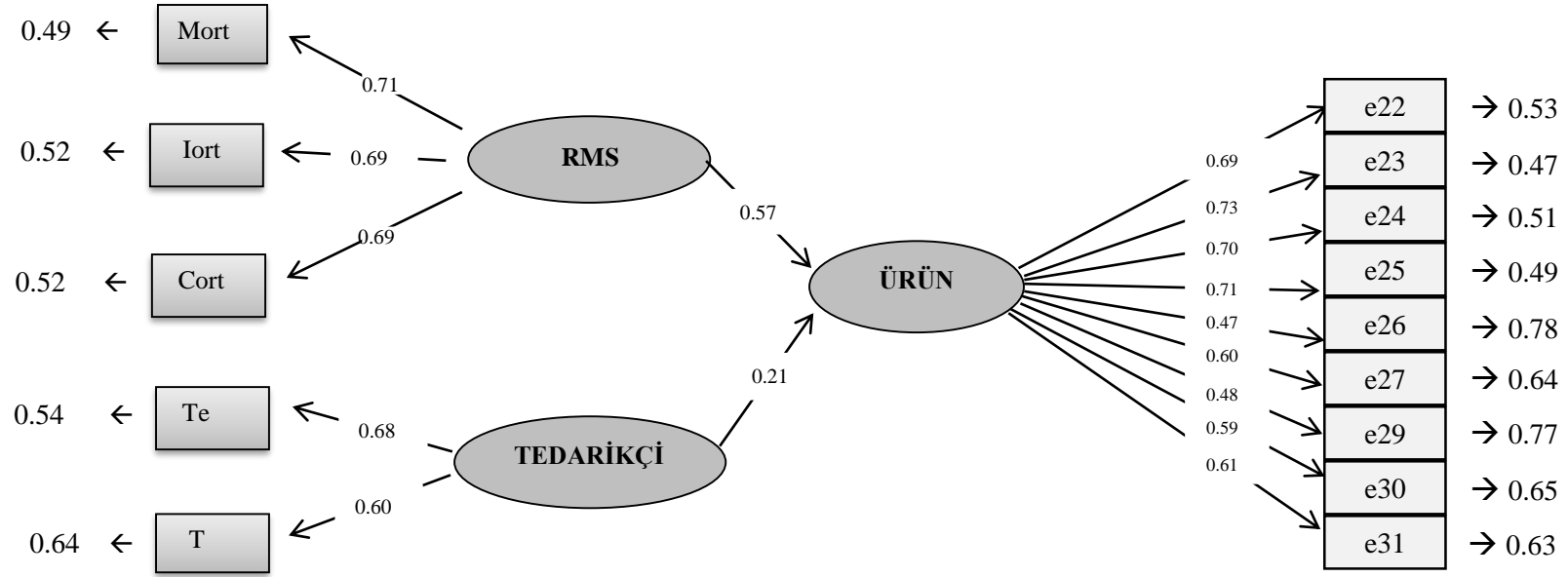
3.5.4. Yapısal Eşitlik Modellemesi

Yapısal eşitlik modeli; sürekli ya da aralıklı olarak, bir veya birden fazla değişken arasındaki ilişkinin incelenmesine izin veren istatistiksel bir tekniktir. Yapısal eşitlik modeli; nedensel modelleme, nedensel analiz, eşzamanlı denklem modellemesi veya kovaryans yapılarının analizi olarak da adlandırılmaktadır. Yapısal eşitlik modeli, açıklayıcı faktör analizi ile çoklu regresyon analizinin birleşiminden meydana gelmektedir. Aynı zamanda çoklu regresyon analizini içeren sorunların çözülmesine olanak sağlamaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2006, s.676). Ayrıca yapısal eşitlik modelinin, yeni modellerin geliştirilmesi ve birçok teörünün test edilmesi sürecine katkısı bulunmaktadır. Birçok analizi bir defada gerçekleştirmek, karmaşık modelleri test etmek, ölçüm hatalarını göz önünde bulundurmak, modeldeki ilişkilere yönelik yeni düzenlemeler tavsiye etmek gibi avantajları da bulunmaktadır (Dursun ve Kocagöz, 2010, s.2).

Yapısal eşitlik modeli, ölçüm kalitesini eş zamanlı olarak değerlendirmek ve yapılar arasındaki nedensel ilişkileri incelemek için tasarlanmış, esnek ve güçlü bir yöntemdir. Gözlemlenmemiş gizli değişkenleri oluşturma ve ölçüm hataları barındıran gizli değişkenler arasındaki ilişkileri tahmin etme fırsatı sunmaktadır (Wang ve Wang, 2019, s.2). Yapısal eşitlik modeli ile ölçüm modeli arasında karşılaştırma yapabilmek için yapısal eşitlik modeli uygulanmadan önce ölçüm modelinin aynı değişken ve örneklerle test edilmesi gerekmektedir. Yapısal eşitlik modelinde, ölçüm modelinden çok daha kötü sonuçlara ulaşılması, yapısal eşitlik modelinin geçerli olmadığı anlamına gelmektedir (Koç vd., 2018, s.371).

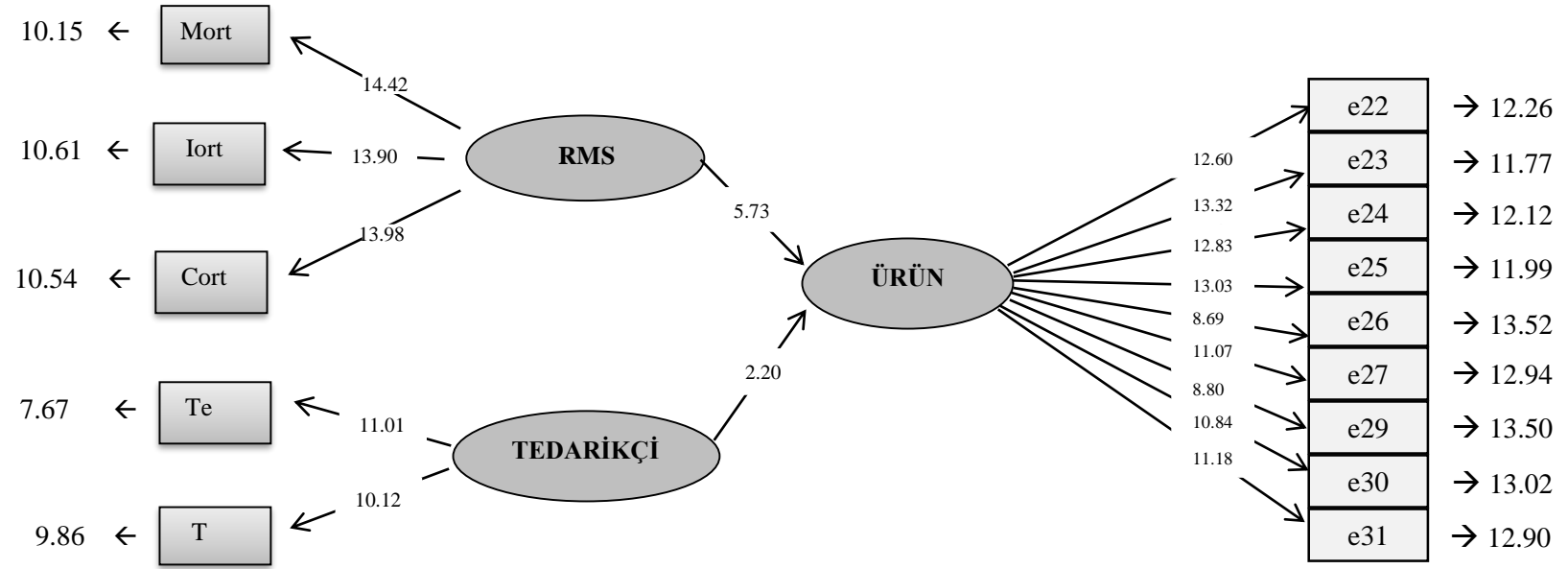
Yapısal eşitlik modelinde araştırmacılar, tahmin edilecek bir modelin tanımlanmasıyla başlamaktadır. Araştırmacılar, model tanımlanmasını “yol diyagramlarını” kullanarak gerçekleştirmektedir. Yol diyagramları, araştırmacıların modellerini doğrudan ve etkili bir şekilde formüle etmelerine izin verdiği için yapısal eşitlik modelinin temelini oluşturmaktadır. Diyagram, araştırmacıların değişkenler arasındaki ilişkiler ile ilgili fikirlerini açıkladığı için yararlı bir kılavuz görevi görmektedir (Wang ve Wang, 2019, s.3).

Araştırma modelindeki değişkenler arasındaki doğrudan ilişkiye yönelik yapısal eşitlik modeli sonuçları Şekil 3.4.’te ve t değeri sonuçları ise Şekil 3.5.’te gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Yapısal Eşitlik Modellemesinin Standardize Edilmiş Sonuçları

Şekil 3.4.'te tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ($0,57 p < 0,05$) ve tedarikçi cevap verebilirliğinin ($0,21 p < 0,05$), ürün cevap verebilirliği üzerinde anlamlı etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Teorik modelin yapısal eşitlik modellemesi denklemine göre tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerindeki 1 birimlik artış ürün cevap verebilirliğinde 0,57'lik bir artışa veya bunun tam tersi tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerindeki 1 birimlik azalış ürün cevap verebilirliğinde 0,57'lik azalışa neden olmaktadır. Tedarikçi cevap verebilirliğindeki 1 birimlik artış ürün cevap verebilirliğinde 0,21'lik bir artışa veya tedarikçi cevap verebilirliğindeki 1 birimlik azalış ürün cevap verebilirliğinde 0,21'lik bir azalışa neden olmaktadır.



Şekil 3.5. Yapısal Eşitlik Modellemesine Ait T Değerleri

Yapısal eşitlik modeli sonucunda araştırma hipotezlerinin değerlendirilmesinde %95 güvenilirlik düzeyi ele alınarak, faktörler arasındaki ilişkilerde, t değeri 1,96'dan büyük olan ilişkiler anlamlı olarak kabul edilmektedir (Koç, 2017, s.134).

Tablo 3.10. Teorik Modeldeki Hipotezlerin Sonuçları

	Standart Değerler	T-Değerleri	Sonuç
H1	0.57	5.73	Kabul
H2	0.21	2.20	Kabul

Yapısal eşitlik modeli sonuçlarına göre tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile ürün cevap verebilirliği arasında, tedarikçi cevap verebilirliği ile ürün cevap verebilirliği arasında olumlu bir etki bulunduğu dair kurulan hipotezler kabul edilmiştir. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile ürün cevap verebilirliği arasındaki yolun standart katsayısı 0,57 ve t değeri 5,73 bulunarak, bu iki değişken arasında olumlu ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tedarikçi cevap verebilirliği ile ürün cevap verebilirliği arasındaki yolun standart katsayısı 0,21 ve t değeri 2,20 hesaplanarak, bu iki değişken arasında olumlu ilişki olduğu görülmektedir. Sonuç olarak:

Hipotezler:

H1: “Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunmaktadır” hipotezi kabul edilmiştir.

H2: “Tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunmaktadır” hipotezi kabul edilmiştir.

SONUÇ

İşletmeler; küreselleşme, öngörülmeleyen pazar talebi, ürün özelleştirmeleri, artan ürün çeşitliliği ve kısa yaşam döngüsüne sahip ürünler ile karşı karşıya kalmaktadır. İşletmelerin, değişen pazar talebine hızlı bir şekilde cevap verebilmesi için üretim sistemlerinde ve üretim teknolojilerinde değişiklikler yapması gerekmektedir. Bu doğrultuda, üretim sistemlerinde yaşanan değişiklik ile birlikte esneklik, çeviklik ve cevap verebilirlik kavramları önemli hale gelmiştir (Azab Ismail, 2008, s.106). Çalışmanın birinci bölümünde, değişen pazar koşullarına hızlı bir şekilde cevap verebilen, esnek ve çevik üretim stratejisi olan tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin avantajlarından bahsedilmiştir.

Son yıllarda önem kazanan, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri; düşük maliyetli konfigürasyonlar yoluyla, değişen taleplere cevap verme yeteneğinin artırılmasını ve yeni ürünlerin piyasaya sürülmesini sağlayan yeni bir üretim teknolojisidir. Bu nedenle çalışmanın birinci bölümünde, yeni bir üretim teknolojisi olan tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin DML ve FMS gibi geleneksel üretim sistemleriyle karşılaştırmalı bir değerlendirilmesi sunulmuştur (Kumar vd., 2019, s.6). DML'nin ürün çeşitliliğindeki yetersizliği ve FMS'nin yüksek maliyetle üretim yapması gibi eksiklikleri belirtilerek; ölçeklenebilir işlevsellik ve kapasiteye sahip, düşük maliyet ile üretimi gerçekleştiren, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin önemi vurgulanmıştır (Azab ve Naderi, 2015, s.79).

Ayrıca çalışmanın birinci bölümünde, değişen pazar koşullarına kolayca adapte olabilen tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin sahip olduğu özellikler sıralanarak, sistem mimarisine genel bir bakış sunulmuştur. Donanım ve yazılım sistemlerinden oluşan RMS mimarisinin, üretim işletmelerine sağladığı katkılar ayrıntılı olarak ifade edilmiştir. Tekrar konfigüre edilebilir bir makinenin yapısını değiştirip gerektiğinde eski yapısına nasıl geri dönebildiği, tekrar konfigüre edilebilir takım tezgâhlarının yeni gereksinimlere göre nasıl ayarlandığı, tekrar konfigüre edilebilir fikstürlerin ürün ailesindeki farklı parçaları nasıl karşılayabildiği, tekrar konfigüre edilebilir montaj, malzeme taşıma ve kontrol sistemlerinin nasıl gerçekleştiği açıklanarak; tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ürün cevap verebilirliğine etkisinin olduğu savunulan çalışmanın ilk hipotezi oluşturulmuştur.

Kumar vd. (2019)'nin de ifade ettiği üzere tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile ilgili incelenen literatür çalışmasında; araştırmacıların, son on yılda tekrar konfigüre çabalarının modellenmesine, ürün ailesi oluşumuna, zamanlama politikaları ve kontrol politikalarına ilgi gösterdiği gözlemlenmiştir. Literatürde, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin; sorun çözmedeki potansiyel rolü, ölçeklenebilirliği, değişen pazar fırsatlarına adapte olma yeteneği, tesis cevap verebilirliğine katkısı, mevcut düzeyi ve operasyonel performansı araştırılmıştır. Ancak ne literatür çalışmalarında ne de vaka çalışmalarında, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile ürün cevap verebilirliği ilişkisinin araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Buna göre bulgularımızın, ürün cevap verebilirlik yeteneğine sahip tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin tasarlanmasına önemli katkıları bulunmaktadır. Bu anlamda, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin tasarım süreci kavramsallaştırılarak hem akademisyenlere hem de yöneticilere fayda sağlayacağı düşünölmektedir. Ayrıca çalışma, bileşenler arasındaki ilişkiyi bütöncöl bir bakış açısıyla analiz etmekle ilgilenen çalışmalarını desteklemektedir.

İşletmelerin, ürün talebindeki değişikliklere zamanında ve düşük maliyetle cevap verebilme yeteneğine sahip olmalarında, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin yanı sıra tedarikçilerin de katkıları bulunmaktadır. Tedarikçiler; depolama, nakliye ve lojistik gibi tedarik zinciri faaliyetlerinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle tedarikçi cevap verebilirliği, mal veya hizmetlerin karşılanmasını içeren geleneksel tedarik faaliyetlerinden daha fazlasını ifade etmektedir (Johnson vd., 2021, s.464). Bu doğrultuda çalışmanın ikinci bölümünde, ürün talebindeki değişikliklere hızlı bir şekilde cevap verebilen tedarikçilerin önemi açıklanmıştır.

Tedarikçi cevap verebilirliği, öngörölmeyen durumlara tepki verilmesini sağlayan önemli bir faktördür. Bu nedenle işletmeler, tedarikçi cevap verebilirliğini ve tedarikçi yeteneklerini geliştirmek için tedarikçileriyle işbirlikçi bir yapı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu işbirlikçi ilişkiler sonucunda, tedarikçiler; esneklik, cevap verebilirlik ve modülerlik gibi üretim yeteneklerini geliştirerek tedarik zinciri performansını da artırmaktadır (Javanmard, 2011, s.436). Bu doğrultuda çalışmanın ikinci bölümünde ilk olarak tedarik zinciri, tedarik zinciri yönetimi ve tedarik zinciri cevap verebilirliğinden bahsedilmiştir. Ardından tedarik zinciri cevap verebilirliği;

operasyonel cevap verebilirlik, lojistik cevap verebilirlik ve tedarikçi cevap verebilirliği olmak üzere üçe ayrılarak ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Daha sonra tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliği ile ilişkisini etkileyen faktörler açıklanarak, çalışmanın ikinci hipotezi oluşturulmuştur.

Tedarikçi cevap verebilirliği ile ilgili incelenen literatürdeki çalışmalarda; tedarikçi yetenekleri, alıcı-tedarikçi ilişkileri, tedarikçi entegrasyonu, tedarikçi iş birliği uygulamaları, tedarikçi yönetimi, tedarikçi çevikliği ve tedarikçi cevap verebilirliği araştırılmıştır. Bu doğrultuda, tedarikçi cevap verebilirliğinin kapsamlı bir şekilde ele alınarak, ürün cevap verebilirliğine etkisinin incelendiği bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Buna göre bulgularımız, literatürdeki eksikliği tamamlayarak, tedarikçi performansının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliği ile ilişkisini etkileyen faktörler açıklanarak; işletmelerin, bu faktörlerden hangisinin zayıf olduğunu belirlemelerine ve böylece tedarikçi cevap verebilme yeteneklerini iyileştirmelerine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda tedarikçilerin, mevcut ürünlerin üretim hızına ve yeni ürün geliştirme aşamasına fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma ile tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisinin analiz edildiği çalışmalar da desteklenmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisi incelenerek; bu etkinin belirlenmesi için bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonucunda, anket çalışmasının ölçek maddeleri belirlenmiştir. RMS için modülerlik, entegre edilebilirlik ve dönüştürülebilirlik olmak üzere üç alt ölçek kullanılmıştır. Tedarikçi cevap verebilirliği için tedarikçi esnekliği ve sipariş karşılama olmak üzere iki alt ölçek oluşturulmuştur. Son olarak ürün cevap verebilirliği ölçeği oluşturularak, çalışmanın bağımlı değişkeni olarak belirlenmiştir. Anket oluşturulduktan sonra Türkiye’de faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli üretim işletmelerinin üst düzey yöneticilerine, 397 anket uygulanmıştır. Anket sonuçları ile kurulan hipotezler desteklenerek; ilk olarak, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunmuştur. Daha sonra, tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliği üzerinde olumlu ve anlamlı yönde etkisi bulunarak hipotezler doğrulanmıştır.

Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile üretim kapasitesi ve işlevsellik hızlı bir şekilde ayarlanarak ürün talebindeki değişikliklere hızlı bir şekilde cevap verilmektedir. Aynı zamanda, tedarikçi cevap verebilme yeteneği ile ürün geliştirme, teslimat süresi, kalite, yenilik ve esneklik gibi faktörlerin kullanılması ürün cevap verebilirliğine katkıda bulunmaktadır. Çalışmada, tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirlik yeteneğine sahip olması; talepteki ani ve öngörülmeyen değişikliklere tepki verilmesi açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu doğrultuda yapılan literatür çalışmalarıyla da tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemlerinin ve tedarikçi cevap verebilirliğinin, ürün cevap verebilirliğine etkisinin ele alındığı bir çalışma ile karşılaşılmamaktadır. Bu anlamda çalışmanın, ilgili disiplindeki boşluğu dolduracağı ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma ile hem işletmelere fayda sağlanmakta hem de bu konuyu ele almakla ilgilenen çalışmalar desteklenmektedir. Çalışma maliyet, zaman ve pandemi kısıtları altında gerçekleştirildiğinden örneklemin genişletilmesi mümkün olmamıştır. Tekrar konfigüre edilebilir üretim sistemleri ile ilişkili olabilecek farklı değişkenler, zaman ve içeriğin sınırlandırılması nedeniyle çalışmaya dahil edilememiştir.

KAYNAKÇA

- Aboufazeli, N. (2011). Reconfigurable Machine Tools Design Methodologies and Measuring Reconfigurability for Design Evaluation. Master Thesis. *School of Industrial Engineering and Management, The Royal Institute of Technology*. Sweden.
- Agarwal, A., Shankar, R. ve Tiwari, M. K. (2007). Modeling Agility of Supply Chain. *Industrial Marketing Management*, 36(4), 443–457. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2005.12.004>
- Akyüz, H. E. (2018). Yapı Geçerliliği İçin Doğrulayıcı Faktör Analizi : Uygulamalı Bir Çalışma. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 186–198.
- Al-Hawajreh, K. M. ve Attiany, M. S. (2014). The Effect of Supply Chain Responsiveness on Competitive Advantage: A Field Study of Manufacturing Companies in Jordan. *European Journal of Business and Management*, 6(13), 151–162. <http://www.iiste.org/Journals/index.php/EJBM/article/view/12700>
- Alptekinoğlu, A. ve Corbett, C. J. (2008). Mass Customization vs. Mass Production: Variety and Price Competition. *Manufacturing and Service Operations Management*, 10(2), 204–217. <https://doi.org/10.1287/msom.1070.0155>
- An, K., Trewyn, A., Gokhale, A. ve Sastry, S. (2011). Model-driven Performance Analysis of Reconfigurable Conveyor Systems Used in Material Handling Applications. *2011 IEEE/ACM 2nd International Conference on Cyber-Physical Systems*, 141–150. <https://doi.org/10.1109/ICCPS.2011.12>
- Apte, Uday M., ve Viswanathan, S. (2000). Effective Cross Docking for Improving Distribution Efficiencies. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 3(3), 291–302.
- Archer, B. ve Sastry, S. (2010). Worst-case End-to-End Response Time Analysis for Composable Conveyor Systems. In R. I. Davis (Ed.), *Proceedings Work-in-Progress Session* (pp. 49–52). <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Comparison+of+Approaches+to+Use+Existing+Architectural+Features+in+Embedded+Processors+to+Achieve+Hardware-Assisted+Test+Insertion#0>

- Atalay, M., Anafarta, N. ve Sarvan, F. (2013). The Relationship Between Innovation and Firm Performance: An Empirical Evidence from Turkish Automotive Supplier Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 75(3), 226–235. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.026>
- Aydoğan, E. ve Semiz, S. (2004). İşletmelerde Teknoloji Yönetimi Bağlamında İleri Üretim Teknolojileri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 115–133.
- Azab, A. ve Naderi, B. (2015). Modelling the Problem of Production Scheduling for Reconfigurable Manufacturing Systems. *Procedia CIRP*, 33, 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.06.015>
- Azab Ismail, A. A. (2008). Reconfiguring Process Plans: A Mathematical Programming Approach. University of Windsor.
- Bakkalbaşı, İ. O. (2017). Yönetim Biliminin Doğuşu ve İlk Temsilcileri Hakkında Bir Tartışma. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 39(2), 429–450. <https://doi.org/10.14780/muiibd.384135>
- Barclay, I., Poolton, J. ve Dann, Z. (1996). Improving Competitive Responsiveness Via The Virtual Environment. *IEMC 96 Proceedings. International Conference on Engineering and Technology Management. Managing Virtual Enterprises: A Convergence of Communications, Computing, and Energy Technologies*, 52–62.
- Bardakçı, A. (2004). Kitleleş Bireyselleştirme Uygulama Yöntemleri. *Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8, 1–17.
- Bateman, N., Stockton, D. J. ve Lawrence, P. (1999). Measuring the Mix Response Flexibility of Manufacturing Systems. *International Journal of Production Research*, 37(4), 871–880. <https://doi.org/10.1080/002075499191571>
- Beamon, B. M. (1999). Measuring Supply Chain Performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), 275–292.
- Bejlegaard, M., Brunoe, T. D., Bossen, J., Andersen, A. L. ve Nielsen, K. (2016). Reconfigurable Manufacturing Potential in Small and Medium Enterprises with Low Volume and High Variety: Pre-design Evaluation of RMS. *Procedia CIRP*, 51, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.055>

- Bellgran, M. ve Säfsten, E. K. (2009). Production Development: Design and Operation of Production Systems. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Springer Science & Business Media. <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- Benhabib, B., Chan, K. . C. ve Dai, M. Q. (1991). A Modular Programmable Fixturing System. *ASME Journal of Engineering for Industry*, 113, 93–100.
- Bernardes, E. S. ve Hanna, M. D. (2009). A Theoretical Review of Flexibility, Agility and Responsiveness in the Operations Management Literature: Toward a conceptual definition of customer responsiveness. *International Journal of Operations and Production Management*, 29(1), 30–53. <https://doi.org/10.1108/01443570910925352>
- Bhattacharya, A., Kumar, S. A., Tiwari, M. K. ve Talluri, S. (2014). An Intermodal Freight Transport System for Optimal Supply Chain Logistics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 38, 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.10.012>
- Bi, Z. M., Lang, S. Y. T., Shen, W. ve Wang, L. (2008). Reconfigurable Manufacturing Systems: The State of the Art. *International Journal of Production Research*, 46(4), 967–992. <https://doi.org/10.1080/00207540600905646>
- Birla, S. ve Shin, K. (1995). Software Engineering of Machine Control Systems: An approach to lifecycle economics. *Proceedings of 1995 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1, 1086–1092. <https://doi.org/10.1109/robot.1995.525426>
- Boonman, H. J., Hagspiel, V. ve Kort, P. M. (2015). Dedicated vs Product Flexible Production Technology: Strategic Capacity Investment Choice. *European Journal of Operational Research*, 244(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.01.007>
- Bortolini, M., Galizia, F. G. ve Mora, C. (2018). Reconfigurable Manufacturing Systems: Literature Review and Research Trend. *Journal of Manufacturing Systems*, 49, 93–106. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.09.005>
- Boysen, N. ve Fliedner, M. (2010). Cross Dock Scheduling : Classification, Literature Review and Research Agenda. *Omega*, 38(6), 413–422.

<https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.10.008>

- Bramel, J. ve Simchi-Levi, D. (1997). *The Logic of Logistics: Theory, Algorithms and Applications for Logistics Management* (P. Glynn & S. Robinson (eds.)). Springer. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600034>
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research* (D. A. Kenny (ed.)). Guilford Press.
- Buran, A. Ç. ve Ağca, A. (2019). Tedarik Zinciri Risklerinin Azaltılmasında İşbirliği Yaklaşımının Etkisi: Üretim İşletmelerinde Bir Araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 62, 60–78.
- Büyüköze, S. ve Dereli, E. (2020). Toplum 5.0 ve Dijital Sağlık. *VI. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi-Fen ve Sağlık*, 1–5.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör Analizi: Temel Kavramlar ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 32(32), 470–483.
- Can, A. (2013). *SSPS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Capawa-Fotsoh, E., Mebarki, N., Castagna, P. ve Berruet, P. (2020). A Classification of Reconfigurable Manufacturing Systems. In L. Benyoucef (Ed.), *Reconfigurable Manufacturing Systems: From Design to Implementation* (pp. 11–29). Springer International Publishing.
- Cevher, M. F. (2019). *Sosyal Medya Fenomenlerinin Tüketici Algısı ve Satın Alma Niyeti Üzerine Etkisi*. Beykent Üniversitesi.
- Chan, F. T. S., Chung, S. H. ve Choy, K. L. (2006). Optimization of Order Fulfillment in Distribution Network Problems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17(3), 307–319. <https://doi.org/10.1007/s10845-005-0003-z>
- Chang, S.-C., Chen, R.-H., Lin, R.-J., Tien, S.-W. ve Sheu, C. (2006). Supplier Involvement and Manufacturing Flexibility. *Technovation*, 26(10), 1136–1146. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.09.010>
- Choi, T. Y. ve Krause, D. R. (2006). The Supply Base and its Complexity: Implications for Transaction Costs, Risks, Responsiveness, and Innovation. *Journal of Operations Management*, 24(5), 637–652.

<https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.07.002>

- Chopra, S., Meindly, P. ve Kalra, D. V. (2013). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 232, 1–4.
- Chopra, V. S. ve Meindly, P. (2006). Supply Chain Management . Strategy , Planning & Operation. *Das Summa Summarum Des Management*, 265–275.
- Christopher, M. (2017). Logistics & Supply Chain Management. In *International Commerce Review* (Fourth Edition, Vol. 7, Issue 2). Pearson Education. <https://doi.org/10.1007/s12146-007-0019-8>
- Christopher, M. ve Peck, H. (2004). Building the Resilient Supply Chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–28.
- Churchill Jr, G. A. (1979). A Pardigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64–73.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2005). Research Methods in Education. Routledge Publisher.
- Comrey, A. L. ve Lee, H. B. (1992). A First Course in Factor Analysis (Second Edition). Psychology Press. <https://doi.org/10.2307/2348352>
- Corrêa, H. L. (2001). Agile Manufacturing as the 21st Century Strategy for Improving Manufacturing. *Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy*, 1–22. <https://doi.org/10.1016/b978-008043567-1/50001-2>
- Costello, A. B. ve Osborne, J. W. (2005). Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 10(7), 1–9.
- Cronbach, L. J. ve Meehl, P. E. (1955). Construct Validity in Psychological Tests. *Psychological Bulletin*, 52(4), 1–28. <https://doi.org/10.4324/9781315128498>
- Croom, S., Romano, P. ve Giannakis, M. (2000). Supply Chain Management: An Analytical Framework for Critical Literature Review. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 6(1), 67–83. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(99\)00030-1](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(99)00030-1)
- Croxton, K. L. (2003). The Order Fulfillment Process. *The International Journal of*

Logistics Management, 14(1), 19–32.

Curran, P. J., Bollen, K. A., Chen, F., Paxton, P. ve Kirby, J. B. (2003). Finite Sampling Properties of the Point Estimates and Confidence Intervals of the RMSEA. *Sociological Methods and Research*, 32(2), 208–252. <https://doi.org/10.1177/0049124103256130>

Çakır, A. (2014). Faktör Analizi. İstanbul Ticaret Üniversitesi.

Çakmur, H. (2012). Araştırmalarda Ölçme - Güvenilirlik - Geçerlilik. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 11(3), 339–344. <https://doi.org/10.5455/pmb.1-1322486024>

Çapık, C. (2014). Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmalarında Doğrulayıcı Faktör Analizinin Kullanımı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17(3), 196–205.

Çaşkurlu, S. (2010). Küreselleşen İşgücünün Krizi ve Küresel Eşitsizlik. *Ekonomik Yaklaşım*, 21(77), 49–100.

Çetin, O. ve Altuğ, N. (2005). Çevik Üretim. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi*, 301–306.

Çoban, S. (2004). Toplam Kalite Yönetimi Perspektifinde İçsel Pazarlama Anlayışı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22, 85–98. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.88504>

De Brito, M. P., Flapper, S. D. P. ve Dekker, R. (2005). Reverse Logistics: A Review of Case Studies. *Distribution Logistics*, 1–32. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2001.1020566>

Dedeakayoğulları, H. ve Kaçal, A. (2020). Eklemeli İmalat Teknolojileri ve Kullanılan Talaşlı İmalat Yöntemleri Üzerine Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi. *İmalat Teknolojileri ve Uygulamaları*, 1(1), 1–12.

Demirci, H. İ. ve Gökçe, H. (2010). Sac Metal Parçalarda Bağlama Noktalarının Bulunmasında Bilgisayar Destekli Optimizasyon Süreci. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 19–33.

Dowlatshahi, S. (2000). Developing a Theory of Reverse Logistics. *Interfaces*, 30(3), 143–155. <https://doi.org/10.1287/inte.30.3.143.11670>

- Duclos, L. K., Vokurka, R. J. ve Lummus, R. R. (2003). A Conceptual Model of Supply Chain Flexibility. *Industrial Management and Data Systems*, 103(6), 446–456. <https://doi.org/10.1108/02635570310480015>
- Duguay, C. R., Landry, S. ve Pasin, F. (1997). From Mass Production to Flexible / Agile Production. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(12), 1183–1195.
- Dursun, Y. ve Kocagöz, E. (2010). Yapısal Eşitlik Modellemesi ve Regresyon: Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 1–17. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.53416>
- Ebrahim, Z., Ahmad, N. A. ve Muhamad, M. R. (2014). Understanding Responsiveness in Manufacturing Operations. *Sci.Int.*, 26(5), 1663–1666.
- Ehtesham Rasi, R., Abbasi, R. ve Hatami, D. (2019). The Effect of Supply Chain Agility Based on Supplier Innovation and Environmental Uncertainty. *International Journal of Supply and Operations Management*, 6(2), 94–109. <https://doi.org/10.22034/2019.2.1>
- Eleren, A., Bektaş, Ç. ve Akyüz, Y. (2003). Değişim Sürecinde Üretim Sistemlerinde Ortaya Çıkan Yeni Global Boyutlar ve Finansal Etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 37–55.
- Elibol, H. ve Kesici, B. (2004). Çağdaş İşletmecilik Açısından Elektronik Ticaret. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 303–329. <http://dergisosyalbil.selcuk.edu.tr/susbed/article/view/736/688>
- Ellram, L. M. (1991). Supply Chain Management: The Organisation Perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 21(1), 13–22.
- ElMaraghy, H. A. (2006). Flexible and Reconfigurable Manufacturing Systems Paradigms. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 17(4), 261–276. <https://doi.org/10.1007/s10696-006-9028-7>
- Ercan, İ. ve Kan, İ. (2004). Ölçeklerde Güvenirlik ve Geçerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(3), 211–216.
- Erciş, A. ve Can, P. (2013). Tedarik Zinciri Yönetiminin İnovasyon Stratejilerine

- Etkisi Üzerine Bir Araştırma. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 95–122. <https://doi.org/10.14230/joiss37>
- Erden, C., Uçar, A. ve Erbay, E. (2016). Bir Tekstil Atölyesinde Ergonominin Temel Prensiplerinin Uygulanması. *Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 23–37.
- Ergeneli, A. (1995). Örgütsel Etkililik Kriteri Olarak Lider Davranışının Örgütsel İklim ile İlişkisi: Görev Karmaşıklığı Bakımından Farklılaşan İki Örgüte İlişkin Bir Uygulama. 187–199.
- Ersöz, T., Sarız, K. ve Ersöz, F. (2020). Demir-Çelik Üretim Hattında Yalın Üretim. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 801–826. <https://doi.org/10.29130/dubited.571724>
- Etienne, E. C. (2005). Supply Chain Responsiveness and the Inventory Illusion. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 6(1), 48–65. <https://doi.org/10.1080/16258312.2005.11517138>
- Fabian, M., Lennartson, B., Gullander, P., Adlemo, A. ve Andréasson, S. A. (1997). Integrating Process Planning and Control for Flexible Production Systems. *ECC 1997 - European Control Conference*, 2323–2328. <https://doi.org/10.23919/ecc.1997.7082452>
- Feigin, G. E., Katircioglu, K. ve Yao, D. D. (2003). Distribution Resource Planning Systems: A Critique and Enhancement. *Analysis and Modeling of Manufacturing Systems*, 37–68. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1019-2_2
- Fırat, S. Ü. ve Fırat, O. Z. (2017). Sanayi 4 . 0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme : Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi*, 114, 10–23.
- Fisher, M. L. (1997). What Is the Right Supply Chain For Your Products? *Harvard Business Review*, 75, 99–129. <https://doi.org/10.1108/09574090410700310>
- Gindy, N. N., Saad, S. M. ve Yue, Y. (1999). Manufacturing Responsiveness Through Integrated Process Planning and Scheduling. *International Journal of Production Research*, 37(11), 2399–2418. <https://doi.org/10.1080/002075499190572>
- Gola, A. ve Konczal, W. (2013). Rms – System of the Future or New Trend in Science?

- Advances in Science and Technology Research Journal*, 7(20), 35–41.
<https://doi.org/10.5604/20804075.1073052>
- Gökşen, Y. (2003). Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(4), 32–48. <https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>
- Hagspiel, V. (2011). Optimal Investment Strategies for Product-Flexible and Dedicated Manufacturing Systems under Demand Uncertainty. *Operations Research*, 1–34. <http://realoptions.org/openconf2011/data/papers/19.pdf>
- Handfield, R. B. ve Bechtel, C. (2002). The Role of Trust and Relationship Structure in Improving Supply Chain Responsiveness. *Industrial Marketing Management*, 31(4), 367–382. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00169-9](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00169-9)
- Harari, N. S., Fundin, A. ve Carlsson, A.-L. (2018). Components of the Design Process of Flexible and Reconfigurable Assembly Systems. *Procedia Manufacturing*, 25, 549–556. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.118>
- Harland, C. M. (1996). Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks. *British Journal of Management*, 7, 63–80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.1996.tb00148.x>
- Harris, C., Harris, R. ve Streeter, C. (2017). Lean Supplier Development: Establishing Partnerships and True Costs Throughout the Supply Chain. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/EBK1439811252>
- Hasan, M. A., Sarkis, J. ve Shankar, R. (2012). Agility and Production Flow Layouts: An Analytical Decision Analysis. *Computers and Industrial Engineering*, 62(4), 898–907. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.12.011>
- Haşiloğlu, S. B., Baran, T. ve Aydın, O. (2015). Pazarlama Araştırmalarındaki Potansiyel Problemlere Yönelik Bir Araştırma: Kolayda Örneklem ve Sıklık İfadeli Ölçek Maddeleri. *Pamukkale Journal of Business and Information Management*, 2(1), 19–28. <https://doi.org/10.5505/pibyd.2015.47966>
- Hausman, W. H. (2004). Supply Chain Performance Metrics. *The Practice of Supply Chain Management: Where Theory and Application Converge*, 61–73. https://doi.org/10.1007/0-387-27275-5_4

- Hayat, K., Abbas, A., Siddique, M. ve Cheema, K. U. R. (2012). A Study of the Different Factors That Affecting the Supply Chain Responsiveness. *Munich Personal RePEc Archive*, 53193, 1–13.
- Henke Jr, J. W. ve Zhang, C. (2010). Increasing Supplier-Driven Innovation. *IT Management Select*, 16, 41–46.
- Holweg, M. (2005). An Investigation Into Supplier Responsiveness: Empirical Evidence From the Automotive Industry. *The International Journal of Logistics Management*, 16(1), 96–119. <https://doi.org/10.1108/09574090510617376>
- Hu, J. ve Munson, C. L. (2007). Speed Versus Reliability Trade-offs in Supplier Selection. *International Journal of Procurement Management*, 1(1–2), 238–259. <https://doi.org/10.1504/IJPM.2007.015364>
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hu, S. J., Zhu, X., Wang, H. ve Koren, Y. (2008). Product Variety and Manufacturing Complexity in Assembly Systems and Supply Chains. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 57(1), 45–48. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2008.03.138>
- Hu, S. J. (2013). Evolving Paradigms of Manufacturing: From Mass Production to Mass Customization and Personalization. *Procedia Cirp*, 7, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.002>
- Hum, S.-H. ve Sim, H.-H. (1996). Time-based Competition: Literature and Implications for Modelling. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(1), 75–90.
- Huo, B., Zhao, X. ve Zhou, H. (2014). The Effects of Competitive Environment on Supply Chain Information Sharing and Performance: An Empirical Study in China. *Production and Operations Management*, 23(4), 552–569. <https://doi.org/10.1111/poms.12044>
- Jain, K. ve Silver, E. A. (1995). The Single Period Procurement Problem Where Dedicated Supplier Capacity Can be Reserved. *Naval Research Logistics*, 42(6),

915–934. [https://doi.org/10.1002/1520-6750\(199509\)42:6<915::AID-NAV3220420605>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/1520-6750(199509)42:6<915::AID-NAV3220420605>3.0.CO;2-M)

Janvier-James, A. M. (2012). A New Introduction to Supply Chains and Supply Chain Management: Definitions and Theories Perspective. *International Business Research*, 5(1), 194–208. <https://doi.org/10.5539/ibr.v5n1p194>

Javanmard, H. (2011). The Role of Supplier Capabilities in Buyer Responsiveness. *International Journal of Innovation Management and Technology*, 2(5), 436–440.

Jean, R.-J. B., Kim, D. ve Sinkovics, R. R. (2012). Drivers and Performance Outcomes of Supplier Innovation Generation in Customer-Supplier Relationships: The Role of Power-Dependence. *Decision Sciences*, 43(6), 1003–1038. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2012.00380.x>

Jean, R.-J. B., Sinkovics, R. R. ve Hiebaum, T. P. (2014). The Effects of Supplier Involvement and Knowledge Protection on Product Innovation in Customer-Supplier Relationships: A Study of Global Automotive Suppliers in China. *Journal of Product Innovation Management*, 31(1), 98–113. <https://doi.org/10.1111/jpim.12082>

Jemsittiparsert, K. ve Rungsisawat, S. (2019). Impact Strategic Sourcing, Supplier Innovativeness, and Information Sharing on Supply Chain Agility. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 5(2), 397–415. <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.7418>

Jiang, J. (1994). Design of Reconfigurable Control Systems Using Eigenstructure Assignments. *International Journal of Control*, 59(2), 395–410. <https://doi.org/10.1080/00207179408923083>

Jimenez, C. H. O., Machuca, J. A. D., Garrido-Vega, P. ve Filippini, R. (2015). The Pursuit of Responsiveness in Production Environments: From Flexibility to Reconfigurability. *International Journal of Production Economics*, 163, 157–172. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.020>

Johnson, F., Leenders, M. R. ve Flynn, A. E. (2021). Purchasing and Supply Management (Fourteenth). McGraw-Hill Companies. <https://doi.org/10.1201/b21595-5>

- Kamalahmadi, M. ve Mellat-Parast, M. (2015). Developing a Resilient Supply Chain Through Supplier Flexibility and Reliability Assessment. *International Journal of Production Research*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1088971>
- Kanık, T. (2005). Kaynak Apartlarında Destek ve Bağlama Noktalarının Bulunması [Uludağ Üniversitesi]. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100353>
- Kannan, V. R. ve Tan, K. C. (2007). The Impact of Operational Quality: A Supply Chain View. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(1), 14–19. <https://doi.org/10.1108/13598540710724356>
- Karagül, M. (2014). Kalkınma Sürecinde Üretim Faktörlerinin Yeniden Tanımlanması. *Leges Ekonomik ve Hukuk Araştırmaları Dergisi*, 1, 1–11.
- Karakoç, F. Y. ve Dönmez, L. (2014). Ölçek Geliştirme Çalışmalarında Temel İlkeler. *Tıp Eğitimi Dünyası*, 13(40), 39–49. <https://doi.org/10.25282/ted.228738>
- Kaschel C. H. ve Y Bernal, L. M. S. (2006). Importance of Flexibility in Manufacturing Systems. *International Journal of Computers, Communications & Control*, 1(2), 53–60. <https://doi.org/10.15837/ijccc.2006.2.2285>
- Kashkoush, M. ve ElMaraghy, H. (2014). Product Family Formation for Reconfigurable Assembly Systems. *Procedia CIRP*, 17, 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.131>
- Kaushal, A., Vardhan, A. ve Rajput, R. S. (2016). Flexible Manufacturing System A Modern Approach To Manufacturing Technology. *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 5(4), 16–23. www.irjes.com
- Kayacan, B., Özel, Y. ve Irmak, Y. (2016). Geçmişten Günümüze Montajı Kullanıcı Tarafından Yapılan Mobilyaların Sektördeki Yeri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(30), 153–166.
- Kelle, P. ve Akbulut, A. (2005). The Role of ERP Tools in Supply Chain Information Sharing, Cooperation, and Cost Optimization. *International Journal of Production Economics*, 93–94, 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.004>
- Khan, O., Christopher, M. ve Creazza, A. (2012). Aligning Product Design With the Supply Chain: A Case Study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(3), 323–336. <https://doi.org/10.1108/13598541211227144>

- Kılıç, S. ve Alkan, R. M. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 29–49. <https://doi.org/10.31006/gipad.417536>
- Kinnear, E. (1997). Is there any Magic in Cross-Docking ? *Supply Chain Management: An International Journal*, 2(2), 49–52.
- Kline, R. B. (2011). Principles and Practice of Structural Equation Modeling (Third Edition). The Guilford press. <https://doi.org/10.5840/thought194520147>
- Koç, E. (2012). Çift Taraflı Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Genetik Algoritma Yaklaşımıyla Optimizasyonu. Ankara Üniversitesi.
- Koç, E. (2017). Tedarik Zinciri Entegrasyonunun Yeni Ürün Geliştirme Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi.
- Koç, E., Ulaş, D. ve Çalıpınar, H. (2018). The Impact of Supply Chain Integration on New Product Development Performance: Evidence from Turkish Manufacturing Industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 7(6), 365–374.
- Koren, Y., Heisel, U., Jovane, F., Moriwaki, T., Pritschow, G., Ulsoy, G. ve Van Brussel, H. (1999). Reconfigurable Manufacturing Systems. *Annals of the CIRP*, 48(2), 527–540.
- Koren, Y. (2006). General RMS Characteristics. Comparison with Dedicate and Flexible Systems. *Reconfigurable Manufacturing Systems and Transformable Factories*, 27–45. <https://doi.org/10.1007/3-540-29397-3>
- Koren, Y. (2010). The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems. John Wiley & Sons.
- Koren, Y. (2013). The Rapid Responsiveness of RMS. *International Journal of Production Research*, 51(23–24), 1–14. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.856528>
- Koren, Y. (2020). The Emergence of Reconfigurable Manufacturing Systems (RMSs). In L. Benyoucef (Ed.), *Reconfigurable Manufacturing Systems : From Design to Implementation* (pp. 1–11). Springer International Publishing.
- Koren, Y., Gu, X. ve Guo, W. (2018). Reconfigurable Manufacturing Systems: Principles, Design, and Future Trends. *Frontiers of Mechanical Engineering*,

13(2), 121–136. <https://doi.org/10.1007/s11465-018-0483-0>

- Koren, Y. ve Shpitalni, M. (2010). Design of Reconfigurable Manufacturing Systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 29(4), 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2011.01.001>
- Kot, S. (2018). Sustainable Supply Chain Management in Small and Medium Enterprises. *Sustainability*, 10(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su10041143>
- Kováč, M., Lesková, A. ve Kováčová, Ľ. (2012). The Study of Agility in Production Systems and Agility Metrics, Model for Automotive Suppliers. *Zarządanie Przedsiębiorstwem*, 15(4), 25–32.
- Köksal, H. (1998). Geçmişten Günümüze, Sanayiden Eğitime Toplam Kalite ve Kalite Okulları. *Eğitim VE Bilim*, 22(108), 41–44.
- Köroğlu, V. ve Koç, M. (2017). Stratejik Yönetim Açısından Taylorizm Prensiplerinin Zamanımıza Yansımaları. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 1–18.
- Kritchanchai, D. ve MacCarthy, B. L. (1999). Responsiveness of the Order Fulfilment Process. *International Journal of Operations and Production Management*, 19(8), 812–833. <https://doi.org/10.1108/01443579910274419>
- Krygier, R. (2005). The Integration of Flexible , Reconfigurable Manufacturing with Quality. *3rd CIRP International Conference on Reconfigurable Manufacturing*, 1–3.
- Kumar, G., Kumar Goyal, K. ve Batra, N. K. (2019). Evolution, Principles and Recent Trends in Reconfigurable Manufacturing System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1240(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1240/1/012161>
- Kumar, S. A. ve Suresh, N. (2006). Production and Operations Management. New Age International.
- Kuruvilla, S. A., Gokhale, S. S., ve Sastry, S. (2008). Reliability Evaluation of Reconfigurable Conveyor Systems. *2008 IEEE Conference on Automation Science and Engineering*, 929–934. <https://doi.org/10.1109/COASE.2008.4626485>
- La Londe, B. J. ve Masters, J. M. (1994). Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century. *International Journal of Physical Distribution & Logistics*

Management, 24(7), 35–47.

- Lam, H. Y., Choy, K. L., Ho, G. T. S., Cheng, S. W. Y. ve Lee, C. K. M. (2015). A Knowledge-Based Logistics Operations Planning System for Mitigating Risk in Warehouse Order Fulfillment. *International Journal of Production Economics*, 170, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.005>
- Landers, R. G., Min, B. K. ve Koren, Y. (2001). *Reconfigurable Machine Tools*. 50(1), 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)62120-9](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)62120-9)
- Landers, R. G., Ruan, J. ve Liou, F. (2006). Reconfigurable Manufacturing Equipment. In A. I. Dashchenko (Ed.), *Reconfigurable Manufacturing Systems and Transformable Factories* (pp. 79–107). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/3-540-29397-3>
- Leblebici, D. N. ve Erkul, E. (2008). Planli Kalkınma Deneyiminden Stratejik Planlamaya Geçiş: Türkiye Örneği. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 26(1), 269–285.
- Lee, N. C. A., Wang, E. T. G. ve Grover, V. (2020). IOS Drivers of Manufacturer-Supplier Flexibility and Manufacturer Agility. *Journal of Strategic Information Systems*, 29(1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2020.101594>
- Lee, Y. H., Woo, J. ve Lee, K. M. (2006). Vehicle Routing Scheduling for Cross-Docking in the Supply Chain. *Computers & Industrial Engineering*, 51(2), 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2006.02.006>
- Lennartson, B., Fabian, M. ve Falkman, P. (2005). Control Architecture for Flexible Production Systems. *IEEE Conference on Automation Science and Engineering*, 307–312. <https://doi.org/10.1109/COASE.2005.1506787>
- Lenort, R. ve Feliks, J. (2013). Production Logistics Concepts and Systems in Metallurgical Companies. *International Conference Metal*, 1–6.
- Li, Z., Pasek, Z. J. ve Adams, J. (2004). Reconfigurable Fixtures : Concept and Examples. *In Proc. JUSFA,(Denver, Colorado, USA)*, 1–4.
- Lotter, B. ve Wiendahl, H.-P. (2008). Changeable and Reconfigurable Assembly Systems. In H. A. ElMaraghy (Ed.), *Changeable and Reconfigurable Manufacturing Systems* (pp. 127–141). Springer Science & Business Media.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Lummus, R. R., Duclos, L. K. ve Vokurka, R. J. (2003). Supply Chain Flexibility: Building a New Model. *Quarterly Journal of Global Institute of Flexible Systems Management*, 4(4), 1–13. http://www.giftsociety.org/docs/Issues_pdf_2008/4-4.pdf#page=5
- Maganha, I., Silva, C. ve Ferreira, L. M. D. F. (2018). Understanding Reconfigurability of Manufacturing Systems: An Empirical Analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 48(May), 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.07.004>
- Maganha, I., Silva, C. ve Ferreira, L. M. D. F. (2020). The Impact of Reconfigurability on the Operational Performance of Manufacturing Systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(1), 145–168. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2018-0450>
- Mahdiraji, H. A., Arabzadeh, M. ve Ghaffari, R. (2012). Supply Chain Quality Management. *Management Science Letters*, 2(7), 2463–2472. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2012.07.020>
- Makssoud, F., Battaia, O. ve Dolgui, A. (2020). Multi-objective Approach and Model for Transfer Line Reconfigurations. In L. Benyoucef (Ed.), *Reconfigurable Manufacturing Systems: From Design to Implementation* (pp. 193–208). Springer International Publishing.
- Mani, V., Jabbour, C. J. C. ve Mani, K. T. N. (2020). Supply Chain Social Sustainability in Small and Medium Manufacturing Enterprises and Firms' Performance: Empirical Evidence from an Emerging Asian Economy. *International Journal of Production Economics*, 227, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107656>
- Manu, G., Vijay Kumar, M., Nagesh, H., Jagadeesh, D. ve Gowtham, M. B. (2018). Flexible Manufacturing Systems (FMS): A Review. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 8(2), 323–336. <https://doi.org/10.24247/ijmperdapr201836>
- Maskell, B. (2001). The age of Agile Manufacturing. *Supply Chain Management: An International Journal*, 6(1), 5–11.

- Matt, D. T. (2010). Functional Periodicity as a Concept for the (Re-)design to Agility of Production Systems. *Production Engineering*, 4(4), 363–369. <https://doi.org/10.1007/s11740-010-0247-0>
- McFarlane, D. ve Matson, J. (1999). Assessing and Improving the Responsiveness of Manufacturing Production Systems. 1–7. <https://doi.org/10.1049/ic>
- Mehrabi, M. G., Ulsoy, A. G., Koren, Y. ve Heytler, P. (2002). Trends and Perspectives in Flexible and Reconfigurable Manufacturing Systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 13(2), 135–146.
- Mehrabi, M. G., Ulsoy, A. G. ve Koren, Y. (2000). Reconfigurable Manufacturing Systems and Their Enabling Technologies. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 1(1), 1–21. <https://doi.org/10.1504/IJMTM.2000.001330>
- Mendes, J. M., Leifão, P., Colombo, A. W. ve Restivo, F. (2008). Service-Oriented Control Architecture for Reconfigurable Production Systems. *IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 744–749. <https://doi.org/10.1109/INDIN.2008.4618201>
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D. ve Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25.
- Milberg, W. (2004). The Changing Structure of Trade Linked to Global Production Systems: What are the Policy Implications? *International Labour Review*, 143(1–2), 45–90. <https://doi.org/10.1111/j.1564-913X.2004.tb00546.x>
- Milner, J. M. ve Kouvelis, P. (2002). On the Complementary Value of Accurate Demand Information and Production and Supplier Flexibility. *Manufacturing and Service Operations Management*, 4(2), 99–113. <https://doi.org/10.1287/msom.4.2.99.283>
- Minnich, D. ve Maier, F. H. (2006). Supply Chain Responsiveness and Efficiency - Complementing or Contradicting Each Other? *Proceedings of the 2006 System Dynamics Conference*, 1–16.
- Molina, A., Rodriguez, C. A., Ahuett, H., Cortés, J. A., Ramírez, M., Jiménez, G. ve

- Martinez, S. (2005). Next-Generation Manufacturing Systems: Key Research Issues in Developing and Integrating Reconfigurable and Intelligent Machines. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 18(7), 525–536. <https://doi.org/10.1080/09511920500069622>
- Moon, Y. M. ve Kota, S. (2002). Generalized Kinematic Modeling of Reconfigurable Machine Tools. *Journal of Mechanical Design*, 124(1), 47–51. <https://doi.org/10.1115/1.1424892>
- Musanga, M. B., Ondari, N. G. ve Kiswili, N. E. (2015). Buyer-Supplier Relationship and Supplier Responsiveness : A Case if Manufacturing Firms Listed in Nairobi Stock Exchange, Kenya. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, 3(4), 1–23. <http://ijecm.co.uk/>
- Narayanan, A., Sahin, F. ve Robinson, E. P. (2019). Demand and Order-Fulfillment Planning: The Impact of Point-Of-Sale Data, Retailer Orders and Distribution Center Orders on Forecast Accuracy. *Journal of Operations Management*, 65(5), 1–19. <https://doi.org/10.1002/joom.1026>
- Ndubisi, N. O., Jantan, M., Hing, L. C. ve Ayub, M. S. (2005). Supplier Selection and Management Strategies and Manufacturing Flexibility. *Journal of Enterprise Information Management*, 18(3), 330–349. <https://doi.org/10.1108/17410390510592003>
- Ortega-Jimenez, C. H., Garrido-Vega, P. ve Torres, C. A. C. (2020). Achieving Plant Responsiveness from Reconfigurable Technology: Intervening role of SCM. *International Journal of Production Economics*, 219, 195–203. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.06.001>
- Osborne, J. W. (2015). What is Rotating in Exploratory Factor Analysis? *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 20(2), 1–7.
- Öksüz, M. K., Öner, M. ve Öner, S. C. (2017). Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi. *Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı*, 1–9.
- Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 87–96.

- Özmez, D. (2006). Bir Üretim Organizasyonu Olarak Yalın Üretim Sistemi. Uludağ Üniversitesi.
- Özsoy, K. ve Duman, B. (2017). Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 36–48. <http://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/issue/33982/376178>
- Öztürk, D. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerini Etkileyen Faktörler. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6(1), 17–24.
- Öztürk, M., Şenkayas, H. ve Çamlıca, Z. (2012). Tam Zamanında Üretim Ortamında Tedarikçi İlişkilerine Dair Bir Uygulama. *Verimlilik Dergisi*, 1, 1–14.
- Pamuk, N. S. ve Soysal, M. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme. *Verimlilik Dergisi*, 1, 41–66.
- Prater, E., Biehl, M. ve Smith, M. A. (2001). International Supply Chain Agility-Tradeoffs Between Flexibility and Uncertainty. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(5/6), 823–839. <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/01443570110390507>
- Radder, L. ve Louw, L. (1999). Mass Customization and Mass Production. *The TQM Magazine*, 11(1), 35–40. <https://doi.org/10.1533/9781845692582.246>
- Rajagopal, P., Azar, N. A. Z., Bahrin, A. S., Appasamy, G. ve Sundram, V. P. K. (2016). Determinants of Supply Chain Responsiveness Among Firms in the Manufacturing Industry in Malaysia. *International Journal of Supply Chain Management*, 5(3), 18–24.
- Renzi, C., Leali, F., Cavazzuti, M. ve Andrisano, A. O. (2014). A Review on Artificial Intelligence Applications to the Optimal Design of Dedicated and Reconfigurable Manufacturing Systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 72(1–4), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-5674-1>
- Rexhausen, D., Pibernik, R. ve Kaiser, G. (2012). Customer-Facing Supply Chain Practices - The Impact of Demand and Distribution Management on Supply Chain Success. *Journal of Operations Management*, 30(4), 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2012.02.001>

- Ricker, F. R. ve Kalakota, R. (1999). Order Fulfillment: The Hidden Key to e-Commerce Success. *Supply Chain Management Review*, 11(3), 60–70.
- Rogers, D. S. ve Tibben-Lembke, R. (2001). An Examination of Reverse Logistics Practices. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 129–148.
- Roh, J., Hong, P. ve Min, H. (2014). Implementation of a Responsive Supply Chain Strategy in Global Complexity: The Case of Manufacturing Firms. *International Journal of Production Economics*, 147, 198–210. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.04.013>
- Rösiö, C. ve Bruch, J. (2018). Exploring the Design Process of Reconfigurable Industrial Production Systems Activities, Challenges, and Tactics. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(1), 85–103. <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2016-0090>
- Saghiri, S. S. ve Barnes, S. J. (2016). Supplier Flexibility and Postponement Implementation: An Empirical Analysis. *International Journal of Production Economics*, 173, 1–52. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.12.015>
- Samaranayake, P. ve Toncich, D. (2007). Integration of Production Planning, Project Management and Logistics Systems for Supply Chain Management. *International Journal of Production Research*, 45(22), 5417–5447. <https://doi.org/10.1080/00207540600810077>
- Sánchez, A. M. ve Pérez, M. P. (2005). Supply Chain Flexibility and Firm Performance: A Conceptual Model and Empirical Study in the Automotive Industry. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(7), 681–700. <https://doi.org/10.1108/01443570510605090>
- Sapancalı, F. (2001). Yeni Dünya Düzeni ve Küresel Yoksulluk. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 115–140. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00687>
- Sardana, D., Terziovski, M. ve Gupta, N. (2016). The Impact of Strategic Alignment and Responsiveness to Market on Manufacturing Firm's Performance. *International Journal of Production Economics*, 177, 131–138. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.04.018>

- Savaş, H. ve Bardakçı, A. (2006). Kitleleş Bireyselleştirme Uygulamaları İçin Web Tasarımı. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 507–521.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. ve Müller, H. (2003). Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23–74.
- Schiele, H. (2012). Accessing Supplier Innovation By Being Their Preferred Customer. *Research-Technology Management*, 55(1), 44–50. <https://doi.org/10.5437/08956308X5501012>
- Schumacker, R. E. ve Lomax, R. G. (2004). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling* (Second Edition). Lawrence Erlbaum Associates. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.12.7252><http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2019.12.7252>
- Sezen, B. (2008). Relative Effects of Design, Integration and Information Sharing on Supply Chain Performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(3), 233–240. <https://doi.org/10.1108/13598540810871271>
- Sezhiyan, D. M., Page, T. ve Iskanius, P. (2011). The Impact of Supply Effort Management, Logistics Capability, and Supply Chain Management Strategies on Firm Performance. *International Journal of Electronic Transport*, 1(1), 26–44. <https://doi.org/10.1504/ijet.2011.043114>
- Shapiro, B. P., Rangan, V. K. ve Sviokla, J. J. (2006). Staple Yourself to an Order. *Harvard Business Review*, 1–11. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(93\)90305-y](https://doi.org/10.1016/0024-6301(93)90305-y)
- Sharifi, H., ve Zhang, Z. (2001). Agile Manufacturing in Practice Application of a Methodology. *International Journal of Operations and Production Management*, 21(5–6), 772–794. <https://doi.org/10.1108/01443570110390462>
- Sharma, A., Garg, D. ve Agarwal, A. (2012). Quality Management in Supply Chains: The Literature Review. *International Journal for Quality Research*, 6(3), 193–206.
- Shivanand, H. K., Benal, M. M. ve V., Koti (2006). Flexible Manufacturing System.

New Age International.

- Silvestre, B. S. (2015). Sustainable Supply Chain Management in Emerging Economies: Environmental Turbulence, Institutional Voids and Sustainability Trajectories. *International Journal of Production Economics*, 167, 1–47. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.05.025>
- Squire, B., Cousins, P. D., Lawson, B. ve Brown, S. (2009). The Effect of Supplier Manufacturing Capabilities on Buyer Responsiveness: The Role of Collaboration. *International Journal of Operations and Production Management*, 29(8), 766–788. <https://doi.org/10.1108/01443570910977689>
- Stevens, G. C. (1989). Integrating the Supply Chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 19(8), 3–8.
- Suhr, D. D. (2006). Exploratory and Confirmatory Factor Analysis. *SAS Users Group International Conference*, 1–17. <https://doi.org/10.1055/s-2006-940029>
- Sülek, A. N., Avşar, K. U. ve Schmidt, K. W. (2013). Yeniden Yapılandırılabilir Üretim Sistemleri İçin Kontrolcü Tasarımı. *Çankaya Üniversitesi Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 1–16.
- Swaminathan, J. M., Sadeh, N. M. ve Smith, S. F. (1997). Effect of Sharing Supplier Capacity Information. *Berkeley: Haas School of Business*, 1–29.
- Şencan, H. (2005). Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2006). Using Multivariate Statistics (Fifth Edit). Pearson. <https://doi.org/10.1515/snde-2014-0102>
- Tanrıverdi, H. (2011). Üretim Yönetimi. Lisans Yayıncılık.
- Tarafdar, M. ve Qrunfleh, S. (2017). Agile Supply Chain Strategy and Supply Chain Performance: Complementary Roles of Supply Chain Practices and Information Systems Capability for Agility. *International Journal of Production Research*, 55(4), 1–22. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1203079>
- Towers, N. ve Burnes, B. (2008). A Composite Framework of Supply Chain Management and Enterprise Planning for Small and Medium-Sized Manufacturing Enterprises. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(5), 349–355. <https://doi.org/10.1108/13598540810894933>

- Töz, C. (1988). Madencilik İnsanoğlunun Evrimindeki Rolü Üzerine. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 27(3), 32–38.
- Tseng, M. M., Wang, Y. ve Jiao, R. J. (2017). Mass Customization. *Cirp Encyclopedia of Production Engineering*, 1–14.
- Tük (2019). Kobi İstatistikleri Raporu (2009-2019).
- Türker, M., Balyemez, F. ve Biçer, A. A. (2005). Üretim Sürecinde Tedarik Zincirinin Önemi ve Maliyet Yönetimi. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 459–465.
- Ueki, Y. (2013). Supply Chain Collaboration and Firm Performance in the Thai Automotive and Electronics Industries. *IDE Discussion Paper*, 1–31.
- Ungan, M. C. (2011). En İyi Tedarik Zinciri Uygulamaları ve Bir Saha Çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 307–322.
- Van Belle, J., Saint Germain, B., Valckenaers, P., Van Brussel, H., Bahtiar, R. ve Cattrysse, D. (2011). Intelligent Products in the Supply Chain are Merging Logistic and Manufacturing Operations. *IFAC Proceedings Volumes*, 44(1), 1596–1601. <https://doi.org/10.3182/20110828-6-IT-1002.03251>
- Van Belle, J., Valckenaers, P. ve Cattrysse, D. (2012). Cross-docking : State of the art. *Omega*, 40(6), 827–846. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.01.005>
- Vickery, S., Calantone, R. ve Dröge, C. (1999). Supply Chain Flexibility: An Empirical Study. *Journal of Supply Chain Management*, 35(2), 16–24. <https://doi.org/10.1109/ICNC.2009.455>
- Vinke, L. C. . (2010). Responsiveness in the Supply Chain: Achieving a Competitive Advantage. <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=122024>
- Wang, G. ve Netemeyer, R. G. (2004). Salesperson Creative Performance: Conceptualization, Measurement, and Nomological Validity. *Journal of Business Research*, 57(8), 805–812. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(02\)00483-6](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(02)00483-6)
- Wang, J. ve Wang, X. (2019). Structural Equation Modeling: Applications Using Mplus (Second Edition). John Wiley & Sons. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001> <http://dx.doi.org/10.1016/j.pow>

tec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252%0Ahttp://dx.doi.o

- Wang, W. ve Koren, Y. (2012). Scalability Planning for Reconfigurable Manufacturing Systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(2), 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2011.11.001>
- Williamson, P. J. (1991). Supply Strategy and Customer Responsiveness: Managing the Links. *Business Strategy Review*, 2(2), 75–90.
- Wills, B. L., Kannan, S., Sander, S., Guler, M., Heck, B., Prasad, J. V. R., Schrage, D. ve Vachtsevanos, G. (2001). An Open Platform for Reconfigurable Control. *IEEE Control Systems Magazine*, 21(3), 49–64.
- Wills, L., Kannan, S., Heck, B., Vachtsevanos, G., Restrepo, C., Sander, S., Schrage, D. ve Prasad, J. V. . R. (2000). An Open Software Infrastructure for Reconfigurable Control Systems. *Proceedings of the 2000 American Control Conference*, 4, 2799–2803. http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=878721
- Wu, S. J., Melnyk, S. A. ve Flynn, B. B. (2010). Operational Capabilities: The Secret Ingredient. *Decision Sciences*, 41(4), 721–754. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2010.00294.x>
- Wu, Y. ve Angelis, J. (2007). Achieving Agility of Supply Chain Management Through Information Technology Applications. *IFIP International Federation for Information Processing*, 246, 245–253. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74157-4_29
- Yang, J., Lai, K. H., Wang, J., Rauniar, R. ve Xie, H. (2015). Strategic Alliance Formation and the Effects on the Performance of Manufacturing Enterprises from Supply Chain Perspective. *International Journal of Production Research*, 53(13), 3856–3870. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.974843>
- Yaşlıoğlu, M. M. (2017). Sosyal Bilimlerde Faktör Analizi ve Geçerlilik : Keşfedici ve Doğrulayıcı Faktör Analizlerinin Kullanılması. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 46, 74–85.

- Yavuz, E. (2016). Üretim Yapan İşletmelerin Yeniden Yapılandırılabilir Üretim Bakımından İncelenmesi: Erzurum İli Örneği. *Journal of International Social Research*, 9(46), 857–865. <https://doi.org/10.17719/jisr.20164622649>
- Yeh, C. ve Lee, Y. (2014). Construction of Speed-to-market Supply Chain Management Model for Garment Industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(5), 734–746. <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2012-0052>
- Yılmaz, M. (2003). Bilgi Merkezleri ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi : Bir Uygulama. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4(2), 257–268. <https://doi.org/10.31671/dogus.2019.323>
- Yi, C. Y., Ngai, E. W. T. ve Moon, K. L. (2011). Supply Chain Flexibility in an Uncertain Environment: Exploratory Findings from Five Case Studies. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(4), 271–283. <https://doi.org/10.1108/13598541111139080>
- Yu, J., Yin, Y., Sheng, X. ve Chen, Z. (2003). Modelling Strategies for Reconfigurable Assembly Systems. *Assembly Automation*, 23(3), 266–272. <https://doi.org/10.1108/01445150310486530>
- Yu, W. ve Egbelu, P. J. (2008). Scheduling of Inbound and Outbound Trucks in Cross Docking Systems with Temporary Storage. *European Journal of Operational Research*, 184(1), 377–396. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.10.047>
- Zhang, L. L., Jiao, R. J. ve Ma, Q. (2010). Accountability-Based Order Fulfillment Process Reengineering Towards Supply Chain Management: A Case Study at a Semiconductor Equipment Manufacturer. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(2), 287–305. <https://doi.org/10.1108/17410381011014413>
- Zhang, Y., Wang, L. ve Gao, J. (2017). Supplier Collaboration and Speed-to-market of New Products: The Mediating and Moderating Effects. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(3), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-1021-5>

İNTERNET KAYNAKLARI

en.wikipedia.org. (n.d.). John T. Parsons. Retrieved June 5, 2020, from https://en.wikipedia.org/wiki/John_T._Parsons

www.elektrik.gen.tr. (n.d.). Robotik Tarihi ve Niçin Robot? Retrieved September 13, 2020, from <https://www.elektrik.gen.tr/2016/06/robotik-tarihi-ve-nicin-robot/4447>

www.medium.com. (n.d.). The History and Evolution of Product Management. Retrieved May 3, 2020, from <https://medium.com/pminsider/the-history-and-evolution-of-product-management-part-2-9c987fdc4ac>

EKLER

Ek-1: Anket Formu

Değerli Katılımcı,

Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında devam eden Yüksek Lisans tez çalışması için bu anket tarafınıza uygulanmaktadır. “Tekrar Konfigüre Edilebilir Üretim Sistemlerinin ve Tedarikçi Cevap Verebilirliğinin, Ürün Cevap Verebilirliğine Etkisi” adlı çalışma için fikirleriniz alınmak istenmektedir. Anket demografik verilerin ve önermelerin bulunduğu iki kısımdan oluşmaktadır. Ankete vereceğiniz cevaplar bilimsel çalışmalar haricinde kullanılmayacaktır. Değerli vaktinizi ayırdığınız için teşekkür ederiz.

Gülşah GENEŞ
Yüksek Lisans Öğrencisi
gulsahgenes@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Erdiç KOÇ
Tez Danışmanı
ekoc@bingol.edu.tr

1. İşletme içerisindeki pozisyonunuz

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Üretim Müdürü | <input type="checkbox"/> Yeni Ürün Geliştirme Müdürü |
| <input type="checkbox"/> Ar-ge Müdürü | <input type="checkbox"/> Bunlardan Sorumlu Genel Müd. Yrd. |
| <input type="checkbox"/> Diğer..... | |

2. İşletmenin hukuki yapısı

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Şahıs Şirketi | <input type="checkbox"/> Limited Şirket |
| <input type="checkbox"/> Adi Ortaklık | <input type="checkbox"/> Anonim Şirket |
| <input type="checkbox"/> Kollektif Şirket | <input type="checkbox"/> Kooperatif Şirket |
| <input type="checkbox"/> Komandit Şirket | <input type="checkbox"/> Diğer..... |

3. İşletmenin faaliyet gösterdiği sektör

- | | |
|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Gıda | <input type="checkbox"/> Ziraat Aletleri |
| <input type="checkbox"/> Tekstil | <input type="checkbox"/> Kimya |

- Maden İstihraç Otomotiv Yan Sanayi
 Pamuk Çırçır Demir Çelik
 Madeni Eşya Diğer.....

4. İşletmenizin büyüklüğü

- Orta Büyük

5. İşletmenizin faaliyet yılı

- 0-10 11-20 21-30 31 ve üzeri

6. İşletmenizin bulunduğu şehir.....

Sayın katılımcı, aşağıda verilen ifadelere katılma durumunuza göre uygun seçeneği işaretleyiniz.	Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
1. Üretimi gerçekleştirmek için kullandığımız ana ekipman (donatım, araç, gereç ve malzemeler), üretim alanına kolayca eklenebilir veya buradan çıkarılabilir.					
2. Bu donatım, araç, gereç ve malzemeler kolayca eklenebilen veya çıkarılabilen işleve uygun parçalardan oluşur.					
3. Ana ekipman (donatım, araç, gereç ve malzemeler), yeni ürünler üretmek için yeniden düzenlenebilir.					
4. Malzeme taşıma sistemimiz, üretilecek ürüne göre akışı her seferinde yeniden düzenleyebilir.					
5. Üretim sistemimiz, hızlı ve güvenilir bir şekilde entegre edilebilen yazılım ve donanım parçalarından oluşur.					
6. Ekipmanı, üretim sistemimizdeki bir dizi mekanik, bilgi ve kontrol arayüzü ile hızlı bir şekilde entegre edebiliriz.					
7. Ekipmanımız, açık mimari ortamda kullanılabilen bir kontrol sistemi tarafından çalıştırılır ve koordine edilir.					
8. Üretim sistemimiz, yeni ekipman ve yeni teknolojilerin kolayca bir araya gelerek birleşmesine izin verir.					

9. Ekipmanımız ve kontrol sistemimiz, yeni bileşenlerin entegrasyonunu kolaylaştıran arayüzlerle tasarlanmıştır.					
10. Üretim sistemi ve ekipmanımızın kapasitesi, üretimdeki değişikliklere cevap verecek şekilde kolayca düzenlenebilir.					
11. Bir ekipmanın çalışmasını kolayca durdurabilir ve işlevlerini yeni bir ürün tipi üretmek için yeniden yapılandırabiliriz.					
12. Aynı ürün ailesindeki bir ürünün üretiminden, montajından başlayarak diğer aşamalara hızlı bir şekilde geçebiliriz.					
13. Üretim sistemimiz, yeni ürünler arasında uyum ve mevcut ürünler arasında kolay geçiş sağlar.					
14. Tedarikçilerimiz, ürün hacmini kısa sürede değiştirebilir.					
15. Tedarikçilerimiz, ürün karışımını kısa sürede değiştirebilir.					
16. Tedarikçilerimiz isteklerimizi tutarlı bir şekilde karşılar.					
17. Tedarikçilerimiz bize hızlı bir lojistik hizmet sağlar.					
18. Tedarikçilerimiz acil siparişlerimizi etkin bir şekilde hızlandırır.					
19. Operasyon sistemimiz, müşterilerin talep ettiği ürün hacmindeki değişikliklere hızla cevap verir.					
20. Operasyon sistemimiz, müşterilerin talep ettiği ürün karmasındaki değişikliklere hızla cevap verir.					
21. Operasyon sistemimiz acil müşteri siparişlerini etkin bir şekilde hızlandırır.					
22. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için ekipmanı hızla yeniden yapılandırır.					
23. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için insanları hızla yeniden tahsis eder.					
24. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için üretim süreçlerini hızla değiştirir.					
25. Operasyon sistemimiz, talep değişikliklerini karşılamak için kapasiteyi hızla ayarlar.					
26. Üretim sistemimiz, hammaddeden nihai ürün aşamasına kadar iş çevrim süresini azaltabilir.					

27. Üretim sistemimiz yeni ürünler üretmek için gereken hazırlık zamanını azaltabilir.					
28. Üretim sistemimiz müşterilerimize zamanında teslimat performansı sunmaktadır.					
29. Üretim sistemimiz yeni ürünleri zamanında müşterilere sunmaktadır.					
30. Üretim sistemimiz ürün karmasını değiştirme esnekliğine sahiptir.					
31. Üretim sistemimiz hacim değişikliği esnekliğine sahiptir.					

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Gülşah GENEŞ
Doğum Yeri	Diyarbakır
Doğum Tarihi	05.04.1993

LİSANS EĞİTİM BİLGİLERİ

Üniversite	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Fakülte	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Bölüm	İşletme

YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce	-
------------------	---

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurum	-
Görevi/Pozisyonu	-
Tecrübe Süresi	-

KATILDIĞI

Kurslar	Bilgisayar Programcılığı
Projeler	-

İLETİŞİM

E-mail	gulsahgenes@gmail.com
---------------	-----------------------