

T. C.

MALTEPE ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ULSLARASI TİCARET VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

ANABİLİM DALI

**İŞLETMELERİN YALIN, ÇEVİK İNDEKSİNİN
BELİRLENMESİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

LÜTFİ APİLİOĞULLARI

131157212

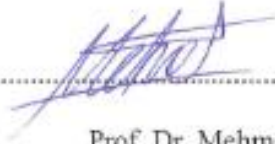
Danışman Öğretim Üyesi

Pr.Dr. ÖZALP VAYVAY

İstanbul, Mayıs 2016

T.C. Maltepe Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

30.05.2016 tarihinde tezinin savunmasını yapan Lütfi Sübhan APİLİOĞULLARI'na ait "İşletmelerin Yalın, Çevik İndeksinin Belirlenmesi İçin Bir Model Önerisi" başlıklı çalışma, Jürimiz Tarafından Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programında Doktora Tezi Olarak Oy Birliği/Oy Çokluğu İle Kabul Edilmiştir.



Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ
(Başkan)




Prof. Dr. Özalp VAYVAY
Jüri Üyesi-danışman



Prof. Dr. Umut TUZKAYA
Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Fulya TAŞEL
Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Sinan APAK
Jüri Üyesi

ÖNSÖZ



ÖZET

Yalın ve Çevik üretim günümüz dünyasında kabul gören, işletme süreçlerinde ayrı ayrı ya da birlikte kullanılabilen, en önemli ve geçerli üretim stratejileridir. İşletmelerin bu süreçte cevap aradığı konuların başında kullanılan bu stratejileri, ne derece süreçlerine uyarlayabildiklerini tespit edememeleri gelmektedir. Endüstride bu anlamda, herkes tarafından kabul görmüş ve uygulanan bir değerlendirme sistemi tam anlamıyla mevcut değildir.

Bu çalışmada, firmaların yalın ve çeviklik kriterleri doğrultusunda mevcut durumlarını analiz edip, nerelerde eksikleri olduğunu anlamalarına ve iyileştirme yol haritalarını çıkarabilmeleri konusunda destek olabilecek bir değerlendirme (Assesment) modeli geliştirilmeye çalışılmıştır. Modelde kullanılan kriterlerin seçimi için dematel, ağırlıklarının belirlenmesi için Bulanık AHP metotlarından faydalanılmıştır. Modelin, güvenilirlik testi ise gerçek bir uygulama ile yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler; (Yalın Çevik İndeks, Yalın İndeks, Çevik İndeks, Değerlendirme Modeli)

ABSTRACT

Lean and agile manufacturing are the most important and valid production strategies that are accepted in today's World. They can be used separately or together in business processes. The head of the issues, which companies seek, an answer is that the companies cannot detect what extend these used strategies adept their processes. In this sense, there is not available an evaluation system which was accepted and applied by everyone in industry.

In this study, an assessment model was tried to develop in order to support them to analyze the current situation of the companies, understand the missing and set a course for improvements in the direction of lean and agile criteria. Dematel method was applied for selection of criteria in model; Fuzzy AHP methods were used in order to specify the criteria weights. Reliability test of the model was done with an actual application.

Keywords: (Leagile Index, Lean Index, Agile Index, Assesment Model)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi	3
1.1.1. Değer Zinciri (Value Chain).....	7
1.2. Problemin tanımı	9
1.3. Model	11
1.4. Kısıtlar	12
2. LİTERATÜR.....	14
2.1. Yalın Üretim	14
2.2. Çevik Üretim.....	17
2.3. Yalın Çevik İndeks.....	23
3. YALIN ÜRETİM VE BİLEŞENLERİ.....	27
3.1. Değer Akışı.....	28
3.1.1. Değer ve Kayıplar	29
3.1.2. Değer Akış Haritaları.....	32
3.2. Çalışma Alanının Organizasyonu.....	33
3.3. Tam Zamanında Üretim	37
3.4. Toplam Kalite Kontrol	45
3.5. Toplam Verimli Bakım	49
3.6. Sürekli İyileştirme	54
4. ÇEVİK ÜRETİM	56
4.1. Stratejik Tedarikçi İlişkileri Yönetimi.....	56
4.2. Pazara Duyarlılık.....	64

4.3. Yeni ürün devreye alma	67
4.4. Üretim esnekliği.....	69
5. ÜRÜN VE ÜRETİM STRATEJİLERİ.....	72
5.1. Üretim Türleri	76
5.2. Ürün Karakteristiği.....	77
5.3. Üretim Stratejileri	79
5.4. Ürün Hayat Eğrisi	81
5.5. Melez Üretim	85
5.5.1. Karma model	89
5.5.2. Dış kaynak kullanımı.....	89
5.5.3. Ürüne son halini vermeyi erteleme.....	90
6. METODOLOJİ	93
6.1. DEMATEL Metodu.....	94
6.2. Bulanık AHP Metodu	96
6.2.1. Üyelik Fonksiyonları	97
6.2.2. Genişletilmiş BAHP Yöntemi.....	98
6.3. Uygulama / Faz_1 (Literatür).....	101
6.3.1. Yalın kriterler	101
6.3.2. Çevik kriterler	103
6.4. Uygulama / Faz_2 (DEMATEL)	106
6.5. Uygulama / Faz_3 (Bulanık AHP).....	114
6.5.1. Yalın faktörlerin değerlendirilmesi (Bulanık AHP).....	117
6.5.2. Yalın faktör ve alt faktörlerin ağırlıkları	122
6.5.3. Çevik faktörlerin değerlendirilmesi (Bulanık AHP).....	123
6.5.4. Çevik faktör ve alt faktörlerin ağırlıkları	128
6.6. Uygulama / Faz_4 (Modelin Firmalara Uygulanması).....	129
6.7. Uygulama / Faz_5 (Pilot firmaya uyarlanması).....	136
6.7.1. Organizasyon.....	136
6.7.2. Yeni ürün belirleme ve devreye alma süreci.....	138
6.7.3. Üretim yönetimi ve stratejileri	140
6.7.4. Stratejik Tedarikçi İlişkileri Yönetimi.....	144
6.7.5. Akademi.....	146
6.8. Uygulama / Faz_6 (Modelin Pilot Firmaya Yeniden Uygulanması)	148
SONUÇ ve TARTIŞMALAR	151
REFERANSLAR.....	156
ÖZGEÇMİŞ.....	162

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

TZY	: Tedarik zinciri yönetimi
TZÜ	: Tam zamanına üretim
FIFO	: İlk giren ilk çıkar (First in first out)
TDKD	: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (Single Minutes Exchange of Die)
TPM	: Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance)
TÜS	: Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System)
TEV	: Toplam Ekipman Verimliliği (Overall Equipment Effectiveness)
KGA	: Kalite Güvence Ağı (Quality Assurance Network)
TKİ	: Tedarikçi Kalite İyileştirme (Supplier Quality Improvement)
TND	: Tek Nokta Dersi (One point lesson)
Sİ	: Sürekli İyileştirme (Continious Improvement)
ÇAO	: Çalışma Alanının Organizasyonu (Work Place Organization)
DZY	: Değer Zinciri Yönetimi (Value Chain Management)
EZM	: Eş Zamanlı Mühendislik (Concurrent engineering)
TYE	: Tedarikçi Yönetimli Envanter (Vendor Managed Inventory)
ICT	: Bilgi ve Telekomünikasyon Teknolojileri (Information Communication Technology)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1-1: Modelde kullanılan değerlendirme kriterleri ve oranları (Pçi, Pyi)	12
Tablo 2-1: İndeks Literatür	25
Tablo 3-1: 5S'i Oluşturan Kelimelerin Anlamları	36
Tablo 6-1: Dematel Değerlendirme Skalası	106
Tablo 6-2: Faz_2 / Yalın Üretim Kriterleri Dematel Z tablosu	107
Tablo 6-3: Faz_2 / Yalın Üretim Kriterleri Dematel D tablosu	108
Tablo 6-4: Faz_2 / Yalın Üretim Kriterleri Dematel T tablosu	109
Tablo 6-5: Faz_2 / Çevik Üretim Kriterleri Dematel Z tablosu	110
Tablo 6-6: Faz_2: Çevik Üretim Kriterleri Dematel D tablosu	111
Tablo 6-7: Faz_2: Çevik Üretim Kriterleri Dematel T tablosu	112
Tablo 6-8: Yalın Kriterlerin Ağırlıkları	113
Tablo 6-9: Çevik Kriterlerin Ağırlıkları	114
Tablo 6-10: Yalın Ana Faktör ve Alt Faktör Tablosu	115
Tablo 6-11: ÇEVİK Ana Faktör ve Alt Faktör Tablosu	115
Tablo 6-12: Uygulamada Kullanılan Ölçek	116
Tablo 6-13: Yalın / Ana Faktörlerin Değerlendirilmesi	117
Tablo 6-14: Yalın / Y1_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Çalışma Alanının Organizasyonu)	118
Tablo 6-15: Yalın / Y2_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Tam Zamanında Üretim)	118

Tablo 6-16: Yalın / Y3_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Toplam Kalite Kontrol)	119
Tablo 6-17: Yalın / Y4_Alt Faktörlerin değerlendirilmesi (Toplam Verimli Bakım)	120
Tablo 6-18: Yalın / Y5_Alt Faktörlerin değerlendirilmesi (Sürekli İyileştirme).....	121
Tablo 6-19: Yalın Ana ve Alt Faktör Ağırlıkları	122
Tablo 6-20: Çevik / Ana Faktörlerin Değerlendirilmesi	123
Tablo 6-21: Çevik / Ç1_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Pazara Duyarlılık).....	124
Tablo 6-22: Çevik / Ç2_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Stratejik tedarik ilişkileri yönetimi)	125
Tablo 6-23: Çevik / Ç3_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Yeni ürün devreye alma)	126
Tablo 6-24: Çevik / Ç4_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Üretim süreçleri esnekliği).....	127
Tablo 6-25: Çevik Ana ve Alt Faktör Ağırlıkları.....	128
Tablo 6-26: Seramik Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Mevcut Durum).....	130
Tablo 6-27: Tekstil Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Mevcut Durum).....	132
Tablo 6-28: Otomotiv Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)	134
Tablo 6-29: Seramik Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Sonraki Durum).....	148

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1-1: Tedarik Zincirinin Gelişimi (Levi, 2009).....	7
Şekil 1-2: Değer Zincirleri (Levi, 2009)	8
Şekil 1-3: Çalışmanın Amacı	10
Şekil 1-4: Çalışmada Önerilen Model.....	11
Şekil 2-1: Kayıpların Üretim Zamanına Etkisi	16
Şekil 2-2: Yalın Üretim Bileşenleri.....	17
Şekil 2-3: Çevik Üretim Bileşenleri.....	23
Şekil 3-1: Kar'ın Yeni Formülü (Kaynak: Apiliogullari, 2014).....	27
Şekil 3-2: Değer Zinciri ve Bileşenleri	28
Şekil 3-3: Değer Akış Haritaları Çizim Metodolojisi	32
Şekil 3-4: Örnek Değer Akış Haritası	33
Şekil 3-5: Standart ve Problemin Tanımı.....	34
Şekil 3-6: Standart İş Formatı Örneği	35
Şekil 3-7: Görsel Yönetim Uygulama Örnekleri	37
Şekil 3-8: Kesintili ve Sürekli Akış	39
Şekil 3-9: Süreç Hat Dengelemesi Örneği	41
Şekil 3-10: İtme ve Çekme Sistemi.....	42
Şekil 3-11: Dengeli Yükleme ve Sıralama.....	43
Şekil 3-12: SMED Tekniği ile Hızlı Model Dönüşü.....	44
Şekil 3-13: Toplam Ekipman Verimliliği ve Altı Büyük Kayıp	50

Şekil 3-14: Kayıplara Etki Eden Zamanlar	52
Şekil 3-15: OEE'nin Karlılığa Etkisi	53
Şekil 3-16: Dünya Sınıfı Üreticiler TEV değeri (Tajiri, 1996).....	53
Şekil 3-17: Sürekli İyileştirme (KAIZEN).....	54
Şekil 4-1: Dış Kaynak Kullanımının Avantajları (Kaynak: Apiliogullari, 2012).....	57
Şekil 5-1: Ölçek Ekonomileri (Ison ve Wall, 2007)	73
Şekil 5-2: Üretim Türleri.....	76
Şekil 5-3: Üretim Stratejileri.....	81
Şekil 5-4: Ürün Hayat Eğrisi.....	82
Şekil 5-5: Endüstriyel Devrim Aşamaları	85
Şekil 5-6: Melez (Hibrid) Model.....	86
Şekil 5-7: Tedarik Zinciri Stratejilerine Etki Eden Faktörler ve Hibrid Modeller.....	88
Şekil 5-8: Ürünü Sonradan Farklılaştırma / Erteleme Stratejisi (Postponement)	90
Şekil 5-9: Dell Üretim Stratejisi (Postponement)	92
Şekil 6-1: Çalışmada İzlenen Metodoloji.....	93
Şekil 6-2: Bulanık ve Klasik Küme Üyelik Örnekleri	97
Şekil 6-3: Üçgensel Bulanık Sayılar	100
Şekil 6-4: Yalın Üretim Alt Faktör Ağırlıkları	123
Şekil 6-5: Çevik Üretim Alt Faktör Ağırlıkları.....	129
Şekil 6-6: Seramik Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)	131
Şekil 6-7: Tekstil Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)	133
Şekil 6-8: Otomotiv Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)	135
Şekil 6-9: Uygulanan Organizasyon Modeli.....	137
Şekil 6-10: Organizasyonun ve Kayıplara Karşı Müdahale.....	138
Şekil 6-11: Uygulanan Yeni Ürün Devreye Alma Süreci.....	140

Şekil 6-12: Uygulama süreç akışı değişiklikleri (Önce / Sonra).....	142
Şekil 6-13: Süreç Standardizasyonu Çalışmaları	143
Şekil 6-14: Uygulamada Yapılan Çalışma Örnekleri.....	144
Şekil 6-15: Seramik Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Sonraki Durum).....	149
Şekil 6-16:LKV Kritik Başarı Göstergelerindeki Değişim.....	150



1. GİRİŞ

Giderek daha da küreselleşen Dünya’da üretici ve tüketiciler arasındaki dengeler hızla değişmektedir. Artık müşteriler satın alım yaptıkları ürün ya da tedarikçileri giderek artan bir seyir ile değiştirmekte ve eskiden hakim olan “firma geçmişi, ünü ya da marka bilinirliğinin” tercih etmedeki üstünlüğü yerini artık müşteri açısından değeri en fazla kimin ürettiğine bırakmaktadır (Kotler, 2008). Bugün, müşteriler çok daha bilinçli, sorgulayıcı ve en önemlisi kendi öneminin farkındadırlar. Eskiden hangi ürünün üretileceği, ürün özelliklerinin ve fiyatının ne olacağı gibi konularda üreticiler söz sahibi iken bugün bu durum, eğer son derece özel ve başka bir yerde bulunmayan bir ürün üretmiyorsanız tamamı ile müşterinin kontrolüne girmiştir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak da pazar dinamikleri tamamen farklı bir boyut kazanmıştır.

Yeni mevcut durum şu şekildedir.

- Pazar ve müşteri beklentileri teknoloji, küreselleşme ve soysö kültürel etkiler gibi nedenlerden dolayı inanılmaz bir hız ile değişmektedir (Christopher, 2000).
- Müşteriler her geçen gün daha fazla kişiselleştirilmiş ürünler istemekte, bunun sonucunda ürün çeşitliliği artmakta (Silveria, 2001) ve ürün hayat süreleri kısalmaktadır (Stratton ve Warbuton, 2003).
- Fiyat faktörü, tercih etme sürecinde tek başına yeterli olamamakta (Kotler, 2008), tedarik zinciri süreçlerinde hız ve esneklik yetisi bir firma için hayatı derecede önem ihtiva etmektedir (Gunasekaran, 1999).
- Günümüzde firmalar değil, tedarik zincirleri rekabet etmektedir (Christopher, 200; Simchi-Levi, 2009).
- Bu değişkenlikler karşısında tek bir üretim stratejisinin her alana uyarlanması mümkün değildir (Aitken ve Childerhouse, 2002).

Müşteriye yok dememek ancak stok seviyelerini az tutmak, üretimde malzemesiz kalmamak ancak envanter seviyelerini en aza indirmek, operasyonel anlamda hızlı olmak ancak kaynakları en optimum seviyede kullanmak ve tüm bunları yaparken de çevresel faktörleri göz önüne alarak, karbon salınım seviyelerini azaltmak hemen tüm üreticilerin birinci gündem maddesi. Tüm bu gerekli ancak birbirini kısıtlar gibi gözükten faktörler tedarik zinciri yönetiminin önemini daha da artırmakta ve daha etkin yönetilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır (Levi, 2009).

Sürekli değişen dünyamızda işletmeler; müşteri beklentilerini sorunsuz olarak karşılarken, aynı zamanda da kendi varlıklarını devam ettirebilmeleri açısından verimli süreçlere sahip olmaları gereklidir. Verimli olabilmek için öncelikle Tedarik Zinciri Yönetimi stratejilerin özellikleri, hangi durumda hangi stratejilerin kullanılması gerektiği, mevcut durum itibarı ile hangi alanlarda açıkların olduğunu ve bu açıkların sistemi nasıl etkilediğinin çok iyi anlaşılması son derece önemlidir (Cagliano, 2004).

İşletmelerde her şey ne kadar ciro yapılacağı, karlılık hedefleri, büyüme planları ve yatırım geri dönüş oranları gibi hedeflerin konulduğu, planların yapıldığı kurumsal ana iş stratejileri ile başlar. Bu sürecin hemen akabinde kurumsal ana iş stratejilerindeki hedeflere ulaşabilmek için ürün, pazar payı, fiyat, rekabet, firma pazar konumlaması gibi faktörlerin göz önüne alındığı pazarlama stratejilerinin oluşturulması gereklidir. Tedarik zinciri stratejisi ise kurumsal ana iş stratejisinin bir parçasıdır (Levi, 2009) ve pazarlama stratejilerine entegredir. Genel olarak pazarlama stratejilerinin hedeflerine ulaşabilmesi için gerekli olan ürünlerin geliştirilmesi ve üretilmesi süreçlerinin en etkin, verimli şekilde yürütülmesi konularına odaklanır. Tedarik zincirinin etkin olabilmesi için rekabetçi seviyede tasarlanması gereklidir (Inman, 2010).

Müşterilerin giderek artan bir seyir ile kişiselleştirilmiş ürünlere önem vermesi (Silveria, 2001), bunun etkisi olarak ürün çeşitliliği artması, ürün hayat sürelerinin her geçen gün kısalması (Stratton, 2003) tedarik zinciri stratejilerinin statik yapısının yerini dinamik olmaya doğru itmektedir. Yalın ve çevik üretim stratejileri üzerine bir çok akademisyen, uygulamacı araştırmalar yapmış ve tedarik zinciri stratejilerinde tek bir modelin, her beklentiye cevap veremeyeceği, pazarda değişkenliği kararlı,

fonksiyonel ürünlerin fiyat kriteri ile sipariş kazandığı ancak değişkenliği az olan inovatif ürünlerin ise pazara hızlı girilebilmesi durumunda sipariş kazanma şanslarının olduğu ve hibrid model olarak adlandırılan “yalın ve çevik” stratejilerin birlikte uygulanabilir olmasının bir işletme için en ideal model olduğu görüşü hakim olmuştur (Stratton ve Warbuton, 2003).

1.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi

Tedarik zincirinin temelinde lojistik yatmaktadır. Lojistik kelimesi yunanca “logisticos” kelimelerinden türemiş olup, hesaplama yeteneği ya da hesapta beceri anlamına geldiği ileri sürüldüğü gibi bir başka görüşe göre ise “Logic (mantık)” ve “Statistics (istatistik)” kelimelerinden meydana gelmektedir (Koban ve Keser, 2007). 1950’lere kadar askeri bir terim olarak görülen lojistik kavramı daha ziyade askeri faaliyetlerdeki satın alma, bakım ve taşıma faaliyetlerinin koordine edilmesi ve yönetilmesi süreçlerinde yer almaktaydı (Ballou, 2007). II.Dünya savaşında birçok kompleks askeri lojistik probleme çözüm geliştirmek amacı ile üzerine yoğun olarak çalışılan lojistik konsepti 1950’li yıllarda işletme biliminin de ilgisini çekerek operasyonel süreçlerde yer almaya başlamıştır (Çekerol ve Kurnaz, 2011). O dönemlerdeki en öncelikli konuların başında emek yoğun malzeme elleçleme süreçlerindeki verimsizlik, yüksek hacimli depolama problemleri ve depo tasarımı problemleri geliyordu. Depolama (warehousing) ve malzeme elleçleme (material handling) konularının üzerine çalışmaların başlamasının akabinde 1960’lar ile birlikte zaman karşı hassas yüklerin taşınmasında trenler ile birlikte kamyonlar yer almaya başlaması ve depolama, elleçleme ve taşıma süreçlerinin bir bütün olarak fiziksel dağıtım adı altında düşünülmesine neden olmuştur (<https://www.scl.gatech.edu/scl-evolution.php>, 2015).

Fiziksel dağıtımın pazarlamanın bir alt fonksiyonu olarak görülmesi ile birlikte lojistik süreçleri işletme içinde genel olarak pazarlama, finans ve üretim açısından parça parça irdelenmeye başlanmıştır. Ancak pazarlamanın ciro hedefleri doğrultusunda her daim elinde fazla stok tutma beklentisi; finansın daha az stok ve yatırım geri dönüş oranı beklentisi; üretimin yüksek adetli üretim hedefi ve fabrika içinde envanter tutulması talepleri toplam süreç yönetiminde bir takım karışıklara sebep olmuştur. Silo tarzı yönetim felsefesi ve departman hedeflerinin firma

hedeflerinin önüne geçmesi yaklaşımının negatif etkileri toplam maliyet konseptinin ortaya çıkmasına sebep olmuş ve lojistik, fiziksel dağıtım (toplam lojistik maliyetinin %60'ı olması nedeni ile) anlamında öncelikli olarak pazarlama fonksiyonunun bir alt birim olarak işletmelerde bir fonksiyon olarak görülmeye başlanana bu konseptte 1964'lerde fiziksel tedarik süreci de eklenerek mevcut süreç iş lojistiği adı altında anılmaya başlanmıştır.

Bilim adamlarının maliyetlerin birbiri ile olan ilişkilerinin (stok maliyeti ve taşıma maliyeti) önemli boyutlarda olduğunu ve doğru ürünü, doğru zamanda, doğru yerde olmasının firmaya rekabet ve karlılık anlamında önemli getiriler sağladığını fark etmeleri lojistik üzerine bilimsel çalışmaların daha fazla yapılmasını sağlamış ve lojistiğin ayrı bir disiplin olarak daha kapsamlı bir şekilde düşünülmeye başlanmasına neden olmuştur (Wendelin,2012). 1980'lere kadar depolama ve taşıma aktivitelerinin üzerine yoğunlaşan iş lojistiği bilgisayar sistemlerinin gelişimi ile birlikte bir devrim sürecine girmiştir. Önceleri manuel yapılan ve teknik açıdan hesaplanması pek kolay olmayan problemler bilgisayar sistemleri ve yazılımları sayesinde çok daha hızlı ve doğru olarak yapılmaya başlanmıştır. Malzeme İhtiyaç Planlama (Material Requirement Planning: MRP) sürecinin gelişimi, ağırlıklı olarak fiziksel dağıtım ve kısmi olarak da tedarik süreçleri ile sınırlı olan iş lojistik kavramının kapsamını bu evrede genişleterek, ilgi alanına satın alma (Purchasing), üretim yönetimi (production management) ve fiziksel dağıtım (physical distribution) konularını daha da geniş bir şekilde almaya başlamıştır. Satın alma ile birlikte tedarikçi seçimi, fiyat belirleme, teslimat koşulları; malzeme yönetimi ile ham madde, yarı mamul girişi, elleçleme ve stoklanma; fiziksel dağıtım ile ürünün sevkiyatına kadar olan tüm firma içi süreçler lojistik değer zincirinde yer almaktaydı. Bu aşamadan sonra İş Lojistiği konseptinin yerini Lojistik Yönetimi (Logistics Management) almıştır.

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professional: CSCMP), Lojistik Yönetimini: "Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürün, servis hizmeti ve bilgi akışının, başlangıç noktasından (kaynağından), tüketildiği son noktaya (nihai tüketici) kadar olan tedarik zinciri içindeki hareketinin etkili ve verimli şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulması hizmeti olarak tanımlanmaktadır

(<http://csscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>, 2015). Bir başka ifade ile Lojistik Yönetimi; “Ürün ya da yükün çıkış ve varış noktaları arasındaki tüm malzeme hareketlerinin eşgüdümüdür (Tanyaş, 2013). Bu sürece göre lojistiğin temel fonksiyonlarına baktığımız zaman beş ana başlık görmekteyiz (Wendelin, 2012).

1. Lojistik ağ tasarımı (networking)
2. Kaynak planlama ve satın alma. (sourcing and procurement)
3. Planlama ve talep tahminleme (planning and forecasting)
4. Taşıma (transportation)
5. Dağıtım (distribution)

Lojistik yönetimde toplam maliyet olgusu sadece firma süreçleri ile kısıtlı olsa da tedarik zinciri yönetimi konseptinin temelleri bu aşamadan sonra gelişme göstermeye başlamıştır. Güç dengelerinin müşteri ve ana sanayi etrafında toplanmaya başlaması, üretim sektöründeki küreselleşme, artan rekabet koşulları ve teknolojik gelişimin paralelinde işletmeler tüm fonksiyonel süreçlerinin gereksinimlerini tek ve ortak bir platformda yapabilmelerine olanak sağlayacak kurumsal kaynak planlama (Enterprise Resource Planning: ERP) ve ileri programlama-çizelgeleme yazılımlarını geliştirmişlerdir. Bu sayede işletmeler gerek müşterileri gerek ise tedarikçileri ile aynı platform üzerinden iletişime geçebilmeye ve ortak hareket edebilme yeteneklerini geliştirmeye başladılar. Önceleri sadece firma içi süreçlere konsantre olan ve tedarikçi / müşteri tarafındaki süreçler ile pek ilgilenmeyen firmalar bu aşamadan sonra işbirliği ve stratejik tedarik zinciri yönetimi başlığı altında kapsamını daha da genişleterek malzemenin tedarikçiden ürünün müşteriye gönderilmesine kadar olan tüm süreç ile ilgilenmeye başlamıştır. Öte yandan maliyet azaltımı ve karlılık artışı baskıları birçok firmanın üretimden, satın almaya kadar bir çok süreçte dış kaynak kullanmasına sebep olmuştur. Öyle ki bazı sektörlerde satın alma maliyetlerinin toplam ciro içindeki etkisinde ciddi oranlarda artışlar meydana gelmiştir (Levi, 2009). Bu tür etkenlerin sonucunda sadece firma içi süreçlere odaklanma konsepti, yerini tüm süreçlere konsolide olarak bakarak etkin planlama ve kontrol aktivitelerine bırakmıştır (Wendelin, 2012). Firma içi süreçlere odaklanılması yerine tedarikçi ve müşteriye de içine alan bir yapıda tüm sürecin irdelenmesi yaklaşımı ile başlayan tedarik zinciri yönetimi konsepti 1990’lardan sonra kendine yer bulmuştur (Delfmann, 1999).

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professional), Tedarik Zinciri Yönetimi'nin tanımını; "Tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlerin uzun vadeli performanslarını artırmak amacıyla, söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonları ve planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde, sistematik ve stratejik koordinasyonudur", (<http://csscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>, 2012) şeklinde yapmaktadır. Tedarik zinciri müşterinin istediği ürünü yapabilmek için maliyetlere etki eden ve ürün oluşumu sürecinde yer alan tüm işletmelerin, fonksiyonların bütünlük bir yapıda yönetilmesini içerir ve tedarikçi, müşteri tesislerinden, depolara, dağıtım merkezlerine, bayilere ve mağazalara kadar tüm süreçleri kapsar. Bir başka ifade ile müşteriden tedarikçiye kadar olan tüm süreçlerdeki malzeme, bilgi ve ürün akışını süreç içinde yer alan tüm fonksiyonlar tarafından entegre bir şekilde yönetilmesini kapsar (Azevedo vd., 2012). Toplam maliyete sistem yaklaşım ile bakarak sadece taşıma maliyetlerinin azaltılması ya da stok seviyelerin düşürülmesi konularına değil tüm süreç boyunca (tedarikçiden müşteriye kadar) toplam maliyetin azaltımına odaklanır. Tedarik Zinciri Yönetimi; tedarikçi, üretici, müşterinin verimli entegrasyonuna odaklandığı için firma aktivitelerini hem stratejik, hem taktiksel hem de operasyonel seviyede ilgilendirmektedir. (Levi, 2009). Zincir (kanal) içinde yer alan tüm tarafların uzun dönemli iş birliği ilkesine dayanan Tedarik Zinciri Yönetimi anlayışında stok, taşıma, sevkiyat, üretim planları gibi bilgiler kanal üyeleri arasında paylaşılarak risk ve kazanç tüm taraflara eşit olarak dağıtılmaya çalışılır (Handfield ve Nichols, 1999). Ortak Yönetilen Envanter (Co-Managed Inventory), Tedarikçi Yönetimli Envanter (Vendor Managed Inventory), Sürekli Yenileme Sistemi (Continuous Replenishment System) gibi süreçler bu anlayışın ortaya çıkardığı uygulama örnekleridir. Küreselleşmenin artarak devam etmesi, sınırların kalkması ve serbest ticaretin gelişmesi, üretimde dış kaynak kullanımının artması tedarik zinciri yönetimine ilgiyi her geçen gün artırmaktadır (Ganga vd.,2011).

Tedarik zinciri yönetimi sürekli değişkenlik gösteren pazarda, organizasyonların müşteri beklentilerine hızlı cevap vererek, rekabetçi olabilmeleri açısından son derece hayattır ve asıl amacı sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmektir (Handfield vd., 1999). Müşteri beklentilerinin maksimizasyonunun yanında toplam tedarik zinciri maliyetlerinin indirgenmesi yaklaşımı kademeli olarak önce

tedarikçiyi, müşteriyi, sonra her ikisini ve en sonunda da zinciri bir kademe daha genişleterek tedarikçinin tedarikçisini ve müşterinin müşterisini de kapsam alanı içine alacaktır. Ballou'nun görüşüne göre yeni dönemde firmalar toplam tedarik zinciri maliyetlerinin karlılık üzerine etkilerini formülize ederek performanslarını irdeleyecekler ve öncelik olarak kapsamlarını daha da genişleterek tüm Tedarik Zinciri Sabit kıymeti yatırımının geri dönüş oranlarının (Return On Supply Chain Assets: ROSCA = (Ciro – Maliyet) / Toplam Sabit Kıymet) iyileşmesine odaklanacaklardır. Müşteri beklentilerinin maksimizasyonunun yanında toplam tedarik zinciri maliyetlerinin indirgenmesi yaklaşımı kademeli olarak önce tedarikçiyi, müşteriyi, sonra her ikisini ve en sonunda da zinciri bir kademe daha genişleterek tedarikçinin tedarikçisini ve müşterinin müşterisini de kapsam alanı içine alacaktır. Tedarik Zinciri Yönetimi tedarikçi, üretici, müşterinin verimli entegrasyonuna odaklandığı için firma aktivitelerini hem stratejik, hem taktiksel hem de operasyonel seviyede ilgilendirmektedir. (Levi, 2009).



Şekil 1-1: Tedarik Zincirinin Gelişimi (Levi, 2009)

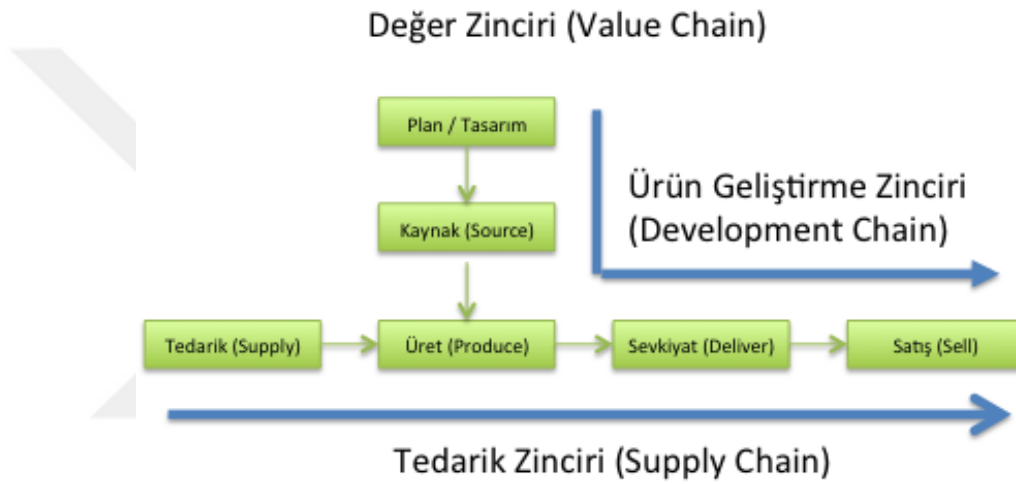
1.1.1. Değer Zinciri (Value Chain)

Günümüzde, Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kavramı endüstride genelde tedarik ve lojistik kapsamında değerlendirilmektedir. Ancak olması gereken durum aslında hiçte bu şekilde değildir. Müşteri değer zinciri süreçlerine bakacak olursak ürün geliştirme sürecinden - satın almaya, üretim süreçlerinden- lojistik yönetimine kadar olan tüm sürecin, zincir yapısı altında ve tek bir fonksiyon altında yönetilmesi

gerekmektedir. Akademik çalışmalar yakın geleceğin organizasyonunda her şeyin üç ana fonksiyon altında toplanacağını belirtmektedir (Ballou, 2007).

- Genel Müdür (CEO)
 - Pazarlama
 - Tedarik Zinciri Yönetimi
 - Finans

Genel olarak baktığımızda bir işletme içinde iki tür değer zinciri (Value Chain) mevcuttur (Levi, 2009).



Şekil 1-2: Değer Zincirleri (Levi, 2009)

Ürün Geliştirme Zinciri (Product Development Chain): Pazarlama stratejilerinin hedeflerine ulaşabilmesi için gerekli olan yeni ürünlerin geliştirildiği (New Product Introduction: NPI) süreçlerin oluşturduğu zincirdir. Ürün hayat sürelerinin kısalması, müşterilerin giderek daha fazla kişiselleştirilmiş ürün talep etmeleri sonucunda yeni ürün geliştirme sayısı önemli oranlarda artış göstermektedir. Yapılan bir araştırmaya göre Telekom sektöründeki firmaların son bir yıl içinde elde ettikleri cirolarının yüzde ellisi, son üç yıl içinde geliştirdikleri ürünlerden gelmektedir (Wang, 2013). Ürün geliştirme zinciri; pazar ihtiyaçlarını erkenden farkedip, gerekli ürünü zamanında pazara sunabilmek için müşteri güdümlü inovasyon, modüler ürün tasarımı, üret / satın al kararları (make / buy decisions), stratejik tedarik ilişkileri, eş zamanlı mühendislik gibi konularına odaklanır.

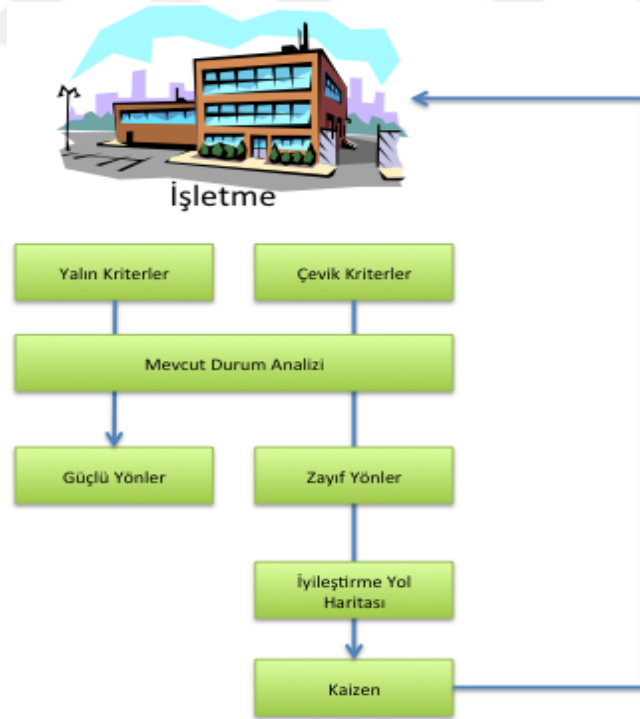
Tedarik Zinciri (Supply Chain): Firmanın mevcut portföyünde bulunan ürünleri üretip, sevk edebilmek için kullanılan zincirdir. Talep planlama, sipariş yönetimi, stratejik / operasyonel satın alma, üretim yönetimi, depolama ve sevkiyat gibi ana süreçlerin etkin bir şekilde koordine edilip yönetilmesine odaklanan bir yapıdır. Ürün doğuşundan (product launch) – ürünlerin sistem dışına çıkıncaya kadar (phase out) olan tüm süreci kapsadığı için ürünün hayat sürelerinin sıkı takibi ve ürünün yaşam sürecinin farklı evrelerinde farklı üretim / tedarik stratejilerinin izlenmesini gerektirmektedir. Günümüzde firmaların değil tedarik zincirlerinin rekabet ettiğini düşünecek (Levi, 2009) olursak bu sürecin etkin yönetimi de aynen ürün geliştirme zinciri gibi son derece önemli bir rekabet aracıdır.

1.2. Problemin tanımı

Yalın ve Çevik tedarik zinciri stratejileri günümüz dünyasında kabul gören, işletme süreçlerinde ayrı ayrı ya da birlikte de kullanılabilen, en önemli ve geçerli tedarik zinciri stratejileridir (Stratton ve Warbuton, 2003). Bu durumun farkında olan bir çok firma, üretim ve tedarik zinciri süreçlerini yalın ve çevik stratejilere uyarlama yönünde çaba sarf etmektedirler. Bir çok firma gerek bilgi eksikliği gerek ise yanlış yönlendirmeler sonucunda yalın ve çevik üretim karakteristiklerini olması gerektiği gibi kullanmamakta ve bunun sonucu olarak rekabetçi seviyelere gelememektedirler. Özellikle enerji, ham madde kaynakları gibi alanlarda oldukça dışa bağımlı olan ülkemizde Dünya pazarları ile rekabet edebilmek için verimli operasyonel süreçlere sahip olmak son derece elzemdir. Bu amaca ulaşabilmek için ise yalın, çevik tedarik zinciri stratejileri çok iyi anlaşılmalı ve doğru bir şekilde uygulanmalıdır.

İşletmelerin bu süreçte cevap aradığı konuların başında kullanılan stratejileri ne derece süreçlerine uyarlayabildiklerini tespit edememeleri gelmektedir. Yalın ve çevik tedarik zinciri stratejileri anlamında birçok uygulama yapılmakta ancak hangi stratejinin, hangi durumda kendileri için uygun olduğu, mevcut durum analizinin nasıl yapılacağı ve yapılan iyileştirmeler sonucunda nereye geldiğinin nasıl tespit edileceği gibi konularda ellerinde bir değerlendirme aracı bulunmamaktadır. Her ne kadar işletme performans göstergeleri mevcut durum performansını orta ve uzun vadede yansıtsa da bazı parametrelerin rakamsal olarak zor ölçülebilmesinden dolayı, her zaman bu gereksinim baki kalmıştır.

Endüstride bu anlamda, herkes tarafından kabul görmüş ve uygulanan bir değerlendirme sistemi tam anlamıyla mevcut değildir. Literatürde kısmi olarak sektör bazlı ya da çok kapsamlı olmayan bazı değerlendirme çalışmaları yapılmış olsa da bu konu üzerine daha detay ve derinlemesine çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Yalın konusunun çevikliğe oranla daha eski olması nedeni ile dergi ve makalelerde bu konu ile ilgili çalışmalara rastlanmaktadır. Çeviklik konusu ise son on yılda ciddi bir ivme kazanmış ve çeviklik indeksi kapsamında çok olmasa da çalışmalar yayımlanmıştır. Ancak her ikisinin, birlikte değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça azdır. Ülkemizde durum bundan biraz daha kötüdür. Maalesef bu anlamda ciddi anlamda çalışma eksikliği hem literatürde hem de endüstri çalışmalarında çok fazla yoktur. Literatürde yalınlık (Leaness) üzerine kısmen daha fazla araştırma olsa da yalın ve çevik üretim (Leagile) üzerine çok fazla çalışma mevcut değildir. Çalışmaların birçoğunda kriterler literatür taramalarından doğrudan seçilmiş, genelde yalın ya da çeviklik üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Yalın ve Çevik üretim sistemlerinin birlikte değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça azdır.

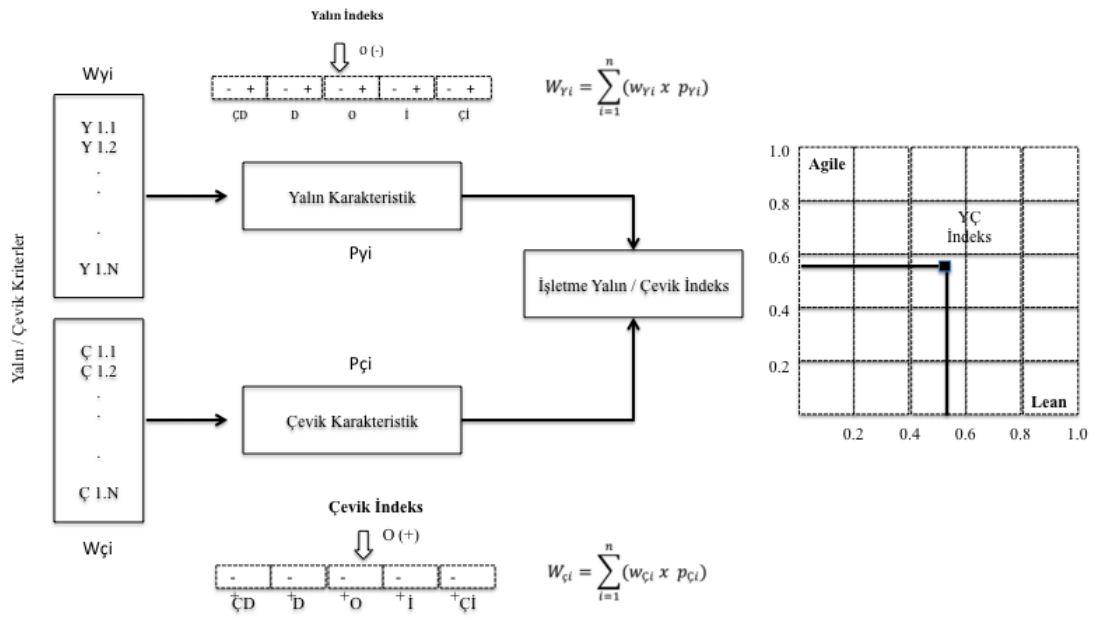


Şekil 1-3: Çalışmanın Amacı

Bu çalışma, firmaların yalın ve çeviklik kriterleri doğrultusunda mevcut durumlarını analiz edip, nerelerde eksikleri olduğunu anlamalarına ve iyileştirme yol haritalarını çıkarabilmeleri konusunda destek olunabilmesi amacı ile yapılmıştır. Özellikle ülkemiz üretim sektörünü daha verimli ve rekabetçi olabilmesi için yalın / çevik kriterlerin neler olduğunu çok iyi anlamaları, süreçlerinin nerelerinde eksikleri olduklarını fark edip önlem alabilmeleri ve bu süreci devamlı kılıp sürekli iyileştirme çevrimini canlı tutarak daha rekabetçi olabilmeleri açısından bu tür değerlendirme araçlarının daha kapsamlı ve sektör bazlı olarak yapılması fayda sağlayacaktır.

1.3. Model

Bu çalışmada önerilen model şekil 1.4'de ki gibidir.



Şekil 1-4: Çalışmada Önerilen Model

- Model içinde yalın, çevik kriterler ve ağırlıkları tanımlanmıştır. Y1N: Yalın kriterleri; Ç1N ise çevik kriterleri temsil etmektedir. Model içindeki kriter referans ağırlıkları ise W_{Çi} (i. çevik kriterin ağırlığı) ve W_{Yi} (i. yalın kriterin ağırlığı) olarak tanımlanmıştır.
- Model üzerinden Yalın (Yi) ve Çevik (Çi) indeksin elde edilebilmesi için işletmelerin her bir kriteri ne derece süreçlerine uyarladıklarını tablo 1-1'de ki değerlendirme kriterlerine göre modele tanımlamaları, yanıtlamaları gereklidir.

İşletmelerin bu aşamada verdikleri yanıtları $P_{\zeta i}$ (i. çevik kriterin süreçlere ne derece uyarlandığı) ve $P_{\gamma i}$ (i. yalın kriterin süreçlere ne derece uyarlandığı) temsil etmektedir.

- Model, her bir kriter için tanımlanan $P_{\zeta i}$ ve $P_{\gamma i}$ değerleri ile kriter referans ağırlığını çarparak ($W_{\zeta i}$ ve $W_{\gamma i}$), ilgili kriterin ne derece süreçlere uyarlandığını hesaplamaktadır. Tüm kriterlere aynı işlemin yapılması ile elde edilen toplam ağırlık ise indeks puanını oluşturmaktadır. Bu işlem hem yalın hem de çevik kriterler için yapıldığında model çıktısı olarak yalın indeks ve çevik indeks ayrı ayrı olarak formül 1.1 ve 1.2 ye göre hesaplanmış olmaktadır.

$$W_{\zeta i} = \sum_{i=1}^n (w_{\zeta i} \times p_{\zeta i}) \quad (1.1)$$

$$W_{\gamma i} = \sum_{i=1}^n (w_{\gamma i} \times p_{\gamma i}) \quad (1.2)$$

Tablo 1-1: Modelde kullanılan değerlendirme kriterleri ve oranları ($P_{\zeta i}$, $P_{\gamma i}$)

-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
NA	<i>Çok Düşük</i>	<i>Düşük</i>	<i>Orta</i>	<i>İyi</i>	<i>Çok İyi</i>

1.4. Kısıtlar

Bu çalışmada kriterlerin belirlenmesi sürecinde literatür taraması ve sınırlı sayıda sektörde uzman görüşüne başvurulmuştur. Her ne kadar yalın ve çevik kriterler genel anlamda bir çok sektör için ortak olsa da her kriterin ağırlığı, her üretim modu ve sektör için aynı öneme sahip olamamaktadır. Model bu anlamda her sektöre hitap edebilecek düzeyden ziyade seri üretim yapan firmalara hitap edecek düzeyde tasarlanmıştır.

Modeldeki bir diğer kısıt ise kriter ağırlıklarının hesaplanması sürecinde yaşanmıştır. Her ne kadar sezgisel karşılaştırmalar sürecinde klasik AHP (Analytical Hierarchy Process) yerine bulanık AHP kullanılmış olsa da, sınırlı sayıda uzman görüşüne başvurulması ve bulanık AHP skalasının beş katmanlı olarak belirlenmesi, model

kriterlerinin ağırlıklarını hassas olarak hesaplanabilmesi karşısında kısmi kısıt olarak ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda daha çok uzman görüşü ve daha geniş skalaya sahip bir ağırlık belirleme süreci ileri çalışmalarda yapılabilir.



2. LİTERATÜR

2.1. Yalın Üretim

IBM eski CEO'sunun 1943'de "Dünya'da ancak beş adet bilgisayar için pazar olabilir" sözünden yaklaşık olarak yetmiş yıl sonra baktığımız zaman mevcut durumda bunun tam aksine bir gelişme olduğunu görmekteyiz (Delphi, 2001).

Endüstri tarihi açısından ilk önemli mihenk taşı olarak 18.Yüzyılın son çeyreğinde buhar makinesinden güç üretilmesi ile başlayan endüstri devrimi (Endüstri 1.0) gösterilmektedir. Bu sayede insanlık makineleşmeyi öğrenmeye başlamış ve günümüz endüstrisinin temellerini atmaya başlamıştır. Bu dönemden sonraki çığır açan dönem (Endüstri 2.0) her ne kadar Henry Ford'un seri üretim montaj batları (konveyör sistem) kullanarak, model T üretimlerini gerçekleştirmesi gösterilse de, daha önceleri kasapların karkas etleri konveyör bantlarında taşıyarak bir nevi seri üretim yaptıkları da bilinmektedir (<http://www.lutfiapiliogullari.com/endustri-4-0-ve-strateji/>, 2015).

Henry Ford ile başlayan montaj bantları kullanarak seri üretim yapma yetisi o günlerde koşulları üreticilerin belirlemesi ve pazarın, müşterinin koşulsuz olarak üretilene razı olması prensibine dayanıyordu. Bu sayede Ford, tek tip olan Model-T ürünlerini, toplu olarak üretme stratejileri ile ucuza üreterek piyasalara sunabilmekte, bunun karşılığında da üretim hacmini giderek attırmaktaydı. Ancak aynı dönemlerde Ford'un kendisini General Motors (GM) ile rekabet altında bulması ve GM'in yükselişi modellerde çeşitliliğin artması ile beraber üretim süreçlerine ilk değişim gerekliliğinin sinyalleri gelmeye başlamıştı. Her geçen gün giderek daha farklı ve gelişmiş modeller, özellikle GM tarafından piyasaya sürülmüş, gelir ve zevk durumları değişken sosyal gruplara hitap etme eğilimi güçlenmiş ve bunun sonucunda, Ford tarafından geliştirilen tek modele endeksli, toplu üretim felsefesine

dayanan üretim montaj hatları beklentilere karşılık veremez duruma gelmiştir. Zira, Ford üretim sistemi gerçekte sadece montaj bandında, tek bir modelin akışına olanak sağlamaktaydı. Montaj bandını besleyen diğer alt süreçlerde hala toplu üretim yaklaşımı ve stoklu imalat yöntemleri ile süreçler yönetiliyor, model sayısının artması çok sayıda kalıp değişiminin olmasını ve farklı modellerde aynı standartlarda çalışabilecek uygun iş gücünün olmasını da zorunlu hale getiriyordu. Bu iki faktör Ford üretim sisteminin yeni düzene ayak uyduramamasının en temel sebepleri idi (Ohno, 1988).

Zamanla gelişen rekabet ve değişen müşteri beklentileri sonucunda üretim sistemleri de gelişti ve 1950'lerden sonra kısmi olarak üretim süreçlerinde endüstriyel otomasyon sistemleri kullanılmaya başlandı (Endüstri 3.0). Özellikle PLC, DCS gibi sistemlerin yaygın bir şekilde kullanılması bilgisayar destekli, kontrollü üretim sistemlerinin gelişmesine oldukça katkı sağlamıştır. Bu sayede üretim süreçleri eskiye oranlarla daha hızlı, basit olduğu gibi ürünler de standart olarak (aynı kalite, aynı hız, vs..) üretilmeye başlandı. Ancak bu etkiler aynı zamanda müşteri beklentilerini ve dolayısıyla ürün çeşitliliğini de artırıyordu. Bir başka ifade ile artık piyasalar müşteri tarafından yönlendiriliyor ve müşterinin değişken tercih, ruh yapısı üretim yapısını, üretim süreçlerini belirliyordu. Kısaca artık tek tip ürün yerine, kişiselleştirilmiş ürünler üretilmesi ve bunu yaparken de maliyetlerde artışta olmaması gerekiyordu. Bu sonuç gerçekte yalın üretim felsefesinin doğuşunun ana teması olmuştur (Ohno, 1988). Piyasaların artık müşteri tarafından yönlendirildiğini fark eden Ohno, Toyota fabrikalarında tek tip ürün ile toplu üretim yapma felsefesi yerine birden fazla modeli, aynı üretim hatlarında en düşük maliyete yapabilme üzerine kurgular yapmış ve temelde üç ana stratejiye dayanan yalın üretim felsefesinin doğmasına neden olmuştur (Apilioğulları, 2010).

1. Tam zamanında üretim (JIT),
2. Anormallikler de duruş kültürü (JIDOKA)
3. Seviyelendirme (Heijunka).

Yalın üretimin özünde değer anlaşılması ve kayıplar ile sürekli mücadele etmek yatar. Temel amacı müşteri değer zincirinde değer oluşturmeyen aktiviteleri (kayıplar ve değişkenler) sürekli iyileştirme faaliyetleri ile elimine ederek üretim

zamanını kısaltmak ve nakit akış hızını pozitif yönde iyileştirmektir (Ohno, 1988). İlk olarak Toyota tarafından; “Tüm üretim süreçlerinde, değer oluşturmaya katkıları olmayan kayıpların ortadan kaldırılması, ekipman ve üretim hatlarının hızlı bir şekilde farklı bir model üretebilecek hale getirilmesi ve üretimde herhangi bir hata meydana geldiği an üretim hatlarını hatanın ortadan kaldırılıp yeniden oluşumunun engelleninceye kadar durdurulması“ anlayışı üzerine kurulan Toyota Üretim Sistemi felsefesi o günden itibaren Toyota’nın üretim maliyetlerini ve esnekliğini rakiplerine oranla çok daha iyi seviyelere getirmeye başlamasıyla her geçen gün gelişerek tüm dünya üreticilerinin kabul ettiği bir üretim sistemi halini almıştır (Liker, 2004).

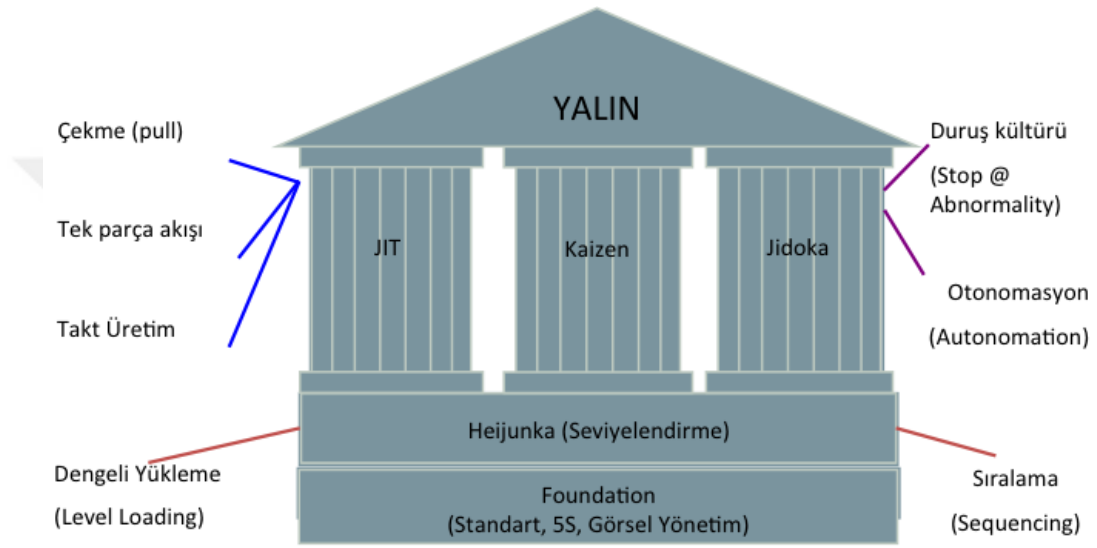


Şekil 2-1: Kayıpların Üretim Zamanına Etkisi

Pazarda daha fazla oyuncunun olması ve değişen, gelişen müşteri beklentileri maliyet faktörünün yanına kalite olgusunun da yerleşmesine neden olmuştur (. Sadece fiyat parametresi ile pazarda kalıcı olunamayacağını anlaşılmaması toplam kalite yönetimi, kalite güvence sistemleri ve istatistiksel proses kontrol gibi süreçlerin gelişmesine etki etmiştir. 1990’lar sonrasında globalleşme, teknolojik ve sosyo kültürel gelişmeler gibi etkenlerin sonucunda müşteri pazarın tek hakimi olarak yerini almış ve oyunun kurallarını baştan aşağı değiştirmeye başlamıştır. Bu yeni evrede; fiyat ve kalitenin yanında, hızlı teslimat, kişiselleştirilmiş ürün, esneklik gibi faktörlerin de tercih sürecinde etkin rol alacağını tanımlayıp, rekabetin eskisi kadar kolay olmayacağını altını kalın çizgi ile çizmiştir.

Önceleri sadece fabrika içi süreçlere odaklı olarak düşünülen yalın üretim felsefesi, günümüzde tedarik zinciri kavramının giderek daha da önemli bir hale gelmesi ile bakış açısını tedarikçiden başlayıp ürünün müşteriye gönderilmesine kadar olan tüm süreçleri kapsayacak bir şekle dönüştürmüştür. Womack (1990) yazmış olduğu “Dünyayı değiştiren makine” adlı eserinde yalın üretimin bir sistemden öte bir felsefe olduğunu ve temel bileşenlerinin “değer, değer zinciri, akış, çekme ve

kusursuzluk” olduğunu, yalın üretimin felsefesinin özünde müşteri istek ve beklentilerini karşılamak için değer zincirindeki kayıplar ile mücadele ederek, değere odaklı süreçler geliştirilmesinin gerekliliği belirtmiştir. Kayıpların her süreçte var olacağı düşüncesi ile üretim harici süreçleri de kapsamı içine alan yalın üretim felsefesi, her alanda uygulanabilir bir yönetim modeli haline gelmiş ve halen son elli yılın en kayda değer operasyon ve tedarik zinciri yaklaşımı olarak kabul edilmektedir (Wilson, 2010).



Şekil 2-2: Yalın Üretim Bileşenleri

Meydan okuma ile sürekli iyileştirme yaklaşımını benimseyen yalın üretim felsefesi özellikle pazarda talebin öngörülebilir, sipariş büyüklüğünün yüksek ve ürün çeşitliliğin fazla olmadığı durumlarda oldukça etkin bir rekabet aracı olarak kabul edilmektedir. Ancak bunun aksi yani talebin ön görülemediği, değişkenliğin oldukça fazla olduğu ve ürün çeşitliliğin yüksek olduğu durumlarda, yalın üretim felsefesinin tüm ihtiyaçlara cevap veremediği Gunasekaran (1999) ve Christopher (2002) gibi bir çok araştırmacı tarafından eleştirilmektedir.

2.2. Çevik Üretim

Giderek kısalan teslimat süreleri, ürün hayat sürelerinin azalması, kişiselleştirilmiş ürünlerin ağırlıklarının artış göstermesi ve ani talep dalgalanmaları gibi nedenlerden dolayı tedarik zincirlerinde doğru ürünü, doğru miktarda, doğru şekilde, doğru yere

ve doğru fiyata sevke edebilmek giderek zorlaşmaktadır (Yusuf, 2004). Değişim daha önceye göre çok daha hızlı olması ve bunun sonucu olarak markette belirsizliklerin ve türbülansların artması, tedarik zinciri stratejilerinin hata yapmasının en temel nedenleridir (Stratton, 2003). Bu değişimler iş modellerinin, iş yapma tekniklerinin ve önceliklerin değişmesine neden olmaktadır (Sharifi ve Zhang, 1999). Seri üretim performansında kişileştirmiş ürün yapabilmek ve bunu yaparken de hızlı (Christopher, 2000) ve esnek (Muhammed vd., 2008). olabilmek günümüz tedarik zinciri süreçlerinin en önemli rekabet araçlarından biridir. Müşteri istekleri ve beklentilerinin sürekli değişiklik gösterdiği için tedarik zinciri miktar ve çeşit anlamında olabilecek talep değişikliklerine karşı uygun maliyetler altında, hızlı cevap verebilme yeteneğine sahip olmalıdır (Towill ve Christopher, 2002, İsmail ve Sharifi, 2006; Khan vd., 2009).

Çevik üretim (Agile) konsepti, 1991 yılında Iaccoca enstitüsündeki bir grup araştırmacı tarafından pazarın hızla değişen gereksinimlerini, hızlı bir şekilde karşılayabilmek amacı ile ortaya sürülmüş bir tedarik zinciri modelidir (Sanchez ve Nagi, 2001). Temelinde, Amerikan üretim endüstrisinin Uzakdoğulu rakiplerine kaptırdığı üretim yeteneği üstünlüğünün geri alınabilmesi kurgusu yatmakta olup, bir çok araştırmacı ve uygulayıcı tarafından, hızla değişen ve gelişen dinamik pazar koşullarında uygulanabilecek en etkin stratejik tedarik zinciri modellerinden biri olarak kabul edilmektedir. Hedefi hız, esneklik olan bu sistemde ana tema tedarik zincirindeki tüm fonksiyonların pazar beklentilerini çok iyi anlayarak, ortak hedefler doğrultusunda ve stratejik işbirliği ile esnekliği sağlayarak, değişken pazardaki müşteri beklentilerini karşılamaktır (Gunasekaran, 1999). Pazara duyarlı olup müşteri isteklerini doğru olarak sezinleyebilmek ve bu isteğe hızlı atak edebiliyor olmak çevik olabilmenin birinci koşuludur. Bunun için müşteriler ile sıkı iletişimde olmak, sahadan gerçek zamanlı veri olarak işbirlikçi stratejiler ile kolektif planlama ve talebe dayalı üretim yapmak gereklidir. Bu anlamda sanal tedarik zinciri ağı ile bilginin her alanda paylaşılması, bilgi iletiminde teknoloji ve internetin etkin kullanılması son derece zaruridir. Artık firmaların değil – tedarik zincirleri rekabet günümüz koşullarında (Levi, 2009) tedarik zincirinde uzmanlaşmaya gidilerek tedarikçiler ile süreç entegrasyonu tesis edilmesi (stratejik tedarik ilişkileri yönetimi) çeviklik için bir diğer gereksinimdir (Christopher, 2000).

Çevikliğin gereksinimi altındaki en önemli etken değişim, en temel karakteristiği ise esnekliktir (Gunasekaran, 1999). Önceleri ürün çeşitliliği ve talep artışı durumlarında, üretim hatlarını hızlı bir şekilde ayarlayabilme yeteneği olarak algılanan çeviklik kavramı, globalleşmenin ve dış kaynaklara bağımlılığın artış göstermesi sonucu tedarik zincirindeki tüm firmaların eş zamanlı olarak çevik olmasını zaruri hale getirmiştir (Christopher, 2000). Bir çok araştırmacının görüşüne göre sadece firma içinde yalın olunabilmesi kısmen olanaklı iken, çeviklik için ise tüm zincirin esneklik yetkinliğine sahip olmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Bu bağlamda firmalar hayatta kalabilmek için çevik üretim stratejilerinin vaz geçilmez olduğunun farkına varmışlar ve tam anlamıyla başarıyı elde edebilmek için tek başına değil, entegre olarak tüm tedarik zinciri paydaşları ile çevik olabilmeye odaklanmışlardır.

Çeviklik yalınlık ile karşılaştırılmamalıdır. Yalınlık daha çoğu daha az ile yapabilme yetisi olarak adlandırılırken (Ambe, 2014), temel amacı değişkenliği ve ürün çeşidi az olan pazarlarda, tam zamanında üretim felsefesi ve çekme sistemi ile üretim felsefesi ile süreçler arasındaki stok seviyelerini sifıra yakın bir noktaya çekerek, maliyet azaltımını birinci önceliğe koyan bir yaklaşımdır (Naylor vd., 1999). Yalın üretim felsefesinin değişkenlik karşısındaki en önemli artışı, önceden belirlenmiş belirli bir program doğrultusunda, üretimin müşteri tarafından belirlenen hıza göre (takt) ve dengeli olarak yönetilmesi sonucu elde edilen esnekliktir. Yani talebin önceden kestirilebilir ve dalgalanmanın az olduğu durumlar için yalın üretim yaklaşımı fark oluşturmaktadır.

Yusuf (2002) ve Christopher (2000) gibi bir çok araştırmacı, yalın üretim felsefesinin belirsizlik ve öngörülemez değişiklikler karşısında çok etkili olmadığını, bunun temel nedeni olarak da değişkenliğe karşı sistem içinde kapasite ya da stok anlamında bir rezervin olmamasının yalın üretim ilkesinin bir gereği olduğunu belirtmektedirler. Yalın üretim kayıplara karşı mücadele eden bir sistem iken, değişkenliğe karşı bir savunma mekanizması olarak görülen stok bulundurma veya rezerv kapasite ayrılması yalın üretim sistemleri için bir paradoks gibi gözükmektedir (Stratton ve Warbuton, 2003; Doolen ve Hacker, 2005). Çevik üretim bir bakıma belirsizlikler ile mücadele etme konusuna odaklanır. Firmaların değişimi zamanında algılayıp hızlı, proaktif olarak doğru tepki verebilmesi, etkin ve verimli

bir şekilde kurumsal hedefleri algılama düzeyi, aynı amaca ulaşabilmek için farklı prosesleri uygulayabilme yeteneği ve herhangi bir aktiviteyi hızlı bir şekilde tamamlayabilme yeteneği başlıca odaklandığı konular arasındadır.

Gunasekaran (1999) çeviklik için uzmanlık alanına odaklanmaya, tüm tedarik zincirinde bilgili, donanımlı iş gücünün önemine, sanal tedarik zinciri ağlarına ve süreçleri gerektiğinde yeniden tasarlayabilme yeteneğinin önemine değinmiştir. Bu anlamda kişilerin bilgi seviyelerinin bir firma için son derece hayati olduğunu, firmaların eğitime yatırım yaparak, öğrenen bir organizasyon modeli içinde farklı disiplinlerde yetkinliğe sahip insanlar yetiştiren kurumlar olmaları gerektiğini ve bunun için kurumlar arasında işbirliğinin gerekli olduğunu vurgulamıştır. Tedarik zincirinde kurumlar arası işbirliğinin, ortak çalışmanın, nihai müşteriden gelecek talep değişikliklerine karşı hızlı tepki verilebilmesi için ön şart olduğunu, tedarikçiler ile birlikte eş zamanlı mühendislik uygulamaları için operasyonel seviyeden öte kurumsal seviyede iletişimin zaruri olduğunu, farklı fonksiyonların birlikte çalışmalarına, üretim personelinin daha fazla yetkilendirilmesine, modüler ürünler ile ürünü sonradan farklılaştırmanın önemine vurgu yapmış ve bilginin, değişime adapte olabilme yeteneğinin, hızlı modelleme ve kolay konfigure edilebilir, teknolojik üretim hatlarının çeviklik için olmaz ise olmaz olacağını vurgulamıştır. Christopher (2000) çevik tedarik zincirinin dört ana karakteristiğini pazara duyarlılık, sanal tedarik zinciri, prosesler arasında entegrasyon ve ağ yönetimi olarak kurgulamıştır. Pazarın beklentileri iyi anlamak ve doğru olarak üretebilmek için müşteriler ile sıkı iletişimde olmak, sahadan gerçek zamanlı veri alarak işbirlikçi stratejiler ile kolektif planlama yapmanın ve talebe dayalı üretim yapmanın önemine değinmiştir. Bu anlamda müşteri isteklerini doğru olarak sezinleyebilmek ve bu isteğe hızlı atak edebilmenin çevik olabilmenin birinci koşulu olduğunu belirtmiştir. Sanal tedarik zinciri ağı ile bilginin her alanda paylaşılması gerektiğine vurgu yapmış, bilgi iletiminde teknoloji ve internetin önemine değinmiştir. Tedarikçiler ile süreç entegrasyonuna gidilerek stratejik tedarik ilişkileri yönetimin çeviklik için bir diğer zaruriyet olduğunun altını çizerek, tedarik zincirinde uzmanlaşmaya gidilmesi ve artık firmaların değil – tedarik zincirlerinin rekabet ettiğini, az sayıda tedarikçiler ile güvene, uzun vade stratejik ilişkilerin kurulmasının ortak, eşzamanı ve çevik olarak ürün geliştirilmesi sürecine pozitif katkı sağlayacağını belirtmiştir. Gehani (1995) çeviklik için farklı fonksiyonların ortak platformlarda çalışmasına, üretimde oluşan

sorunların hızlı çözümü için ilk kademe yöneticilerinin daha fazla yetkilendirilmelerine, modüler teknolojinin ve tasarım aşamasında ürünü sonradan farklılaştırmak için jenerik ürün geliştirme sürecinin önemime değinmiştir. Bottani (2009) bu sonuçlara organizasyonların entegrasyonu, yüksek becerili ve bilgili insanların önemi, ileri seviye teknolojinin çeviklik için gerekli olduğunu eklemiştir. Yusuf (2002) plansız hızın hayati hata getireceğini belirtirken, İngiltere 600 firma üzerine yaptığı çalışma sonucunda hız, esneklik ve kalite ye aynı anda ulaşabilmek için tedarik zincirindeki firmaların internet teknolojileri üzerinden etkin iletişim ve işbirliği yapmalarının oldukça önemli olduğuna değinmiştir. Stratton (2003) pazarda ilk, en hızlı ve en iyi olabilmek için çevik üretimin gerekli olduğunu savunurken, çevikliğe ulaşabilmek için modüler ürünler ile ürünü sonradan farklılaştırma (erteleme) konseptinin ve üretim stratejilerinde farklı zamanlarda farklı stratejilerin uygulanmasının önemine vurgu yapmıştır. Harrison (2005) pazara duyarlı olmanın önemine, maksimum bilgi paylaşan sanal tedarik zincirinin, tedarik zincirinde ortak hedeflerin olmasının gerektiğine ve firmaların süreçleri arasında kurumsal seviyede entegrasyonun çevikliğe katkının gerekliliğine vurgu yapmıştır. Li vd., (2006) stratejik tedarikçi ve müşteri yönetimi, kaliteli ve yüksek seviye bilgi paylaşımı ve ürünü sonradan farklılaştırmanın önemine değinmiştir. Agarwal vd., (2006) çevik tedarik zincirinde bulunması gereken karakteristikler olarak; pazara duyarlılık, müşteri memnuniyeti, yeni ürün devreye alma, kalite iyileştirme, teslimat hızı, veri güvenilirliği, bilgi teknolojilerinde teknoloji, üretim zamanının kısaltılması, maliyet optimizasyonu, servis seviyesinin iyileştirilmesi, merkezi ve işbirlikçi tahminleme ve planlama, süreç içinde yer alan fonksiyonlar ile güven ilişkisi olduğunu belirtmiştir. Azevedo vd., (2012) ve (Ngai vd., 2011). değişken pazarlarda kalıcı başarı için öncelikli olarak pazara duyarlılık ve organizasyonların yakın, sıkı iş birliği yapmasının önemine değinmiştir. Çevik tedarik zinciri yönetimi için tedarikçiler, bayiler ve müşteriler ile yakın ve işbirlikçi yaklaşım içinde olan bir organizasyon içinde bulunmaları ve zincir içinde bulunan tüm organizasyonların operasyonel, yönetsel ve bilgi teknolojileri alanlarındaki yetkinliklerini paylaşarak toplam sinerji elde etmelerini önemime değinmişleridir.

Çeviklik bu anlamda, “Sürekli belirsiz ve öngörülemeyen değişimlerin olduğu rekabet ortamında, müşteri tarafından tasarlanan ürünlere, hızlı ve verimli şekilde cevap verebilme yeteneği”, olarak tanımlanabilir (Gunasekeran ,1999). Literatürde

bu tanımı destekleyen başka tanımlarda mevcuttur. Christopher (2000), çevikliği; esneklik faktörüne vurgu yaparak, “Organizasyonların değişen ve taleplerin öngörülemediği Pazar koşullarında, volüm ve çeşitlilik anlamında değişime adapte olabilme yeteneği olarak yaparken, Brown ve Bessand (2003) beklenmeyen şekilde gelen değişkenliklere karşı, hızlı ve etkin şekilde cevap verme yeteneği olarak tanımlamıştır. Iskanius (2006), sürekli yüksek kalite ve performans beklenen, müşteri tarafından yapılandırılmış ürünlerin olduğu ve talebin sürekli değişkenlik gösterdiği markette karlılık fırsatlarını arayıp, yakalamak için kapsamlı bir şekilde cevap verebilme yeteneğini eklerken, Baker (2008), kişiselleştirilmiş müşteri isteklerine, kitle üretimi performansı ile cevap verebilme yeteneği olarak tanımlamıştır.

Bu bağlamda ; Çevikliğe etki eden ana unsurları;

- Müşteri istekleri
- Yoğun rekabet
- Pazar koşulları
- Teknoloji
- Sosyo kültürel gelişmeler

Çevikliğin temel karakteristiğini;

- Hız,
- Esneklik
- Adaptasyon

Çevikliğin genel tanımı ise; “Sürekli, belirsiz ve öngörülemeyen değişime karşı, tedarik zincirinin topyekûn olarak, hızlı ve etkin bir şekilde adapte olabilme yeteneği”, olarak yapabiliriz.



Şekil 2-3: Çevik Üretim Bileşenleri

2.3. Yalın Çevik İndeks

Tedarik zinciri yönetimi konusunun giderek daha da fazla önem arz etmesi bu konular üzerine birçok araştırmanın yapılmasına sebep olsa da, işletmelerin yalınlık ya da çeviklik seviyelerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Literatürde yalınlık (Leaness) üzerine kısmen daha fazla araştırma olsa da yalın ve çevik üretim (Leagile) üzerine birlikte yapılan çok fazla çalışma mevcut değildir. Bir başka ifade ile Yalın ve Çevik üretim sistemlerinin birlikte değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça azdır.

Yalınlık ve çeviklik indeksi, işletmelerin yalın ve çevik prensipleri süreçlerine ne derece uyarladıklarını ölçmeye yarayan bir gösterge olarak tanımlanabilir (Yusuf vd., 2001). Literatürde yapılan çalışmamaların genelinde sezgisel yanıtlar üzerine, sayısal sonuçların ortaya çıkarılması prensibine göre metotlar uygulanmıştır. Birden çok kriterin mevcudiyetinin olması AHP / ANP tekniklerinin tercih edilmesine sebep olduğu gibi, sonuçların hassasiyeti açısından da bulanık mantığının desteklediği AHP / ANP metotların da oldukça sık tercih edildiğini görmekteyiz.

Yang ve Li (2002) model kapsamını dar tutarak kişiselleştirilmiş ürünlerin üretiminde çeviklik indeksini, bulanık mantık ile değerlendiren bir model geliştirmiştir. Kurumlar arası etkin iletişim, organizasyon yapısı, ürün tasarım yetkinliği ve üretim süreçlerinde çeviklik konularına değinerek çeviklik indeksini

ölçmeye çalışmıştır. Lin ve Chiu (2005) sadece çeviklik indeksi üzerine bir modeli, bulanık mantık yöntemi ile geliştirmeye çalışmıştır. Talep değişkenliği, artan rekabet, müşteri beklentilerin giderek kişiselleştirilmesi, teknolojik değişimin üretim sistemlerin etkisi ve sosyal faktörlerin etkileri sonucu ortaya çıkan çeviklik gereksiniminin özelliklerini tepkisellik, uzmanlık, esneklik ve hızlilik ana başlıklarında irdeleyen bir model önermiştir. Tedarikçi ve müşteriler ile stratejik iş birliği, süreç entegrasyonu, bilgi paylaşımı ve pazara duyarlılık gibi kriterler ile işletmelerin çeviklik indeksini ölçmeye yarayan bir model geliştirmiştir. Doolen ve Hacker (2005), elektronik sektöründe yalınlık değerlendirmesini vaka analizi ile üretim yönetimi, yeni ürün devreye alma, üretim proses ve ekipman güvenilirliği, tedarikçi ve müşteri ilişkileri kriterlerini baz alarak yapmaya çalışmışlardır. Torng Lin (2006), tedarik zinciri süreçlerinde çeviklik konusu üzerine, bulanık mantık metodu kullanarak çalışmalar yapmış, yapılan modelin doğrulamasını Tayvan menşeli bir işletmeye uyarlayarak doğruluk testi yapmıştır. Hosseini ve Jassbi (2010), bulanık mantık ile tedarik zincirinde çeviklik değerlendirmesi konusu üzerine tedarikçi sayısı ve esnekliği, yeni ürün devreye alma, üretim ve tedarik maliyetleri, üretimde esneklik kriterlerini modeline koyarak değerlendirme yapmıştır. Azevedo ve Govindan (2012) otomotiv sektöründe yalınlık ve çeviklik indeksi üzerine, Delphi tekniği kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Model kriterleri olarak bilgi teknolojileri, ortaklaşa planlama, tedarikçi ilişkileri, çekme sistemi, akış, toplam kalite yönetimi ve tam zamanında üretim gibi yalın, çevik kriterleri değerlendirme sürecine almışlardır. Modelin hem tek bir işletme ve hem de tedarik zincirinin tamamına uygulanabileceğini savunan çalışmada kriter sayısının az ve tüm süreçleri kapsamaması bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır. Ustyugova, Noskievicova (2013), bulanık AHP metodu ile yalın ve çevik entegrasyonun değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapmış, modelinde üretimde kayıplar, modüler ürün, bilgi paylaşımı, ürün dönüşü, esneklik gibi kriterlere yer vermiştir. Azadeh ve Zarrin (2015) bulanık AHP ile işletmelerin yalınlık değerlendirmesini; organizasyon, tam zamanında üretim, tedarikçi geliştirme, üretim çalışanları yetkinliği, standartlar, üretim planlama, tasarım yeteneği gibi kriterleri baz alarak yapmaya çalışmıştır.

Literatür çalışmalarına bakıldığı zaman teknik olarak aynı kurguyu görmekle birlikte yöntem olarak kısmi farklılıklar görmekteyiz. Hemen hemen tüm çalışmalarda modeli kurmak için iki konu üzerine çalışmalara planlanmıştır.

- Model içinde kullanılacak kriterler neler olmalıdır ?
- Model içindeki kriter ağırlıkları ne olmalıdır ?

Çalışmaların genelinde modelde kullanılacak kriterler literatür taramalarından doğrudan seçilmiş, genelde yalın ya da çeviklik üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışmada; Kriterlerin belirlenmesi süreci iki aşamalı olarak ele alınmıştır. İlk aşamada literatür ve uzman görüşlerine başvurulmuş ve genel kriterler belirlenmiştir. Bu aşama, literatürdeki bir çok çalışmada izlenen yöntemdir. Ancak, bu çalışmada seçilen kriterlerden hangilerinin model içine alınacağı ikinci bir irdelemeye tabi tutulmuş ve nihai değerlendirme kriterleri DEMATEL yöntemi ile hem yalın hem de çevik üretim için ayrı ayrı olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan birinci farkı kriter belirleme sürecinin iki adımdan oluşmasıdır.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi süreci için literatürde birçok farklı yöntem kullanılmıştır. Delphi tekniği, AHP / ANP, Bulanık mantık gibi teknikler en çok kullanılan teknikler olarak göze çarpmaktadır. Bu çalışmada ise literatürde bir çok çalışmada kullanılan, Cheng tarafından geliştirilen Genişletilmiş Bulanık AHP metodu kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde bulanık AHP metodu için kesin önerilen bir güvenilirlik testinin olmadığını görmekteyiz. Bu çalışmada bu açığı gidermek için geliştirilen modelde tanımlanan kriterler bir firmaya uyarlanmış ve önce / sonra karşılaştırmaları ile model güvenilirliği test edilmiştir.

Tablo 2-1: İndeks Literatür

<i>Araştırmacı</i>	<i>Konu</i>	<i>Metot</i>	<i>İçerik</i>
Azevedo ve Govindan	Otomotiv endüstrisinde Yalın / Çevik indeksi	Delphi	IT, İş birlikçi ve merkezi planlama, tedarikçi ilişkileri, çekme – akış, toplam kalite yönetimi, tam zamanında üretim.
Lin ve Chiu	Tedarik zincirinde çeviklik indeksi	Bulanık mantık	Tedarikçi ve müşteriler ile İşbirlikçi stratejiler, süreç entegrasyonu, bilgi paylaşımı, pazara duyarlılık
Yang ve Li	Kişiselleştirilmiş ürünlerde çeviklik değerlendirmesi	Bulanık mantık	Kurumlar arası etkin iletişim, organizasyon, ürün tasarımı, üretim yetkinliği

Azadeh Zarrin	ve	Yalınlik değerlendirmesi	Bulanık AHP	Organizasyon, tam zamanında üretim, tedarikçi geliştirme, üretim çalışanları yetkinliği, standartlar, üretim planlama, tasarım yeteneği.
Doolen Hacker	ve	Yalınlik değerlendirmesi	Vaka çalışması, literatür araştırması	Üretim yönetimi, yeni ürün devreye alma, üretim proses ve ekipman güvenirliliği, tedarikçi ve müşteri ilişkileri.
Hosseini Jassbi	ve	Tedarik zincirinden çeviklik değerlendirmesi	Bulanık mantık	Tedarikçi sayısı ve esnekliği, yeni ürün devreye alma, üretim ve tedarik maliyetleri, üretimde esneklik
Wong, Ignatius ve Soh		Yalınlik indeksi	ANP	Liderlik, iletişim, 5S-Kaizen, Veri güvenirliliği, çalışan yetkinliği, planlama, malzeme kalitesi
Michael		Tedarik zincirinde yalınlik ve Çeviklik değerlendirmesi	Literatür araştırması	Esneklik, hızlı tepki verebilme, yüksek kalite, organizasyon, iş gücü
Ustyugova, Noskievicova		Yalınlik ve Çeviklik değerlendirmesi	Bulanık mantık	Üretimde kayıplar, modüler ürün, bilgi paylaşımı, ürün dönüşü, esneklik

3. YALIN ÜRETİM VE BİLEŞENLERİ

Eskiden hangi ürünün üretileceği, ürün özelliklerinin ve fiyatının ne olacağı gibi konularda üreticiler söz sahibi iken bugün bu durum, eğer son derece özel ve başka bir yerde bulunmayan bir ürün üretmiyorsanız tamamı ile müşterinin kontrolüne girmiştir (Kotler, 2008). Bir başka ifade ile önceleri “Gelir = Gider + Kar” olan formül, bugün müşterinin ürün fiyatını belirlemesi sonucunda “ Kar = Gelir – Gider” halini almıştır. Hatta, iktisatçıların yaklaşımına göre bu formüle bir de üretim ortamında tercihler sebebi ile vazgeçilen en iyi alternatifin ölçüsü olan fırsat maliyetleri de eklenmekte ve karlılığın formülü “Kar = Gelir – Gider – Fırsat Maliyeti” olarak tanımlanmaktadır (Apiliogullari, 2014). Kısaca, üreticiler eskiden olduğu gibi karlılıklarını artırmak için ürün fiyatını artırma gibi bir şansa sahip değildirlere. Yeni formül, kar’ın bir amaç değil, üretim süreçleri fonksiyonunun bir sonucu olarak ortaya çıktığını ve karlılığı artırabilmek için yapılacak yegane şeyin giderleri azaltmak olduğunu açıkça belirtmektedir.



Şekil 3-1: Kar'ın Yeni Formülü (Kaynak: Apiliogullari, 2014)

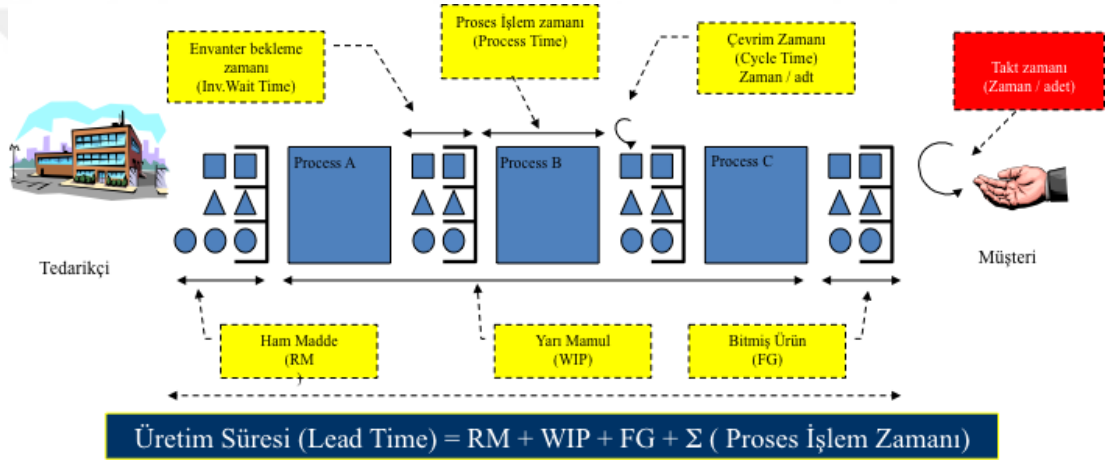
Yeni üretim fonksiyonuna baktığımız zaman giderleri ve fırsat maliyetlerini görmekteyiz. Giderler teknik olarak ürünü müşteriye sevk etmek için yaptığımız her şeyi içerir. Ürün tasarımından, malzemenin tedarik edilmesine, üretim süreçlerinden, ürünün sevk edilmesine, toplantılardan, depolarda malzeme elleçlemeye kadar yapmakta olduğumuz tüm süreçler bizim giderlerimizi oluşturur. Ancak yapmakta olduğumuz bütün bu aktivitelerden hangisi gerçek manana müşteriye

ilgilendirmektedir. Ya da müşterinin para ödemeye rıza gösterdiği faaliyetlerimiz hangileridir?

Bu sorunun cevabını verebilmek için yalının temellerini oluşturan değer akışı, değer ve kayıp kavramlarına bakmalıyız.

3.1. Değer Akışı

Üretim süreçlerinde malzeme girişinden ürünün sevk edilmesi aşamasına kadar olan tüm aktivitelerin toplamına değer zinciri denilmektedir (Apiliogullari, 2013).



Şekil 3-2: Değer Zinciri ve Bileşenleri

- Takt zamanı: Değer zincirindeki en önemli kavramlardan biri takt zamanıdır. Takt zamanı üretim hızı ya da temposunun belirlenmesi amacı ile kullanılır. Teknik olarak müşterinin hangi hız ile ürün istediğini anlamak için kullanılır ve toplam üretim zamanının, müşteri talebine bölünmesi ile hesaplanır.
- Proses işlem zamanı: Ürünün bir proses içinde ne kadar işlem gördüğünü tanımlamak için kullanılan süredir. Ürünün prosese girmesi ve çıkması arasında geçen süredir.
- Çevrim zamanı: Prosesin hangi sıklık ile bir adet ürün çıkardığı süredir. Teknik olarak proses işlem zamanı ile her zaman aynı olmaz. Örneğin bir fırına giren ardışık ürünler fırın içinde 45 dakika kalabilir ancak fırın her 1 dakikada bir ürün

çıkabilir. Bu durumda proses işlem zamanı 45 dakika iken çevrim zamanı ise 1 dakika olacaktır.

- Ham madde (Raw Material: RM): Üretimin yapılabilmesi için gereken tüm malzemeler.
- Yarı mamul (Work In Process: WIP): Üretimine başlanmış ancak henüz tüm aşamaları bitmemiş yarı mamullerdir.
- Bitmiş ürün (Finished Goods: FG): Üretimi tamamlanmış ve stoklarda sevk edilmeyi bekleyen bitmiş ürünlerdir.
- Üretim süresi (Lead Time): Ham maddeden itibaren, bitmiş ürün aşamasına kadar olan tüm sürenin toplamıdır. Burada dikkat edilmesi gereken konu toplam proses zamanı süreç bazlı olarak değişirken, diğer zamanlar (ham madde bekleme, yarı mamul bekleme, bitmiş ürün bekleme) bekleyen malzeme ya da mamul sayılarının takt zamanı ile çarpılması sonucu elde edilir.

3.1.1. Değer ve Kayıplar

Değer zincirinde temel olarak iki tür faaliyet bulunur. Bunlar değer ve kayıplardır (Ohno, 1988).

- Değer (Value added), müşterinin parasını ödemeye rıza gösterdiği, ürünün ya da hizmetin şekline, fonksiyonuna, kalitesine etki eden her türlü işlemler sonucu oluşan aktivitelerdir.
- Kayıplar (Non Value Added), müşterinin hiç bir şekilde ilgilenmediği ve parasını ödemeye rıza göstermeyeceği her tür aktivitelerdir. Başka bir ifade ile değer harici her şey kayıpları (MUDA: Kayıp) oluşturmaktadır.

Ohno (1988) bu kayıpları yedi başlık altında tanımlamıştır.

1. Aşırı üretim: İsminden de anlaşılacağı üzere gereğinden fazla üretim yapılması anlamına gelir. Direkt olarak taşıma, stoklama, alan kaybı, fire ve işletme sermayesinin gereksiz kullanımı gibi kayıpların oluşmasına etki eder. Fabrika genel düzenini bozar ve gizli kayıpların ortaya çıkmasına engel olur. Bütün bu olumsuz etkilerinden dolayı öncelikli olarak ortadan kaldırılması gereken en ciddi kayıp türüdür.

Bu durumun temel nedenlerinden biri üreticilerin iç ve dış müşterilerine karşı olası makine arızası, fire gibi istenmeyen durumlarda mağdur duruma düşmemek istemeleri ve kendilerini güvence altına alabilmek için fazla üretim yaparak stok tutmalarıdır. Problem esnasında daha önce yapmış oldukları stok kullanılacağı için bu durumu kendilerine bir tedbir olarak görürler. Bu yaklaşımdan dolayı genelde problemin asıl sebebini bulmak yerine geçici çözüme giderler ve problem gereken önemi göremediği için varlığını devam ettirir.

2. Bekleme: Bir prosesin veya üretim hattının, değer üreten her hangi bir iş yapmadan beklemesi sonucu oluşan kayıplardır. Süreç, çalışabilecek durumda olmasına rağmen malzemenin olmaması, bir önceki sürecin işini bitirmesini bekliyor olması, çalışacak elemanın olmaması veya iş emrinin henüz hazır olmaması gibi etkenler sonucu ortaya çıkarlar. Bu kayıplar kaynakların etkin kullanılmamasına ve toplam üretim zamanının uzamasına neden olurlar.

3. Taşıma: Süreçler arası yapılan her türlü taşıma aktiviteleridir. Makineye ham madde taşınması, süreçler arası malzeme-yarı mamul transferleri, depodan sevkiyat kamyonuna ürün yüklenmesi gibi aktivitelerin hiç birisi ürünün nihai şekline fonksiyonuna etki etmemektedir ve müşteri tarafında değer üretmeyen faaliyetlerdir.

Bir yerde akışın olmadığı en belirgin özelliklerinden birisi taşıma aktivitelerinin sık olmasıdır. Ürünü üretmek için gerekli ekipmanlar, süreçler ardışık olarak dizilmezler ve proses adaları şeklinde her bir proses ayrı bir lokasyonda olur ise akışın sağlanabilmesi mümkün değildir. Bu tür durumlarda akışın sağlanması için taşıma zaruri duruma gelir. Taşıma hem kayıp zamana hem de sağlam olan ürüne zarar verme riski oluşturur. Zaruri olarak yapılması gereken taşıma aktiviteleri mutlaka olacaktır ancak bu aktivitelerin dikkatlice incelenip minimize edilmesi gerekir.

4. Envanter: Stoklarda veya ara süreçlerde gereğinden fazla miktarda malzemenin beklemesi nedeni ile oluşan kayıplardır. Duran ve bekleyen bir malzeme, ürüne dönüşmediği müddetçe hiçbir anlam ifade etmez. Genelde malzeme ihtiyaç planlaması hataları, depo üretim arası malzeme akışında standart dışı uygulamalar ve

acil, plansız yapılan satın alma faaliyetleri sonucunda bu tür kayıplar oluşmaktadır. İşletme kaynaklarının etkin kullanılamamasına, alan işgal etmesine ve elde bulunan malzemelerin ilerleyen günlerde kullanılamama riskine sebep olurlar.

Envanter süreçler içinde dört farklı şekilde olabilir ve bunlardan sadece bir tanesi değer üreten faaliyettir.

Envanterin;

- Durma anı (*Stopped*) : Bekleme kayıplarını oluşturur. Kayıp.
- Taşınması (*Moved*) : Taşıma kayıplarını oluşturur. Kayıp.
- Dönüşmesi (*Processing*) : Süreçte işlem görmesi. Değer.!
- Kontrol (*Inspeciton*) : Kontrol edilmesi. Kayıp.

5. Gereksiz işlem: Ürüne değer katmayan ancak operatör tarafından yapılan her türlü ekstra işlemlerin oluşturduğu kayıplardır. Genelde standart operasyon tanımlarının iyi yapılmayışından ve metot eksikliklerinden kaynaklan, ürünün sürekli kontrol edilmesi, müşterinin talep etmediği fazladan işlemlerin yapılması gibi faaliyetler bu tür kayıpları oluştururlar. Gecikmelere sebebiyet verir ve hata riskini artırır.

6. Gereksiz hareket: İş adımlarında değer üretmeyen ve işlem süresini uzatan tüm operatör hareketlerinin oluşturduğu kayıplardır. Eğilme, uzanma, alma, yürüme, seçme gibi değer üretmeyen hareketler bu tür kayıpları oluşturur. Genelde standart çalışma analizlerinin yeterince yapılmamasından ve ergonomi sorunlarından kaynaklanır. İşçilik zamanının uzamasına ve gecikmelere sebep olurlar.

7. Fire: Proses çıktısında uygun olmayan veya hurda ürünün çıkması sonucu oluşan kalite kayıplardır. Hammadde, enerji ve işçilik girdileri sonucunda çıkan ürün ya düzeltilme işlemine girer ya da tamamen hurda olarak fireye ayrılır. Her iki durumda da makine, malzeme, işçilik kayıpları geri getirilemez. Maddi kayıpların yanında firma itibar kaybına da sebep olurlar.

3.1.2. Değer Akış Haritaları

Yalın yönetimin temelinde değerın anlaşılması ve kayıplar ile sürekli mücadele etmek yatar (Elmoselhy, 2013). Amaç müşteri değer zincirinde değer oluşturmıyan aktiviteleri (kayıplar ve değişkenler) sürekli iyileştirme faaliyetleri ile elimine ederek ortadan kaldırmak ve üretim süresini kısaltarak, maliyetleri an aza indirmektedir. Yalın üretim felsefesinde değerin ve kayıpların nerede olduğunu anlayabilmek için öncelikle büyük resmin görülmesi gerekir. Bunun için değer akış haritalarında faydalanılır.

Değer akış haritaları süreç, malzeme ve bilgi akışının sipariş alınmasından, ürünün müşteriye teslim edilmesine kadar yapılan tüm değer üreten, üretmeyen aktivitelerin standart semboller kullanılarak bir resim üzerinde gösterilmesidir (Sundar vd., 2014). Malzeme ve bilgi akışının analiz edilebilmesi için (Material Information Flow Analysis: MIFA), önce süreç akışı, sonra malzeme akışı ve en sonunda ise bilgi akışı standart semboller kullanılarak çizilir.



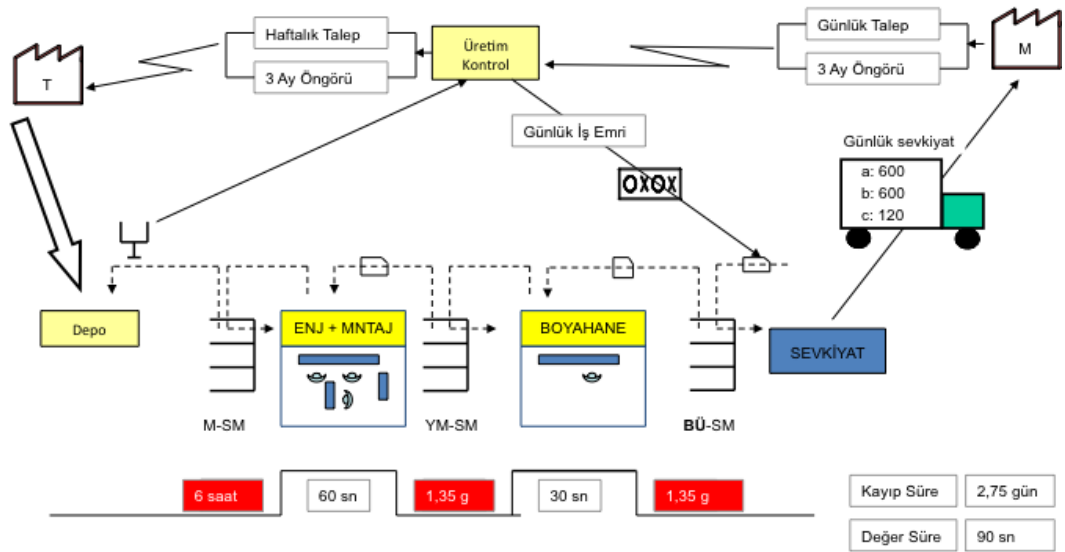
Şekil 3-3: Değer Akış Haritaları Çizim Metodolojisi

- Bu işleme başlamak için öncelikle bir ürün ailesi seçilir. Ürün ailesi benzer proseslerde işlem görerek nihai halini alan ürünlerin oluşturduğu gruptur (Product Family). Değer akış analizlerinde sadece bir ürün ailesinin gösterilmesi karmaşıklığı azaltır, odaklanmayı sağlar.

- İkinci adım olarak seçilen ürün ailesi için mevcut durum değer akış haritalarının çizilmesi gerekir. Bunun için öncelikle müşteri talebinin iyi anlaşılması ve sırasıyla üç tip akışın çizilmesi gerekir. Süreç akışı, malzeme akışı ve bilgi akışı çizilerek, mevcut durumdaki kayıpların tespiti yapılır.
- Üçüncü adımda kayıpların ortadan kaldırılacağı, akışa endeksli bir gelecek durum değer akış haritaları oluşturulur.
- Son adımda ise mevcut durumdan, gelecek duruma nasıl gelineceği ile ilgili aksiyon plan oluşturulur.

Bir çok yerde yapılan değer akışı çalışmaları göstermiştir ki, değer zincirinde değer oluşturmeyen faaliyetlerin zamansal karşılığı, tüm değer zincirinin yüzde 95'inden fazlasını oluşturmaktadır (Apiliogullari, 2013). Yalın üretimi geleneksel üretime göre avantajlı kılan en önemli unsur, değer zincirindeki kayıpları elimin ederek, üretim zamanını kısaltması ile elde ettiği maliyet ve hız avantajıdır (Shock, 1999).

Gelecek Durum (Future State)



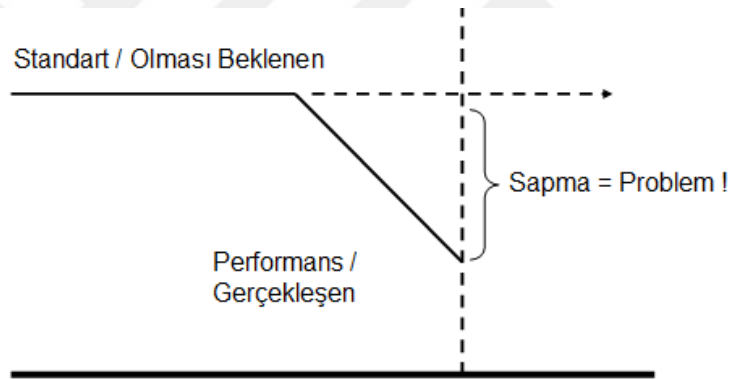
Şekil 3-4: Örnek Değer Akış Haritası

3.2. Çalışma Alanının Organizasyonu

Yalının temellerinden birisi çalışma alanının organizasyonu konusudur (Delphi, 2004). Üç bileşenden oluşan bu temeller olmadan iyileştirme faaliyetlerinin yapılabilmesi mümkün değildir. O nedenle mevcut durumdan gelecek duruma

gelebilmek için öncelikli olarak üç bileşenin tesis edilmesi mutlaka gereklidir (Apiliogullari, 2010).

Standart İş: Yalın konusu Toyota ile başlamış ancak gelişimi halen devam etmektedir (Kisperz-Moron ve Haan, 2011). Yalın üretimin temelinde sürekli iyileştirme (Kaizen) kültürü vardır. Ohno (1988), standartların olmadığı yerde iyileştirme yapılamayacağını savunur. Yalın felsefede problemin tanımı standarttaki sapmadır. Yani bir işçi bir saatte standartlar dahilinde 40 parça işleyebiliyorken, 35 parça işlemiş ise bir problem var demektir. Ya malzeme bitmiştir, ya hatta bir arıza olmuştur ya üretim yapmasını engelleyecek bir başka şey olmuştur. Sonuçta işçi 40 parça yerine 35 parça işlemiş ve standardından sapmıştır. Yalın felsefede problemin tanımını yapabilmek için öncelikle standardını tanımlamak gerekir (Delphi, 2004).



Şekil 3-5: Standart ve Problemin Tanımı

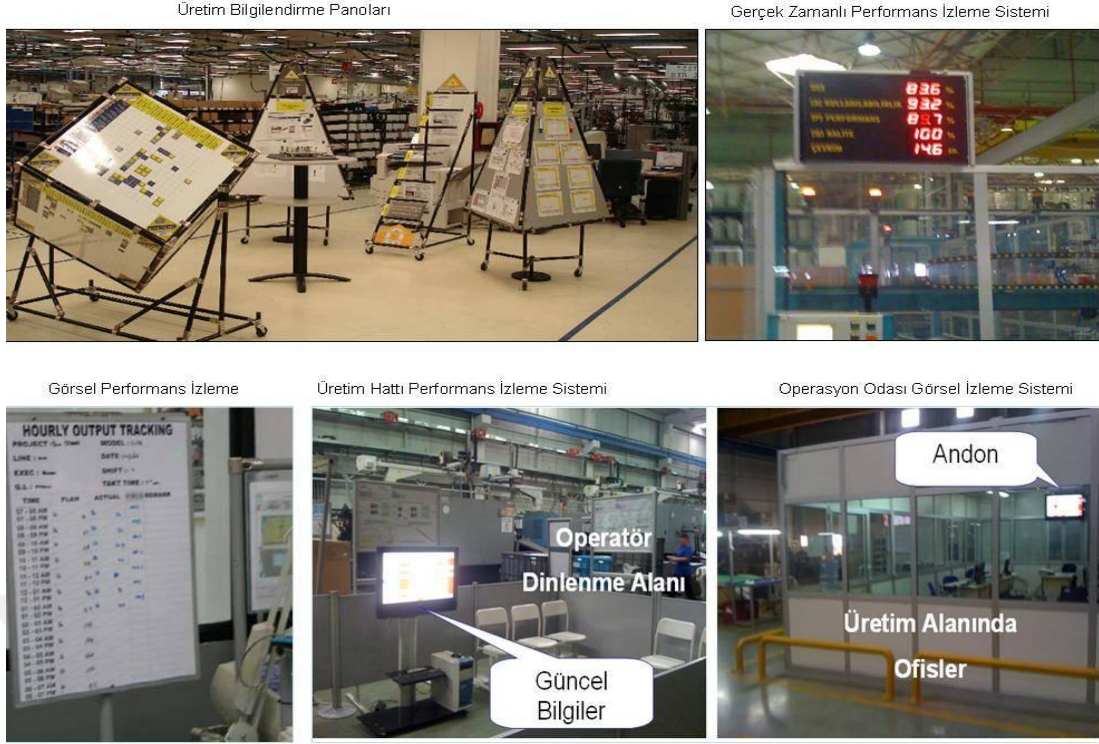
Standart, her defasında kişiden, zamandan ve mekandan bağımsız olarak, her defasında bir işin aynı sıra, aynı yöntem ve aynı hız ile yapılarak, her defasında aynı sonucun alınmasıdır (Apiliogullari, 2010). Yalında standart iş talimatının içermesi gereken dört temel unsur vardır. Bu unsurlar hem tekrarlamalı işler (üretim montaj bandı operatörünün yaptığı işi gibi) hem de tekrarlamalı olmayan işler (kalıp değişimi, bakım faaliyetleri gibi) için geçerlidir.

Tablo 3-1: 5S'i Oluşturan Kelimelerin Anlamları

Japonca	İngilizce	Türkçe
Seiri	Sort	Sınıflandır
Seiton	Set in order	Sırala / Düzenle
Seiso	Sweep / Shine	Sil / Temizler
Seiketsu	Standardize	Standartlaştır
Shitsuke	Sustain / Self discipline	Sahiplen / Sistemi koru

Kayıpların görünür duruma getirilmesi, işçi sağlığı ve iş güvenliği standartlarının sağlanması, ayar ve kurma sürelerinin azaltılması, çalışan moral seviyesinin artırılması ve müşteri tarafından temiz ve düzenli işletme imajının algılanabilmesi için 5S kesinlikle öncelikli olarak uygulanması gereken bir araçtır. Sınıflandır, Sırala, Sil, Standartlaştır ve Sahiplen kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş olup, temelde her nesnenin bir yeri var ve her nesne kendi yerinde ilkesine dayanan bir anormallikleri fark edebilme sistemidir (Apiliogullari, 2013). Yalın üretim kayıpların eliminasyonuna odaklandığı için problemleri, anormallikleri anında fark edip, önlem alabilmek için 5S sistemi oldukça yaygın bir şekilde kullanılır.

Görsel Yönetim: Görsel yönetim veya görsel fabrika konusu yönetimi kolaylaştırmak, anormallikleri zamanında fark edip önlem alabilmek, bilgi paylaşmak veya iletmek amacıyla kullanılan bir araçtır. Fullerton (2010) yalın üretim sistemlerinde bütünsel bir yaklaşım ile başarının yakalanabileceğini ve özellikle görsel performans yönetimin operasyonel göstergelere doğrudan katkı yaptığını, Tjel ve Sijtema'da (2015) benzer şekilde görsel yönetimin çalışanların kendi rollerini ve sorumluluklarını daha iyi algılamalarına katkı sağlayarak, operasyonel performansın bu sonuçtan olumlu şekilde etkilendiği belirtmiştir.



Şekil 3-7: Görsel Yönetim Uygulama Örnekleri

Yalın felsefede sahada dolaşarak yönetme kültürü mevcuttur (Genchi Gembutsu). Kimseye soru sormadan sahada olan biteni algılayabilmek, anlık kalite, performans göstergelerini takip edebilmek, işçi sağlığı ve güvenliği konularında yönlendirici bilgileri en kolay yolla paylaşabilmek için yalın felsefede görsel araçlardan faydalanılır. Hat sonu üretim adetlerini gösteren görsel panolar, üretim hücreleri bilgilerini gösteren alan panoları ya da makine üzerindeki arıza anında yanıp, sönen Andon lambaları görsel yönetime uygulama örnekleridir.

3.3. Tam Zamanında Üretim

Tam zamanında üretim (TZÜ) yaklaşımı; müşterinin istediği anda istediği miktarda ürünü üretmek temeline dayalı bir sistemdir (Ohno, 1988). Bir başka ifade ile “Müşteri; ne istiyor, ne zaman istiyor, ne kadar istiyor, nerede istiyor?”, ve bu anlamda yalın üretim felsefesinin temel yapıtaşlarından birini oluşturmaktadır (Ohno, 1988; Womack, 1990). Bu yaklaşım üretim için gerekli olan tüm malzemelerin ve komponentlerin üretimleri tamamlandıktan sonra hemen bir sonraki sürece sevk

edilerek, orada işlem görmesini gerektirmektedir (Basu ve Wright, 2008). Bir anlamda sıfır stok ile çalışılması gereken bu sistemde hataya hiç yer yoktur.

Tam zamanında üretim sisteminin tesis edilebilmesi için asgari dört bileşenin bir arada olması gereklidir (Apilioğulları, 2010).

- 1- Akış (*Flow*)
 - a. Hat dengelemesi
 - b. Proses adalarının kaldırılması
- 2- Çekme (*Pull*)
 - a. Süpermarket
 - b. Kanban
- 3- Dengeli üretim ve sıralama (*Heijunka*)
 - a. Dengeli üretim
 - b. Sıralama
- 4- Hızlı ürün dönüşü (SMED)

Akış: Sipariş ile teslimat zamanı arasında ki süre (Lead Time) gerek müşteri gerek ise üretici açısından çok önemli bir parametredir ve mümkün olduğu kadar kısa olması hedeflenir. Yalının temelinde yatan esas mantık bu süreyi, kayıpları ortadan kaldırarak olabildiğince en aza indirgeyerek, nakit akış hızını iyileştirmektir. Yalın deneyimler göstermiştir ki, kayıpların büyük bölümünün ortadan kaldırılabilmesi ancak tek parça akışının sağlanması ile elde edilebilmektedir. Tek parça akışı, hem aşırı üretimin oluşmasını engeller hem de üretimde yaşanan bekleme kayıplarını ortadan kaldırarak üretim zamanını kısaltır. O halde akışı kesintiye uğratan tüm etkenleri ortadan kaldırıp, üretimin aynı suyun nehirde aktığı gibi akabiliyor olmasını sağlanması gerekmektedir (Ohno, 1988).

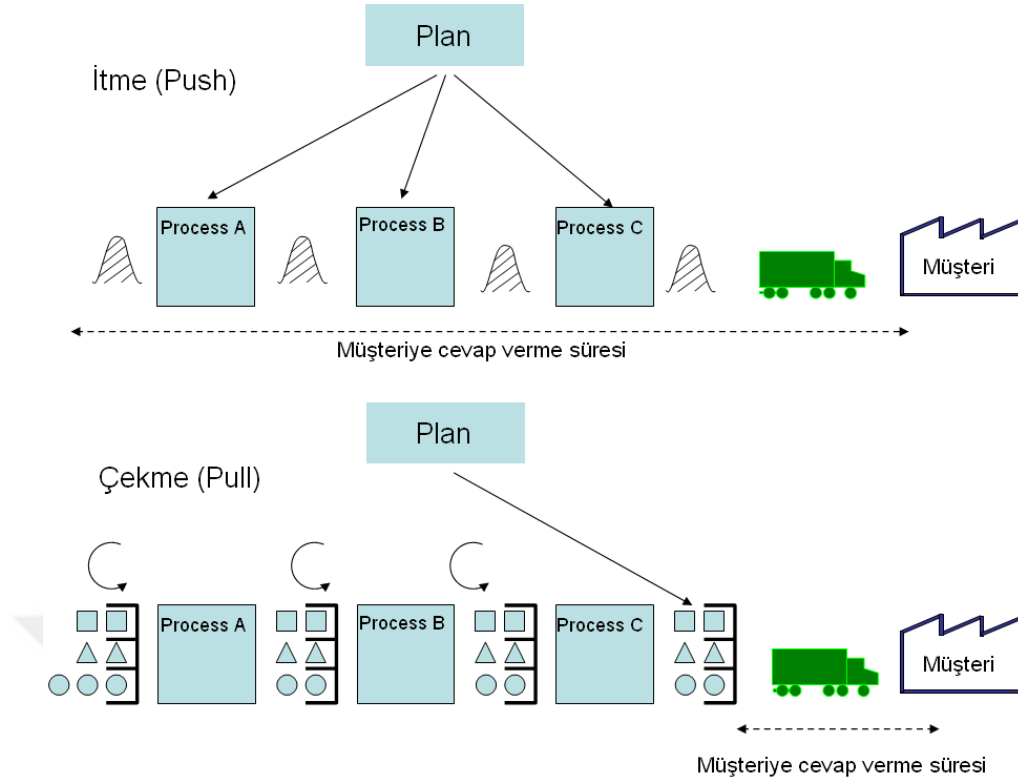
Akışın tesis edilebilmesindeki en önemli yaklaşımlardan biri tek parça üretimidir. Tek parça üretimi, kitle üretimine göre daha hızlı ve az maliyetlidir. Sıfır stoklu üretim yapılabilmesi için her alanda tek parça akışı olması gereklidir. Ancak tek parça akışının pratikte her zaman tesis edilememesi nedeni sıfır stoklu iş süreçleri kurabilmek her zaman olanaklı değildir (Apiliogullari, 2010). Bu durumun bir kaç sebebi vardır.

dengelemesinin yapılması gerekmektedir. Yani, ara stok oluşmadan üretimde akışın sağlanabilmesi için her bir operatörün işlem süresinin aynı olması gereklidir.

Bir ürünü yapabilmek için gereken tüm işlem adımlarının toplam süresi, bize o işi bir kişinin ne kadar sürede yapabileceği bilgisini verir. Akışın sağlanabilmesi için bir önceki ve sonraki süreç arasında dengelemenin olması gereklidir. O nedenle özellikle montaj bantlarında kaç kişinin çalışması gerektiği takt zamana göre hesaplanmalıdır. Bir sonraki proses bizden hangi sıklık ile (Takt Time) ürün istiyor ise, bir kişinin yapması gereken toplam zamanı takt zamanına bölerek kaç kişinin çalışması gerektiği hesaplanır. İş adımlarının eşit süreler olacak şekilde operatörlere dağıtılması ile süreçte akış sağlanır.

Üçüncül faktör ise tedarik edilen malzemelerde oluşabilecek kalite problemleri, üretim süreçlerindeki ekipmanların beklenmedik arıza duruşları ve süreç çıktısı olarak istenmeyen kalite sorunlarının yaşanmasıdır.

Temel amaç malzemenin en hızlı şekilde, süreçlerde kayıplar oluşturmadan mamul haline gelerek müşteriye tam zamanında sevk edilmesini sağlamaktır. Üretim zamanının kısaltılarak, nakit akış hızının iyileştirilebilmesi ancak bu yöntemle mümkündür (Wilson, 2010). Bunun için tüm üretim programı ve gerekli kaynaklar önceden planlanmalıdır. Müşterilerden zamanında, istenilen miktarda ve istenilen kriterlerde malzemenin temin edilmesi, ekipmanların üretimde hata oluşturmaya müsaade etmeyecek şekilde sorunsuz çalışabilmesi, insan kaynaklı hataların oluşmaması için birden fazla süreçte yetenekli, eğitilmiş operatörlerin varlığı, U şeklinde üretim hatları, küçük lot adetleri ile sık ürün dönüşü stratejisi ile birlikte üretim süreçlerinde her defasında aynı metotların uygulanması ile standart çıktıların elde edilebilmesi son derece önemlidir (Sundar vd., 2014). Tam zamanında üretim felsefesi sürekli olarak sistem içindeki kayıpların elimine edilmesine odaklanarak, akışın tesis edilmesine izin verir ve sistematik olarak müşteri servis seviyesini ve verimliliğin artmasına katkı sağlar (Stratton ve Warbuton, 2003).

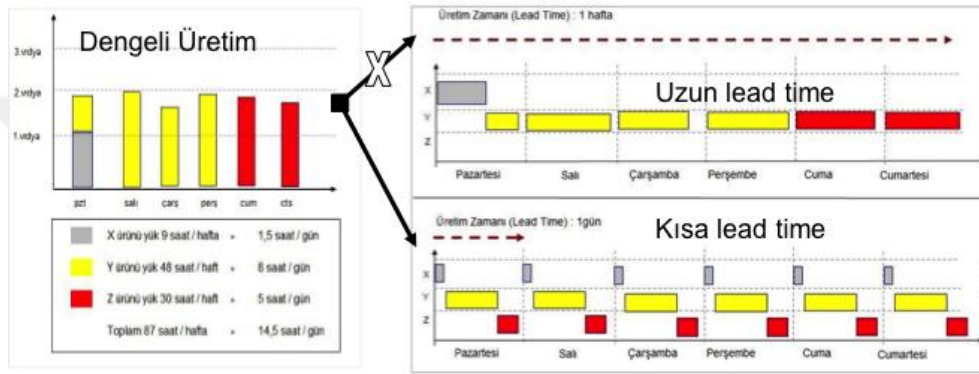


Şekil 3-10: İtme ve Çekme Sistemi

Akışın kesintiye uğradığı yerlerde, süreçler arasındaki malzeme akışı, standart olarak seviyeleri belirlenmiş stokların bulunduğu süpermarketler üzerinden, kanban kartları ile yönetilir. Süpermarketler bir sonraki sürecin ihtiyacı olan malzeme, yarı mamul ya da ürünün müşterisi tarafından gerektiği anda ve gerektiği miktarda alınabilmesine olanak sağladığı gibi, stok seviyelerinin sürekli olarak kontrol altında tutulmasına ve malzemelerin geliş sıralarına göre (First In First Out: FIFO:) bir sonraki sürece aktarılması rolünü de üstlenirler. Üretimde ham madde, yarı mamul ya da bitmiş ürün süpermarketleri bulunmaktadır.

İtme sisteminde bilgi; süreç ve malzeme ile birlikte aynı yönde ilerler. Çekme isteminde ise bilgi malzeme ve sürecin tersi yönde ilerler. Müşteri süpermarketten çekme işlemi yaptığı zaman bu bilginin bir önceki süreçlere iletilmesi gereklidir. Kanban kartları süreçler arası malzeme akışının ne zaman ve nasıl olacağını belirlemede kullanılan bir iletişim aracıdır. Çekme olmadan kanban kartları bir önceki sürece gidemeyeceği için, çekme sisteminde aşırı üretim yapılabilmesi mümkün değildir.

Seviyelendirme: Yalın üretimin ana felsefesi üretim maliyetlerini çok çeşitli modelden, sınırlı sayıda üreterek maliyetleri düşürmektir (Ohno, 1988). Bu bağlamda, dengeli üretim aynı hat üzerinde birden fazla model üretilmesi gerektiği durumlarda olmaz ise olmaz unsurlardan biridir. Yalın üretim felsefesinde üretim planları belirli bir dönem için sabitlenir ve üretim kısa aralıklar ile çok sık ürün dönüşü yapacak şekilde programlanır. Buradaki amaç aynı hat üzerinde, aynı dönem içinde çok çeşitli ürünler üreterek tüm müşteri beklentilerine zamanında karşılık verebilmektir.

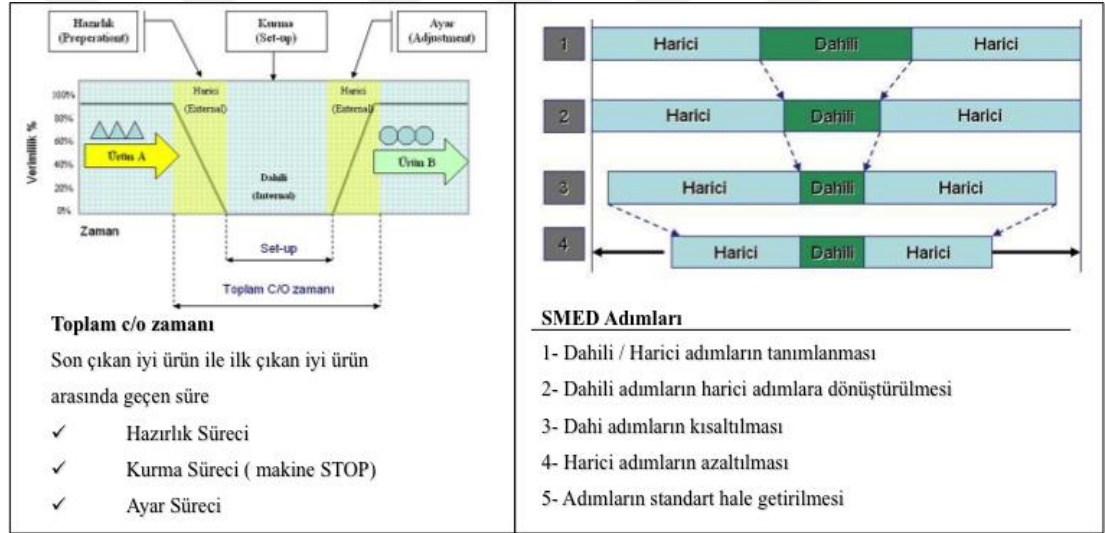


Şekil 3-11: Dengeli Yükleme ve Sıralama

Örneğin bir haftalık üretim planında A modelinden 50, B modelinden 25 ve C modelinden 25 adet üretim yapılması gereksin. Klasik olarak itme sisteminde ve sıralamanın önemsiz olması durumunda, hat üzerinde önce 50 adet A, sonra 25 adet B ve en sonunda da 25 adet C üretilir (AAAAAAAAAA-BBBBBB-CCCC). Bu toplu üretim yaklaşımı, kullanılan üretim hattı için verimi artırmış gibi gözükse de, teknik olarak tam zamanında üretim felsefesine aykırıdır. Çünkü sistem A üretirken, belli bir süre sonra bir sonraki süreçlerde B ya da C'ye gereksinim olabilir. Bu durumda B ürününü alabilmek için A ürününün tamamen üretilmesi ve yine C ürününün alınabilmesi içinde de B ürünün üretilmesi gereklidir. Bu durumda bir sonraki süreçlerin beklemesi ve tam zamanında üretim yapamaması söz konusudur. Bu durumun üstesinden gelebilmek için yalın üretim felsefesinde üretim hatları küçük lot adetleri ile çok sık ürün dönüşü olacak şekilde programlanır. Yani günlük olarak 10 tane A, 5 tane B ve 5 tane C üretilerek, beş günlük haftalık programı boyunca her gün her üründen üretim yapılır (AABC-AABC-AABC-AABC-AABC). Bir anne aç olan üç bebeğini doyurmak için kısa sürelerde, sık değişim yaparak

bebekleri doyurur. Aksi halde ilk bebeği tam olarak doyurmak isterken diğer bebeklerin açlıktan zarar görmesine sebep olabilir. Dengeli üretimde de aynı mantık söz konusudur. Ancak bu durum için esnek üretim hatları, teknolojik ekipman parkuru ve en önemlisi hızlı ürün dönüşü yapabilme yetisi gereklidir (Ohno, 1988).

Hızlı Ürün Dönüşü: Çekme sisteminin getirisi olan küçük lot adetleri ile gün içinde değişik modellerin üretilmesi yaklaşımı eskiye oran ile daha fazla ürün dönüşü aktivitesinin olması anlamına gelmektedir. Çok sık ürün dönüşü eğer ürün dönüş süreleri uzun ise kesin olarak efektif değildir. Çünkü bu süre üretim yapabilirlik kapasitesinden zaman harcanmaktadır. O nedenle, ürün dönüş zamanlarının mümkün mertebe optimum zaman içinde yapılabilmesi gerekmektedir.



Şekil 3-12: SMED Tekniği ile Hızlı Model Dönüşü

Tekli dakikalarda ürün dönüşü (Single Minute Exchange Die: SMED) teknikleri bu anlamda çok önem teşkil etmektedir. Bu gün dünya sınıfı üreticilerde (World Class Manufacturer: WCM) ürün dönüşü (c/o zamanı) ortalama olarak 10 dakikanın altında gerçekleşmektedir.

Hızlı model dönüşü yapma yetisi esnekliğe ve verimliliğe doğrudan etki etmektedir (Sundar vd., 2014) ve yalın üretim felsefesinin sağlıklı bir şekilde süreçlere uyarlanabilmesi için hayati öneme sahiptir (Cheng ve Ying, 2011). Hızlı ürün dönüşünde etkinliği artırmak için kullanılan tekli dakikalarda kalıp değişimi (TDKD)

tekniki Shingo (1985) tarafından geliştirilmiştir. Ürün dönüşü (Change Over: C/O) en klasik tanımı ile herhangi bir süreçte üretilmekte olan A ürününden bir sonraki B ürününe geçmek için harcanan tüm zamanın karşılığıdır. Genelde makine durması ve yeniden çalışması arasında geçen zaman olarak bilinir ancak gerçek ürün dönüşü zamanı; son çıkan iyi ürün ile ilk çıkan iyi ürün arasında geçen süre olarak tanımlanır.

Shingo, ürün dönüş sürecini hazırlık, kurma ve ayar yapma işlemleri olarak aşamada incelemiştir. Ekipmanın çalıştığı zamanlarda yapılan faaliyetleri harici, durduğu zamanda yapılan faaliyetleri ise dahili adımlar olarak tanımlamıştır. Doğal olarak önceliği makinenin durma, işlem yapmama süresinin kısaltılmasına vermiş ve teknik olarak önce dahili adımların harici adımlara, daha sonrada harici adımların kısmi olarak ortadan kaldırılması ile toplam zamanın azaltılmasını irdlemiştir. Değişkenliğin bu denli çok olduğu ortamlarda değişime ayak uydurabilmek ve gerektiği anda hızlı bir şekilde üretim hatlarını yeni bir modele dönüştürebilmek, rekabette hız açısından oldukça önemlidir (Yusuf ve Gunasekeran, 2004). Ohno 'da yalın üretim felsefesinde bu özelliğin, tam zamanında üretim ve çekme sisteminin uyarlanabilmesi açısından son derece önemli olduğunu belirtmiştir.

3.4. Toplam Kalite Kontrol

Yalın üretimin yapı taşlarından biri tam zamanında üretim (TZÜ) konseptidir. En genel anlamı ile istenilen miktarda ürünün, istenilen yerde ve istenilen zamanda olması anlamına gelen TZÜ konseptine ulaşabilmek için olmazsa olmaz unsurlardan biride Toplam Kalite Kontrol (TKK) sürecidir.

Yalın üretimde toplam (total) kelimesi iki ana başlık altında geçmektedir. Toplam Verimli Bakım (TVB) ve Toplam Kalite Kontrol (TKK). TVB içindeki "toplam", kelimesi kısaca tüm birimlerin, fonksiyonların sürece katılımının olması anlamına gelmektedir. Yani sadece üretim değil bakım, kalite, mühendislik, planlama gibi diğer fonksiyonlarında TVB faaliyetlerinde yer alması demektir. TKK'deki toplam kelimesi ise üretim süreçlerindeki tüm adımların, istisnasız olarak kontrol edilmesi ve bunun da operatörler / çalışanlar tarafından yapılması anlamına gelmektedir. Bir

başka ifade ile kalite proseste üretilir ve üretim kaliteden sorumludur (Schonberger, 1982).

Toplam kalite kontrol felsefesi için öncelikli olarak kalite sorumluluğu tamamen üretimde olmalıdır. Klasik olarak üretimin üretmesi ve sonrasında kaliteden sorumlu kişinin yapılanları kontrol etmesi yaklaşımı yalın üretim felsefesinde kapsam dışıdır. Bu bağlamda TKK için öncelikle üretim tüm sorumluluğu almalıdır.

Sıfır hata konusu bu asamdaki bir diğer önemli husustur (Ohno, 1988). Kalite hedefleri hiçbir zaman stabil olmamalıdır. Sıfır hata için sürekli olarak hep daha iyisi olacak şekilde güncellenmesi ve ekiplerin bu bilinç ile çalışması yalın üretim felsefesinin başarıya ulaşması için oldukça elzemdir.

Bu unsurlara ulaşabilmek için bir takım olmazsa olmazlar vardır.

- Önce kalite: Bunlardan ilki kalitenin üretim adetlerinden daha öncelikli olarak görülmesidir (Quality is first). Üretim sayısı ya da adedi odaklı olarak süreçleri yöneten bir firmada genelde problemler gerekli ilgiyi görmez ve sıfır hata hedefine asla yaklaşamaz.
- Yerinde kalite kontrol: Yalın felsefe, kalite kontrol edilir yaklaşımından, kalite güvence altına alınır yaklaşımına doğru gitmeyi hedefler (Schonberger, 1982). Bu bağlamda kalitenin proseste üretilmesi gerektiğine ve bunun operatör tarafından yapılması gerekliliğini düşünür. TKK kapsamında proses kontrol; üretim operatörünün ürün ile ilgili tüm kontrolleri yerinde ve eksiksiz, yüzde 100 olarak yapmasıdır. Onun yerine bir başkasının değil.! Bu sonuca göre her bir süreç iki temel faaliyetten sorumludur.
 - Hatalı ürün üretmemek,
 - Hatalı ürünü bir sonraki sürece aktarmamak,

Bu modelde kalite kontroller her bir iş adımı için operatör tarafından mevcut süreçte yapılır ve hiçbir koşulda bir sonraki süreç tarafından kontrol edilmez. Her süreç sağlam ürün aldığı varsayımı ile kendi iş adımlarını gerçekleştirir ve kendi iş

adımlarının kontrollerini yapar. Tedarikçi süreç her bir iş adımını doğru yapmaktan ve kontrol etmekten sorumludur. Yerinde kontrol dediğimiz bu yöntem tüm sorumluluğu ve yetkiyi operatöre vermektedir. Yani kalite yerinde üretilir ve üreten kaliteden sorumludur. Bu anlayış ile tüm akış içindeki süreçlerin kendi kalitelerinden sorumlu olması yaklaşımına kalite güvence ağı denilmektedir.

- Kalite panoları: Üretimde görsel kontrol son derece etkin bir iletişim aracıdır (Wilson, 2010). Sıfır hata için hiç bir sorun gizli kalmamalı ve özellikle kalite göstergeleri alan içinde herkes tarafından takip edilebilmelidir. Kalite problemleri, güncel kalite iyileştirme çalışmaları ve kalite ile ilgili devam eden çalışmalar hakkında rahatlıkla bilgi edinilebilmesi problemlerin gereken ilgiyi görmesi açısından oldukça elzemdir.
- Duruş kültürü: Yalın üretimin belki de en öncelikli konularından biri operatörlerin hat 'da ya da üründe bir problem olduğu anda, çözüm üretmek için hattı durdurma yetkisinin olmasıdır (Ohno, 1988). Durmak beklemek anlamında düşünülmemelidir. Duruş kültürü; hatalı üretmemek için durmak ve hatayı önlemek için durmak anlamındadır. Bugün bu felsefeyi uygulayan firmalarda üretim hiç bir zaman tam kapasite olarak planlanmamaktadır. Operatörlere gerektiği anda duruş imkanı sağlayacak zamanı verebilmek için bu esneklik düşünülmüştür. Kapasitenin az kullanılması kısa dönem için bir kayıp olarak görülebilir ancak orta ve uzun vadede sıfır hataya, donanımlı ekipleri ile gidebilme olasılığı karşısında rahatlıkla göz ardı edilebilir.
- Üretimin kalite eksper olması: Yerinde kontrol yapabilmek için iki şeye ihtiyaç vardır. Proses bazlı kalite kontrol talimatları / kriterleri ve bu kontrolleri yapacak yetkin, bilgili iş gücüne. Birçok yerde operatörler sadece elleri ve kolları olan birer makine gibi görülmektedir. Genelde fazla eğitim verilmeden süreçlerde çalıştırılan operatörlerden beklenti düğmeye bas, makineyi çalıştır ve sonrada parçayı al şeklindedir. Yalın üretimde ise bu durum tamamen farklıdır. Operatörlerin donanımlı, bilgili olması ve kendi alanları ile ilgili sorumluluk almaları beklenir. Bunun içinde sürekli eğitime, gelişim programlarına tabi tutulurlar. Klasik, geleneksel kalite kontrol bölümünde çalışan kişilerin yalın üretim içindeki aslı görevlerinden işte bu aşamada başlamaktadır. Proses kalite

kontrol talimatlarını hazırlamak ve üretim elemanlarına kalite konusunda sürekli eğitimler vermek.

- Küçük lot adetleri: Seri üretim ve ölçek ekonomisinin getirileri sonucunda birçok yerde hala kitle (mass) üretimi yapılmaktadır. Kitle üretimi yalın üretim felsefesinde öncelikli olarak tek edilmesi gereken konuların en başında gelmektedir. Seri bir hatanın nelere mal olduğu, yarı mamul stoklarının beklerken, taşınırken fire olduğunu her yerde görüyoruz. Toplam kalite kontrol yaklaşımı ve tam zamanında üretim için üretimin olabildiğinde küçük lot adetleri ile yapılması bir zaruriyettir.
- Toplam Verimli Bakım (TVB): Toplam verimli bakım konusu proses güvenilirliği açısından son derece elzem bir yalın araçtır. 5S ile başlayan bu süreçte öncelikle anormalliklerin anında fark edilmesine olanak sağlayacak düzen tesis edilmelidir. Bunun akabinde günlük kullanıcı bakım, planlı bakım ve tek nokta dersleri sıfır hata hedefine ulaşabilmek için diğer zorunluluklardır.
- Hata önleme sistemleri (Poka Yoke): İnsan her daim hata yapabilir. Üretimde olası insan hatalarını engelleyecek ya da hatanın bir sonraki sürece geçmesine engel olarak sistemlerin varlığı hem kontrol sürecini rahatlatır hem de kaliteye doğrudan etki eder. Poka Yoke, yanlışlık ile yapılabilecek hataları sıfıra indirmek ve olası hataları tespit etmek için kurulan düzeneklerdir. “Poka”, kaza ile herkesin yapabileceği hata (görülmeyen tesadüfi hata) “Yoke” ise korumak anlamına gelmektedir (Apiliogullari, 2013). Toplam kalite kontrol yaklaşımında yerinde kalite kontrol kavramından, operatörün her bir adımı kontrol etmesi gerektiğinden ve bu işlemin kısmı olarak operatör işlem süresini artırmaktadır. Poka yoke düzenekleri ile operatörün hata yapma riski sıfıra indirgenerek o adımın kontrol edilmesine olan gereksinim kaldırılır ve toplam işlem süresinde azalma elde edilir.
- Kalite araçları: Kalite problemlerinin analizi ve çözümü sürecinde yalın üretimde basit tekniklerden faydalanılır. Beklenti, problem çözme yetkinliğinin bu araçlar kullanılarak artırılmasıdır. 5 neden analizi, pareto analizi, balık kılıçığı analizi gibi

araçların orta kademe tarafından oldukça etkin kullanılması bu aşamada yetkinlik artışına ve problemlerin hızlı çözülmesine olumlu etki etmektedir.

- Tedarikçi kalitesi: Tedarik süreci birçok firma tarafında yeterinde ilgi gösterilmeyen konuların başında gelmektedir. Oysa kalite ya da verimsizlik problemlerinin oldukça önemli bir kısmı tedarik sürecinde yaşanan sıkıntılar kaynaklıdır. Malzemelerin istenilen kalitede gelmemesi, eksik ve zamanında gelmeyen parçalar buna örneklerdir. Bu aşamada, tedarikçi süreçlerinin denetlenmesi ve tedarikçilere gelişim anlamında destek / eğitimler verilmesi sıfır hata hedefi için oldukça önemlidir. Bu konuda aslında, klasik kalite kontrol bölümlerinin yalın üretim felsefesinde yapması gereken bir diğer alandır.

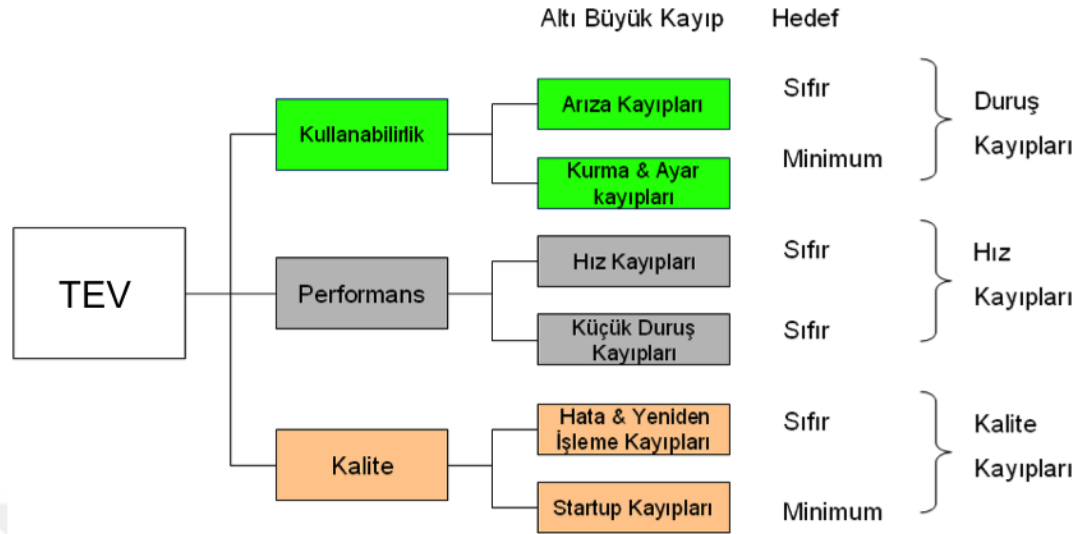
3.5. Toplam Verimli Bakım

Yalın üretim felsefesinde sık ürün dönüşü ve küçük lot adetleri ile üretim yapmak tam zamanında üretim stratejisi açısından oldukça önemlidir (Relkar ve Nandurkar, 2012). Ancak bu sonuca ulaşabilmek için gereken bir diğer önemli unsur da ekipman güvenilirliği ve süreç kararlılığıdır. Eğer süreçler ya da ekipmanlar sürekli olarak kararlı bir çıktı vermez ise üretim kayıpları, planlama değişiklikleri, tamir maliyetleri ve emniyet problemleri gibi sorunlar ile karşılaşılabilir (Chand ve Shirvani, 2000) ve tam zamanında üretimin sürdürülebilmesi olanaksız bir duruma gelebilir (Apiliogullari, 2010).

TVB (Toplam Verimli Bakım) konusu ilk defa 1971 yılında Seiichi Nakatajima tarafından önerilmiştir (Wang ve Lee, 2001). Temel amacı altı büyük kaybı ortadan kaldırarak ekipman verimliliğini ve üretkenliği artırmaktır (Chand ve Shirvani, 2000). Toplam verimli bakım ekipman üzerinde yapılması gereken çalışmalara bakım harici diğer bölümleri de dahil ederek ortak hedef doğrultusunda, birlikte çalışma konsepti üzerine geliştirilmiş teknikler dizisi olarak karşımıza çıkmaktadır. TVB sürecinde, Ekipman etkinliğini düşüren kayıpları genel olarak üç ana başlık ve altı alt grup altında toplayabiliriz (Tajiri ve Gotoh, 1992).

- Kullanabilirlik kayıpları (Arıza kayıpları ve Kurma ve ayar kayıpları)
- Performans kayıpları (Hız kayıpları ve Küçük Duruş kayıpları)

- Kalite kayıpları (Hata, yeniden işleme kayıpları ve Start-up kayıpları)



Şekil 3-13: Toplam Ekipman Verimliliği ve Altı Büyük Kayıp

Kullanabilirlik kayıpları: Planlanan üretim zamanını düşüren, makinenin üretim yapmasına engel olan kayıplardır. TVB konseptinde bu tür kayıplara kullanılabilirlik (availability) oranını düşüren kayıplar denilir. Arıza kayıplar ve kurma, ayar kayıpları bu tür kayıpların esasını teşkil etmektedir.

- Arıza kayıpları: Onarım gerektiren ekipman hatalarının sebep olduğu duruş kayıplarıdır. Genelde ekipmanın uygun olmayan koşullarda kullanılması, operatör kaynaklı yanlış ekipman kullanımı, eksik ya da yetersiz bakım faaliyetleri, uygun olmayan yedek parçanın kullanılması gibi etkenler bu tür kayıplara neden olurlar.
- Kurma ve ayar kayıpları: Üretim akışındaki değişikliklerin sebep olduğu kayıplardır. Ürün dönüşleri esnasında makinenin gerçek performansını yakalayabilinceye kadar geçen zaman, sabah üretim başlangıcı, vardiya başlangıcı ya da mola dönüşlerinde makinenin yeniden üretime başlaması gibi yapılan hazırlıkların, denemelerin neden olduğu kayıplardır.

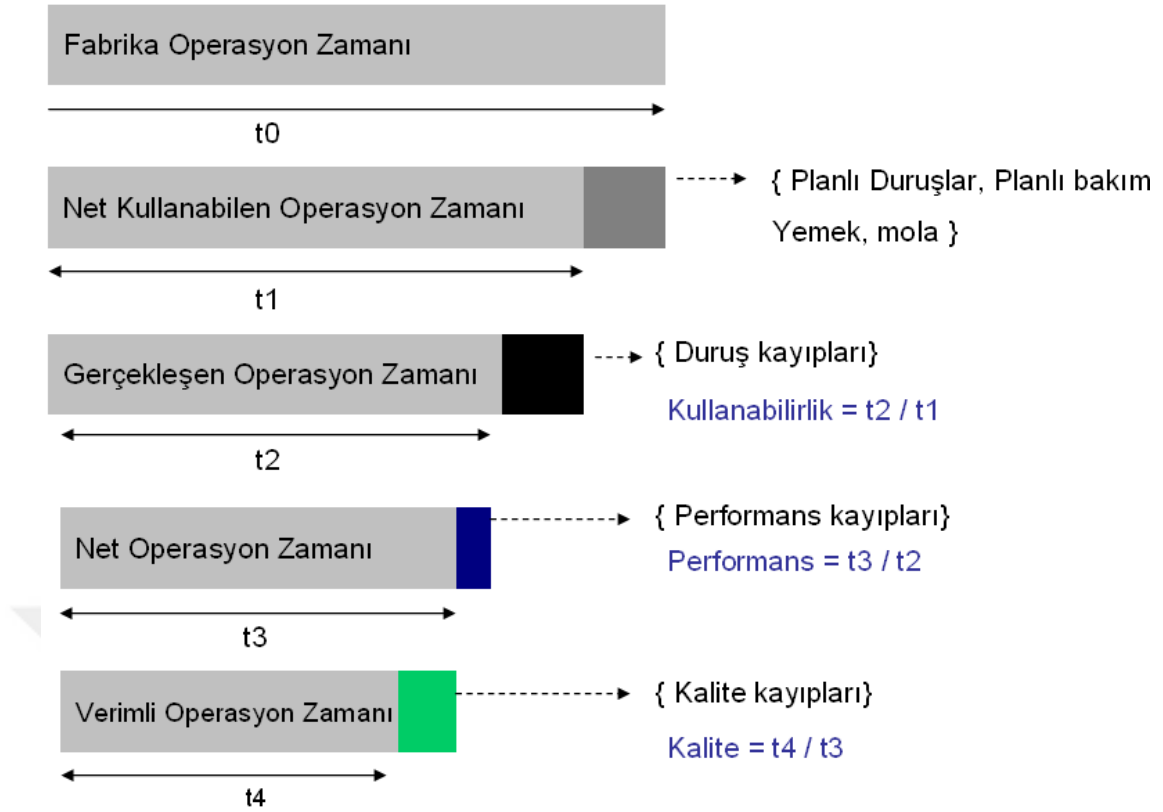
Performans kayıpları: Planlanan üretim zamanından duruş kayıplarının düşmesi sonucu kalan net operasyon zamanı içinde yer alan ve performansın düşmesine etki eden kayıplardır.

- Hız kayıpları: Ekipmanın ideal hızının altında çalıştırılmaması nedeni ile olan kayıplardır. Özellikle bazı proseslerde makinenin maksimum hızda çalıştırılması ürün kalitesinin bozulmasına sebep olabilmektedir. Bu gibi durumlarda makine daha düşük hızlarda çalıştırılarak performansı aşağılara çekilir ve kalite probleminin önüne geçilmeye çalışılır.
- Küçük duruş kayıpları: Genelde bakım bölümünün müdahalesini gerektirmeyen ve operatör tarafından çözümlenebilen, beş dakikanın altındaki küçük duruşların sebep olduğu kayıplardır.

Kalite kayıpları: Net operasyon zamanı içinde üretilen hatalı ürünlerin meydana getirdiği kalite oranını düşüren kayıplardır.

- Hata ve yeniden işleme kayıpları: Üretim süreci içinde meydana gelen hatalı ürünlerin sebep olduğu kayıplardır. Hatalı ürün ya fire olur ya da yeniden işlem görerek ürün haline getirilir. Her iki durumda da işçilik, enerji, hammadde gibi kayıplar oluşmaktadır.
- İlk kalkış kayıpları: Seri üretimin hemen öncesi (seriye başlangıç için yapılan ilk ayar denemeleri) süreç içinde meydana gelen üretim hatalarıdır. Özellikle ürün dönüşlerinde yeni ürünün üretimine ilk başlangıç aşamasında ilk sağlam ürün üretilinceye kadar verilen kayıpları bu tür kayıplar içine alabiliriz.

İşletme ekipmanın verimi ölçebilmek için bu üç kaybın etkilerinin beraber irdelenmesi gereklidir. Yani kullanabilirlik, performans ve kalite göstergeleri etkilerinin aynı anda gösterilmesi ile elde ettiğimiz sonuca toplam ekipman verimliliği denilmekte ve TEV (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ile gösterilmektedir.



Şekil 3-14: Kayıplara Etki Eden Zamanlar

$$TEV = \text{Kullanabilirlik} \times \text{Performans} \times \text{Kalite}$$

Kullanabilirlik = Gerçekleşen operasyon zamanı / Net kullanılabilen operasyon

Performans = İdeal çevrim zamanı x Üretilen ürün / Gerçekleşen operasyon

Kalite = Sağlam üretilen ürün adedi / Toplam üretilen ürün adedi

TEV bir işletmenin ciro ve karlılığına doğrudan etki eden bir göstergedir. Aşağıdaki örnekte üç farklı durum incelenmiş ve TEV (OEE) faktörüne göre karlılık ve ciro durumları incelenmiştir.

- İlk durumda sıfır ve sadece bir adet fire verilmiş. Bu durumda 200 adet üretilmiş ve 199 adet satılmıştır.
- İkinci durumda ise sistem içinde 45 dakika arıza olmuş ve Kullanabilirlik oranı yüzde 90'a düşmüş, aynı şekilde 10 adet üründe fireye ayrılmıştır. Bu durumda 180 adet ürün üretilenmiş ve 170 adedi satışa dönüşmüştür.

- Üçüncü durumda ise durum daha kötü bir hal almış ve topla 90 dakika arıza ve 30 adet fire olmuştur. Bu durumda ise 160 adet ürün üretilmiş ancak sağlam olan 130 adet ürün satışa dönüşmüştür.

	case-1		case-2		case-3	
kullanabilirlik	100,0%	0 arıza	90,0%	450 dk da 45 dk arıza	80,0%	450 dk da 90 dk arıza
performans	100,0%		100,0%		100,0%	
kalite	99,9%	200'de 1 adet fire%	94,4%	180'de 10 adet fire	81,3%	160'de 30 adet fire
OEE	100,0%		85,0%		65,0%	
Üretime giren parça	200	0 arıza	180	45 dk arıza durus.	160	90 dk arıza durus.
Fire olan parça	1	fire	10	fire	30	fire
Satışa sunulan parça	199	Sağlam üretilen	170	Sağlam üretilen	130	Sağlam üretilen
Toplam Maliyet	2.528		2.288		2.048	
Toplam Ciro	3.582		3.060		2.340	
Toplam Kar	1.055		773		293	
Kar / Ciro %	29%		25%		13%	

Şekil 3-15: OEE'nin Karlılığa Etkisi

Buradan görüleceği üzere TEV fırsat maliyetlerine doğrudan etki etmektedir. İlk durumda karlılık yüzde 29 iken, ikinci durumda yüzde 25, son durumda ise yüzde 13e kadar gerilemiştir. Çünkü makinenin arıza yapması ya da ürünlerin fire olması sabit maliyetleri indirgememekte ve düşük TVB fırsat maliyetleri oluşturmaktadır. Düşük TVB sonucu olması gerekenden daha az sağlam ürün üretilmekte ve ciro düşük çıkmakta ancak sabit maliyetler de değişim olmamaktadır.

OEE Kategori	İyi Sınıf Üretici Ortalaması (World Class Manufacturer)
Kullanabilirlik	% 90,0
Performans	% 95,0
Kalite	% 99,9
OEE	% 85,0

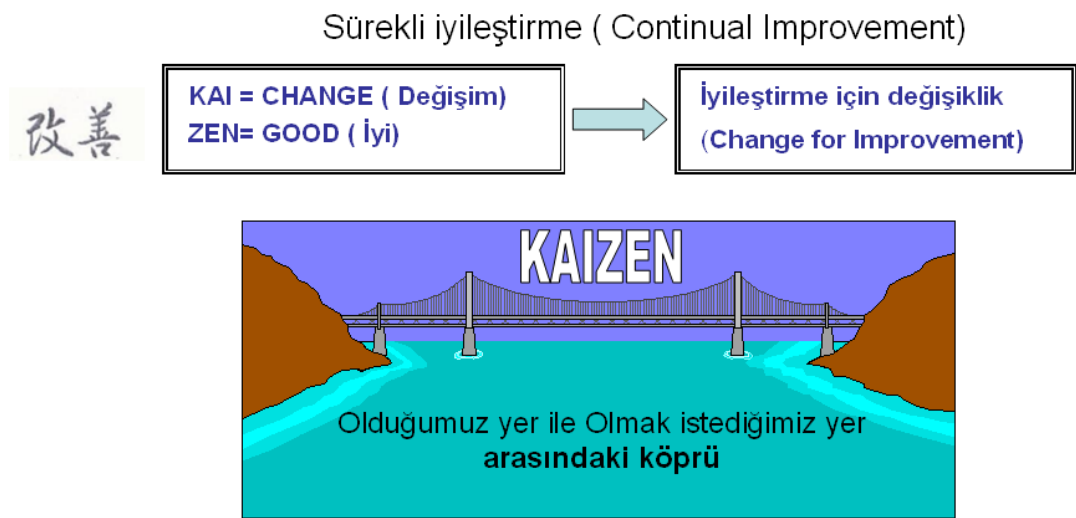
Şekil 3-16: Dünya Sınıfı Üreticiler TEV değeri (Tajiri, 1996)

Bu duruma gelebilmek ve TVB uygulamalarının başarılı olabilmesi için bir takım sıralı tekniklerin izlenmesi gerekir. TVB çalışmaları için en öncelikli konuların

başında İSG ve 5S uygulamaları gelmektedir. Sıfır iş kazası, anormallerin kolay ve hızlı bir şekilde fark edilip, önlem alınabilmesi için çalışma alanının tam olarak organize edilesi gereklidir. Kullanıcı bakım uygulamaları üretim operatörlerinin TVB süreçlerinde etkin bir şekilde yer almaların olanak sağlar. Genel temizlik, yağlama ve sıkma süreçlerini kullanıcı bakım uygulamaları ile operatörlere aktarabilmek için, her bir işlem adımı için operatörlere tek nokta dersleri verilmesi gereklidir. Planlı bakım faaliyetleri TVB sürecinin yine hassas adımlarından biridir. Ekipmanlar arıza yapmadan gerekli tedbirleri alıp, TEV performansını artırabilmek için planlı bakım uygulamalarının sorunsuz olarak işletilmesi zaruridir. TVB da süreç performanslarının sürekli izlenmesi için sahadan gerçek zamanlı verilerin alınması ve TVB hesaplamalarının gerçek zamanlı olarak yapılması TVB sürecinde oldukça önemlidir.

3.6. Sürekli İyileştirme

Kaizen, Japonca KAI + ZEN kelimelerinin bileşkesinden meydana gelmiş bir terim olup sürekli iyileştirme anlamına gelmektedir (Imai, 1986). Proseslerde, ekipmanlarda veya üründe mevcut olan ancak değer üretmeyen tüm kayıpları (MUDA) ortadan kaldırmak için yapılan küçük ancak sürekli olan iyileştirme faaliyetleri olarak da tanımlanabilir (Ohno, 1988).



Şekil 3-17: Sürekli İyileştirme (KAIZEN)

Kaizen faaliyetleri genel olarak iki ana amaç için yapılır.

1. Standardı yakalamak için yapılan kaizen: Süreç çıktısının, kayıpların etkisi sonucu beklenenden daha kötü olması durumunda yapılan iyileştirme faaliyetleridir. Yapılan Kaizen'lerin büyük çoğunluğu bu gruba girer.
2. Standardı geliştirmek için yapılan kaizen: Beklenen sonuç ile elde edilen sonuç aynıdır ancak beklenen sonucun daha da geliştirilmesi, iyileştirilmesi için yapılan kaizen faaliyetleridir.

Tam zamanında üretim için gerekli olan malzemelerin tedarikçilerden zamanında ve sorunsuz olarak gelmesi son derece önemlidir. Malzemelerin geç ya da eksik gelmesi, istenilen kalitede olmaması bir sonraki sürecin tam zamanında üretim yapamamasına neden olabilmektedir. Klasik olarak bu gibi durumlarda tampon ya da emniyet stoku anlamında bir takım stoklar tutulması olanaklı olsa da, yalın üretim sisteminde fazla envanter kayıp olarak görülmektedir. Bu durumun üstesinden gelinebilmesi için doğru tedarikçilerin sisteme dahil edilmesi ve tedarikçi performansların sürekli istenilen seviyede olmasının sağlanması için tedarikçiler ile gerek eğitim gerekse ürün geliştirme aşamalarında stratejik anlamda iş birliklerinin kurulması son derece önemlidir. Toyota bu bağlamda tedarikçi seçme, değerlendirme süreçlerini oldukça hassas yöntemler ile yapmakta, olabildiğince az sayıda ve yakın tedarikçiler ile çalışarak, onlar ile üretim programları, yeni ürün geliştirme süreçleri gibi konularda etkin iletişim kurmakta ve tedarikçi geliştirme programları uygulayarak tam zamanında üretim felsefesinin tedarikçi kaynaklı olarak aksamasına izin vermemektedir.

4. ÇEVİK ÜRETİM

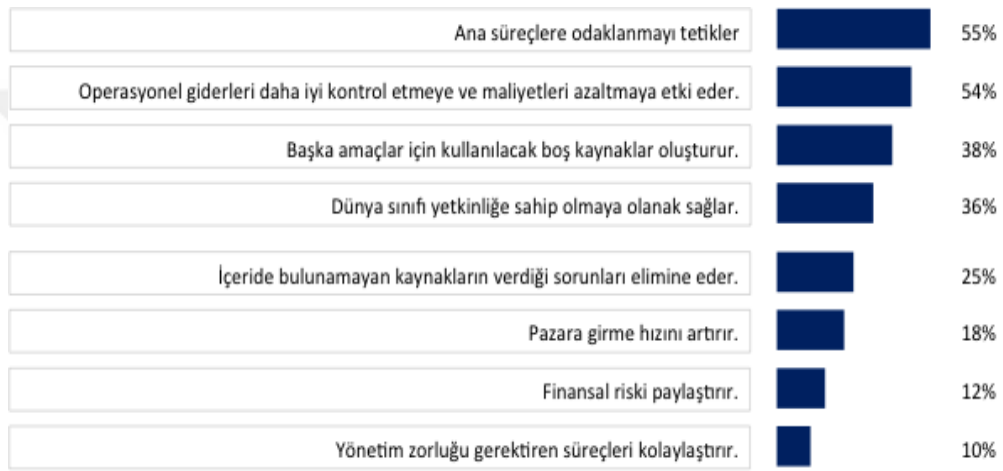
4.1. Stratejik Tedarikçi İlişkileri Yönetimi

Tedarik zincirinin rekabet ettiği günümüz şartlarında tüm zincirin değişme karşı duyarlı ve tepkisel olabilmesi son derece elzemdir. Talep değişkenliği; pazar koşulları, müşteri istekleri, teknoloji ya da sosyal faktörle gibi nedenlerden dolayı gelebilir. Ani gelişebilen talep artışlarına hızlı ve rekabetçi maliyetler ile cevap verebilmek için tedarik zinciri süreçlerinin her alanda esnekliğe sahip olması gereklidir (Muhammed vd., 2008). Bu faktörler altında değişkenliğe karşı tepkisel olabilmek için zincir içinde yer alan tüm firmaların, ana uzmanlık alanlarına odaklanarak, ortak hedefler doğrultusunda, sinerji oluşturan bir yaklaşım sergilemeleri gereklidir (Yusuf ve Gunasekaran, 2004). Bir firmanın tek başına bu hedefe ulaşabilmesi mümkün değildir (Yusuf, 2004).

Üret ya da tedarik et: Günümüz dünyasında üretim sektörünün önceliği inovasyon, kalite ve hızlı ürün geliştirme konuları almaktadır. Firma insan kaynaklarının ve enerjisinin olabildiğince bu konuların gelişimi için kullanılması oldukça önemli bir rekabet avantajıdır. Her şeyin en iyisini yapabilmek olanak dışıdır. Bir ekmek fabrikası aynı zamanda tarla alıp buğday ekmez, değirmen kurup un üretmez ya da maya imal etmeye kalkmaz. Gereken malzemeleri istediği kriterlerde, zamanında ve uygun fiyata alarak kaliteli ekmek yapmak öncelikli işidir. Tedarikçi kaynakları kullanılarak ürün geliştirme (dış kaynak kullanımı) sürecinde öncelikli olarak ana firma hangi ürünlerin dış kaynak kullanılarak tedarik edileceğine karar vermek zorundadır. Üret ya da tedarik et süreci olarak adlandırılan bu aşamada, kapasite yetersizliği, bilgi eksikliği ya da her ikinden dolayı bu duruma gidilebilir.

Çevikliğe ulaşabilmek için gerekli olan kapasite ve insan gücü esnekliğinin elde edilebilmesinde dış kaynak kullanımının oldukça önemli etkisi vardır (Levi, 2009). Firmaların uzmanlık alanı olan asli işlerine konsantre olmaları ve daha az yetkin

oldukları süreçleri, dış kaynaklara yönlendirmelerinin bir açıdan yararı olduğu gibi kısmi sakıncaları da yok değildir. Ölçek ekonomisi kapsamında dış kaynak kullanmak ürünlerin daha ucuza mal olması etki eder. Dış kaynak tedarikçi; rekabetçi olup, sürekli pazarda var olabilmek için kendi alanındaki ana yetkinliğine yatırım yaparak gerek teknolojik gerek ise bilgi anlamında güncel tutmak zorundadır. Bu sonuçlar dış kaynak kullanan firma için, tedarikçi teknolojilerini kullanarak yeni ürün geliştirme sürecini hızlandırarak, yatırım yapmadan değişen Pazar koşullarında esnek olabilmeye katkı sağlamaktadır.



Şekil 4-1: Dış Kaynak Kullanımının Avantajları (Kaynak: Apiliogullari, 2012)

Ancak dış kaynak kullanma aynı zamanda da dış kaynağa bağımlılık anlamına gelmektedir. Bu anlamdaki en büyük risk tüm üretim, tasarım bilgilerinin tedarikçide olması ve bu süreci tedarikçiye bırakmış olmaktan dolayı kaybedilen bilgidir. Olası uyuşmazlık durumlarında bu bilginin yeniden içeri alınabilmesi kolay değildir. Bu duruma ilave olarak tedarikçinin mevcut kurulu sistem ve bilgiyi bir başka rakibe açmasıdır. Bu durumda rakip, dış kaynak kullanan firmanın imkanlarına pek de efor sarf etmeden ulaşmış olur. İkinci büyük risk ise tedarikçi firma ile özellikle durağanlık dönemlerinde hedeflerin örtüşmemesidir. Hızlı büyüme dönemlerinde dış kaynak kullanan firmanın esneklik taleplerine tedarikçi firmalar iş hacminin yüksek olması nedeni ile proaktif olarak yaklaşırlarken, yavaş büyüme dönemlerinde gereken esnekliği maliyet unsuru gibi etkenlerden dolayı her zaman gösterememe durumu vardır.

Toyota üretimi için gereken malzemelerinin yüzde 30'unu kendi bünyesinde yapmaktadır. Modüler ürün diye tanımlanan basit komponentleri yüzde 100 dış kaynak kullanarak temin ederken, trim aksamının yüzde 30'unu, integral parça olarak tanımladığı motorun ise tamamını kendi bünyesinde yapmaktadır.

Doğru tedarikçi seçimi: Etkin bir tedarik zinciri tasarlayabilmek için öncelikle doğru tedarikçiler ile çalışılması gereklidir. Bir zincir en zayıf halkası kadar güçlüdür yaklaşımı ile tedarik zincirinin çevik ve sağlıklı olabilmesi için seçilecek tedarikçilerin bazı kriterleri karşılaması gerekir. Günümüzde maalesef bir çok satın alma departmanı yöneticisi en ucuza tedarik edebilme yaklaşımı ile tedarikçilerini seçmektedirler. Bu durum aslında satın alma yöneticisinin kendi tercih ettiği bir yöntem değildir. Ondan beklenti ya da verilen hedef, satın alma maliyetlerini aşağı çekmesidir, gerekli malzemeleri olabildiğince ucuza mal etmesidir. Ancak gerçekte durum hiç bir zaman bu şekilde işlemez. Sadece ucuza alayım yaklaşımı, orta ve uzun vadede daha pahalıya mal olabilmektedir.

- Tedarikçi yetkinlik ve proses sorunları sürekli aynı kalitede mal temin edilebilmesine olanak sağlamayabilir.
- Tedarikçi zamanında teslimat problemleri bazı anlarda malzemelerin geç gelmesine sebep olabilir.
- Tedarikçinin başka müşterileri de vardır. Tüm kaynaklarını her daim aynı müşteriye ayıramaz ve talep artışı isteklerine her zaman olumlu yanıt veremez.
- Pazara sunulması gereken yeni bir ürünü geliştirilirken gereken desteği yetkinlik ve teknolojik anlamında sağlayamaz.
- Tedarikçi ile müşteri arasında etkin bir sözleşme yok ise, tedarikçinin beklentileri yerine getirmemesi durumunda müşteri yaptırımında bulunamaz.

Kısaca, sürekli olarak üretimde sorunlar yaşanabilir, hatlar durabilir, sorunları çözümü için ekstra efor harcanabilir ve müşterilere zamanında mal gönderemez duruma gelip ciro kaybedilebilir. İşte bu aşamada bir satın alma yöneticisinin en öncelikli görevi doğru stratejik partneri seçebilmektir. Tedarik zinciri sürecinin sağlıklı işleyebilmesi için sorunuz malzeme akışının sürecin en başından itibaren doğru kurulması ve kurgulanması gereklidir.

Tedarikçi seçimi için bir çok önemli kriter tanımlanmıştır. Ancak bunlardan bazıları diğerlerine göre çok daha kritiktir. Lee (2014) çalışmasında tedarikçi seçimi sürecinde tedarikçilerin yönetim yeteneği, üretim ve tasarım yetkinliği, iş birliğine yatkınlık ve ileri seviye bilgi teknolojileri kullanımı faktörlerinin seçim sürecinde önemli kriterler olduğuna vurgu yaparken, çeviklik alt başlığı altında hız, teslimat, üretim ve kaynak tedarikinde esneklik kriterlerinin önemine değinmiştir. Purvis (2014) tedarikçinin değişime olan yetkinliği ve esnek olabilmemesinin önemi ile birlikte, zincir içinde birçok tedarikçinin olmasının dirençli ve esnek bir tedarik modeli kurulmasına katkı sağlayacağını belirtmiştir. Verma ve Pulman (1998) tedarikçi seçiminde, tedarikçide olması gereken öncelikli kriterler için kalite, zamanında teslimat, maliyet, teslim süresi ve esneklik olarak tanımlamışlardır.

- **Kalite:** Kalite konusu her zaman en öncelikli konudur. Kalitesiz gelen bir mal hem üreticiyi müşteri karşısında zor durumda bırakır hem de operasyonel maliyetlerinizi artırır. Özellikle TZÜ çalışılan süreçlerde kalitesiz malın gelmesi tüm süreci etliler. Firmalar bu süreci garanti altına almak için genelde girdi kalite kontrol sürecini devreye alırlar. Tedarikçiden gelen malzemeleri durumuna göre yüzde yüz, örnekleme ya da sertifika kontrolleri ile kontrol ederek iç süreçlere almak isterler. Ancak bu durum ebettteki bedava değildir ve tedarikçinizin yapması gereken işi neden siz yapmaktasınız. Kısaca kontrol işlemi bir kayıptır.
- **Zamanında teslimat:** Geç gelen mal ile hiç gelmeyen mal arasında bazen hiç bir fark yoktur. Rekabetteki en öncelikli unsurların başında doğru malı doğru zamanda doğru yere verebilmek gelmektedir. Üretim sektöründe bu problem çok fazla yaşanır. İletişim, koordinasyon ya da tedarikçi proses sorunları gibi etkenlerden dolayı bazen malzemeler istenilen miktar kadar ve / veya zamanında gelmez ve sizin süreçleriniz etkilenir. Geç gelen malzeme üreticinin esnekliğini azaltır ve müşteriye zamanında mal gönderebilmek için üretim planlarını değiştirmesine, başka müşterileri mağdur etmesine neden olabilir.
- **Maliyet:** Sektörde satın alırken kazanmak diye bir tabir vardır. Bu tabir gerçekte malı ucuza almak anlamına gelmemelidir. Tedarik zincirinde tek taraflı kazanç kısa vade için belki ancak orta ve uzun vade de olanak dışıdır. Güçlü alıcılar genelde zayıf satıcıları maliyet baskısı altına almak isterler ve kısa vadede

başarılı da olurlar. Ancak unutulmamalıdır ki, maliyet baskısının sonucunda tedarikçi mutlaka servis seviyesinden (kalite / teslimat) ödün vermek zorunda kalacaktır. Bu sebeple ilerleyen dönemde başka bir tedarikçi ile çalışmak zorunda kalınabilir. Mevcut bir tedarikçiyi değiştirip, yeni birini bulmak ve çalışmaya başlamak maliyetsiz değildir. Eski tedarikçiye baskı yapılarak elde edildiği sanılan maliyet avantajının fazlasını yeni tedarikçiyi bulmak ve sistem içinde almak için harcanır (Switching Cost).

- **Hız:** Değişim inanılmaz bir hız ile olmaktadır. Rakiplerin sayısı artmakta ve dolayısı ile eskiye oranla daha fazla sayıda yeni ürün geliştirilmektedir. Eğer zamanında, pazarda yeni ürün ile yer alınamaz ise ciddi anlamda ciro sorunu yaşanabilir. Pazar beklentilerini iyi anlayıp, bu durumu tedarikçiye aktarıp, onlarında üretici ile birlikte aynı reaksiyonu verebilmesi bu aşamada son derece önemlidir.
- **Esneklik:** Esneklik en basit anlamı ile değişkenliğe karşı adapte olabilme yeteneği olarak tanımlanabilir.

Bu faktörleri değerlendirebilmek için tedarikçi süreçleri yerinde sıkı denetlemelidir. Tedarikçinin nerelerden ham madde aldığı, üretim süreçlerinde kullandığı ekipmanların güvenilirliği, süreç kararlılığı, kapasite durumu, yetkinlik ve problem çözme yeteneği gibi faktörler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Stratejik iş birliği: Pazarda oluşabilecek, öngörülmedik değişimlere karşı tüm tedarik zincirinin, oluşan fırsatları fark edebilme ve müşteri gereksinimlerini doğru şekilde cevaplayabilmesi, miktar ve çeşit anlamında olabilecek talep değişikliklerine karşı uygun maliyetler altında, hızlı cevap verebilme yeteneğine sahip olmalıdır (Towill ve Christopher, 2002; İsmail ve Sharifi, 2006; Khan vd., 2009). Bu bağlamda çevik tedarik zinciri yönetimi için özellikle tedarikçiler ile yakın ve işbirlikçi yaklaşım içinde olan bir organizasyon içinde bulunmaları (Kisperka-Moron ve Haan, 2011) ve zincir içinde bulunan tüm organizasyonların operasyonel, yönetsel ve bilgi teknolojileri alanlarındaki yetkinliklerini paylaşarak toplam sinerji elde etmeleri son derece elzemdir (Ngai vd., 2011).

Stratejik iş birliğin en önemli yapıtaşı tedarikçiler ile yapılan iletişimin seviyesi ve kalitesidir. Tedarikçiler ile yapılan iletişim ve etkin çalışma seviyesinin detaylandırılmasının ve yüzeysellikten ziyade ilgili fonksiyonların karşılıklı olarak daha sıkı bir araya gelip, bilgi paylaşımları oldukça önemlidir. Çevik tedarikçi elde edebilmek için yüksek seviyede iletişim ve efektif bilgi paylaşımı gereklidir. İleri seviye bilgi işlem yazılımları ve internet sayesinde birçok firma tedarikçileri ile operasyonel seviyede üretim programları, stok bilgileri gibi birincil seviye bilgileri değil, tasarım bilgileri, market trendleri, stratejik büyüme planları gibi kurumsal seviyedeki özel bilgilerini de paylaşarak, tedarik zincirini bir bütün olarak görmeye ve tedarikçileri ile güvene dayalı uzun vadeli ilişkiler kurmaya çalışmaktadırlar. Nadiren görülse bile bazı firmalar ile tedarikçileri arasında güven ortamının en son noktası olan hesaplarda şeffaflık ilkesine de rastlanmaktadır (Christopher, 2000).

Stratejik anlamda tedarikçiler ile birlikte, eşzamanlı olarak ürün geliştirilmesi (Christopher, 2002), ürün geliştirme süreçlerine tedarikçilerin olabildiğince dahil olması (Gunasekaran, 1999) ve fonksiyonlar arasında etkin ve kaliteli iletişim olması (Yusuf, 2004) çeviklik anlamında tedarik zincirine etki etmektedir. Süreç entegrasyonu olarak da adlandırılan bu durum (Christopher, 2000) iletişim, bilgi paylaşımı ve farklı firmalardaki karşılıklı ekiplerin aynı amaç doğrultusunda sinerji oluşturarak etkin bir şekilde çalışma konseptine dayanmaktadır. Bu sonuca ulaşabilmek ve tedarikçilerin hepsi ile süreç entegrasyonu yapabilmek olanak dışı olduğu için, tedarikçi sayısının azaltılarak sınırlı sayıdaki kritik tedarikçiler ile bu sürecin yapılabilmesi çeviklik açısından oldukça önem ihtiva etmektedir.

Stratejik denilince ilk olarak aklımıza gelen konu uzun vade gelmektedir. Uzun vade ve güvene dayalı ilişki stratejik işbirliğinin esaslarını teşkil eder. Tedarik zinciri yapısının dirençli yani olası değişkenliklere karşı tepkisel olabilmesi oldukça önemlidir. Herhangi bir tedarikçideki kırılganlığı tolere edebilecek alternatif tedarikçilerin sistem içinde olması, tek bir tedarikçiye bağlı kalmamak için fazla sayıda tedarikçi ile çalışılması da avantaj olarak görülebilir. Ancak stratejik iş birliği teknik olarak çok sayıda tedarikçi ile yapılamaz. Çünkü işletmelerin kaynakları bu süreci yönetmeye yeterli değildir. Bu bağlamda stratejik iş birliği kurulabilmesi için öncelikli olarak tedarikçi sayısı indirgenmelidir. Çok sayıda tedarikçi ile aynı anda eş zamanı olarak etkin iletişimi kurulabilmesi mümkün değildir. İşletme kendi alanında

uzmanlaşma gidebilmesi için diğer alanlar için güvenebileceği, uzun vade yatırım yapabileceği stratejik partnerlere ihtiyacı vardır. Kontrol edebilme ve teslimat zamanını kısaltabilme açısından da kendine yakın lokasyonlardaki tedarikçilere yönelmesi bu anlamda kendine avantaj sağlayacaktır.

Stratejik tedarik ilişkilerine en güzel örneklerden biri tedarikçi yönetimli envanter (Vendor Managed Inventory: VMI) konseptidir. Bu konseptte üretim için gerekli olan tüm malzeme stoğunu tedarikçi üretici adına kendi depolarında tutar ve gerektiği anda gereken malzemeleri üretim hatlarına göndererek süreci yönetir. Yani bir bakıma bu süreci sizin adınıza yönetir. En başta sanki saha maliyetli gibi gözükken süreç gerçekte son derece avantajlıdır. Stok maliyetleri, yönetim giderleri ya da malzemenin elde kalması gibi riskleri tamamen tedarikçinin üstlenmesi gerçekte son derece avantajlıdır. Ancak bu sürecin etkin işleyebilmesi için tedarikçi ile işletme arasında oldukça efektif iletişim olması gereklidir. Üretim planları, talep tahminleme bilgilerinin gerçek zamanlı olarak tedarikçiler ile paylaşılması gereklidir. İletişimin doğru ve zamanında olması içinde bilgi teknolojileri (Information Technologies: IT) altyapısına yatırım yapıp, tedarikçiler ile entegrasyona gidilmesi zaruridir.

Bu bağlamda çevik tedarik zinciri yönetimi için özellikle tedarikçiler ile yakın ve işbirlikçi yaklaşım içinde olan bir organizasyon içinde bulunmaları ve zincir içinde bulunan tüm organizasyonların operasyonel, yönetsel ve bilgi teknolojileri alanlarındaki yetkinliklerini paylaşarak toplam sinerji elde etmeleri son derece elzemdir.

Tedarikçi Geliştirme: Çevik iş gücü olmadan çeviklik olamaz, bu nedenle çalışanların, tedarikçilerin sürekli olarak eğitilmesi, geliştirilmesi gereklidir (Gunasekaran, 1999). İyi eğitilmiş, donanımlı, motive iş gücü ve uygun teknoloji yeni ürün devreye alma süreci hızını ve kalitesini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Toyota rakiplerine oran ile daha az sayıda tedarikçi ile çalışır. Bunun en temel nedenlerinden biri olabildiğince fazla tedarikçi ile stratejik iş birliği kurabilmektir. Tedarikçi geliştirme ekiplerini buralara göndererek hem bilgi transferi sürecini etkinleştirmeye hem de yalın felsefenin tedarikçilerde de yaygınlaşmasını sağlamaya çalışır. Tedarikçi geliştirme sürecinde ürün, teknoloji, süreçler gibi konularda bilgi aktarılabileceği gibi sürekli iyileştirme faaliyetleri ile ilgili ortak çalışmalar

yapılarak, tedarikçilerin de kendi iç süreçlerinde yaşadıkları kayıpları ortadan kaldırarak daha esnek bir yapıda olmaları sağlanabilmektedir. Hem öğrenen hem de öğreten bir organizasyon olmanın, tedarik zincirinin bütünsel düşünülmesi ile önemi giderek daha da artmaktadır.

Satın alma bölümünün işlevini iki gruba ayırabiliriz. Stratejik satın alma, operasyonel satın alma.

- Stratejik satın alma süreci (procurement) genel olarak tedarikçilerin bulunması, sözleşmelerin yapılması ve sürecin sağlıklı bir şekilde yürümesi için genel malzeme akışının üst perdeden kontrol edilmesinden sorumludur. Bir başka ifade ile tedarikler ile stratejik ilişkilerin kurulmasından sorumludur. Stok devir hızı (turn), aşırı ve kullanılmayan (Excess and Obsolete: EO) malzeme kalmaması gibi KPI'ları sıkı takip eder.
- Operasyonel satın alma ise, stratejik satın alma sürecinde tesis edilen kriterler doğrultusunda, işletmenin ihtiyaç duyduğu malzemelerin günlük, haftalık olarak takip edilmesi ve siparişlerinin verilmesinden sorumludur. Günümüzde malzeme planlama fonksiyonunu yürüten kişiler gerçekte operasyonel satın alma süreci içinde yer alan kişilerdir.

Stratejik satın alma açısından en öncelikli konu tedarikçi değiştirmenin maliyetli olacağı durumları etkin olarak yönetebilmektir. Kontrat ve sözleşme yönetimi. Çünkü bazı durumlarda tedarikçi değiştirme maliyetleri (Switching cost) oldukça maliyetlidir ve bu durumun söz konusu bile olması üretim süreçlerini ciddi manada risk altına alabilir.

Üretim için gerekli olan malzemeleri en basit anlam ile dört gruba ayırabiliriz.

- Kritik olmayan malzemeler: Gerek talep gerek ise arz gücünü fazla olmadığı, ihtiyaç halinde kolay temin edilebilecek malzemelerin oluşturduğu gruptur. Kırtasiye, ofis malzemeleri gibi. Bu grup için teknik anlamda her hangi bir sözleşmeye gerek yoktur.

- Kaldıraç etkisi malzemeler: Arz gücünün düşük, talep gücünün yüksek olduğu piyasaları kapsamaktadır. Tedarikçiler arasındaki rekabet baskısı yüksektir. Satın almalarda en sık kullanılan yöntem ile hedef fiyat belirlendikten sonra, tedarikçilerin küresel rekabet baskısı altında en iyi fiyatı vermeye zorlamaktır. Bu ürün grupları için tamamlayıcı ambalaj malzemeleri (palet, naylon, çember), kesici diskler, makine parçaları verilebilir.
- Darboğaz malzemeler: Arz gücünün yüksek, talep gücünün düşük olduğu piyasaları kapsamaktadır. Piyasada tek veya az sayıda tedarikçi bulunmaktadır. Bu durumlar için en iyi strateji yapılabiliyorsa talebin doğasının değiştirilmesidir. Tedarikçiye bağımlı kalındığından, kilit tedarikçiler ile uzun dönemli işbirliği şansını engellemektedir. Firmalar para ve zaman kaybına sebep olacağından bu değişimleri yaşanmamaları, uzun dönemde daha büyük problemler ile karşılaşma risklerini arttırmaktadırlar. Kimyasal malzemeler bu grupta değerlendirilebilir.
- Kritik – stratejik malzemeler: Arz ve talep gücünün yüksek olduğu piyasaları kapsamaktadır. Malzemeler iş için kritik öneme sahiptir ve değiştirilmesi çok zordur. Bu gibi piyasalarda şirketlerin ve tedarikçilerin ile ortak çalışmaya girmeleri ve ortak paydada buluşmaları gerekmektedir. Hammaddeler bu gruptadır.

4.2. Pazara Duyarlılık

Tedarik zinciri sürecinin en önemli komponenti üründür. Tüm süreç, ürünü müşteri ile buluşturma konseptine dayalıdır. Günümüz koşullarında firmaların karar verme sürecinde en çok zorlandığı konuların başında ne üretileceği, ürün çeşitliliğinin ne düzey olacağı ve hangi üründen, nerede, ne kadar stok tutulacağı gibi konuları gelmektedir. Eğer, son derece teknolojik ve hiçbir yerde bulunmayan bir ürün üretmiyorsanız, mutlak suretle müşterinin ne istediğini, beklediğinin iyi anlaşılması gerekir. Müşteri aslında ürün aramaz, bir problemine çözüm arar.

Doğru Ürün, Doğru Varyant: Ürün kompleksliği özellikle hızlı hareket eden tüketim mallarında oldukça fazladır. Çeşitliliğin fazla olması, paketleme

standartlarındaki yetersizlik ve promosyonel faaliyetlerin artması çeviklik karşısındaki engellerden biridir (Christopher, 2000). Bu komplekslik içinde değer nerededir? Müşterinin istekleri kısa vadeli kazanç için mi yoksa uzun vade de getiri mi sağlayacaktır ?

Ürün geliştirme sürecinde müşterin süreçlere dahil olması ve yine müşteri ile mutabakata varılarak ürün ve çeşitlerin belirlenmesi net olarak ürün çeşit sayısını azaltılmasına katkı sağlar. Benzer şekilde ürün koleksiyonlarında çok değer üretmeyen ürünlerin eliminasyonu, paketleme süreçlerinde optimizasyon ve standartlaşma ile birlikte, etkin ve karlı promosyonel faaliyetlerin koordine edilmesi de verim, hız açısından oldukça önemlidir (Christopher, 2000). Doğru varyantta ürünlerin sahada olması ile satılma olasılığı olmayan ürünler için gereksiz ürün geliştirme ve üretim maliyetlerinin önüne geçilmiş olur.

Bu bağlamda müşterinin istediği değere odaklamak için bu alanlardaki kompleksliğin azaltılması da çeviklik açısından öncelikle ele alınması gereken konulardan biridir. Bu durum fırsat maliyetlerini ortadan kaldırarak daha rekabetçi olunması konusuna pozitif etki yapmaktadır.

Ortaklaşa Planlama: Pazarın gerçek beklentilerini tam olarak algılayıp, tahmine dayalı üretim yerine gerçek talebe göre planları yapabilmek için gerçek bilgiye ulaşabilmek bu aşamada oldukça önemlidir (Christopher, 2000; Azevedo ve Govindan, 2012). Uzun dönemli tahminlemenin tutma olanağı hemen hiç yoktur (Levi, 2009). Özellikle çeşit bazında yapılan tahminlimeler de bu olasılık daha da zayıflamakta ve tahmine dayalı üretimin tetiklendiği üretim sistemlerinde stoklarda hareket görmeyen mamuller kaldığı gibi, gerçek talebi olan ürünlerin de üretilmemesi sebebi ile, pazar kayıpları (fırsat maliyeti) yaşanabilmektedir. Lee ve arkadaşları, stok artışına tedarik zincirinde etkin olmayan iletişim sorunları nedeni ile ortaya çıkan kamçı etkisinin neden olabileceğine ve bu sorunun eliminasyonu için bilginin önemine değinmişlerdir. Kamçı etkisi nedeni ile tedarik zincirini hantallaşması ve verimsiz sonuçlar üretmesi de yine müşterilerin özellikle planlama, talep tahminlime süreçlerinde etkin olarak yer almamalarının sonucudur. Dünya İnternet sayesinde küresel bir köy haline gelmiştir. Pazarın gerçek anlamda ne istediğini anlamak ve buna uygun ürünler geliştirmek için sahadan (Point of Sales:

POS) İnternet sayesinde gerçek zamanlı verilerin, anlık olarak alınabilmesi, daha gerçekçi bir öngörü ile planlama yapılabilme olasılığını artırmaktadır. İnternet sayesinde tedarik zincirindeki tüm paydalar ortak platformlar üzerinden gerçek zamanlı bilgileri paylaşabilmekte ve bu bilgi doğruluğu ve hızı anlamında olumlu etkiler doğurarak önemli bir rekabet avantajı getirmektedir.

Modüler tasarım: Ürün çeşitliğin giderek artması sonucunda üreticiler açısından modüler ürün, modüler süreç ve ürünü sonradan farklılaştırma konseptinin önemi giderek artmaktadır. Her çeşit üründen stok bulundurma sonucunda stok fazlası ya da bazı ürünlerden stok olmaması sonucunda satış kayıplarının yaşanması ikileminde kalınan bu noktada üreticiler doğru ürünü, doğru varyantta üretecek farklı stratejiler arayışına itmiştir. Christopher (2000) çalışmasında çeviklik için ürünü sonradan farklılaştırma, tedarikçiler ile stratejik iş birliği ve ürün / organizasyon kompleksliğin konularının önemi üzerine durmuştur. Gerçek talebin tam olarak sürecin başında net olarak anlaşılabilmesi sonucu, ürünün geciktirilerek son haline getirilmesinin gerektiğine vurgu yapmış ve ürün ailesi karakteristiğine göre, ürünlerin ayrışım noktasına kadar tahmine dayalı, ayrışım noktasından sonra ise talebe dayalı üretim stratejilerinin birlikte kullanılmasının gerekliliğine değinmiştir. Bu sayede çok türevli olan ürünlerin, başlangıçta jenerik olarak üretilmesi sonucu talep tahminlemesinin bu aşamaya kadar daha doğru yapılacağını ve talebin geldiği an itibarı ile jenerik ürünlerin hazır olması nedeni ile gerçek talebi karşılamak için sadece ürünü farklılaştırma adımlarının izlenmesi gerekeceği için, müşteri beklentilerine hızlı cevap verilebileceğini belirtmiştir.

Bu aşamada ürün tasarımında – ürün türevlerinin ne olacağını müşteri ile birlikte belirlenmesi ve bu türev ürünlere ulaşabilmek için jenerik baz ürün tasarlanması son derece önemlidir. Bu sayede jenerik baz ürün süreç içinde belirli bir aşamaya kadar yarı mamul stoklarında bekletilir ve müşteriden hangi varyant talebi alınırsa, jenerik ürün bu noktadan sonra talep gelen varyanta göre farklılaştırılarak müşteriye gönderilir.

4.3. Yeni ürün devreye alma

Bir üretim işletmesinin en genel manada iyi yönetmesi gereken iki ana zinciri vardır. Bunlar pazarın ihtiyaç duyduğu yeni ürünleri tasarlamak için kullandığı ürün geliştirme zinciri süreci diğeri ise daha önceden devreye alınmış, halen üretimi olan ürünlerin; malzemelerinin sürekli olarak tedarik ederek, üretmek ve sevk etmektir için kullandığı tedarik zinciri süreçleridir (Levi, 2009). Ürün geliştirme sürecinde; ürün tasarım, stratejik tedarik, yeni ürün geliştirme ve deneme üretim süreçleri yer alır. Tedarik zinciri sürecinde ise; tedarik, üretim ve dağıtım süreçleri yer alır.

Ürün hayat süreleri her geçen gün kısalmakta ve bunun etkisi olarak yeni ürün geliştirme sıklığı artmaktadır. Rekabetçi olabilmek için pazarın ihtiyaç duyacağı yeni ürünleri rakiplerden önce fark etmek ve hızlı bir şekilde geliştirmek gereklidir. Wang vd., (2013) araştırmalarına göre Telekom endüstrindeki firmalar yıllık cirolarının yüzde ellisini, son üç yılda piyasaya sürdükleri ürünlerden elde etmişlerdir. Bir başka ifade ile ciro üreten, uzun hayat süreli ürünler artık geçmişte kalmış ve tedarik zincirlerinde doğru ürünü, doğru miktarda, doğru şekilde, doğru yere ve doğru fiyata sevk edebilmek giderek zorlaşmaktadır.

- Erken fark ediş
- Hızlı ürün geliştirme

Kotler (2008) pazarlamanın tanımını “bulmak ve doldurmak” olarak yapar. Pazara duyarlı olmak (Christopher, 2002) ve müşterinin gereksinimlerini çok iyi anlayarak doğru ürünü geliştirebilmek için gerçek zamanlı bilgilerin sahadan doğru bir şekilde alınmasına ve konsolide ekipler tarafından etkin bir şekilde yorumlanmasına ihtiyaç vardır. Bu bağlamda tasarım aşamasından önce müşteriler ve firma içindeki değişik fonksiyonların hangi ürüne yatırım yapacakları konusunda, ekip olarak derinlemesine analiz yapmaları ve kısa dönem yerine uzun dönemli karlılık üzerine karar vermeleri fayda getirmektedir. Doğru karar alabilmek için bilgili olmak çok önemlidir. Bu bağlamda ciro üreten bölümlerin de gerçek değerini nerede olduklarını anlayıp, doğru kararın verilebilmesine seviyede yalın ve çevik üretim sisteminin temellerinden anlamaları gereklidir (Christopher, 2002).

Yeni ürün devreye alma sürecinin etkin ve hızlı olabilmesi için yetenekli insanlar, ileri düzey teknolojiye ve esnek ekipmanlardan oluşan üretim parkuruna gereksinim vardır (Gunesakaran,1999). İnsan bir firmanın en önemli varlığıdır, bilgili insan ise her şeydir. Ürün geliştirme ortamı son derece dinamik bir yapı olup, farklı fonksiyonların eş zamanlı olarak, etkin bir takım çalışması yapabilmesi sonucu ortaya çıkar. Bu aşamada tedarikçileri sürece erken dahil olması, gerekli bilgilerin fonksiyonlar arasında efektif bir şekilde paylaşılması ve verilen görevlerin zamanında ve doğru olarak yerine getirilmesi son derece elzemdir.

Bir problemin oluşuma etki eden ana unsurlar insan, makine, malzeme ve metottur. Bunlardan biri ya da bir kaçının etkisi sonucu problem ortaya çıkar. Örneğin yeni ürün devreye alma sürecinde istenilen hıza ulaşamadığı, sürekli kayıpların olduğu ve dolayısı ile pazara hem geç hem de maliyetli ürün çıkarıldığını varsayalım. Balık kılçığı analiz yapıldığında görebileceğimiz olası sebepler şunlar olabilir.

- Yetersiz bilgiye sahip insan ilk seferde doğruyu yapamayabilir ya da yeterinde efektif bir ürün geliştiremeyebilir. Bu bir insan faktörü hatasıdır ve kök sebebi bilgi eksikliğidir. Bu gibi eksikliklerin giderilmesi firmaların uzmanlık alanlarına odaklanmaları ve tasarım aşamasındaki bazı süreçleri dış kaynak kullanımı ile çözmeleri düşünülebilir. Bunun tercih edilmemesi durumunda insanlara planlı eğitimler verilebileceği gibi, rotasyon ile insanların farklı alanlarda yetkinlikleri geliştirip, birden fazla yetkinliğe sahip insanlardan kurulu bir yapıya ulaşarak daha esnek iş gücüne sahip olunabilir. Bu tür uygulamalar aynı zamanda iş zenginliğini artırarak aidiyet duygusunu artırır ve sürekli aynı işi yapma kaynaklı işletme körlüklerinin azalmasına etki eder.
- Tasarım aşamasında yeterince hızlı ya da olması gereken hassasiyette ürün çıkarılamamaktadır. Teknolojik olarak uygun olmayan ekipmanların kullanılması, tasarım sürecinde hızlı modelleme, bilgisayar destekli tasarım sistemlerinden faydalanılmaması gibi etkenler bu sonuca etki edebilir. Benzer şekilde üretim hatlarında yapılacak ürün dönüşlerinde esnek üretim hatlarının zaman açısından oldukça önemi vardır. Kolay konfigure edilebilir hatlar, yeniden kullanılabilir test aparatları ve kalıplar gibi etkenler gerek yeni ürün geliştirme aşamasında gerek ise hızlı ürün dönüşü sürecinde pozitif katkı sağlayan

etmenlerdir. Dolayısı ile bu sorunun kök nedeni teknoloji ve ekipman yetersizliğidir.

- Yanlış ya da kalitesiz malzemenin gelmesi sonucu yeni ürün devreye alma süreci uzayabilir. Çok iyi düşünülmeden ve tedarikçiler sürece dahil edilmeden, karar verilen ürün ağaçlarında bazen uygun olmayan malzeme nedeni ile sürecin aksadığını ve denemelerin başka malzemeler kullanılarak devam ettiğini görmekteyiz. Benzer şekilde malzeme uygun olsa dahi tedarikçi kalitesinin uygun olmaması ya da tedarikçinin yeterinde esnek olamayıp, gereken malzemeyi zamanında gönderememesi gibi etkenler yeni ürün devreye alma sürecinin performansını azaltmaktadır. Bu bir malzeme ya da tedarikçi sorunudur. Dolaylı yoldan da ayrıca bilgi sorunudur.
- Yeni ürün devreye alma süreci gerçekte bir proje yönetimidir. Ürün yöneticisinden, üretim müdürüne, satın almadan, mühendislik ve kaliteye kadar bir çok fonksiyonun birlikte ve eş zamanlı olarak çalışması sonucu gerçekleşir. Bugün bir çok yerde bu sürecin seri olarak yani bir adım bittikten sonra diğer bir adıma geçilmesi ya da etkin olmayan planlamalar sonucu sekteye uğradığını görmekteyiz. Eş zamanlı mühendislik bu sürecin olabildiğince paralel yürütülmesini ve proje yönetimi metrolojilerine hakim bir ekip tarafından yapılmasını önerir. Buradan da görüleceği üzere metod yanlışlığı, teknoloji eksikliği ve bilgi yetersizliği problemin kök nedenidir.

4.4. Üretim esnekliği

Pazardaki değişim etkisi ürün çeşitliliğine de yansımaktadır. Müşteriler giderek artan bir şekilde daha fonksiyonel, kişiselleştirilmiş ürünlere yönelmekte (Kotler, 2008) ve bunun sonucunda üretim fabrikaların birim dönem içinde yaptıkları toplam üretim miktarı değişmese de, aynı dönem içinde ürettikleri ürün çeşitliliği ise artmaktadır. Çeşit miktarının artması üretim hatlarında eskiye oranla çok daha fazla ürün dönüşünün olmasını gerektirmektedir. Ürün dönüşünün (hatların A modelden B modele göre ayarlanması) artması, doğal olarak hatların daha fazla üretim yapmadan beklemesine ve bunun götürüsü olarak da teslimatta gecikmelere, maliyetlerde artışa neden olmaktadır.

Üretim hatlarında oluşabilecek olan problemlere doğrudan ve hızlı bir şekilde müdahale edebilmek esneklik ve hız anlamında son derece gereklidir. Görmediğin bir problemi çözemezsin. Bu bağlamda öncelikle problemin varlığının, anormallikleri tespitinin hızlı bir şekilde yapılabilmesi ve çözüm için saha ekiplerinin kendi başlarına inisiyatif alarak sürece müdahale etmeleri beklenir.

Hızlı ürün dönüşü: Hızlı ürün dönüş süreci gerçekte bir planlı faaliyettir. Yine bu aşamada koordinasyon, deneyimsiz eleman ve yöntem eksikliklerinden dolayı oldukça uzun ürün dönüş sürelerinin olduğunu ve bunun esnekliğe darbe vurduğunu görmekteyiz. Standartların oluşturulması, çapraz eğitimler ve rotasyon ile yetkinliğin artırılması, 5S faaliyetleri ile her aparatın her an temiz, yerinde ve kullanıma hazır olması ile birlikte planlı, koordineli SMED tekniğinin, ileri seviye teknoloji ve esnek üretim hatlarından oluşan üretim parkurlarında kullanılmasının ürün dönüş sürelerinin ciddi oranda kısalttığını ve bu sayede firmaların esneklik, hız ve maliyet anlamında önemli rekabet avantajı elde ettiklerini görmekteyiz.

Hızlı müdahale: Standart, 5S ve görsel yönetim uygulamalarının temel amacı anormallikleri fak edebilmek, problemleri gün yüzüne çıkarmaktır. Hızlı bir şekilde probleme müdahale edebilmek için saha çalışanlarının yetkilendirilmesi, çözüm odaklı deneme yapma konusunda cesaretlendirilmeleri ve her şeyden önemlisi problem çözme becerilerini geliştirici yönde eğitilmeleri gereklidir. Çevik iş gücü olmadan çeviklik olamaz, bu nedenle üretim çalışanlarına yetkilendirme, bilinçlendirme ve eğitim gereklidir (Gunasekaran, 1999).

Çeviklik için hızlı ve doğru karar alınabilmesi de son derece önemlidir. Karmaşık ve silo tarzı organizasyonlarda genelde yetki karmaşası, aşırı bürokrasi gibi etkenlerden dolayı kararlar ya geç ya da yanlış alınabilir. Bu durumun negatif etkilerini ortadan kaldırmak için tedarik zinciri yönetiminin yedi prensibinden biri olan “müşterileri beklenti ve ihtiyaçlarına göre farklı yönet” ilkesinin önemine vurgu yapmıştır. Müşteri istek ve beklentilerine göre, ilgili ürün ailesinin, malzeme tedarikinden, ürün sevkiyatına kadar olan tüm süreçlerinin ayrı bir değer zinciri olarak irdelenmesi ve yönetilmesi, bu zincir için ilgili tüm fonksiyonları barındıran tanımlı bir ekibin olması ve Segment bazında kar, zarar analizlerinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi,

oldukça elzemdir. Yalın üretimde değer zinciri yönetimi olarak adlandırılan bu yapıda, dikey yapılanma yerine yatay yapılanma ile (müşteri odaklı ekipler) fabrika içinde fabrikacılar kurularak her bir müşteri grubu için ayrı bir zincir oluşturulur.

Her organizasyon, özel market gereksinimlerinden dolayı birden fazla tedarik zinciri yapısına sahiptir (Towill, 1997). Müşteri beklentilerine en etkin ve verimli şekilde cevap verebilmek için her tedarik zinciri yapısının organizasyon ve süreç anlamında birbirlerinden ayrı yönetilmesi (fabrika içinde fabrika) odaklanma anlamında fayda sağlamaktadır. Ölçek ekonomisi kapsamında bazı fonksiyonlar ve süreçler ortak olabilir iken, ortalama etkisini (Averaging Effects, Fuller 1993) sönümlemek için tedarik zinciri bazında bazı kaynakların ise tamamen ayrı olması gereklidir (VSM organizasyon).

Çevik tedarik zinciri, ortak hedefleri olan işletmelerin oluşturduğu bir yapıdır (Kisperz-Moron ve Haan, 2011). Sanal zincir envanter tabanlı değil, bilgi tabanlı iletişim kurumsal ve fonksiyonel seviyede olmalıdır. Bilgi sistemi güncel doğru bilgileri sağlamalı ve taraflar birbiri ile kolay iletişim kurabilmeli. Organizasyonun başarılı olabilmesi için stratejiye her departmandan katılım olmalı ve özellikle ciro üreten bölümler de basit seviyede bile olsa çevik üretim prensiplerinden haberdar olmalı, kurumsal seviyede çevik olup olamama arasındaki farkın anlaşılır olması gereklidir. Masraflı çevik stratejilerin önüne geçilmelidir. Bu komplekslik içinde değer nerededir ? Christopher aşırı çevik olmaya engellerden birinin ürün çeşitliliğinin ve promosyonel aktivitelerin çok olmasına bağlamıştır.

5. ÜRÜN VE ÜRETİM STRATEJİLERİ

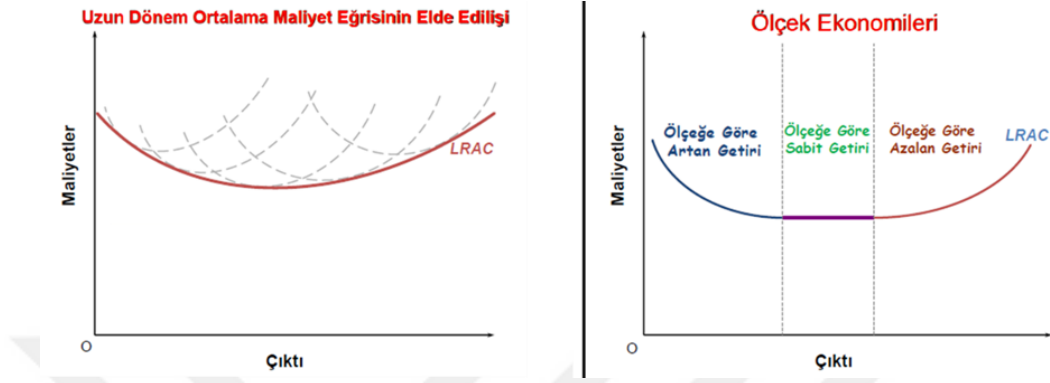
Dünya inanılmaz bir hız ile değişiyor. Eskinin “ne üretirsem satarım” konsepti yerini “ne üretmeliyim ki satayım” konseptine çevirmiş durumdadır. Çünkü artık müşterilerin kişiselleştirilmiş ürünlere olan rağbeti ürün çeşitliliğini artırdığı gibi ürün yaşam sürelerini kısaltmaktadır (Goldsby vd., 2006).

Bu yeni dönemde seri üretim (mass production) teknikleri ile tüm müşteri beklentilerini karşılaması mümkün değildir (Iskanus, 2006). Kişiselleştirilmiş ürünlere (Customized Product) doğru artan talep, her geçen gün kısalan ürün hayat süreleri ve sürekli artan ürün çeşitliliği farklı üretim stratejilerinin aynı yerde, farklı zaman dilimlerinde uygulanmasını zaruri hale getirmiştir (Aitken vd., 2003). Bir başka ifade ile ölçek ekonomisi (Economies of Scale) artık birçok alanda geçerliliğini yitirmiş ve yeni dönem kapsam ekonomisine (Economies of Scope) odaklı bir hale gelmiştir. Yeni dönem artık “Mass Customization dönemidir (Iskanus, 2006).

Ölçek Ekonomileri: Türkçe ‘si “Ölçek Ekonomisi”, İngilizce ‘si “Economies of Scale” olan mikro iktisat kavramının en basit ve sade tanımı, “ticarî bir işletmenin girdiler ve tesis bakımından büyüyerek üretimden kaynaklanan birim maliyetini uzun vadede düşürmesi” şeklinde yapılabilir (Ison ve Wall, 2007). Ölçek; üretilen ürün miktarı ya da üretim birimin toplam kapasitesidir. Ölçek ekonomisi denilince maliyetlerin en aza indirildiği üretim kapasitesini oluşturan fabrika büyüklüğü akla gelmektedir. Üretimde miktar artıkça işgücünün ve makinaların uzmanlaşması sonucu maliyetlerin düştüğü kabul edilmiş, böylece fabrika ölçeğinin bu maliyet düşürücü etkisi ölçeğin getirdiği ekonomi olarak adlandırılmıştır.

Pazarlama, satın alma, finans, teknolojik yatırım gibi başlıklarda yapılan büyüme, beraberinde verimlilik artışı getirerek, uzun vadede ortalama maliyetlerin düşmesini

sağlayacaktır. Bunun tam tersi durumda ise “Azalan Ölçek Ekonomileri (Diseconomies of Scale)” devreye girer ve şirketin büyüklüğü sebebiyle meydana çıkmaya başlayan bir takım arızalar, maliyetlerin artmasına yol açar (Ison ve Wall, 2007).



Şekil 5-1: Ölçek Ekonomileri (Ison ve Wall, 2007)

Üretim fonksiyonunda;

- Eğer girdiler iki katına çıkarıldığında çıktı iki katından fazla oluyorsa bu ölçeğe göre artan getiri demektir. Artan ölçek hem işçilerde hem de teçhizatlar da uzmanlaşmaya izin verir. Ortalama maliyet üretim adedi ile birlikte azalır. (Tek bir firma çok sayıda firmadan daha etkin olabilir. Gaz, su, vs. Hizmetleri).
- Eğer girdiler iki katına çıkarıldığında çıktıda iki katı oluyorsa bu ölçeğe göre sabit getiri demektir. Yani iki aynı fabrika ile iki kat işçi ve sermayeli daha büyük fabrika aynıdır. Ortalama maliyet üretim adedi ile birlikte azalır. (Büyük ölçekli üretkenliği etkilememektedir, çok sayıda firma olabilir).
- Eğer girdiler iki katına çıkarıldığında çıktı iki katından az oluyorsa buna ölçeğe göre azalan getiri denir. Genellikle belli büyüklükten sonra tüm firmalar ölçeğe göre azalan getiri oranına sahiptirler. Çünkü çok büyük operasyonları organize etmek ve yönetmek karmaşıktır, kolay değildir. Ortalama maliyet üretim adedi ile birlikte artar. Bir başka ifade ile ölçek büyüdükçe etkinlik azalmaktadır (Firma girişimcilik kabiliyetindeki azalma).

Kapsam Ekonomileri: Ölçek ekonomisi üretim çıktılarını artırarak maliyetleri azaltmayı hedeflerken kapsam ekonomisi toplam maliyeti indirgeyebilmek için farklı ürünleri aynı organizasyon içinde yaparak maliyet avantajı elde etmeye odaklanır. Bir başka ifade ile x ve y ürününü aynı firmada yapmanın maliyeti, ayrı ayrı firmalarda yapmanın maliyetinden daha az ise kapsam ekonomisinin varlığından bahsedilebilir.

$TC(Q1, Q2) < TC(Q1) + TC(Q2)$. (TC: Total Cost, Toplam Maliyet)

Bu formüle göre kapsam ekonomisini ölçek ekonomileri kapsamının birden fazla ürün ile elde edilmesi yaklaşımı olarak düşünülebiliriz. Kapsam ekonomisinin etkisi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$SC = \frac{TC(Q1) + TC(Q2) - TC(Q1, Q2)}{TC(Q1) + TC(Q2)}$$

Örneğin ;

- X ürünü tek ayrı bir yerde üretmenin maliyeti : $TC(Q1) = 12 \$$
- Y ürünü tek ayrı bir yerde üretmenin maliyeti : $TC(Q2) = 8 \$$
- İkisini bir arada üretmenin maliyeti : $TC(Q1, Q2) = 17 \$$

$$SC = \frac{12 + 8 - 17}{12 + 8} = 0,15 \text{ (\% 15 maliyet azaltımı)}$$

Kapsam ekonomisi belli yetkinliklere yapılan yüksek yatırımlar ile farklı sektörlerde başarıyı yakalayabilme stratejisine dayanmaktadır (Ison ve Wall, 2007). Ölçek ekonomisi avantajını elde etmenin temelinde sermaye gücü, kapsam ekonomisi elde edebilmek için ise sermaye ile birlikte daha üst düzeyde yönetim becerisi ve sinerji yönetimi gerekmektedir. Örneğin, Honda motor teknolojisi konusundaki uzmanlığını geliştirerek sadece motosiklet pazarında değil, aynı zamanda jeneratör, deniz motorları ve otomobil pazarında da önemli oyuncu olabilmıştır. Bu konudaki uzmanlığını geliştirmek için yeni bir pazara girerken mevcut rakipler açısından en az rahatsızlık yaratacak pazar kesitlerini hedeflemiştir. Belli bir boyuta gelince ölçek ekonomisi konusundaki dezavantajlarını da giderebildiği için diğer pazar kesitlerinde ve farklı piyasalarda başarılı olabilecek temelleri oluşturmuştur. Önce küçük

motosikletlerle girdiği ABD’de daha sonra büyük otomobil şirketlerinin önemsemediği küçük otomobil piyasasını hedefledi zaman içinde de farklı pazar kesitlerinde de en başarılı şirketler arasına girmeyi başarmıştır.

Genel olarak kapsam ekonomisi bir kaç nedenden ötürü tercih edilir.

- 1- Farklı ürünlerin üretimindeki bazı sabit giderlerin ortak olması sonucu giderlerin tüm ürünlere dağıtılması. Örneğin aynı tesiste üretilen tüm ürünler için tek bir bina, elektrik ve ısıtma sistemi gereklidir. Sadece bir ürün yapan bir firmanın zaten bunlara gereksinimi olduğu için ilave gelecek ürünler içinde aynı ortak kaynakları kullanabilir. Havaalanlarının yurtiçi ve yurtdışı yolcuları aynı tesislerde ağırlaması, havaalanındaki bir konveyörün hem yolcu hem de kargo hizmetleri için kullanılması ya da birden fazla üretim süreçlerinde çalışma yetkinliği olan iş gücünün farklı üretim süreçlerinde kullanılması gibi örnekler kapsam ekonomisinin alanına girmektedir.
- 2- Kapsam ekonomisinin bir diğer önemli avantajı ise olası yan ürünleri aynı üretim süreçleri ve imkanları ile üretebiliyor olmasıdır. Bu duruma en güzel örneklerden birisi koyun eti ve yünü aynı anda üretmek ve satmaktır. Benzeri bir başka örnek olarak da havaalanların yolcu transferi aslı işi iken yan ürün olarak kargo ve bagaj hizmetlerini de veriyor olması gösterilebilir.

Kapsam ekonomilerine en güzel örneklerden biri Boeing’in gelişim örneğidir. Boeing Amerika’daki tek büyük ticari jet üreticidir. Boeing; savaş uçağı, bombardıman uçağı, roket ve komponentleri gibi uzay uygulamaları ile birlikte sivil uçaklar üreten bir üretim firmasıdır (diversified company). 70 Milyar \$ ‘ın üzerinde bir değere sahip olup Amerika’nın en büyük ihracat firmasıdır.

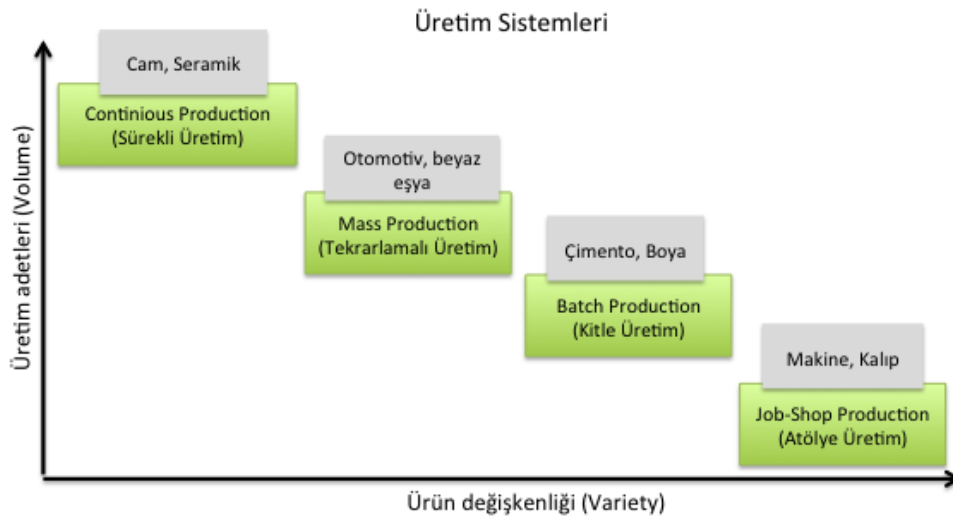
Uçak üretiminde arge ve üretim sabit giderleri oldukça yüksektir. Başa baş noktasına ulaşabilmek için ortalama 250 adet uçağın satılması gereklidir (Love and Sandholtz, 2000). Boeing’in bu duruma gelmesinde kapsam ekonomilerinin çok önemli etkileri vardır. Önceleri sadece askeri alanda üretim yapan firma, bu alanda taleplerin kısıtlı olmasından dolayı ölçek ekonomileri ile elde edemeyeceği sonuçlara yeni bir pazar olarak sivil havacılık alanına üretim yapma konseptini de ekleyerek kapsam

ekonomisine geçmesidir. Boeing askeri uçak üretimi için geliştirdiği teknolojiyi önce posta sonra da yolcu uçaklarının üretiminde kullandı. Havacılık sektöründe kendisine parça yapan motor üreticisi Pratt & Whitney, pervane üreticisi Hamilton Standart gibi bir çok firmayı kendi ürünlerini çeşitlendirmek ve sabit giderleri yaymak için satın alarak dikey büyüme yoluna gitti. Boeing McDonald Douglas ile birleşerek sektördeki en büyük oyuncu oldu. Boeing halen değişik pazarlarda edindiği deneyimi yine farklı alanların ihtiyaçlarındaki üretimleri yapmak için kullanmakta ve kapsam ekonomisi çerçevesinde ortak kaynak kullanımına gitmektedir.

5.1. Üretim Türleri

Üretim türleri tam anlamı ile üretilen ürünün karakteristiği ile ilintilidir. Bir TV üretimi (Mass) ile, o TV’de kullanılacak olan cam (Continious), komponentleri yapıştırmak için kullanılan glue ya da silikonlar (Batch), ya da TV’nin plastik kasasını yapmak için kullanılan kalıpların imalatı (Job-Shop) farklı üretim türleridir. Üretim türleri bir bakıma ürünün üretim süreçleri ile ilgilidir.

Genel olarak bakıldığında dört farklı üretim türüne rastlamaktayız (Taggart, 2009).



Şekil 5-2: Üretim Türleri

Kesintisiz Üretim (Continuous production): Bazı ürünlerin üretimi doğası gereği oldukça farklı süreçlere sahiptir. Çok pahalı ekipman yatırımları gerektirir. Seramik, Cam imalatı süreçlerinde, yüksek ısı işlem gerektiren fırın, temper gibi ekipmanların ani duruşu pek mümkün olamaz. Duruş maliyetleri çok yüksektir. Bu tür üretimler genelde kesintisiz olarak yapılmak zorundadır. Teknik olarak ürün ailesi sayısının az ve adet yüksek olması gerekir ki ölçek ekonomisi kapsamında, en az maliyet ile yüksek adet bazlı üretim yapılabilir.

Seri Üretim (Mass production): Otomotiv, beyaz eşya gibi tekrarlamalı, seri üretim türleri bu gruba girer. Genelde üretim planlaması belirli bir dönem için sabitlenir. Üretim süreçleri üretim hızına ya da kapasite durumuna göre ayarlanabilir. Hatta gerektiğinde durdurulabilir. Kanban (çekme) sisteminin uygulanabilmesi açısından en ideal üretim türü bu gruptur.

Kitle Üretimi (Batch production): Boya, çimento sektörleri gibi silo, mixer, reaktörlerin kullanıldığı ve üretimin verimli olabilmesi için ekipman kapasitelerinin tam dolu olmasının gerektiği üretim türleridir.

Atölye Üretimi (Job-shop production): Genelde sipariş ve proje bazlı, tek bir ürün üzerine çalışılan üretim sistemleridir. Özel tasarım makine, gemi inşa, kalıp tasarım, jeneratör üretimi gibi üretimler bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

5.2. Ürün Karakteristiği

Müşterilerin üreticilerden beklediği değer “kalite, maliyet, servis seviyesi ve üretim hızıdır”. Ancak hiç bir tedarik zinciri ya da üretim sektörü bu dört kavramı her ürün grubu için aynı anda karşılayamaz. Günümüz şartlarında firmalar çok değişik müşteri grupları için yine çok farklı çeşitte ve miktarda ürünler üretmektedirler. Ürün hayat sürelerinin kısalması, talep dalgalanmaları, ürün hayat evrelerinin her aşamasında ürünlerin farklı talep karakteristiği göstermesi, çeşitliliğin artması ve hız faktörünün sipariş almada sürecinde en etkin rolü üstlenmesi gibi etkenlerden dolayı statik tedarik zinciri stratejisi tüm ürün gruplarına uymamaktadır. Tek bir üretim stratejisinin tüm beklentileri karşılamaması sonucunda yöneticilerin hangi ürün için

ya da hangi kriterler doğrultusunda hangi üretim stratejisinin seçileceği kararının vermeleri gereklidir (Stratton ve Warbuton, 2003).

Fisher (1997), üretim stratejisinin belirlenmesi sürecinde ürün karakteristiğinin önemine vurgu yaparak, Shewchuk tarafından önerilen “tek bir model, her şeye uymaz” yaklaşımı ile tek bir üretim stratejisinin tüm ürünlere uygulanamayacağını, pazarda değişkenliği yüksek olan ürün ile değişkenliği az olan ürünlere farklı üretim stratejilerinin uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Ürünleri; değişkenliği az, pazarda ki talebinin nispeten öngörülebilir ve maliyet açısından ucuz ürünlerin oluşturduğu standart ürünler ve bu durumun tam aksi olan talep değişkenliği oldukça yüksek, kişiselleştirilmiş ve maliyet açısından yüksek ürünlerin oluşturduğu İnovatif ürünler olarak sınıflandırmıştır (Goldsby vd., 2006; Ambe, 2012). Standart, talep değişkenliği yüksek olmayan ve çeşit sayısı az olan ürünlerin ölçek ekonomisi kapsamında yüksek adetlerde üretilerek maliyet ekseninde rekabet avantajı elde edilebilmesi için yalın yaklaşımın daha etkin olacağını ancak müşteri özel istek ve beklentilerine göre üretilecek, standarttan öte kişiselleştirilmiş ve kısmen pahalı, inovatif ürünler için ise hıza endeksli çevik üretim stratejilerinin uygulanması gerektiğine vurgu yapmıştır (Childerhouse vd., 2002). Stratton ve Warbuton (2003) pazarda değişkenliği kararlı fonksiyonel ürünlerin fiyat kriteri ile sipariş kazandıklarını ancak değişkenliği az olan inovatif ürünlerin ise pazara hızlı girilebilmesi durumunda sipariş kazanma şanslarının olduğu belirtmiştir. Örneğin düşük fiyatlı hava yolu firması maliyetlere odaklanırken, bir kargo firması hızlı teslimat, güvenilirlik ya da hizmet düzeyi kriterlerine odaklanabilmektedir. Firmanın ürettiği veya satışını yaptığı ürünlere ilişkin talebin belirsizlik derecesinin yüksek olması daha esnek tedarik zinciri yapısının kurulmasını gerektirirken, talep belirsizliği düşük veya talebi tahmin edilebilecek ürünler için verimlilik odaklı tedarik zincirlerinin kurulması gereklidir (Aitken vd., 2003).

Tedarik zinciri sürecinin asli ögesi üründür (Product). Her kurgu, ürün ile müşteriye doğru zamanda doğru yerde buluşturmaya endekslidir. O halde ürünün tanımını ve nasıl bir karakteristiğe sahip olduğu öncelikli olarak anlaşılmalıdır.

5.3. Üretim Stratejileri

Tek beden elbise herkese uymaz. Farklı karakteristiğe ait ürünler için yine farklı tarzda stratejilerin uygulanması gerekir. Bazen kurum politikası gereği ya da stratejik olarak rakiplere göz dağı vermek için ürünün son derece hızlı bir şekilde pazara sunulması, pazara ilk olarak girmesi gerekebilir. Yine benzer şekilde bazı ürünlerin sezonsal ve sınırlı süre için talepleri olabilir ya da bazı ürünlerin talep değişkenliği yüksek, çeşitliliği az olabilir. Bu bağlamda üretim stratejilerinin belirlenmesi için ürünün pazara giriş hızı, hayat süresi, çeşitliliği, volüm ve talep değişkenliği gibi unsurlar birlikte değerlendirilmelidir.

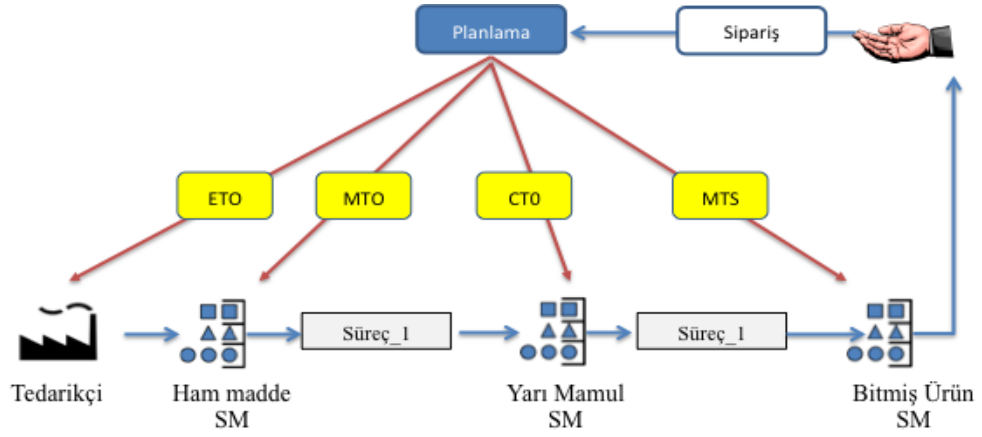
Teknik açıdan bakıldığında dört farklı üretim modu / stratejisi bulunmaktadır (Iskanus, 2006).

1. **MTS (Make To Stock)** stratejisi Fisher tarafından tanımlanan, yüksek adet ve düşük çeşitlilik kapsamındaki standart, fonksiyonel ürünler için kullanılacak en etkin yöntemdir. Bu yöntemin tercih edilmesi için ürünlerin talep değişkenliğinin az ve volümlerinin yüksek olması gereklidir. Ölçek ekonomisinin getirilerinden faydalanabilmek için kitle üretimi (Mass Production) yöntemini kullanır. Stoğa üretim yaparak, sipariş geldiği anda ürünleri doğrudan müşteriye sevk etme yaklaşımına stoktan sevkiyat ya da stoğa üretim denilmektedir. Bu modun en önemli avantajı sipariş geldiği anda, ürünlerin stoktan sevk edilmesi sonucunda elde edilen hız ve toplu üretim yaklaşımının getirdiği maliyet faktörüdür. Dezavantajı ise kamçı etkisi ya da talep tahminleme hataları sonucunda stoklarda hareket görmeyen ürünlerin kalması riskidir. A grubu ürünler bu strateji ile üretilirler.
2. **MTO (Make To Order)** stratejisi, talep değişkenliğinin yüksek ve ürün çeşitliliğinin fazla olduğu pazar koşullarında, ürünleri üretmek için gereken ham madde ve komponentlerin stoklarda hazır bulundurulduğu ancak üretime başlanabilmesi için müşteriden kesin siparişin alınmasının gerekli olduğu durumlar için kullanılan bir modeldir. Fisher tarafından tanımlanan inovatif ürünler için ideal bir üretim modudur. Talebin ön görülemediği, müşterinin bekleme toleransının olduğu ve kısmen pahalı, özel ürünler bu kategoriye

girerler. Bu modun en önemli avantajı sipariş üzerine üretim yapıldığı için, bu modda üretilen ürünler stokları artırmamaktadır. Dezavantajı ise ürünlerin müşteriye teslim süresinin MTS moduna göre daha uzun olmasıdır. B grubu ürünler bu strateji ile üretilirler.

3. **CTO (Configure To Order)** stratejisi aynı zamanda hidrid mod olarak da tanımlanmaktadır. Özellikle aynı ürün ailesinden türetilen kişiselleştirilmiş ürünlerin üretim için oldukça tercih edilen bir yaklaşımdır. Ürün değişkenliğinin fazla olması ve her bir ürünün bitmiş hali ile stokta tutulması stok maliyetlerini artırmakta ve firmalara finansal yük getirmektedir. Öte yandan stokta ürün bulundurmama neticesinde yaşanan satış kayıpları ise müşteri kaybına ve ciro düşüşüne sebep olmaktadır. Bu karmaşıklığı çözebilmek için ürünlerin jenerik olarak tedarik zinciri sürecinde bir noktada stok olarak tutulması (ürünlerin sonradan farklılaştırılması: postponement) ve sipariş geldikten sonra bu noktadan (ayrışım noktası: decoupling point) jenerik ürünlerin alınarak, müşteri isteğine göre configure edilmesi prensibine dayanır. Bu sayede ürünler ayrışım noktasına kadar MTS, bu noktadan sonra ise MTO moduna göre üretilir. MTS yaklaşımı ile jenerik ürünler kitle üretimi (mass production) modunda üretilerek ölçek ekonomisinin getirilerinde yararlanılırken, ikinci adımdaki MTS modu ile de kişiselleştirilmiş (Mass Customization) ürünler siparişe göre üretilerek stok sorunu engellenmiş olur. Bu modun en önemli avantajı pahalı, çeşit sayısı yüksek ve değişkenliği fazla olan ürünlerin pazara daha hızlı bir şekilde sunulmasına destek olurken aynı zamanda da bitmiş ürün stok yönetiminin de etkin bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlar. C grubu ürünler bu strateji ile üretilirler.

4. **ETO (Engineering To Order)** stratejisi ise tamamen müşteriye özel, kişiselleştirilmiş ürünlerin, tasarım aşamasından başlayarak üretilmesi sürecidir. Bu durum en uzun süreli üretim zamanını içerir. MTO 'a göre farkı, ürün ile ilgili hiç bir ham madde ya da komponenti stoğunun işletme bünyesinde olmamasıdır. Özel ve pahalı ürünler olduğu için müşterilerin bekleme toleransları en üst seviyededir. Kalite, ürün fonksiyonallitesi müşteri açısından en öncelikli satın alma kriterleridir.



Şekil 5-3: Üretim Stratejileri

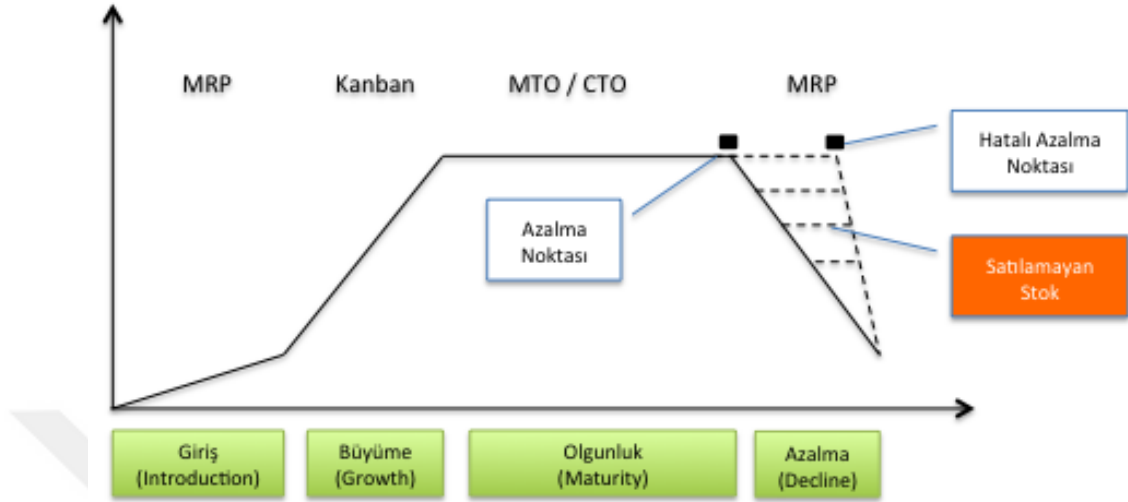
Ürün çeşitliliğinin artması, kişiselleştirilmiş ürünlere olan rağbet üretim stratejilerinin sola doğru kaymasına neden olmakta ve üretim stratejilerinde MTS yaklaşımından ETO stratejilerine doğru bir geçiş dönemi yaşanmaktadır.

5.4. Ürün Hayat Eğrisi

Ürün yaşam süreleri her geçen gün kısalmaktadır. Horn 'un (2013) yaptığı bir araştırmaya göre telekomünikasyon endüstrinin son bir yılda elde ettiği cironun yüzde ellisi, son üç yılda geliştirdikleri ürünlerden gelmektedir. Ürün yaşam sürelerinin kısılması bu konseptin çok daha itinalı bir şekilde takip edilmesini gerektirmektedir. Zira, ürünün yaşam süresi boyunca talep karakteristiği değişmekte (Aitken, 2003) ve bu değişim gerek üretim gerek ise tedarik stratejilerinin (planlama, satın alma, üretim, sevkiyat) değişimine (Chang vd., 2006) doğrudan etki etmektedir. Fawcett (1977) ve Aitken 'in (2003) yaptığı araştırmalar ürün karakteristiklerinin ürün hayat eğrisinin farklı evrelerinde sabit olmadığını, değişkenlik gösterdiğini ve her bir evre için farklı bir stratejinin izlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Zira, ürünün yaşam süresi boyunca talep karakteristiği değişmekte ve bu değişim gerek üretim gerek ise tedarik stratejilerinin (planlama, satın alma, üretim, sevkiyat). değişimine doğrudan etki etmektedir.

Ürün hayat eğrisi (Product Lifecycle Management: PLM) dört fazdan oluşur ve ürünler her fazda farklı talep karakteristikleri sergilerler. Ürünlerin pazara ilk girişinde hız, kalite, zamanında teslimat ön planda iken, gelişme ve olgunluk

evrelerinde ise maliyet baskısı nedeni ile fiyat faktörü daha dominant bir karakter olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5-4: Ürün Hayat Eğrisi

Giriş (Introduction): Yeni ürünün pazara ilk sunulması aşamasıdır. Bu evrede; pazara ilk giren ürün için henüz talep belirgin değildir. Ürünün pazarda bulunabilir olması en öncelikli konudur (Order Winner: Availability). O nedenle bu aşamada ürünlerin pazarda bulunur olabilmesi için MRP bazlı itme sistemi (MTS) ile ürünler üretilir.

Bu evre aynı zamanda, ürün ile ilgili tüm çalışmalar işletme ortamında, testler ve simülasyonlar ile tamamlanmış ve artık ürün kullanıcılar tarafından gerçek Pazar koşullarında test edildiği aşamadır. Sahadan alınan doneler ile ürün üzerinde halen bir takım değişikliklerin yapılması son derece olağandır. O nedenle genelde pazara yeni giren bir ürünün ilk olarak alınması pek tavsiye edilmez.

Büyüme (Growth): Yeni ürün ilk evrede gerçek testten geçmiş ve artık net olarak özellikleri tanımlanmıştır. Ürün pazarda kabul görmeye başladıkça pazar tarafından öncelik maliyete doğru yer değiştirir (Order winner: Cost) ve bu sürecin yönetimi için kanban sistemi kullanılır. Pazardan gelen talepler doğrultusunda ürünün yeni türevleri de üretilmeye başlanmıştır, kısmen çeşitlilik artmaktadır. Bu arada rakiplerde

boş durmamış ve onlarda pazara benzer nitelikte ürünler sunmaya başlamışlardır. Bu evrede kanban ve MTO stratejilerinden faydalanılır.

Olgunluk (Maturity): Ürün bu evre artık olgunluk aşamasına gelmiştir ve başka firmaların ürünleri de pazarda mevcuttur. Ürün çeşitliliği artış gösterir ve pazarın bu evrede önceliği çeşitlilik, hız ve maliyettir (Order Winner: Customization, speed, cost). Bu evrede rekabette hız ile birlikte fiyat unsuru da etkisini hissettirmeye başlar. Ürün çeşitliliğin artması her üründen MTS yaklaşımı ile stok yapmayı pek elverişli kılmaz. O nedenle bu aşamada genelde CTO ve MTO stratejilerinden faydalanılır.

Azalma (Decline): Ürün son evrede artık yaşam döngüsünün sonuna gelmiştir. Bu aşamada pazarın tek önceliği fiyattır (Order winner: Cost) ve bu bağlamda kitle üretim yöntemi yani MRP ile üretim yapılır.

Ürün hayat eğrisinin özellikle son evresinin başlangıcı (Decline point), aşırı ya da kısa üretim olmaması açısından itina ile takip edilmesi gerekmektedir (Wang vd., 2013). Bu aşamada ürün artık yavaş yavaş kapsam dışına (phase out) çıkmaya başlamıştır. Bu ürüne ait malzeme tedariki ve üretim daha kontrollü yapılması ve bu ürünün yerini alacak yeni ürünün pazara giriş çalışmalarının yapılması gereklidir. Bir çok işletme malzeme stoklarını incelediğimiz zaman artık kullanılma olasılığı olmayan ya da gereğinden fazla alınmış, oldukça uzun zamandan beri hareket görmeyen stoklara rastlamaktayız (Excess and Absolute Material: EO). Aynı durum bitmiş ürün stokları içinde geçerlidir. İşletmenizde altı aydan fazla zamandır bekleyen stokların ana sebeplerinden biri ürün hayat eğrisindeki azalma noktasının kaçırılmış olmasıdır. Bir başka ifade ile ürün artık pazarda daha az talep görmeye başlamasına rağmen, satın alma ve üretim bölümlerinin bu durumu fark edemeyip, fren yapmaması ve tedarik ve üretim süreçlerine devam etmesidir. Bunun sonucunda stoklarda artık kullanılamaz ya da satılamaz malzemeler oluşur, yeni ürünün pazara girmesi gecikir. Tam aksi durumda yani azalma noktasından daha erken frene basılması durumunda ise bu kez üretim kısa kalarak, satışların azalmasına etki eder.

Bu durumun kök sebebi işletme içinde etkin iletişimin olmaması veya ürün hayat eğrisi sürecin takibinin iyi yapılmıyor olmasıdır. Ürün hayat eğrisinin son evresine

geçiş aşaması esnasında son derece kontrollü tedarik ve üretim yapılmalıdır (Safe Driving).

Bu durumun engellenebilmesi için;

- Ürün Müdürünün (Product Manager), ürünün sahibi olarak ürüne tam sahip çıkması ve her evresini sıkı takip etmesi,
- Tasarım Bölümünün (R&D), ürünün son evresinde yeni ürünü geliştirip, pazara giriş zamanını iyi takip etmesi,
- Satış / Pazarlama bölümlerinin (Sales & Marketing), satış trendlerini gerçek zamanlı analiz ederek ürünün gerçek azalma noktasını tespit etmeleri,
- Satın alma departmanının (Purchasing), bu evreye yaklaşınca kontrollü ve temkinli bir şekilde tedarik operasyonlarını yönetmesi gerekir.

Ürün hayat eğrisi süreci birçok firma tarafından yeterince ilgiyi görmez. Oysa bu sürecin etkin yönetimi hem rekabet hem de verimlilik açısından oldukça önemlidir. Yukarıda açıklandığı üzere ürünler hayat eğrisi boyunca değişken talep karakteristikleri sergilemektedirler ve ürün hayat eğrisinin farklı evrelerinde farklı stratejilerin uygulanması gereklidir. Firmaların değil tedarik zincirinin rekabet ettiği günümüz koşullarında en önemli konuların başında tedarik zincirlerinin dinamik olarak tasarlanması, pazar değişkenliklerinin çok iyi izlenmesi ve değişkenliğe uygun stratejinin uygulanması hayati derecede elzemdir.

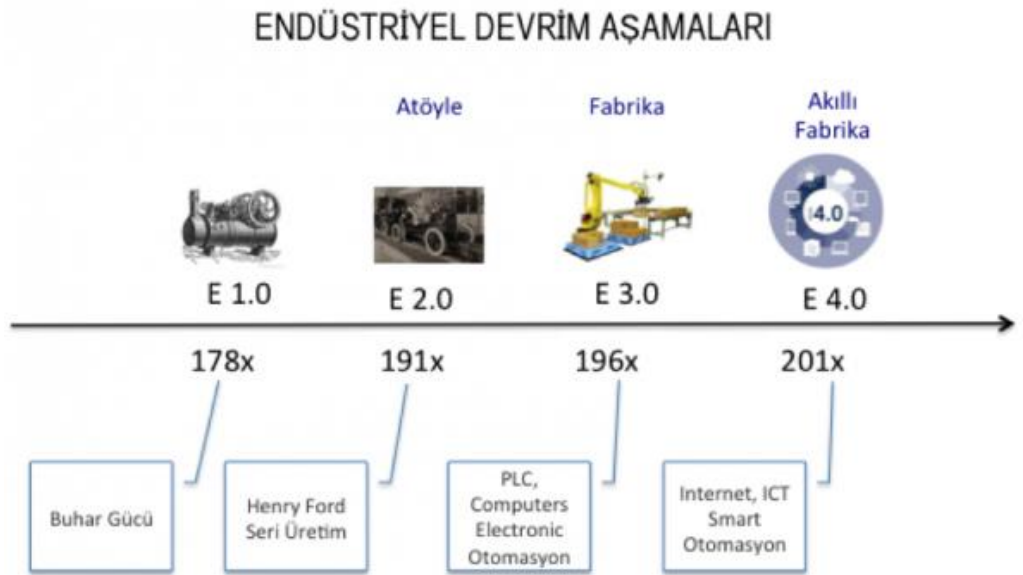
Benzer şekilde ürün yaşam eğrisinin değişik fazlarında farklı tedarik (satın alma) stratejilerinin kullanılması da gereklidir. Daha net bir ifade ile farklı evrelerde, farklı firmalardan malzeme tedariklerinin yapılması gerekebilir.

Genel olarak tedarikçi seçiminde, tedarikçide olması gereken öncelikli kriterler olarak; “kalite, zamanında teslimat, maliyet, teslim süresi ve esneklik” konuları ön plana çıkmaktadır. Stratejik olarak kararlarımızı da bu faktörlerin bileşkesine göre veririz. Yeni ürünlerin pazara ilk girişinde tarafında hız, kalite, zamanında teslimat ön planda iken, gelişme ve olgunluk evrelerinde ise maliyet baskısı nedeni ile fiyat faktörü daha dominant bir karakter olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda faktör ağırlıkları değişeceği için ilk evrede tercih edilen tedarikçi, bir sonraki evrede işletme

hedeflerine tam olarak karşılık veremeyebilir. Bu sonuç bize aynen üretim stratejilerinde olduğu gibi tedarik /satın alma süreçlerinde de benzer şekilde dinamik bir yapının olması gerektiğini göstermektedir (Chang, 2006).

5.5. Melez Üretim

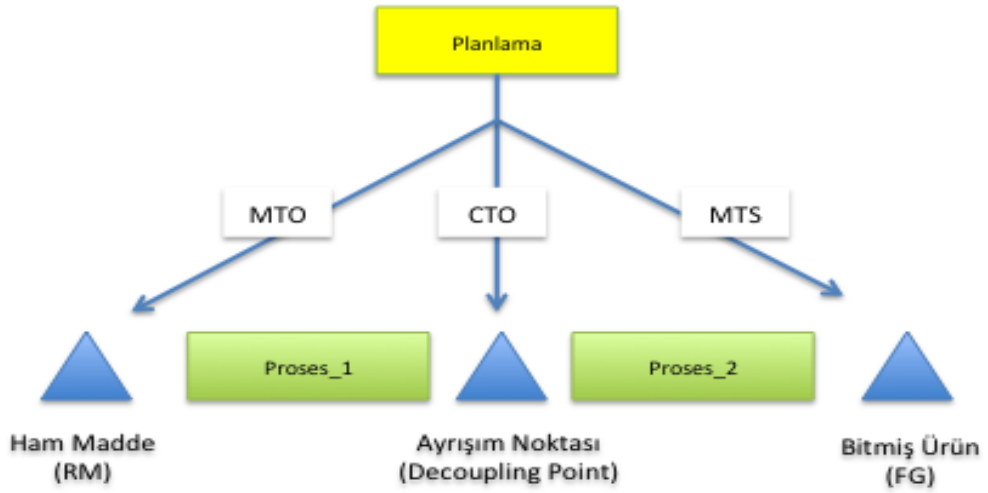
Teknoloji ortalama her on sekiz ayda bir kendini ikiye katlamaktadır (Moore Yasası). Günümüze kadar bu süreç artan bir seyir ile devam etmiş ve özellikle mikro elektronik sektöründeki gelişmelerin sonucu olarak daha önceleri kısmen maliyetli olan ve genelde endüstriyel alanlarda kullanılmakta olan sensor ve iletişim teknolojileri giderek artan bir şekilde bireylerin gündelik yaşamlarında kullanılmaya başlamıştır. Bu gelişmeler bireysel ve profesyonel anlamda tüm alışkanlıkları değiştirmiştir ve endüstri 4.0 denilen nesnelerin interneti kavramını ortaya çıkarmıştır. Teknolojik gelişmeler, internetin hayatımızın her alanında yer alması müşterilerin giderek artan bir seyir ile kişiselleştirilmiş ürünlere önem vermesi, bunun etkisi olarak ürün çeşitliliği artması, ürün hayat sürelerinin her geçen gün kısalması tedarik zinciri stratejilerinin statik yapısının yerini dinamik olmaya doğru itmektedir.



Şekil 5-5: Endüstriyel Devrim Aşamaları

Kaynak: <http://www.lutfiapiliogullari.com/endustri-4-0-ve-strateji/>

Günümüz şartlarında firmalar çok değişik müşteri grupları için yine çok farklı çeşitte ve miktarda ürünler üretmektedirler. Ürün yaşam sürelerinin kısılması, talep dalgalanmaları, ürün hayat evrelerinin her aşamasında ürünlerin farklı talep karakteristiği göstermesi, çeşitliliğin artması ve hız faktörünün sipariş almada sürecinde en etkin rolü üstlenmesi gibi etkenlerden dolayı statik tedarik zinciri stratejisi tüm ürün gruplarına uymamaktadır. Tek bir üretim stratejisinin tüm beklentileri karşılamaması sonucunda yöneticilerin hangi ürün için ya da hangi kriterler doğrultusunda hangi üretim stratejisinin seçileceği kararının vermeleri gereklidir.



Şekil 5-6: Melez (Hibrid) Model

Yalın ve çevik üretim stratejileri üzerine bir çok akademisyen, uygulamacı araştırmalar yapmış ve tedarik zinciri stratejilerinde tek bir modelin, her beklentiye cevap veremeyeceği, pazarda değişkenliği kararlı, fonksiyonel ürünlerin fiyat kriteri ile sipariş kazandığı ancak değişkenliği az olan inovatif ürünlerin ise pazara hızlı girilebilmesi durumunda sipariş kazanma şanslarının olduğu ve hibrid model olarak adlandırılan “yalın ve çevik” stratejilerin birlikte hibrid model altında uygulanabilir olmasının bir işletme için en ideal model olduğu görüşü hakim olmuştur.

Yalın ve Çevik tedarik zinciri stratejileri günümüz dünyasında kabul gören, işletme süreçlerinde ayrı ayrı ya da birlikte de kullanılabilen, en önemli ve geçerli tedarik zinciri stratejileridir. Bu durumun farkında olan bir çok firma üretim ve tedarik zinciri süreçlerini yalın ve çevik stratejilere uyarlama yönünde çaba sarf

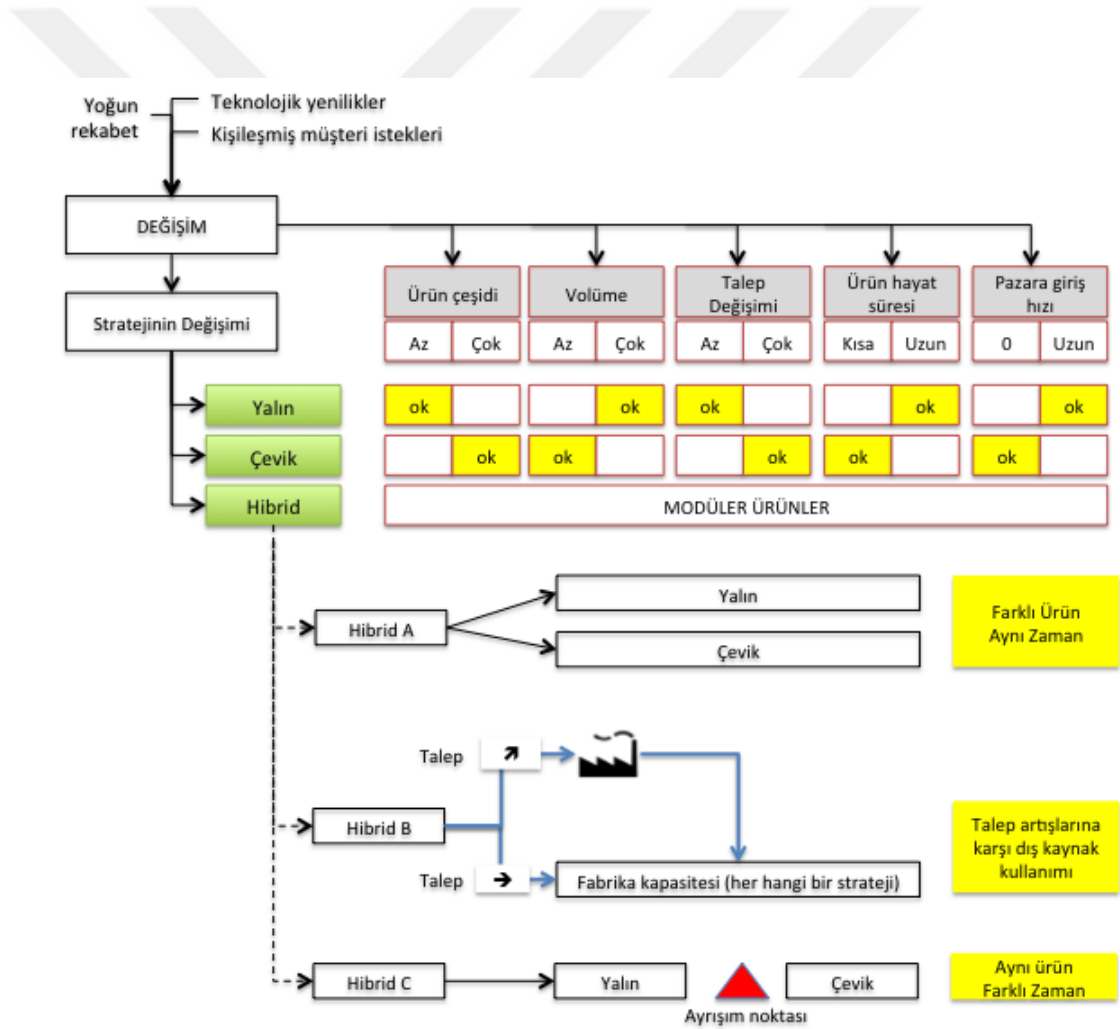
etmektedirler. Ancak bu firmaların birçoğu gerek bilgi eksikliği gerek ise yanlış yönlendirmeler sonucunda yalın ve çevik üretim karakteristiklerini olması gerektiği gibi kullanamamakta ve bunun sonucu olarak rekabetçi seviyelere gelememektedirler. Özellikle enerji, ham madde kaynakları gibi alanlarda dışa bağımlılığı yüksek olan ülkemizde Dünya pazarları ile rekabet edebilmek için verimli operasyonel süreçlere sahip olmak son derece elzemdir. Bu amaca ulaşabilmek için ise yalın, çevik tedarik zinciri stratejileri çok iyi anlaşılmalı ve doğru bir şekilde uygulanmalıdır.

Literatürde yalın ve çevik üretim ile ilgili halen bir konsensüs sağlanmış değildir. Genel olarak varılan olgu ise yalının “gerekeni, gerektiği zamanda ve mükemmel şekilde tedarik etme” yaklaşımı olarak algımlarken, çevikliği ise “ilk olmak, hızlı olmak ve en iyisi olmak olarak” tanımlanmaktadır (Kisperz-Moron ve Haan, 2011). Yalın kayıpların elimine edilmesine odaklanarak, standart ve kararlı ürünlerin en düşük maliyet ile üretilip, sevk edilmesine odaklanırken, çevik üretim ise öngörülemeyen markette, inovatif ürünlere hızlı cevap verebilen bir yapıda maliyetten öte teslimat süresine odaklanmaktadır (Duarte ve Machado, 2011). Başka bir ifade ile pazarda değişkenliği kararlı fonksiyonel ürünlerin fiyat kriteri ile sipariş kazanırlarken, değişkenliği yüksek olan inovatif ürünler ise pazara hızlı girilebilmesi durumunda sipariş kazanma şansına sahiptir (Christopher, 2000). Örneğin düşük fiyatlı hava yolu firması maliyetlere odaklanırken, bir kargo firması hızlı teslimat, güvenilirlik ya da hizmet düzeyi kriterlerine odaklanabilmektedir. Firmanın ürettiği veya satışını yaptığı ürünlere ilişkin talebin belirsizlik derecesinin yüksek olması daha esnek tedarik zinciri yapısının kurulmasını gerektirirken, talep belirsizliği düşük veya talebi tahmin edilebilecek ürünler için verimlilik odaklı tedarik zincirlerinin kurulması gereklidir.

Yapılan akademik araştırmalar ürün karakteristiklerinin ürün hayat eğrisinin farklı evrelerinde sabit olmadığını, değişkenlik gösterdiğini ve her bir evre için farklı bir stratejinin izlenmesi gerektiğini ve ürün hayat eğrisinin özellikle son evresi, aşırı üretim ya da kısa üretim olmaması açısından itina ile takip edilmesi gerektiğini belirtmektedir (Fawcet, 1997; Aitken, 2003). Birçok araştırmacı benzeri konulara vurgu yaparak değişkenliğinin az / çok olması kriteri ile birlikte ürünlerin pazardaki ürün hayat sürelerine, pazara girme hızına, ürün çeşitliliğine ve yıllık ürün adedine

göre alternatif tedarik zinciri stratejilerinin ayrı ayrı ya da hibrid şeklinde birlikte uygulanabileceğine vurgu yapmışlardır. Kısaca, tek bir tedarik zinciri modelinin, her beklentiye cevap verebilmesi mümkün değildir (Levi, 2009). Firmanın ürettiği veya satışını yaptığı ürünlere ilişkin talebin belirsizlik derecesinin yüksek olması daha esnek tedarik zinciri yapısının kurulmasını gerektirirken, talep belirsizliği düşük veya talebi tahmin edilebilecek ürünler için verimlilik odaklı tedarik zincirlerinin kurulması gereklidir (Christopher, 2000).

Yalın ve çevik üretimin birlikte kullanılması (melez ya da hibrid model), konusunda üç farklı hibrid stratejisi mevcuttur. Karma model, dış kaynak kullanımı ve ürünü sonradan farklılaştırma (postponement) stratejisi.



Şekil 5-7: Tedarik Zinciri Stratejilerine Etki Eden Faktörler ve Hibrid Modeller

5.5.1. Karma model

Pareto analizine göre, (80/20 kuralı) firma cirosunun %80'i, ürünlerin %20'inden üretilmektedir. Bu duruma göre hızlı hareket eden, talep değişkenliği az olan ve ilk %20 lik dilime giren ürünler A grubu, diğer geri kalan kısım ise B grubu olarak tanımlanmıştır. A grubuna giren ürünler için maliyet avantajı getirisi yüksek olan yalın üretim stratejisi ile stoka üretim yaklaşımının benimsenmesi, B grubuna giren ürünler için ise üretimin ancak müşteriden kesin sipariş alındıktan sonra üretilmesi stratejisine dayanmaktadır. Karma model yaklaşımı olarak da anılan bu strateji için farklı üretim hatları tahsis edilir (Goldsby ve Garcia, 2006). A grubu hatları ölçek ekonomisi kapsamında yüksek adetli, hızlı hareket eden ürünlerin üretiminde kullanılır iken B grubu üretim hatları ile daha küçük adetlerde ve çok sık ürün dönüşünün olduğu ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır.

5.5.2. Dış kaynak kullanımı

İkinci hibrid stratejisi ise sezonsal ya da ani gelişen talep artışlarına karşı sistemin cevap verebilmesine olanak sağlayabilecek, her an kullanılabilir yedek kapasitenin ya da stoğun hazır olarak bulundurulmasıdır.

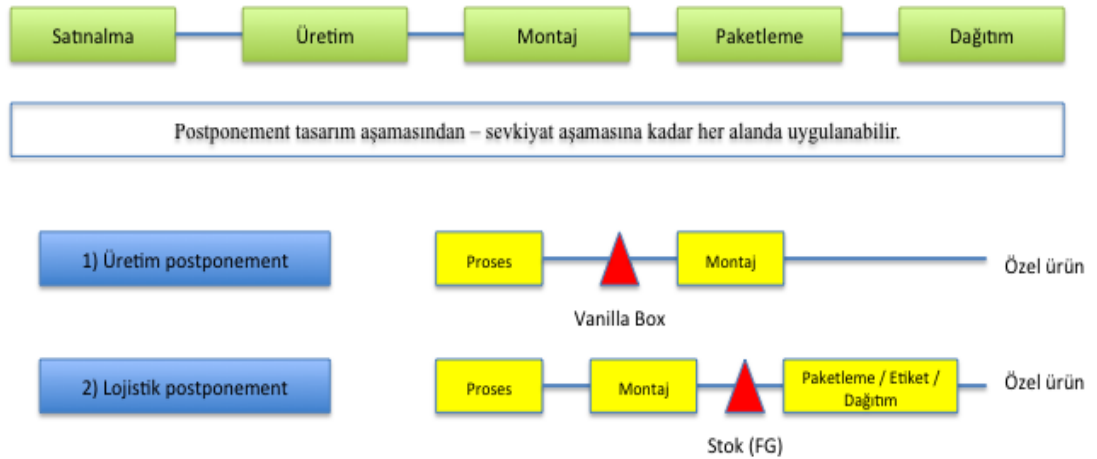
Stratton kısıtlar teorisi konseptini kullanarak etkin karar verme stratejileri üzerine çalışmalar yapmış ve yalın üretimin, talep değişkenliğinin az olduğu pazarlarda süreç içindeki değişkenliği ve kayıpları da elimine ederek, akışı tesis ermesi ile talep değişkenliğine karşı stok ve kapasite gereksinimine ihtiyaç duymadığını belirtmiştir. Ancak, öte yandan ürün çeşitlerinin hızlı atış göstermesi ve talep değişkenliğinin her geçen gün artması gerçeğine karşılık tedarik zincirinin bu duruma hızlı ve tepkisel olarak cevap verebilmesi için belirli alanlarda rezerv kapasite ve stoklara gereksinim olduğunu belirtmiştir. Rezerv kapasite ya da stok bulundurma politikalarından, özellikle inovatif ürünler için kapasite bulundurmanın daha efektif olacağına vurgu yapmıştır.

Genel olarak talep değişkenliği çok fazla olmayan A grubu ürünler için firma kapasitesi üretim sıralaması ve hat dengelemesi yöntemleri ile belirli bir düzen içinde ve verimli olarak çalışır. Her bir ürün için belirli bir zaman dilimi ayrılmıştır ve firma

kapasitesi hemen hemen dolmuştur. Bu durumda olası sezonsal ya da promosyonel aktiviteler kaynaklı oluşabilecek kapasite gereksinimleri dış kaynak kullanılarak çözümlenmeye çalışılır (Goldsby, 2006).

5.5.3. Ürüne son halini vermeyi erteleme

Üçüncü hibrid stratejisi ise müşteriden kesin sipariş alına kadar, final ürüne son halini vermeyi geciktirme, erteleme yaklaşımına dayanan ürünü sonradan farklılaştırma (postponement) yaklaşımıdır. Bir çok tedarik zincirindeki ana problemlerden biri gerçek talebin ne olduğunun her zaman net olarak önceden anlaşılabilmesidir. Teknolojik gelişimin hızı, küreselleşme ile birlikte kişiselleştirilmiş ürünlere olan rağbet ve kamçı etkisi gibi nedenlerden dolayı ürün bazında talep tahminlemesinin yapılabilmesi pek olanaklı gözükmemektedir. Ürün bazlı tahminlemeye dayalı tedarik zinciri stratejileri kamçı etkisi nedeni ile büyük oranda hata getirirler. Bu durumu engellemek için ürün ailesi bazında (aggregate), kısa dönemi baz alarak, müşteri ve tedarikçileri ile işbirlikçi talep tahminleme, planlama stratejileri ile yapılması gereklidir.



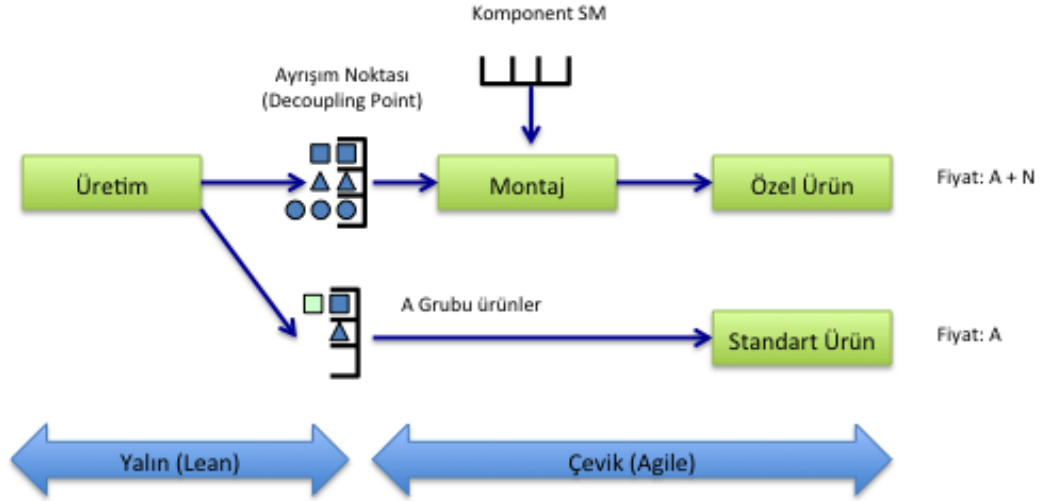
Şekil 5-8: Ürünü Sonradan Farklılaştırma / Erteleme Stratejisi (Postponement)

Ürünü sonradan farklılaştırma stratejisi bir çok sektörde başarı ile uygulanan ve ürünün son halini alabilmesi için gereken karar verme sürecini son aşamaya taşıyan bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle müşteri siparişlerinde

yaşanabilecek uyuşmazlıkları engellemek ve stok seviyelerini olması gereken seviyelerde tutabilmek için oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İlk olarak Alderson (1950) tarafından literatüre giren ürün farklılaştırma konsepti elli yıldan bu yana sürekli olarak tartışılmaktadır. Günümüze kadar bu konuda endüstride bir çok uygulama / çalışma yapılmış ve bu sürecin operasyonel performansına etkisi kanıtlanmıştır.

Ürünü sonradan farklılaştırma stratejisi tasarım aşamasından başlayıp, ürün sevk edilinceye kadar olan her aşamada uygulama olasılığı olan bir uygulamadır. Genel olarak yarı mamullerin ya da standart ürünlerin (vanilya box, decoupling point) ayrışım noktası olarak tanımlanan stok alanlarında bekletildiği ve sipariş üzerine farklılaştırmanın (montaj, imalat) yapıldığı üretim süreçleri içinde farklılaştırma stratejisi ile birlikte lojistik süreçlerinde de (paketleme, etiketleme, dağıtım) gibi alanlarda da benzeri uygulama örneklerine rastlanmaktadır. Ürünler ayrışım noktasına kadar jenerik halde itme sistemine göre, talep tahminleme stratejileri ile üretilirler. Jenerik model üretimi yapılacağı için talep tahminlemesinin, tek bir ürün ile mukayese edildiğinde jenerik ürüne tahmin yapmak çok daha gerçekçidir. Ayrışım noktasından sonra ürünler talep odaklı olarak, çekme sistemine göre müşteri konfigürasyonu doğrultusunda farklılaştırılarak, tamamen kişiselleştirilmiş ürün elde edilir. Bu sayede seri üretim performansında, talep kadar üretim miktarı ile kişiselleştirilmiş ürünler elde edilerek, hem hızlı bir şekilde cevap vermiş hem de gereksiz üretimin önüne geçerek, satılmayacak ürünlerin üretilmesi sonucu ortaya çıkan fırsat maliyeti kayıplarının azalmasını sağlamış olur.

Bilgisayar üreticisi Dell firması müşteri isteklerine göre ürünleri çeşitlendirme sürecini başarı ile uygulamış ve kişiselleştirilmiş ürünlerin rekabetçi fiyata ve zamanında müşterilerine sevk edilmesi konusunda oldukça önemli bir rekabet üstünlüğü elde etmiştir.



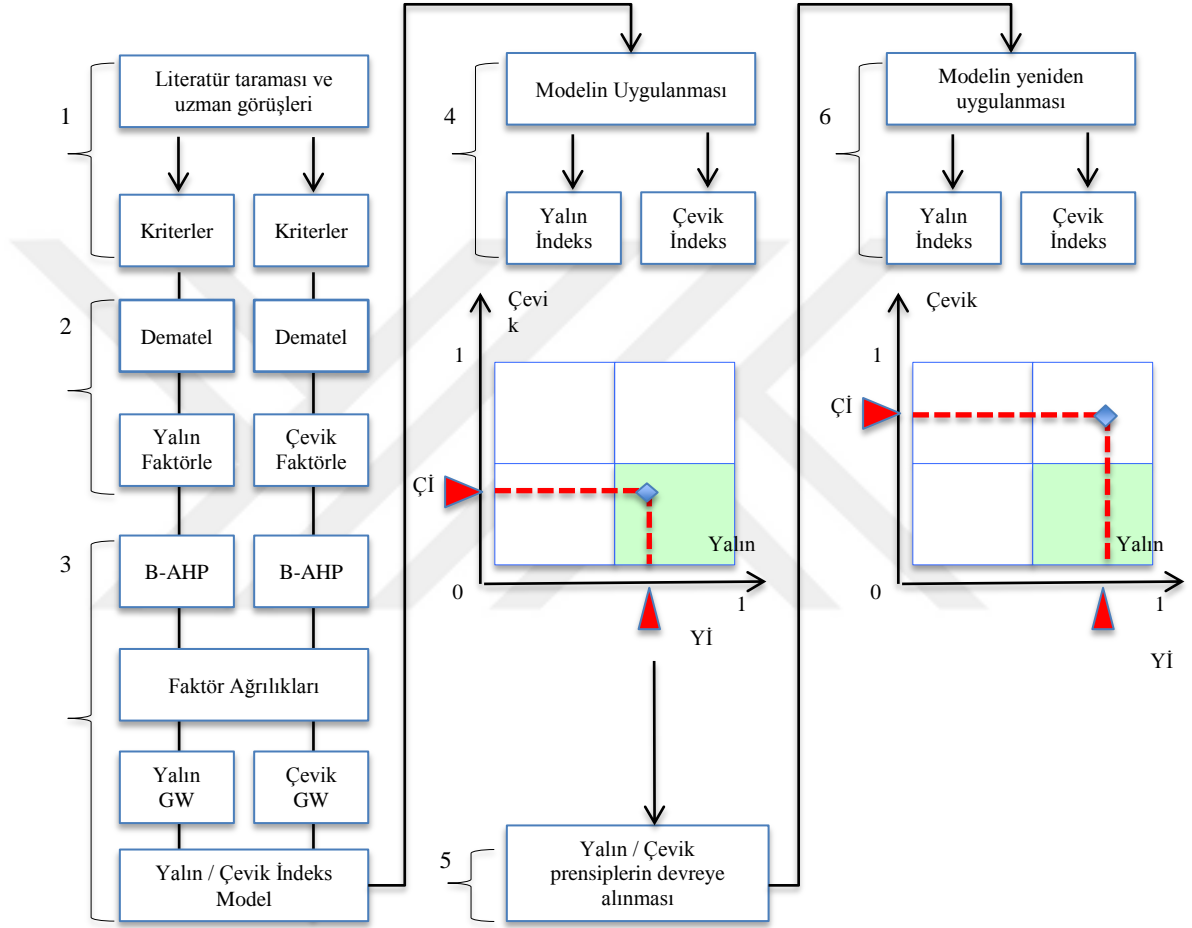
Şekil 5-9: Dell Üretim Stratejisi (Postponement)

Bu yöntem ile ürünler belli bir aşamaya kadar standart ya da jenerik olarak yarı mamul stoklarında beklemektedir. Müşteriden gelen kesin sipariş üzerine ürünler jenerik olarak bekledikleri stoklardan alınıp, müşteri istekleri doğrultusunda farklılaştırılmaktadır. Bu duruma ilave olarak, Dell firması en çok tercih edilen ürünler içinde ayrıca bir bitmiş ürün stoğu tutarak, bu ürünlerin fiyatını da özel ürünlere göre daha az olarak belirlemektedir. Bu sayede hem müşterisini en çok giden ürünlere doğru yönlendirerek stoklardan sevkiyat yapmakta hem de özel ürün isteyen müşteri isteklerine de ürünü sonradan farklılaştırma stratejisi ile cevap verebilmektedir.

Bu sayede talep tahminleme stratejisini ürün bazından değil, ürün ailesi bazında yaparak tahmin hatası kaynaklı aşırı stok, gereksiz envanter ve satılmayacak ürünlerin üretiminden doğan fırsat maliyeti kayıplarını ortadan kaldırarak önemli bir rekabet avantajı elde etmiştir.

6. METODOLOJİ

Bu çalışmada izlenen metodoloji toplam altı fazdan oluşmaktadır.



Şekil 6-1: Çalışmada İzlenen Metodoloji

1. İlk fazda, modelde kullanılacak olan kriterlerin, faktörlerin belirlenmesi için detaylı literatür taraması yapılarak yalın ve çevik üretim kriterleri araştırılmış, uzman görüşleri alınmış ve kriterler listesi elde edilmiştir.
2. Bu kriterlerden hangilerinin çalışılacak modelde kullanılacağı ikinci fazda DEMATEL metodu ile belirlenmiştir. DEMATEL metodu bir çok uygulamada kriterler arasındaki ilişki seviyesinin belirlenmesi, önceliklendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Literatürdeki çalışmaların genelinde kriterlerin nasıl belirlendiğine

- ilişkin bir metot tanımlanmamıştır. Bu modelin diğer çalışmalardan birinci farkı modelde kullanılacak olan kriterlerin belirlenmesi sürecinde literatür ve uzman görüşlerine ilave olarak DEMATEL metodu ile ilişki ve öncelik analizinin yapılmış olmasıdır. DEMATEL metodu ile, belirlenen kriterlerin ağırlığı test edilmiş ve ağırlıkları belirli bir oranı geçmeyen kriterler kapsam dışına alınmıştır.
3. Bu fazda; ikinci fazda elde edilen kriterler, özellikleri ve etki ettikleri alanlara göre gruplandırılmıştır. Gruplama için literatür çalışmaları baz alınmış ve sezgisel yanıtlardaki hassasiyet oranını artırmak için Cheng tarafından önerilen bulanık AHP metodu ile her bir kriterin (faktör) model içindeki etkisi, ağırlığı hesaplanarak Yalın – Çevik İndeks modeli oluşturulmuştur. Bulanık AHP yönteminin seçilmesi de yine bu modeli diğerlerinden ayıran bir diğer önemli husustur
 4. Dördüncü fazda, model seramik / tekstil ve otomotiv sektöründeki üç firmaya uygulanmış ve firmaların mevcut durum yalın / çevik index'i hesaplanmıştır.
 5. Modelin güvenilirliğini test edebilmek için, beşinci fazda seramik sektöründeki firmaya yalın ve çevik prensipler sistematik olarak uygulanmıştır.
 6. Beşinci adım sonrasında, aynı firmanın yalın / çevik index'i oluşturulan model üzerinden yeniden hesaplanarak her iki index karşılaştırılmıştır.

6.1. DEMATEL Metodu

DEMATEL metodu (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarının çözümünde kullanılması amacı ile Cenevre Battelle Enstitüsü, Bilim ve insan ilişkileri programı tarafından geliştirilmiştir. Teknik olarak kriterler arasındaki ilişki seviyesinin ve ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Adım_1: Direkt ilişki matrisinin elde edilmesi.

Kriterler arasındaki ilişkiler uzman kişiler tarafından, tanımlanmış bir skalaya göre belirlenir. Uzman görüşlerinden elde edilen değerlendirmelerin ortalaması alınarak, direkt ilişki matrisi, Z elde edilir.

$$X^k = [X_{ij}^k], \quad Z_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m X_{ij}^k \quad (6.1)$$

Adım_2: Normalleştirilmiş ilişki matrisinin elde edilmesi.

Direkt ilişki matrisi Z' ye bağlı olarak normalleştirilmiş ilişki matrisi D aşağıdaki formüle göre elde edilir.

$$D = \lambda * Z \quad (6.2)$$

$$\lambda = \text{Min} \left[\frac{1}{\max 1 \sum_{j=1}^n |Z_{ij}|}, \frac{1}{\max 1 \sum_{i=1}^n |Z_{ij}|} \right] \quad (6.3)$$

$$i, j \in Z\{1, 2, \dots, n\} \quad (6.4)$$

Adım_3: Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi.

Normalleştirilmiş ilişki matrisi elde edildikten sonra, toplam ilişki matrisi T aşağıdaki formüle göre elde edilir.

$$T = \lim_{m \rightarrow \infty} (D + D^2 + \dots + D^m) \quad (6.5)$$

$$T = \sum_m D^m \quad (6.6)$$

$$T = D(I - D)^{-1} \quad (6.7)$$

Adım_4: Alıcı ve gönderici hesaplamaları.

Toplam ilişki matrisinin sütunları toplamı (R), satırları toplamı (C) olmakla beraber gönderici ($R-C$) ve alıcı ($R+C$) hesaplamaları aşağıdaki formüllere göre yapılır.

$$R = \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)_{nx1}, C = \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)_{1xn} \quad (6.8)$$

Adım_6: Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması.

R ve C parametrelerinden her bir kriter için ağırlıklar aşağıdaki formüle göre hesaplanır. Bu işlemin ardından her kriterin ağırlığı hesaplanır.

$$w_i = \sqrt{[(R_i + C_i)^2 + (R_i - C_i)^2]} \quad (6.9)$$

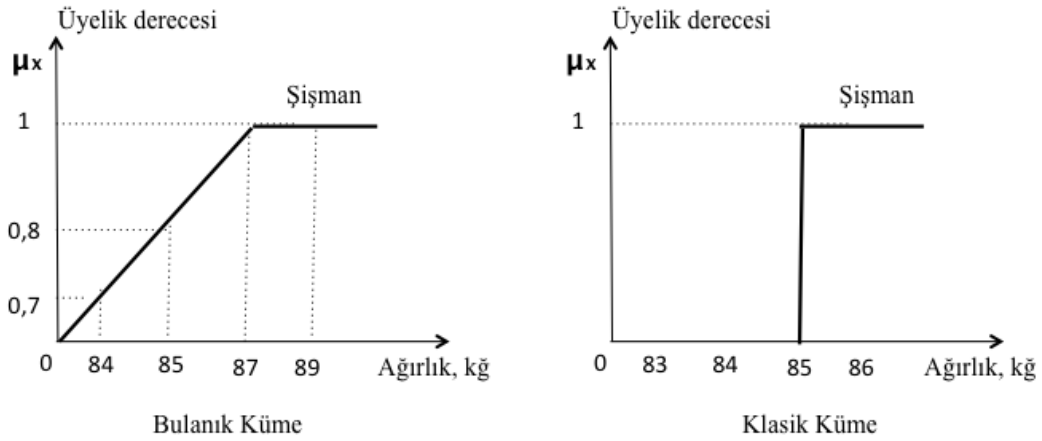
$$Gw_i = \frac{w_i}{\sum_i^n w_i} \quad (6.10)$$

6.2. Bulanık AHP Metodu

Fiziksel sistemlerin modellenmesi ve transfer fonksiyonlarının çıkarılması aşamasında sistemlerin doğrusal ve zamanla değişmediği varsayılmaktadır. Ancak, bazı faktörlerin ya da ölçümlerin net olarak ölçülemediği, sezgisel kararların verilmesinin gerektiği durumlarda kesin olarak evet, hayır ifadelerinin kullanılması bazı durumlarda modelin güvenilirlik katsayısını azaltmaktadır.

Klasik mantık (ikili mantık), iki ayrık değer alabilen değişkenleri ve mantıksal anlam taşıyan işlemleri ele alır. Klasik mantıkta bir elaman bir kümeye aittir ya da değildir (1 ya da 0). Bir başka ifade-ile karar sürecinde kesinlik var ise ikili mantık işlem görmektedir. Ancak belirsizlik ya da kesin emin olunamaması durumlarında ikili mantık her zaman yeterli gelememektedir (Zadeh, 1965).

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kuramı Azeri bilim adamı Lutfi Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atılan ve günlük hayatta kullandığımız değişkenlere üyelik dereceleri atayarak, olayların hangi oranlarda gerçekleştiğini belirleyen çoklu mantık sistemidir. Bulanık mantıkta küme aitlik derecesi μ , 0 ile 1 arasında değişkenlik gösterir. 0 kümeye ait olmamayı, 1 ise kesin olarak o kümenin üyesi olmayı gösterir. Örneğin şişman bir insanın ağırlığı 85 kg ve üzeri olarak tanımlayacak olursak; klasik mantık yaklaşımına göre 85 kg ve üzeri ağırlığa sahip olan herkes, kesin şişman (yani 1), 85 kg'ın altı ise kesin şişman değil (yani 0) olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda 83 ya da 84 kg ağırlığında olan biri şişman insanlar kümesinde değildir. Bulanık mantıkta ise 84, 83 kg ağırlığında olan birine kesin şişman değil denemez. Bu durum şişman insanlar kümesi içindeki üyelik derecesi ile belirlenir. Aşağıdaki örneğe göre 84 kg ağırlığındaki biri 0,8 üyelik derecesi ile, 83 kg ağırlığına sahip bir diğeri ise 0,6 derecesi ile şişman insanlar kümesi içinde yer almaktadır.



Şekil 6-2: Bulanık ve Klasik Küme Üyelik Örnekleri

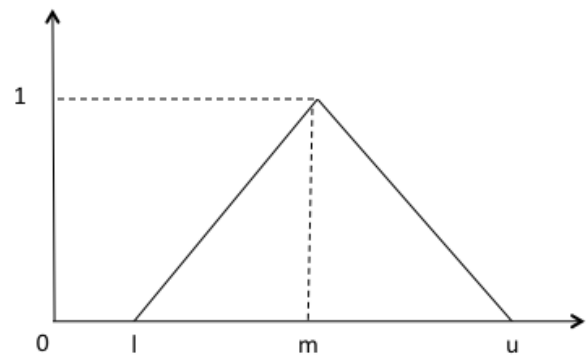
6.2.1. Üyelik Fonksiyonları

Üyelik derecesi bir elemanın kümeye olan aitlik derecesi olarak tanımlanır. Bulanık sayıların üyelik dereceleri üçgensel, yamuk, çan şekilli gibi farklı üyelik fonksiyonları algoritmaları kullanılarak belirlenebilir. Literatür incelendiğinde en çok kullanılan bulanık sayıların üçgensel bulanık sayılar olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da üçgensel bulanık sayı algoritması kullanılacağı için, sadece bu algoritmanın açıklamasına yer verilmiştir.

Üçgensel bulanık sayılar $\tilde{A} = (l, m, n)$ şeklide gösterilir. Burada “l” mümkün olan en az değer, “m” en olası değer ve “u” mümkün olan en yüksek değeri temsil etmektedir. Bulanık üçgen sayılar reel sayılarda sıralı üçlü gibi düşünülebilir, ancak bulanık sayılar her zaman küçükten büyüğe doğru yazılır.

Üçgensel (l, m, u) sayısının üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}} = \begin{cases} 0, & , x < l \\ \frac{x - l}{m - l}, & , l \leq x \leq m \\ \frac{u - x}{u - m}, & , m \leq x \leq u \\ 0, & , x > u \end{cases}$$



$l_1 \leq m_1 \leq u_1, \quad l_2 \leq m_2 \leq u_2$ olmak üzere $A = (l_1, m_1, u_1), B = (l_2, m_2, u_2)$ bulanık sayıları için

Toplama işlemi : $A + B = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$
 Çıkarma işlemi : $A - B = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2)$
 Çarpma işlemi : $A \times B = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2)$
 Bölme işlemi : $A / B = (l_1 / u_2, m_1 / m_2, u_1 / l_2) \dots$ “ $A > 0, B > 0$ ”
 : $A / B = (l_1 / l_2, m_1 / m_2, u_1 / u_2) \dots$ “ $A < 0, B > 0$ ”
 Tersini alma : $A^{-1} = (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1})$

6.2.2. Genişletilmiş BAHP Yöntemi

Bu çalışmada Chang tarafından ortaya konulan genişletilmiş bulanık AHP algoritmasından faydalanılmıştır. Bu metodun seçilmesinin en önemli nedeni metod adımlarının diğer bulanık AHP metodlarına kıyasla daha pratik olması ve klasik AHP'ye çok benzemesidir. Dezavantajı ise sadece bulanık üçgensel sayıları kullanmasıdır. Literatür çalışmaları irdelendiğinde Chang 'in boyut analizi yaklaşımının en fazla tercih edilen ve kabul edilen bulanık AHP metodu olduğunu görmekteyiz.

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ kriter kümesi olmak üzere, her bir kriter için m boyut analiz değeri $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^j$ ifadesi ile elde edilmektedir. Burada M_{gi}^1 değerleri, parametreleri, l, m ve u olan bulanık üçgensel sayılardır.

Chang 'in genişletilmiş bulanık AHP algoritması şu şekildedir.

Adım 1: Bulanık yapay büyüklük değeri aşağıdaki formül kullanılarak tanımlanır (i. kriter için).

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (6.11)$$

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ değerini elde etmek için $j=1,2,\dots,m$ adet mertebe analiz değerinin bulanık toplanması ile aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (6.12)$$

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$ değerini elde etmek için M_{gi}^j , ($j=1,2,\dots,m$) değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi yapılır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (6.13)$$

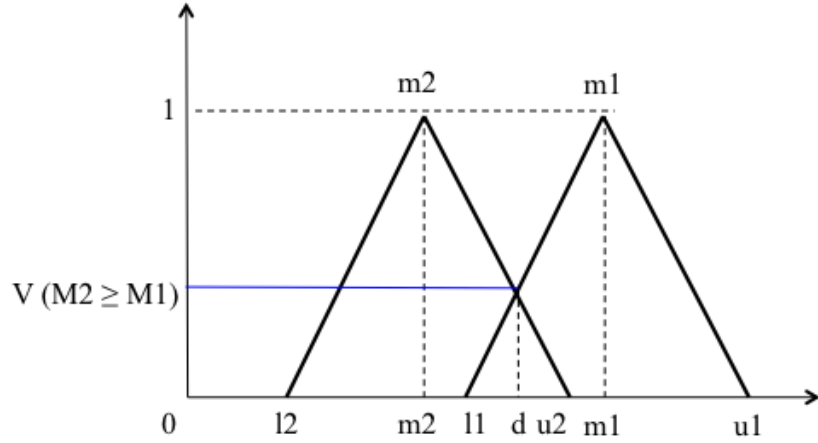
Bu adımdan sonra vektörün tersi hesaplanır.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right] \quad (6.14)$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olma olasılığı $V(M_2 \geq M_1)$ aşağıdaki fonksiyon ile hesaplanmaktadır.

$M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ ve $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ üçgensel (konveks) sayılar olmak üzere; Üçgensel (l, m, u) sayısının üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 0, & , m_2 \geq m_1 \\ 1, & , l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & diğer \end{cases} \quad (6.15)$$



Şekil 6-3: Üçgensel Bulanık Sayılar

M_1 $\square\square\square l_1, m_1, u_1$ $\square\square$ ve M_2 $\square\square\square l_2, m_2, u_2$ $\square\square$ üçgensel bulanık sayılarının kesişim noktasının ordinatıdır. Diğer bir ifadeyle üyelik fonksiyonunun değeridir. M_1 ve M_2 yi karşılaştırmak için, $V[M_2 \square\square M_1]$ ve $V[M_1 \square\square M_2]$ değerlerinin her ikisinin de bulunması gerekir.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayını olasılık derecesinin k konveks sayıdan M_i den daha büyük olması aşağıdaki şekilde tanımlanabilir ($i=1,2,\dots,k$).

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] \quad (6.16)$$

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V[(M \geq M_i)], i = 1, 2, \dots, k \quad (6.17)$$

$k=1,2,\dots,n$ için, $k \neq j$ için $d'(A_i) = \min V[(S_i \geq S_k)]$, olarak alınırsa ağırlık vektörü;

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (6.18)$$

Burada A_i ($i=1,2,\dots,n$) n elemandan oluşmaktadır. Ağırlık vektörü normalize edildiğinde, bulanık sayı olmayan W vektörü bulunur.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (6.19)$$

6.3. Uygulama / Faz_1 (Literatür)

Bu aşamada literatür taraması, uzman görüşleri ile yalın ve çevik kitreler tespit edilmeye çalışılmıştır. Her iki alandan yirmi üçer adet kriter belirlenmiştir.

6.3.1. Yalın kriterler

y01 Standart iş: Her bir üretim prosesi veya üretim hücresi için standart iş yapma metodlarının belirlenmesi ve operatörlerin işleri belirlenen bu standartlara göre gerçekleştirmesi. (Ohno (2015), Taggart (2009), Wilson (2010), Yinan vd., (2007), Ustyogova ve Noskieicova (2013))

y02 5S: Üretim alanının tamamının standartlar dahilinde düzenlenmesi, tanımlanması ve organize edilmesi. Her şey için bir yer tanımlanması ve her şeyin tanımlandığı yerde bulunması, ihtiyaç duyulan her malzeme, araç veya nesnenin kolay bulunabilir ve erişilebilir olması (Ohno (2015), Taggart (2009), Wilson (2010), Sultanov (2010), Ustyogova ve Noskieicova (2013))

y03 Görsel Yönetim: Fabrika içinde temel üretim başarı göstergelerinin takip edilebildiği, anormalliklerin anında fark edilebildiği görsel iletişim panolarının mevcudiyeti. (Elmoselhy (2013), Wong vd.,(2014), Liker (2005), Ustyogova ve Noskieicova (2013))

y04 Akış: Üretim hatlarında ya da hücrelerinde proses işlem süreleri arasında tek parça akışına göre dengeleme yapılmıştır. Üretim hattı ya da hücrelerindeki iş süreçleri arasındaki malzeme akışında ara stoklar oluşmamaktadır. (Ohno (2015), Sundar (2014), Taggart (2009), Sultanov (2010), Doolen ve Hacker (2005))

y05 Çekme sistemi: Değer zincirinde bir sonraki sürecin müşteri olarak görülmesi ve kanban sinyali gelmeden üretimin tetiklenmemesi (malzeme ve bilginin zıt yönlerde akması) (Ohno (2015), Liker (2005), Sultanov (2010), Apilioğulları (2010), Stratton ve Burton (2003), Ustyogova ve Noskieicova (2013))

y06 Fabrika düzeni: Üretim ekipmanlarının akışa uygun olarak yerleştirilmesi, U hücre mantığında üretim hatlarının mevcudiyeti. (Ohno (2015), Wilson (2010), Narasimhan vd., (2006))

y07 Üretim seviyelendirme (Heijunka): Üretim planının belirli bir dönem için sabitlenerek, sabit hızda, küçük lot adetleri ile sık ürün dönüşü yaparak üretimin

- yönetilmesi (AAAAA-BBBB-CC yerine AAABBC-AAABBC), (Ohno (2005), Liker (2005), Azadeh (2015), Taggart (2015))
- y08 Hızlı ürün dönüşü (SMED): Ürün dönüş sürecinin planlı bir faaliyet olarak görülmesi, set-up sürelerinin üretim kritik performans göstergelerinden (KPI) biri olması ve sürekli olarak ölçülmesi. SMED teknikleri kullanılarak ürün dönüş süresinin tekli dakikalara getirilmesi. (Taggart (2015), Wilson (2010), Sultanov (2010), Cheng ve Ying, (2011))
- y09 Yerinde kontrol: Kalitenin üretimin sorumluluğunda olması ve her sürecin kendi yaptığı iş adımlarını kontrol etmesi. (Ohno (2015), Liker (2005), Sultanov (2010), Schonberger (2008), Yinan vd., (2007))
- y10 Duruş kültürü (Jidoka): Operatörlerin olası problemlerin çözümü için hatlarını durdurma yetkisinin olması. (Ohno (2015), Schonberger (2008), Taggart (2009))
- y11 Hata önleme düzenekleri (Poka Yoke): Üretim süreçlerinde yanlışlık ile yapılabilecek hataları sıfıra indirmek veya olası hataları tespit etmek için hata önleme düzeneklerinin mevcudiyeti. (Schonberger (2008), Azevedo vd., (2012))
- y12 Üretimin kalite uzmanlığı: Üretim çalışanlarının kalite konusunda yetkin olması ve bu sürecin sürekli eğitimler ile desteklenmesi. (Schonberger (2008), Narasimhan vd., (2006))
- y13 Tedarikçi geliştirme süreci: Tedarikçi süreçlerinin denetlenmesi ve tedarikçilerin proses kontrol faaliyetlerini kendi bünyelerinde yapabilme düzeyi (sıfır girdi kontrol), (Apilioğulları (2010), Schonberger (2008), Doolen ve Hacker (2005))
- y14 Kullanıcı bakım: Üretim çalışanları tarafından ekipmanlara kullanıcı bakım faaliyetlerinin (temizlik, yağlama, sıkma işlemleri ve bu süreçlerdeki yetkinlikler) yapılarak temel ekipman koşullarının sağlanması (Schonberger (2015), Taggart (2009), Wilson (2010))
- y15 Planlı bakım: Fabrika içindeki tüm sistemler, ekipmanlar, aparatlar için planlı bakım onarım faaliyetlerinin sistematik bir plan dahilinde bakım ekibi tarafından gerçekleştirilmesi (Chand ve Shirvani (2000), Sultanov (2010), Tajiri ve Gotoh (2008))
- y16 Tek nokta dersi: Operasyonel verimliliği, kaliteyi ve emniyeti artırıcı yönde çalışanlara düzenli olarak tek nokta derslerinin verilmesi ve bu sürecin kayıt altına alınması. (Taggart (2009), Tajiri ve Gotoh (2008))

- y17 Hızlı müdahale: Üretim süreçlerindeki anormalliklere üretim ve bakım ekipleri tarafından hızla müdahale edilmesi (Taggart (2009), Wilson (2010), Liker (2008))
- y18 Sahadan otomatik veri toplama: Üretim performans verilerinin ekipmanlar üzerinden otomatik olarak alınıp, gerçek zamanlı OEE hesabının yapılabilmesi (Tajiri ve Gotoh (2008), Apilioğulları (2010))
- y19 Sürekli iyileştirme kültürü: Firma içinde kayıplara karşı sürekli ve sistematik bir yaklaşım ile mücadele etme kültürünün mevcudiyeti. Operasyonel anlamda, sürekli iyileştirme faaliyetleri (Kaizen) ile kayıpların ortadan kaldırılmasının birinci öncelik olması (Ohno (2008), Liker (2008), Wilson (2010))
- y20 Hedefler ile yönetim: Firma içinde her bölüm ve kişinin, firma ana hedefleri ile ilişkili hedeflerinin tanımlı olması (Schonberger (2008), Doolen ve Hacker (2005))
- y21 Öneri sistemi: Firma içinde etkin ve faydası ispatlanmış bir öneri sisteminin mevcudiyeti.
- y22 Problem çözme yetkinliği: Sürekli iyileştirme faaliyetlerinde çalışanların “A3 analizi, 5 Neden analizi, Balık Kılçığı, Pareto analizi” gibi temel problem çözme teknikleri araçlarından sürekli olarak yararlanma düzeyi (Schonberger (2008), Narasimhan vd., (2006), Yinan vd., (2007))
- y23 Çok yetkinlikli iş gücü: Rotasyon ve sürekli eğitim programları ile üretim çalışanlarının birden fazla işi yapabilme düzeyi (Schonberger (2008), Doolen ve Hacker (2005), Yinan vd., (2007))

6.3.2. Çevik kriterler

- ç01 Talep odaklı üretim: Üretimin Pazar beklentilerine göre ve talebe göre planlanma yapılması (Levi, (2009))
- ç02 Ürün ve promosyon optimizasyonu: Ürün, pazarlama organizasyon ve süreçlerinde kompleksliğin azaltılması (Çevik üretim hakkında bilgili ekipler, ürün çeşitliliğine gereksiz artışın önlenmesi ve çok kompleks olmayan promosyonel faaliyetler), Christopher (2000).
- ç03 Ürün hayat eğrisi takibi: Ürün hayat eğrilerinin ileri seviye yazılımlar ile sıkı takibi ve farklı evrelerde, değişen Pazar koşullarında üretim stratejilerini

- değiştirebilme düzeyi (Childerhouse vd., (2002), Lee (2002), Chang vd., (2006), Chang vd., (2006), Ambe (2012))
- ç04 İnovasyon: Müşteri güdümlü inovasyon ve müşterilerin ürün geliştirme süreçlerinde yer alma düzeyi (Yusuf (1999), Christopher (2000), Silveria (2001), Narasimhan vd., (2006), Lin ve Chiu (2006), Agarwal vd., (2006), Yinan vd., (2007), Roh vd., (2014))
- ç05 Modüler tasarım: Modüler teknoloji, jenerik ürünler geliştirerek kişiselleştirilmiş ürünlere, kitle üretim performansında erteleme stratejileri ile hızlı cevap verebilme düzeyi (Naylor vd., (1999), Silveria (2001), Yang ve Li (2002), Li vd., (2006), Goldsby vd., (2006))
- ç06 ECR / CPFR: Müşteriler ile sanal ortamda entegrasyon. Sahadan gerçek zamanlı bilgi alma ve müşteriler ile işbirlikçi planlama / talep tahminleme süreci (Gunasekaran (1999), Yusuf (1999), Christopher (2000), Silveria (2001), Agarwal vd., (2006), Bottani (2009), Bottani (2010), Gilaninia (2011), Roh vd., (2014))
- ç07 Tedarikçi seçme ve değerlendirme: Tedarikçi seçiminde analitik yöntemlerin izlenmesi.
- ç08 Tedarikçi geliştirme süreci: Tedarikçi performansının sürekli izlenmesi (kalite / teslimat), düzeli denetimlerin yapılması ve tedarikçi yetkinliğini artırıcı eğitim / gelişim programlarının etkinliği düzeyi (Sanchez ve Nagi (2001), Caglianao vd., (2004), Yusuf vd., (2004), Balaji vd., (2013))
- ç09 Tedarikçi yönetimli envanter: Tedarikçi yönetimli envanter yönetimi (VMI), (Ambe (2012), Elmoselhy (2013))
- ç10 Tedarikçiler ile süreç entegrasyonu: Tedarikçiler ile güvene dayalı uzun vade stratejik iş birliği. Ürün geliştirme süreçlerinde tedarikçi kaynaklarını (süreç, teknoloji, iş gücü) etkin kullanma ve tedarikçilerin bu süreçte yer alma düzeyi (Christopher (2000), Yusuf vd., (2004), Lin ve Chiu (2006), Narasimhan vd., (2006), Lin ve Chiu (2006), Li vd., (2006), Agarwal vd., (2006), Gilaninia (2011))
- ç11 Tedarikçi esnekliği: Tedarikçilerin müşteri tarafında oluşabilecek değişikliklere adapte olabilme ve servis seviyesinden ödün vermeden cevap verebilme yeteneği (teknoloji, kapasite, iş gücü), (Christopher (2000))
- ç12 Tedarikçiler ile etkin, kaliteli iletişim: Farklı fonksiyonların (firma içi, tedarikçiler) ortak platformlar üzerinden bilgi paylaşma, kurumlar arası mikro /

- makro iletişimin düzeyi (Narasimhan vd., (2006), Christopher (2000), Li vd., (2006))
- ç13 Tedarik zinciri tasarım yeteneği: Yeni tedarik zinciri ağlarını hızlı bir şekilde kurabilme ve devreye alabilme düzeyi (Christopher (2000), Purvis vd., (2014))
- ç14 Alternatif tedarik zinciri: Alternatif tedarik zinciri (tedarikçi) (Jain vd., (2007), Purvis vd., (2014), Gligor vd., (2015))
- ç15 Eş zamanlı mühendislik: Yeni ürün devreye alma sürecinin tüm ilgili fonksiyonların eş zamanlı mühendislik uygulamaları ile planlı, programlı ve koordine bir şekilde yönetilmesi düzeyi (Gunasekaran (2008), Lee (2002, Yusuf (1999), Agarwal vd., (2006))
- ç16 Hızlı prototip geliştirme: Ürün geliştirme süreçlerinde esnek ve ileri seviye teknolojilerin kullanımı ile hızlı prototip geliştirebilme düzeyi (Gunasekaran (2008), Silveria (2001), Yang ve Li (2002), Agarwal vd., (2006))
- ç17 Uzmanlığa odaklanma: Uzmanlığa odaklanarak, daha az yetkin olan süreçlerde dış kaynak kullanma düzeyi (Yusuf (1999), Lin ve Chiu (2006), Goldsby vd., (2006))
- ç18 Yetkin, bilgili insan gücü: Ürün tasarım ve geliştirme süreçlerinde çalışan kadroların bilgi ve deneyim düzeyi (Gunasekaran (2008), Narasimhan vd., (2006), Chang vd., (2006), Balaji vd., (2013))
- ç19 Proses güvenirliliği: Üretim ekipmanlarının kalite ve performans sürekliliği
- ç20 Üretim stratejileri: Aynı alanda yalın, çevik ve hibrid üretim stratejilerini uygulayabilme düzeyi (Towill ve Christopher (2002), Aitken vd., (2003), Stratton ve Warbuton (2003), Agarwal vd., (2006), Goldsby vd., (2006), Ambe (2014))
- ç21 Hızlı karar alabilme: Üretim süreçlerinde oluşan problemlerin hızlı çözümü için orta ve alt kademenin karar alma yetkisi düzeyi (Yinan vd., (2007), Liker (2008))
- ç22 Üretim süreçleri esnekliği: Üretim süreçlerinde esnek ve ileri seviye teknoloji, yazılımlar ile üretim hatlarını başka bir ürünü üretebilecek yapıya hızlı bir şekilde getirebilme düzeyi (Gunasekaran (2008), Yusuf (1999), Yang ve Li (2002), Jain vd., (2007), Gilaninia (2011), Ambe (2012), Roh vd., (2014))
- ç23 İnsana yatırım: İnsan kaynakları yetkinliğini geliştirici yönde eğitim ve gelişim programlarının etkinlik düzeyi (Gunasekaran (2008), Sanchez ve Nagi (2001), Yinan vd., (2007), Balaji vd., (2013), Elmoselhy (2013))

6.4. Uygulama / Faz_2 (DEMATEL)

Bu aşamada yalın ve çevik kriterler ayrı ayrı olarak dematel yöntemine tabi tutulmuştur. Üretim sektöründe çalışan, toplam on iki orta ve üst düzey yöneticiden (üretim müdürü, mühendislik müdürü, fabrika müdürü, genel müdür) tablo 6-1 deki skalaya göre kriterleri değerlendirmesi istenmiştir.

- Bu işlemin ardından denklem 6.1 deki formüle göre tüm değerlendirme yapan kişilerin verdikleri değerlerin aritmetik ortalaması alınarak hem yalın hem de çevik kriterler için Z direkt ilişki matrisi (Tablo 6-2 ve Tablo 6-5) elde edilmiştir.
- Z direkt ilişki matrislerine denklem 6.2 ve 6.3 deki formülleri uygulanarak D normalleştirilmiş ilişki matrisleri (Tablo 6-3 ve Tablo 6-6) elde edilmiştir.
- D normalleştirilmiş toplam ilişki matrislerine denklem 6.7 deki formül uygulanarak T toplam ilişkiler matrisi (Tablo 6-4 ve Tablo 6-7) elde edilmiştir.

Tablo 6-1: Dematel Değerlendirme Skalası

Puan	Etki Seviyesi
0	Etkisi yok
1	Az etki var
2	Orta etki var
3	Kuvvetli etki var
4	Çok kuvvetli etki var

Tablo 6-2: Faz_2 / Yalın Üretim Kriterleri Dematel Z tablosu

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23
Y1	-	3,33	2,67	3,33	3,17	1,33	3,00	3,17	2,83	3,17	2,67	3,33	3,00	3,33	3,00	2,83	3,00	1,67	3,33	3,00	1,33	2,83	3,17
Y2	3,17	-	3,50	3,50	3,00	1,50	1,83	2,17	2,33	2,33	2,00	2,50	2,00	3,17	3,17	2,67	2,33	1,33	2,83	2,17	2,00	2,17	1,83
Y3	2,17	2,50	-	1,83	2,33	1,17	1,83	2,33	2,17	2,17	2,67	2,17	1,83	2,17	2,33	2,17	2,33	2,00	2,17	1,83	1,17	2,33	1,67
Y4	3,33	2,83	2,00	-	3,00	2,00	2,33	2,83	2,83	3,00	3,00	3,17	2,67	2,83	3,00	2,83	3,17	1,00	3,17	3,00	2,00	3,83	3,67
Y5	2,67	3,17	2,00	3,17	-	1,00	3,17	3,17	3,17	3,00	3,17	3,33	3,00	2,67	2,83	2,67	2,50	1,33	3,50	3,00	1,33	3,17	2,83
Y6	1,00	2,17	1,00	3,17	2,17	-	2,17	1,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,17	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
Y7	2,83	2,67	1,83	3,67	3,67	1,33	-	3,17	2,67	2,67	2,17	2,67	2,67	2,83	3,00	2,50	2,67	1,50	3,00	2,17	1,50	3,00	3,17
Y8	2,17	2,17	1,87	3,33	3,17	1,00	3,17	-	2,00	2,17	2,17	2,00	2,00	2,17	2,50	2,50	3,00	1,00	2,33	2,67	1,67	2,67	2,67
Y9	2,17	2,33	1,83	2,67	2,83	1,17	2,83	2,00	-	3,50	3,50	3,17	2,83	2,83	2,67	2,67	3,00	1,67	2,67	2,17	2,00	2,67	3,17
Y10	2,17	2,33	1,67	3,17	3,17	1,33	3,17	2,17	3,17	-	3,00	3,00	2,50	2,17	2,33	2,67	2,33	1,50	2,83	2,50	2,17	2,67	2,17
Y11	2,33	2,67	1,50	3,00	3,17	1,33	2,17	2,50	3,17	3,17	-	3,00	1,67	2,17	2,00	2,67	2,67	1,50	3,17	3,00	1,67	2,33	2,67
Y12	2,67	2,00	1,33	3,17	3,17	1,00	2,67	2,17	3,33	3,17	2,83	-	1,83	2,00	2,17	2,83	2,17	1,17	3,17	2,83	1,50	2,83	2,83
Y13	1,67	2,00	1,50	3,00	3,00	1,17	2,67	2,00	1,83	2,50	2,00	1,83	-	1,83	1,83	2,17	2,67	1,33	3,17	3,00	1,50	1,83	1,67
Y14	2,67	2,17	1,33	3,00	3,17	1,17	2,67	2,67	2,17	3,00	3,00	2,33	1,50	-	3,00	3,17	3,50	1,83	3,17	2,50	1,00	2,83	2,17
Y15	2,83	2,17	1,33	3,17	3,17	1,17	2,67	3,00	2,17	3,00	2,83	2,33	1,50	3,00	-	3,17	3,17	1,17	3,00	3,00	2,00	2,83	2,50
Y16	2,00	2,17	1,50	2,17	2,50	1,17	2,00	3,17	2,83	2,33	3,00	3,17	3,17	3,00	3,00	-	2,33	1,67	3,17	1,83	1,00	2,67	2,83
Y17	1,67	2,17	1,50	2,00	2,17	1,33	2,17	2,17	2,00	2,67	2,33	1,67	1,33	2,33	2,17	1,83	-	2,17	2,67	3,00	1,33	2,67	1,83
Y18	1,17	1,50	2,33	1,33	1,67	1,33	1,33	2,17	1,83	1,83	1,67	1,67	1,67	2,83	2,67	1,83	2,50	-	1,83	1,50	1,17	1,33	1,33
Y19	3,00	3,17	1,83	3,17	3,00	1,67	2,83	2,83	3,00	3,00	3,00	3,17	3,17	3,17	2,83	3,17	3,00	1,67	-	2,83	3,00	3,00	3,00
Y20	1,67	2,17	2,00	1,83	1,33	1,33	1,83	2,83	2,67	3,17	2,17	2,00	2,50	2,33	2,17	2,33	3,00	1,83	2,83	-	2,17	2,50	1,83
Y21	2,17	1,33	1,17	1,33	1,17	1,33	1,17	1,83	1,17	1,67	2,33	1,83	1,67	1,83	2,00	2,00	1,67	1,00	3,17	2,50	-	1,83	1,50
Y22	2,17	1,83	1,17	2,67	2,83	1,17	2,67	3,17	3,00	3,00	3,17	3,17	2,67	2,67	2,67	2,50	3,17	1,83	3,33	2,00	1,67	-	2,33
Y23	2,83	2,17	1,50	2,33	2,00	1,00	2,83	2,83	2,67	2,67	2,33	2,67	2,17	3,00	3,00	2,67	2,67	1,33	2,83	1,67	1,50	3,00	-

Tablo 6-3: Faz_2 / Yalın Üretim Kriterleri Dematel D tablosu

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23
Y1	-	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05
Y2	0,05	-	0,06	0,06	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
Y3	0,03	0,04	-	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03
Y4	0,05	0,05	0,03	-	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,03	0,06	0,06
Y5	0,04	0,05	0,03	0,05	-	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,02	0,06	0,05	0,02	0,05	0,05
Y6	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	-	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Y7	0,05	0,04	0,03	0,06	0,06	0,02	-	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,05	0,03	0,02	0,05	0,05
Y8	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	-	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
Y9	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,02	0,05	0,03	-	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05
Y10	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	0,03	0,05	-	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03
Y11	0,04	0,04	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	-	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04
Y12	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,03	0,05	0,05	0,05	-	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05
Y13	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	-	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03
Y14	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,02	-	0,05	0,05	0,06	0,03	0,05	0,04	0,02	0,05	0,03
Y15	0,05	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,02	0,05	-	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04
Y16	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-	0,04	0,03	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05
Y17	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	-	0,03	0,04	0,05	0,02	0,04	0,03
Y18	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	-	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Y19	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	-	0,05	0,05	0,05	0,05
Y20	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	0,05	-	0,03	0,04	0,03
Y21	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,04	-	0,03	0,02
Y22	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	-	0,04
Y23	0,05	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,05	0,03	0,02	0,05	-

Tablo 6-4: Faz_2 / Yalın Üretim Kriterleri Dematel T tablosu

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23
Y1	0,23	0,28	0,21	0,32	0,31	0,15	0,29	0,30	0,29	0,31	0,29	0,30	0,26	0,30	0,29	0,29	0,31	0,17	0,33	0,29	0,18	0,30	0,28
Y2	0,25	0,20	0,20	0,28	0,27	0,13	0,23	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,22	0,26	0,26	0,25	0,26	0,15	0,28	0,24	0,17	0,25	0,23
Y3	0,20	0,21	0,13	0,22	0,23	0,11	0,20	0,22	0,21	0,22	0,22	0,22	0,19	0,21	0,22	0,21	0,23	0,14	0,24	0,20	0,14	0,22	0,20
Y4	0,28	0,27	0,20	0,26	0,30	0,15	0,27	0,29	0,28	0,30	0,29	0,29	0,26	0,29	0,29	0,29	0,31	0,16	0,32	0,28	0,19	0,31	0,29
Y5	0,26	0,27	0,20	0,31	0,26	0,14	0,28	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,26	0,28	0,28	0,28	0,29	0,16	0,32	0,28	0,18	0,29	0,27
Y6	0,13	0,14	0,10	0,18	0,16	0,06	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,16	0,09	0,15	0,14	0,09	0,14	0,13
Y7	0,26	0,25	0,19	0,30	0,30	0,14	0,22	0,28	0,27	0,28	0,27	0,27	0,24	0,27	0,28	0,27	0,28	0,16	0,30	0,26	0,17	0,28	0,27
Y8	0,22	0,22	0,17	0,27	0,26	0,12	0,24	0,20	0,23	0,25	0,24	0,23	0,21	0,24	0,24	0,24	0,26	0,14	0,26	0,24	0,16	0,25	0,23
Y9	0,24	0,24	0,18	0,28	0,28	0,13	0,26	0,26	0,22	0,29	0,28	0,27	0,24	0,27	0,26	0,26	0,28	0,16	0,29	0,25	0,18	0,27	0,26
Y10	0,23	0,24	0,18	0,28	0,28	0,13	0,26	0,25	0,26	0,23	0,27	0,26	0,23	0,25	0,25	0,26	0,26	0,15	0,29	0,25	0,18	0,26	0,24
Y11	0,23	0,24	0,17	0,28	0,28	0,13	0,24	0,25	0,26	0,28	0,22	0,26	0,22	0,25	0,24	0,25	0,27	0,15	0,29	0,25	0,17	0,26	0,25
Y12	0,24	0,23	0,17	0,28	0,28	0,12	0,25	0,25	0,26	0,27	0,26	0,22	0,22	0,24	0,25	0,26	0,26	0,14	0,29	0,25	0,16	0,26	0,25
Y13	0,20	0,20	0,15	0,25	0,24	0,11	0,22	0,22	0,21	0,23	0,22	0,21	0,16	0,21	0,21	0,22	0,24	0,13	0,26	0,23	0,15	0,22	0,20
Y14	0,24	0,23	0,17	0,28	0,28	0,13	0,25	0,26	0,25	0,28	0,27	0,25	0,22	0,22	0,26	0,26	0,28	0,16	0,29	0,25	0,16	0,27	0,24
Y15	0,25	0,24	0,17	0,29	0,28	0,13	0,25	0,27	0,25	0,28	0,27	0,26	0,22	0,27	0,22	0,27	0,28	0,15	0,29	0,26	0,18	0,27	0,25
Y16	0,23	0,23	0,17	0,26	0,26	0,12	0,23	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,23	0,26	0,26	0,21	0,26	0,15	0,28	0,23	0,15	0,26	0,24
Y17	0,19	0,20	0,15	0,22	0,22	0,11	0,21	0,21	0,21	0,23	0,22	0,21	0,18	0,22	0,21	0,21	0,19	0,14	0,24	0,22	0,14	0,22	0,20
Y18	0,16	0,16	0,14	0,18	0,19	0,10	0,17	0,19	0,18	0,19	0,18	0,18	0,16	0,19	0,19	0,18	0,20	0,09	0,20	0,17	0,12	0,18	0,17
Y19	0,27	0,27	0,20	0,31	0,31	0,15	0,28	0,29	0,29	0,31	0,30	0,30	0,27	0,29	0,29	0,29	0,31	0,17	0,28	0,28	0,21	0,30	0,28
Y20	0,20	0,21	0,16	0,23	0,22	0,12	0,21	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,23	0,22	0,23	0,25	0,14	0,26	0,19	0,16	0,23	0,21
Y21	0,17	0,16	0,12	0,18	0,18	0,10	0,16	0,18	0,17	0,19	0,19	0,18	0,16	0,18	0,18	0,18	0,19	0,10	0,22	0,18	0,10	0,18	0,17
Y22	0,24	0,23	0,17	0,28	0,28	0,13	0,25	0,27	0,26	0,28	0,27	0,27	0,23	0,26	0,26	0,26	0,28	0,16	0,30	0,24	0,17	0,22	0,24
Y23	0,23	0,22	0,17	0,26	0,25	0,12	0,24	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,22	0,25	0,25	0,25	0,26	0,14	0,28	0,23	0,16	0,26	0,20

Tablo 6-5: Faz_2 / Çevik Üretim Kriterleri Dematel Z tablosu

	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7	Ç8	Ç9	Ç10	Ç11	Ç12	Ç13	Ç14	Ç15	Ç16	Ç17	Ç18	Ç19	Ç20	Ç21	Ç22	Ç23
Ç1		2,00	3,00	3,00	2,50	3,00	3,00	3,17	2,50	2,50	2,67	2,17	2,50	2,00	2,67	2,67	2,83	3,33	3,33	2,67	2,67	2,83	3,17
Ç2	3,17		3,17	3,00	2,40	2,17	1,83	2,00	2,50	1,83	2,67	2,17	1,67	2,50	2,00	2,17	2,00	2,17	3,00	2,17	1,83	2,50	2,00
Ç3	3,17	3,17		3,00	3,00	2,33	2,17	2,33	2,33	2,67	2,67	2,17	2,00	2,17	2,67	2,50	1,83	3,17	3,00	1,83	2,67	2,67	2,00
Ç4	3,33	2,00	3,00		2,67	2,50	2,50	2,83	2,83	3,00	3,00	3,17	1,67	2,50	2,50	2,50	1,67	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00	2,50
Ç5	3,00	2,00	2,50	2,33		2,50	2,50	2,50	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00	2,17	2,67	2,50	3,00	2,50	2,67	2,50	2,50	2,50	2,17
Ç6	2,33	2,67	3,00	3,17	2,83		2,67	3,33	3,33	3,17	2,67	3,17	1,83	2,00	2,50	2,50	1,83	1,83	2,70	2,33	2,50	2,33	1,83
Ç7	1,83	2,00	2,67	2,33	2,50	3,00		3,17	2,67	2,67	2,17	2,67	2,00	2,00	2,00	2,50	2,00	1,83	1,67	2,17	1,50	2,50	2,00
Ç8	2,17	2,00	1,87	3,33	2,33	3,00	3,17		2,50	2,67	2,67	2,33	1,83	2,17	2,33	1,67	1,67	2,17	2,00	2,67	2,17	2,67	2,67
Ç9	2,17	2,17	2,17	2,50	3,00	2,00	2,17	2,67		3,00	3,00	3,00	2,17	1,83	2,67	2,00	1,67	1,67	2,50	2,33	2,33	3,00	3,00
Ç10	2,67	2,00	3,00	3,00	2,50	2,00	3,17	3,33	3,17		3,17	2,00	2,00	2,17	3,00	3,00	2,50	2,17	2,67	2,00	2,17	2,50	2,50
Ç11	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,17	3,17	3,17		2,50	2,33	2,00	3,00	3,00	2,00	1,50	2,50	3,00	2,50	2,50	2,00
Ç12	1,33	1,50	2,83	2,33	2,00	3,17	2,67	3,00	3,00	2,67	2,83		2,50	2,67	2,50	2,50	1,67	1,50	3,00	3,00	2,50	2,83	2,50
Ç13	1,67	1,17	1,50	3,00	2,50	1,17	2,67	2,00	2,50	2,00	2,00	1,83		1,50	1,83	2,50	1,67	1,33	2,00	1,50	1,50	2,00	1,67
Ç14	1,33	1,33	1,50	1,67	1,67	1,83	2,00	1,67	1,67	1,67	3,00	2,33	1,50		2,50	2,33	1,67	1,67	1,50	1,67	1,83	2,00	2,00
Ç15	2,67	2,00	3,17	2,50	3,00	3,00	2,50	3,00	2,17	2,50	3,00	2,33	2,00	1,50		2,33	2,00	2,50	3,00	2,67	2,83	2,83	2,50
Ç16	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00	2,67	2,50	3,00	2,83	2,33	3,00	3,00	1,50	2,00	2,00		2,33	2,00	3,00	2,00	2,17	2,67	2,50
Ç17	3,00	2,67	1,67	1,33	2,50	1,83	2,17	1,67	1,67	1,67	2,00	1,67	1,33	2,00	2,00	2,67		2,00	2,00	2,00	1,33	2,00	1,83
Ç18	2,00	3,00	2,50	2,00	2,50	3,00	2,50	3,00	2,00	2,50	2,17	2,00	1,83	1,83	2,83	2,67	2,00		2,17	2,83	3,00	3,00	2,83
Ç19	2,50	3,00	3,00	2,50	2,67	3,00	2,50	2,00	2,17	2,50	3,00	2,50	1,50	1,83	2,33	3,00	1,67	1,50		3,00	2,87	2,67	2,00
Ç20	3,00	2,00	2,17	1,83	2,83	2,67	3,00	3,00	2,67	3,17	2,17	2,00	1,67	1,83	2,67	3,00	3,00	2,00	2,83		2,50	3,00	2,50
Ç21	2,67	2,00	3,00	2,50	2,50	2,50	2,33	2,67	2,00	3,00	2,50	2,00	1,67	2,00	2,00	2,00	1,67	2,50	2,50	2,50		2,50	2,00
Ç22	3,00	3,00	3,00	2,67	2,83	2,67	2,44	2,50	2,17	2,17	2,17	2,33	2,00	1,83	2,67	3,17	2,67	2,50	3,00	3,67	2,67		2,17
Ç23	3,17	2,83	3,00	2,33	2,67	2,67	2,83	2,83	2,67	2,67	2,33	2,33	1,83	2,00	2,50	2,67	2,67	1,33	2,50	2,00	1,50	3,00	

Tablo 6-6: Faz_2: Çevik Üretim Kriterleri Dematel D tablosu

	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7	Ç8	Ç9	Ç10	Ç11	Ç12	Ç13	Ç14	Ç15	Ç16	Ç17	Ç18	Ç19	Ç20	Ç21	Ç22	Ç23
Ç1	-	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05
Ç2	0,05	-	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03
Ç3	0,05	0,05	-	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,03
Ç4	0,06	0,03	0,05	-	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04
Ç5	0,05	0,03	0,04	0,04	-	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Ç6	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	-	0,04	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Ç7	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	-	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03
Ç8	0,04	0,03	0,03	0,06	0,04	0,05	0,05	-	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Ç9	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	-	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Ç10	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,06	0,05	-	0,05	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
Ç11	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03
Ç12	0,02	0,02	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	-	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04
Ç13	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	-	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
Ç14	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,02	-	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Ç15	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	-	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
Ç16	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	-	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04
Ç17	0,05	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	-	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
Ç18	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	-	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
Ç19	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,02	-	0,05	0,05	0,04	0,03
Ç20	0,05	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	-	0,04	0,05	0,04
Ç21	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	-	0,04	0,03
Ç22	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	-	0,04
Ç23	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,03	0,02	0,05	-

Tablo 6-7: Faz_2: Çevik Üretim Kriterleri Dematel T tablosu

	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7	Ç8	Ç9	Ç10	Ç11	Ç12	Ç13	Ç14	Ç15	Ç16	Ç17	Ç18	Ç19	Ç20	Ç21	Ç22	Ç23
Ç1	0,36	0,36	0,43	0,41	0,42	0,41	0,42	0,44	0,40	0,41	0,42	0,38	0,32	0,33	0,40	0,41	0,35	0,35	0,42	0,39	0,37	0,42	0,38
Ç2	0,36	0,28	0,37	0,36	0,36	0,35	0,34	0,36	0,35	0,35	0,37	0,33	0,27	0,29	0,33	0,35	0,29	0,29	0,36	0,33	0,31	0,36	0,31
Ç3	0,39	0,35	0,35	0,39	0,40	0,38	0,38	0,40	0,38	0,39	0,39	0,35	0,29	0,31	0,37	0,38	0,31	0,33	0,39	0,35	0,35	0,39	0,34
Ç4	0,40	0,34	0,41	0,35	0,40	0,39	0,39	0,41	0,39	0,40	0,41	0,38	0,30	0,32	0,38	0,39	0,32	0,33	0,39	0,37	0,36	0,41	0,36
Ç5	0,39	0,34	0,40	0,38	0,36	0,39	0,39	0,41	0,39	0,40	0,41	0,36	0,31	0,31	0,38	0,39	0,33	0,33	0,39	0,37	0,35	0,40	0,35
Ç6	0,38	0,35	0,41	0,40	0,40	0,35	0,39	0,42	0,40	0,40	0,40	0,38	0,29	0,31	0,37	0,38	0,32	0,32	0,39	0,37	0,35	0,39	0,34
Ç7	0,33	0,30	0,36	0,34	0,35	0,35	0,31	0,37	0,35	0,35	0,35	0,33	0,27	0,28	0,33	0,34	0,29	0,28	0,33	0,33	0,30	0,35	0,31
Ç8	0,35	0,32	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,34	0,36	0,37	0,37	0,34	0,27	0,29	0,35	0,35	0,29	0,30	0,35	0,35	0,32	0,37	0,33
Ç9	0,36	0,32	0,37	0,37	0,38	0,36	0,36	0,39	0,32	0,38	0,38	0,35	0,28	0,29	0,36	0,36	0,30	0,30	0,37	0,35	0,33	0,38	0,34
Ç10	0,38	0,34	0,41	0,39	0,40	0,38	0,40	0,42	0,40	0,35	0,41	0,36	0,30	0,31	0,38	0,39	0,33	0,32	0,39	0,36	0,35	0,40	0,35
Ç11	0,38	0,34	0,41	0,40	0,41	0,40	0,40	0,42	0,40	0,41	0,36	0,37	0,31	0,31	0,39	0,40	0,32	0,31	0,39	0,38	0,36	0,40	0,35
Ç12	0,35	0,32	0,39	0,37	0,37	0,38	0,38	0,40	0,38	0,38	0,39	0,31	0,29	0,31	0,36	0,37	0,30	0,30	0,38	0,36	0,34	0,39	0,34
Ç13	0,28	0,25	0,29	0,30	0,30	0,28	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,27	0,20	0,23	0,28	0,29	0,24	0,23	0,29	0,27	0,26	0,30	0,26
Ç14	0,27	0,24	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,28	0,28	0,31	0,27	0,22	0,20	0,28	0,29	0,23	0,23	0,27	0,26	0,25	0,29	0,26
Ç15	0,38	0,34	0,41	0,38	0,40	0,39	0,39	0,41	0,38	0,39	0,40	0,36	0,30	0,30	0,33	0,38	0,32	0,32	0,39	0,37	0,36	0,40	0,35
Ç16	0,39	0,35	0,40	0,38	0,40	0,39	0,39	0,41	0,39	0,39	0,40	0,37	0,29	0,31	0,36	0,34	0,32	0,32	0,39	0,36	0,34	0,39	0,35
Ç17	0,31	0,28	0,30	0,29	0,31	0,30	0,30	0,31	0,29	0,30	0,31	0,28	0,23	0,24	0,29	0,31	0,22	0,25	0,30	0,28	0,26	0,30	0,27
Ç18	0,36	0,34	0,38	0,36	0,38	0,38	0,37	0,40	0,36	0,38	0,38	0,34	0,28	0,30	0,36	0,37	0,31	0,27	0,37	0,36	0,35	0,39	0,34
Ç19	0,37	0,34	0,39	0,37	0,38	0,38	0,37	0,38	0,36	0,38	0,39	0,35	0,28	0,29	0,36	0,38	0,30	0,30	0,33	0,36	0,34	0,38	0,33
Ç20	0,38	0,33	0,39	0,37	0,39	0,38	0,39	0,41	0,38	0,39	0,39	0,35	0,29	0,30	0,37	0,39	0,33	0,31	0,39	0,32	0,35	0,40	0,35
Ç21	0,35	0,31	0,37	0,35	0,36	0,35	0,35	0,37	0,35	0,37	0,36	0,33	0,27	0,28	0,34	0,34	0,29	0,30	0,36	0,34	0,28	0,36	0,32
Ç22	0,39	0,36	0,41	0,39	0,40	0,39	0,39	0,41	0,38	0,39	0,40	0,37	0,30	0,31	0,38	0,40	0,33	0,33	0,40	0,39	0,36	0,36	0,35
Ç23	0,38	0,34	0,39	0,37	0,38	0,38	0,38	0,40	0,37	0,38	0,38	0,35	0,28	0,30	0,36	0,37	0,32	0,30	0,37	0,35	0,32	0,39	0,30

Yalın ve çevik faktörler için T toplam ilişki matrisleri elde edildikten sonra denklem 6.8, 6.9 ve 6.10 kullanılarak R, C, W ve GW hesaplanmıştır. Hangi faktörlerin yalın çevik indeks belirlemesi modelinde kullanılacağı belirlenmesi için $GW \leq 0.035$ olan sonuçlar kapsam dışına alınmıştır.

Tablo 6-8: Yalın Kriterlerin Ağırlıkları

<i>Yalın kriterler</i>	<i>R</i>	<i>C</i>	<i>R+C</i>	<i>R-C</i>	<i>W</i>	<i>GW</i>
Standart iş	6,29	5,13	11,42	1,16	11,48	0,048
5S	5,40	5,14	10,54	0,26	10,55	0,044
Görsel Yönetim	4,58	3,86	8,44	0,72	8,47	0,035
Akış	6,17	6,01	12,18	0,16	12,18	0,051
Çekme sistemi	6,06	5,92	11,99	0,14	11,99	0,050
Fabrika düzeni (Lay-out)	3,00	2,83	5,83	0,16	5,83	0,024
Üretim seviyelendirme.	5,81	5,38	11,20	0,43	11,20	0,047
Hızlı ürün dönüşü	5,12	5,60	10,72	(0,48)	10,73	0,045
Yerinde kontrol	5,67	5,50	11,17	0,17	11,17	0,047
Duruş kültürü	5,48	5,90	11,37	(0,42)	11,38	0,048
Poka Yoke	5,42	5,66	11,09	(0,24)	11,09	0,046
Üretimin kalite uzmanlığı	5,40	5,60	11,00	(0,20)	11,00	0,046
Tedarikçi geliştirme süreci	4,69	4,91	9,60	(0,22)	9,61	0,040
Kullanıcı bakım	5,49	5,56	11,05	(0,07)	11,05	0,046
Planlı bakım	5,59	5,56	11,15	0,04	11,15	0,047
Tek nokta dersi	5,33	5,55	10,88	(0,22)	10,88	0,045
Hızlı müdahale	4,56	5,90	10,46	(1,34)	10,55	0,044
Üretimden otomatik veri toplama	3,86	3,29	7,15	0,57	7,17	0,030
Sürekli iyileştirme kültürü	6,24	6,26	12,50	(0,02)	12,50	0,052
Hedefler ile yönetim	4,84	5,41	10,25	(0,57)	10,27	0,043
Öneri sistemi	3,82	3,65	7,47	0,17	7,47	0,031
Problem çözme yetkinliği	5,54	5,70	11,24	(0,16)	11,24	0,047
Çok yetkinlikli iş gücü	5,25	5,30	10,55	(0,05)	10,55	0,044

DEMATEL sonucuna göre önem derecesi en yüksek faktörler sürekli iyileştirme kültürü (0,052), akış (0,051), çekme sistemi (0,050) çıkmıştır. $GW \leq 0.035$ kapsamında ise öneri sistemi (0.031), üretimden otomatik veri toplama (0.030) ve fabrika düzeni (0.024) sonucu elde edilerek, bu faktörler yalın indeks modeli belirlenmesinde kapsam dışına alınmıştır.

Tablo 6-9: Çevik Kriterlerin Ağırlıkları

<i>Çevik kriterler</i>	<i>R</i>	<i>C</i>	<i>R+C</i>	<i>R-C</i>	<i>W</i>	<i>GW</i>
Talep odaklı üretim	9,00	8,30	17,29	0,70	17,31	0,047
Ürün ve promosyon optim.	7,69	7,47	15,16	0,21	15,16	0,041
Ürün hayat eğrisi takibi	8,36	8,68	17,04	(0,32)	17,04	0,046
İnovasyon	8,61	8,40	17,02	0,21	17,02	0,046
Modüler tasarım	8,52	8,61	17,12	(0,09)	17,13	0,046
ECR / CPFR	8,50	8,39	16,89	0,11	16,89	0,046
Tedarikçi seçme ve değerlendirme	7,51	8,44	15,95	(0,93)	15,98	0,043
Tedarikçi geliştirme süreci	7,85	8,84	16,69	(0,99)	16,72	0,045
Tedarikçi yönetimli envanter	8,00	8,36	16,36	(0,36)	16,36	0,044
Tedarikçiler ile süreç entegrasyonu	8,50	8,51	17,01	(0,01)	17,01	0,046
Tedariki esnekliği	8,61	8,67	17,28	(0,07)	17,28	0,047
Tedarikçiler ile etkin, kaliteli iletişim	8,16	7,87	16,03	0,29	16,03	0,044
Tedarik zinciri tasarım yeteneği	6,29	6,43	12,72	(0,13)	12,72	0,035
Alternatif tedarik zinciri	6,12	6,72	12,84	(0,60)	12,85	0,035
Eş zamanlı mühendislik	8,45	8,09	16,54	0,35	16,54	0,045
Hızlı prototip geliştirme	8,43	8,36	16,78	0,07	16,78	0,046
Uzmanlığa odaklanma	6,52	6,95	13,47	(0,43)	13,48	0,037
Yetkin, bilgili insan gücü	8,15	6,92	15,07	1,22	15,12	0,041
Proses güvenilirliği	8,12	8,43	16,54	(0,31)	16,55	0,045
Üretim stratejileri	8,34	7,99	16,33	0,35	16,34	0,044
Hızlı karar alabilme	7,71	7,56	15,28	0,15	15,28	0,041
Üretim süreçleri esnekliği	8,60	8,62	17,22	(0,01)	17,22	0,047
İnsana yatırım	8,17	7,58	15,75	0,59	15,76	0,043

Dematel sonucuna göre önem derecesi en yüksek faktörler talep odaklı üretim (0,047), tedarikçi esnekliği (0,047), üretim süreçleri esnekliği (0,047) çıkmıştır. $GW \leq 0.035$ kapsamında ise tedarik zinciri tasarım yeteneği (0,035), alternatif tedarik zinciri (0,035) sonucu elde edilerek, bu faktörler çevik indeks modeli belirlenmesinde kapsam dışına alınmıştır.

6.5. Uygulama / Faz_3 (Bulanık AHP)

Yalın ve çevik kriterlerin indeks içindeki ağırlıklarının belirlenmesi için bulanık AHP metodundan faydalanılmıştır. Faz_2 de tanımlanan kriterler bu aşamada alt faktör olarak tanımlanmış ve ana faktörler altında gruplandırılmıştır.

Tablo 6-10: Yalın Ana Faktör ve Alt Faktör Tablosu

<i>Yalın Ana Faktörler</i>	<i>Yalın Alt Faktörler</i>
Y1:Çalışma Alanının Organizasyonu	Y1.1:Standart iş Y1.2:5S Y1.3:Görsel Yönetim
Y2:Tam Zamanında Üretim	Y2.1:Akış Y2.2:Çekme sistemi Y2.3: Üretim seviyelendirme Y2.4: Hızlı ürün dönüşü
Y3:Toplam Kalite Kontrol	Y3.1:Yerinde kontrol Y3.2:Duruş kültürü Y3.3:Poka Yoke Y3.4:Üretimin kalite uzmanlığı Y3.5:Tedarikçi geliştirme süreci
Y4:Toplam Verimli Bakım	Y4.1:Kullanıcı bakım Y4.2:Planlı bakım Y4.3:Tek nokta dersi Y4.4:Hızlı müdahale
Y5:Sürekli İyileştirme	Y5.1:Sürekli iyileştirme kültürü Y5.2:Hedefler ile yönetim Y5.3:Problem çözme yetkinliği Y5.4:Çok yetkinlikli iş gücü

Tablo 6-11: ÇEVİK Ana Faktör ve Alt Faktör Tablosu

<i>Çevik Ana Faktörler</i>	<i>Çevik Alt Faktörler</i>
C1:Pazara Duyarlılık	C1.1:Talep odaklı üretim C1.2: Ürün ve promosyon optim C1.3: Ürün hayat eğrisi takibi C1.4: İnovasyon C1.5:Modüler tasarım C1.6: ECR / CPFR
C2:Stratejik Tedarik İlişkileri Yönetimi	C2.1: Tedarikçi seçme ve değerlendirme C2.2:Tedarikçi geliştirme süreci C2.3:Tedarikçi yönetimli envanter C2.4:Tedarikçiler ile süreç entegrasyonu C2.5:Tedariki esnekliği C2.6: Tedarikçiler ile etkin, kaliteli iletişim

C3:Yeni Ürün Devreye Alma	C3.1:Eş zamanlı mühendislik C3.2:Hızlı prototip geliştirme C3.3:Uzmanlığa odaklanma C3.4:Yetkin, bilgili insan gücü
C4:Üretim Süreçleri Esnekliği	C4.1: Proses güvenilirliği C4.2:Üretim stratejileri C4.3:Hızlı karar alabilme C4.4:Üretim süreçleri esnekliği C4.5:İnsana yatırım

Modelde kullanılacak olan faktör ve alt faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesi için bulanık AHP metodundan faydalanılmıştır. Önce faktörler daha sonra da alt faktörler kendi aralarında ikili karşılaştırmaya tabi tutularak, faktör ve alt faktörlerin ağırlıkları belirlenmiştir.

Karşılaştırmalar için seramik, otomotiv ve tekstil sektörlerinden toplam on bir adet orta ve üst düzey yönetici ile birebir görüşmeler yapılmıştır. Nihai karşılaştırma matrisleri; her bir karar için en çok tekrar eden sonuçların, beş kişilik uzman odak grup çalışmaları sonucu değerlendirilmesi ile elde edilmiştir.

Literatürde farklı uygulamalar için değişik ölçeklere rastlanmaktadır. Bu çalışmada Chang tarafından tanımlanan aşağıdaki ölçek kullanılmıştır.

Tablo 6-12: Uygulamada Kullanılan Ölçek

<i>Sözel Önem</i>	<i>Bulanık Ölçek</i>	<i>Karşılık Ölçek</i>
Eşit önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Biraz daha fazla önemli	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
Kuvvetli derecede önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok kuvvetli derecede önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Tamamıyla önemli	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

6.5.1. Yalın faktörlerin değerlendirilmesi (Bulanık AHP)

Tablo 6-13: Yalın / Ana Faktörlerin Değerlendirilmesi

	Y1			Y2			Y3			Y4			Y5		
Y1	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00
Y2	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50
Y3	1,50	2,00	2,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
Y4	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
Y5	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,49	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$\begin{aligned}
 V(Sy1 \geq Sy2) &= (0,23) & V(Sy2 \geq Sy1) &= (1,00) & V(Sy3 \geq Sy1) &= (1,00) \\
 V(Sy1 \geq Sy3) &= (0,38) & V(Sy2 \geq Sy3) &= (1,00) & V(Sy3 \geq Sy2) &= (0,87) \\
 V(Sy1 \geq Sy4) &= (0,87) & V(Sy2 \geq Sy4) &= (1,00) & V(Sy3 \geq Sy4) &= (1,00) \\
 V(Sy1 \geq Sy5) &= (1,00) & V(Sy2 \geq Sy5) &= (1,00) & V(Sy3 \geq Sy5) &= (1,00)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(Sy4 \geq Sy1) &= (1,00) & V(Sy5 \geq Sy1) &= (1,00) \\
 V(Sy4 \geq Sy2) &= (0,45) & V(Sy5 \geq Sy2) &= (0,23) \\
 V(Sy4 \geq Sy3) &= (0,59) & V(Sy5 \geq Sy3) &= (0,38) \\
 V(Sy4 \geq Sy5) &= (1,00) & V(Sy5 \geq Sy4) &= (0,87)
 \end{aligned}$$

Ağırlık vektörü W' (0.23, 1.00, 0.87, 0.45, 0.23), olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir faktörün önem derecesi W (0.084, 0.359, 0.311, 0.163, 0.083) olarak hesaplanır. Bu duruma göre yalın faktörlerin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

Y1: Çalışma Alanının Organizasyon faktörünün ağırlığı:	0,084
Y2: Tam Zamanında Üretim faktörünün ağırlığı:	0,359
Y3: Toplam Kalite Kontrol faktörünün ağırlığı:	0,311
Y4: Toplam Verimli Bakım faktörünün ağırlığı:	0,163
Y5: Sürekli İyileştirme faktörünün ağırlığı:	0,083

Tablo 6-14: Yalın / Y1_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Çalışma Alanının Organizasyonu)

	Y1.1			Y1.2			Y1.3		
Y1.1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00
Y1.2	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00
Y1.3	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$V(Sy1 \geq Sy2) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy1) = (0,76) \quad V(Sy3 \geq Sy1) = (0,46)$$

$$V(Sy1 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy3 \geq Sy2) = (0,69)$$

Ağırlık vektörü W' (1,00, 0,76, 0,46), olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir alt faktörün önem derecesi $W(0,450, 0,343, 0,207)$ olarak hesaplanır. Bu duruma göre Y1 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

Y1.1: Standart iş alt faktörünün ağırlığı:	0,450
Y1.2: 5S alt faktörünün ağırlığı:	0,343
Y1.3: Görsel yönetim alt faktörünün ağırlığı:	0,207

Tablo 6-15: Yalın / Y2_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Tam Zamanında Üretim)

	Y2.1			Y2.2			Y2.3			Y2.4		
Y2.1	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
Y2.2	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
Y2.3	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
Y2.4	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$V(Sy1 \geq Sy2) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy1) = (1,00) \quad V(Sy3 \geq Sy1) = (0,81)$$

$$V(Sy1 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy3 \geq Sy2) = (0,81)$$

$$V(Sy1 \geq Sy4) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy4) = (1,00) \quad V(Sy3 \geq Sy4) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy1) = (0,51)$$

$$V(Sy4 \geq Sy2) = (0,51)$$

$$V(Sy4 \geq Sy3) = (0,73)$$

Ağırlık vektörü W' (1.00, 1.00, 0.51, 0.81) , olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir alt faktörün önem derecesi W (0.302, 0.302, 0.244, 0.152) olarak hesaplanır. Bu duruma göre Y2 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

$$Y2.1: \text{Akış alt faktörünün ağırlığı: } 0,302$$

$$Y2.2: \text{Çekme sistemi alt faktörünün ağırlığı: } 0,302$$

$$Y2.3: \text{Üretim seviyelendirme alt faktörünün ağırlığı: } 0,244$$

$$Y2.4: \text{Hızlı ürün dönüşü alt faktörünün ağırlığı: } 0,152$$

Tablo 6-16: Yalın / Y3_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Toplam Kalite Kontrol)

	Y3.1			Y3.2			Y3.3			Y3.4			Y3.5		
Y3.1	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
Y3.2	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
Y3.3	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50
Y3.4	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
Y3.5	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,49	0,67	1,00	1,49	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$V(Sy1 \geq Sy2) = (0,79)$$

$$V(Sy2 \geq Sy1) = (1,00)$$

$$V(Sy3 \geq Sy1) = (0,92)$$

$$V(Sy1 \geq Sy3) = (1,00)$$

$$V(Sy2 \geq Sy3) = (1,00)$$

$$V(Sy3 \geq Sy2) = (0,73)$$

$$V(Sy1 \geq Sy4) = (1,00)$$

$$V(Sy2 \geq Sy4) = (1,00)$$

$$V(Sy3 \geq Sy4) = (1,00)$$

$$V(Sy1 \geq Sy5) = (1,00)$$

$$V(Sy2 \geq Sy5) = (1,00)$$

$$V(Sy3 \geq Sy2) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy1) = (0,92)$$

$$V(Sy5 \geq Sy1) = (0,72)$$

$$V(Sy4 \geq Sy2) = (0,73)$$

$$V(Sy5 \geq Sy2) = (0,50)$$

$$V(Sy4 \geq Sy3) = (1,00)$$

$$V(Sy5 \geq Sy3) = (0,81)$$

$$V(Sy4 \geq Sy5) = (1,00)$$

$$V(Sy5 \geq Sy4) = (0,81)$$

Ağırlık vektörü W' (0.79, 1.00, 0.73, 0.73, 0.50) , olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir faktörün önem derecesi W (0.210, 0.267, 0.194, 0.194, 0.135) olarak hesaplanır. Bu duruma göre Y3 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

Y3.1: Yerinde kontrol alt faktörünün ağırlığı:	0,210
Y3.2: Duruş kültürü alt faktörünün ağırlığı:	0,267
Y3.3: Poka Yoke alt faktörünün ağırlığı:	0,194
Y3.4: Üretimin kalite uzmanlığı alt faktörünün ağırlığı:	0,194
Y3.5: Tedarikçi geliştirme süreci alt faktörünün ağırlığı:	0,135

Tablo 6-17: Yalın / Y4_Alt Faktörlerin değerlendirilmesi (Toplam Verimli Bakım)

	Y4.1			Y4.2			Y4.3			Y4.4		
Y4.1	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
Y4.2	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50
Y4.3	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
Y4.4	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$\begin{aligned}
 V(Sy1 \geq Sy2) &= (0,82) & V(Sy2 \geq Sy1) &= (1,00) & V(Sy3 \geq Sy1) &= (0,67) \\
 V(Sy1 \geq Sy3) &= (1,00) & V(Sy2 \geq Sy3) &= (1,00) & V(Sy3 \geq Sy2) &= (0,48) \\
 V(Sy1 \geq Sy4) &= (1,00) & V(Sy2 \geq Sy4) &= (1,00) & V(Sy3 \geq Sy4) &= (1,00)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(Sy4 \geq Sy1) &= (0,49) \\
 V(Sy4 \geq Sy2) &= (0,30) \\
 V(Sy4 \geq Sy3) &= (0,85)
 \end{aligned}$$

Ağırlık vektörü W' (0.82, 1.00, 0.48, 0.30), olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir alt faktörün önem derecesi W (0.316, 0.384, 0.185, 0.115) olarak hesaplanır. Bu duruma göre Y4 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

Y4.1: Kullanıcı bakım alt faktörünün ağırlığı:	0,316
Y4.2: Planlı bakım alt faktörünün ağırlığı:	0,384
Y4.3: Tek nokta dersi alt faktörünün ağırlığı:	0,185
Y4.4: Hızlı müdahale alt faktörünün ağırlığı:	0,115

Tablo 6-18: Yahn / Y5_Alt Faktörlerin değerlendirilmesi (Sürekli İyileştirme)

	Y5.1			Y5.2			Y5.3			Y5.4		
Y5.1	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50
Y5.2	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50
Y5.3	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
Y5.4	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$\begin{aligned}
 V(Sy1 \geq Sy2) &= (1,00) & V(Sy2 \geq Sy1) &= (0,51) & V(Sy3 \geq Sy1) &= (1,00) \\
 V(Sy1 \geq Sy3) &= (1,00) & V(Sy2 \geq Sy3) &= (0,51) & V(Sy3 \geq Sy2) &= (1,00) \\
 V(Sy1 \geq Sy4) &= (1,00) & V(Sy2 \geq Sy4) &= (0,73) & V(Sy3 \geq Sy4) &= (1,00)
 \end{aligned}$$

$$V(Sy4 \geq Sy1) = (0,81)$$

$$V(Sy4 \geq Sy2) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy3) = (0,81)$$

Ağırlık vektörü W' (1.00, 0.51, 1.00, 0.81) , olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir alt faktörün önem derecesi $W(0.302, 0.152, 0.302, 0.244)$ olarak hesaplanır. Bu duruma göre Y5 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

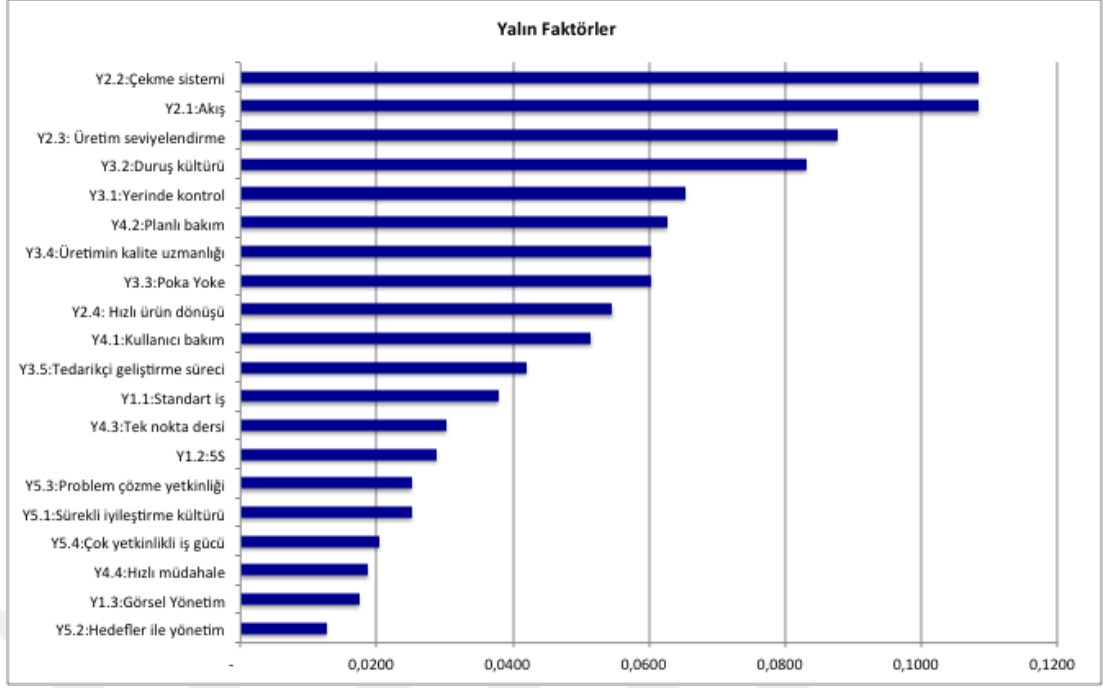
Y5.1: Sürekli iyileştirme kültürü alt faktörünün ağırlığı:	0,302
Y5.2: Hedefler ile yönetim alt faktörünün ağırlığı:	0,152
Y5.3: Problem çözme yetkinliği alt faktörünün ağırlığı:	0,302
Y5.4: Çok yetkinlikli iş gücü alt faktörünün ağırlığı:	0,244

6.5.2. Yalın faktör ve alt faktörlerin ağırlıkları

Bu adımdan sonra her bir alt faktör ağırlığının, içinde bulunduğu faktörün ağırlığı ile çarpılması sonucunda alt faktörlerin toplam ağırlıkları elde edilir. Yalın alt faktörler için hesaplanmış toplam ağırlıklar aşağıdaki gibidir.

Tablo 6-19: Yalın Ana ve Alt Faktör Ağırlıkları

<i>Ana Faktörler</i>	<i>Ağırlık</i>	<i>Alt Faktörler</i>	<i>Ağırlık</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>
Y1:Çalışma Alanının Organizasyonu	0,084	Y1.1:Standart iş	0,450	0,0378
		Y1.2:5S	0,343	0,0288
		Y1.3:Görsel Yönetim	0,207	0,0174
Y2:Tam Zamanında Üretim	0,359	Y2.1:Akış	0,302	0,1084
		Y2.2:Çekme sistemi	0,302	0,1084
		Y2.3: Üretim seviyelendirme	0,244	0,0876
		Y2.4: Hızlı ürün dönüşü	0,152	0,0546
Y3:Toplam Kalite Kontrol	0,311	Y3.1:Yerinde kontrol	0,210	0,0653
		Y3.2:Duruş kültürü	0,267	0,0830
		Y3.3:Poka Yoke	0,194	0,0603
		Y3.4:Üretimin kalite uzmanlığı	0,194	0,0603
		Y3.5:Tedarikçi geliştirme süreci	0,135	0,0420
Y4:Toplam Verimli Bakım	0,163	Y4.1:Kullanıcı bakım	0,316	0,0515
		Y4.2:Planlı bakım	0,384	0,0626
		Y4.3:Tek nokta dersi	0,185	0,0302
		Y4.4:Hızlı müdahale	0,115	0,0187
Y5:Sürekli İyileştirme	0,083	Y5.1:Sürekli iyileştirme kültürü	0,302	0,0251
		Y5.2:Hedefler ile yönetim	0,152	0,0126
		Y5.3:Problem çözme yetkinliği	0,302	0,0251
		Y5.4:Çok yetkinlikli iş gücü	0,244	0,0203



Şekil 6-4: Yalın Üretim Alt Faktör Ağırlıkları

6.5.3. Çevik faktörlerin değerlendirilmesi (Bulanık AHP)

Tablo 6-20: Çevik / Ana Faktörlerin Değerlendirilmesi

	C1			C2			C3			C4		
C1	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	0,67	1,00	1,50
C2	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,40	0,50	0,67
C3	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
C4	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$V(Sy1 \geq Sy2) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy1) = (0,89) \quad V(Sy3 \geq Sy1) = (0,49)$$

$$V(Sy1 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy3 \geq Sy2) = (0,59)$$

$$V(Sy1 \geq Sy4) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy4) = (0,89) \quad V(Sy3 \geq Sy4) = (0,49)$$

$$V(Sy4 \geq Sy1) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy2) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy3) = (1,00)$$

Ağırlık vektörü W' (1.00, 0.89, 0.49, 1.00) olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir alt faktörün önem derecesi W (0.296, 0.264, 0.144, 0.296) olarak hesaplanır. Bu duruma göre Çevik faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

C.1: Pazara Duyarlılık faktörünün ağırlığı: 0,296

C.2: Stratejik tedarik ilişkileri yönetimi faktörünün ağırlığı: 0,264

C.3: Yeni ürün devreye alma faktörünün ağırlığı: 0,144

C.4: Üretim süreçleri esnekliği faktörünün ağırlığı: 0,296

Tablo 6-21: Çevik / Ç1_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Pazara Duyarlılık)

	C1.1			C1.2			C1.3			C1.4			C1.5			C1.6		
C1.1	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50
C1.2	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00
C1.3	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67
C1.4	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50
C1.5	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50
C1.6	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$V(Sy1 \geq Sy2) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy1) = (0,27) \quad V(Sy3 \geq Sy1) = (0,19)$$

$$V(Sy1 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy3 \geq Sy2) = (0,87)$$

$$V(Sy1 \geq Sy4) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy4) = (0,60) \quad V(Sy3 \geq Sy4) = (0,51)$$

$$V(Sy1 \geq Sy5) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy5) = (0,41) \quad V(Sy3 \geq Sy5) = (0,33)$$

$$V(Sy1 \geq Sy6) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy6) = (0,76) \quad V(Sy3 \geq Sy6) = (0,65)$$

$$V(Sy4 \geq Sy1) = (0,75) \quad V(Sy5 \geq Sy1) = (0,87) \quad V(Sy6 \geq Sy1) = (0,52)$$

$$V(Sy4 \geq Sy2) = (1,00) \quad V(Sy5 \geq Sy2) = (1,00) \quad V(Sy6 \geq Sy2) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy5 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy6 \geq Sy3) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy5) = (0,87) \quad V(Sy5 \geq Sy4) = (1,00) \quad V(Sy6 \geq Sy4) = (0,83)$$

$$V(Sy4 \geq Sy6) = (1,00) \quad V(Sy5 \geq Sy6) = (1,00) \quad V(Sy6 \geq Sy5) = (0,67)$$

Ağırlık vektörü W' (1.00, 0.27, 0.19, 0.75, 0.87, 0.52) olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir faktörün önem derecesi W (0.278, 0.075, 0.052, 0.208,

0.240. 0.147) olarak hesaplanır. Bu duruma göre C1 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

C1.1: Talep odaklı üretim alt faktörünün ağırlığı:	0,278
C1.2: Ürün ve promosyon optimizasyonu alt faktörünün ağırlığı:	0,075
C1.3: Ürün hayat eğrisi takibi alt faktörünün ağırlığı:	0,052
C1.4: İnovasyon alt faktörünün ağırlığı:	0,208
C1.5: Modüler tasarım alt faktörünün ağırlığı:	0,240
C1.6: ECR / CPFR alt faktörünün ağırlığı:	0,147

Tablo 6-22: Çevik / Ç2_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Stratejik tedarik ilişkileri yönetimi)

	C2.1			C2.2			C2.3			C2.4			C2.5			C2.6		
C2.1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50
C2.2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
C2.3	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50
C2.4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50
C2.5	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67
C2.6	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$V(Sy1 \geq Sy2) = (1,00)$	$V(Sy2 \geq Sy1) = (0,84)$	$V(Sy3 \geq Sy1) = (0,62)$
$V(Sy1 \geq Sy3) = (1,00)$	$V(Sy2 \geq Sy3) = (1,00)$	$V(Sy3 \geq Sy2) = (0,76)$
$V(Sy1 \geq Sy4) = (0,85)$	$V(Sy2 \geq Sy4) = (0,69)$	$V(Sy3 \geq Sy4) = (0,50)$
$V(Sy1 \geq Sy5) = (1,00)$	$V(Sy2 \geq Sy5) = (1,00)$	$V(Sy3 \geq Sy5) = (1,00)$
$V(Sy1 \geq Sy6) = (1,00)$	$V(Sy2 \geq Sy6) = (1,00)$	$V(Sy3 \geq Sy6) = (1,00)$
$V(Sy4 \geq Sy1) = (1,00)$	$V(Sy5 \geq Sy1) = (0,37)$	$V(Sy6 \geq Sy1) = (0,57)$
$V(Sy4 \geq Sy2) = (1,00)$	$V(Sy5 \geq Sy2) = (0,52)$	$V(Sy6 \geq Sy2) = (0,73)$
$V(Sy4 \geq Sy3) = (1,00)$	$V(Sy5 \geq Sy3) = (0,81)$	$V(Sy6 \geq Sy3) = (1,00)$
$V(Sy4 \geq Sy5) = (1,00)$	$V(Sy5 \geq Sy4) = (0,24)$	$V(Sy6 \geq Sy4) = (0,43)$
$V(Sy4 \geq Sy6) = (1,00)$	$V(Sy5 \geq Sy6) = (0,80)$	$V(Sy6 \geq Sy5) = (1,00)$

Ağırlık vektörü W' (0.85, 0.69, 0.50, 1.00, 0.24, 0.43) olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir faktörün önem derecesi W (0.230, 0.187, 0.134, 0.270, 0.064, 0.115), olarak hesaplanır. Bu duruma göre C2 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

C2.1: Tedarikçi seçme ve değerlendirme alt faktörünün ağırlığı:	0,230
C2.2: Tedarikçi geliştirme süreci alt faktörünün ağırlığı:	0,187
C2.3: Tedarikçi yönetimli envanter alt faktörünün ağırlığı:	0,134
C2.4: Tedarikçiler ile süreç entegrasyonu alt faktörünün ağırlığı:	0,270
C2.5: Tedariki esnekliği alt faktörünün ağırlığı:	0,064
C2.6: Tedarikçiler ile etkin, kaliteli iletişim. alt faktörünün ağırlığı:	0,115

Tablo 6-23: Çevik / Ç3_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Yeni ürün devreye alma)

	C3.1			C3.2			C3.3			C3.4		
C3.1	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00
C3.2	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50
C3.3	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
C3.4	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$$V(Sy1 \geq Sy2) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy1) = (0,63) \quad V(Sy3 \geq Sy1) = (0,78)$$

$$V(Sy1 \geq Sy3) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy3) = (0,87) \quad V(Sy3 \geq Sy2) = (1,00)$$

$$V(Sy1 \geq Sy4) = (1,00) \quad V(Sy2 \geq Sy4) = (0,87) \quad V(Sy3 \geq Sy4) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy1) = (0,75)$$

$$V(Sy4 \geq Sy2) = (1,00)$$

$$V(Sy4 \geq Sy3) = (1,00)$$

Ağırlık vektörü W' (1.00, 0.63, 0.78, 0.75) olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir faktörün önem derecesi W (0.316, 0.200, 0.248, 0.236) olarak hesaplanır. Bu duruma göre C3 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

C3.1: Eş zamanlı mühendislik alt faktörünün ağırlığı:	0,316
C3.2: Hızlı prototip geliştirme alt faktörünün ağırlığı:	0,200
C3.3: Uzmanlığa odaklanma alt faktörünün ağırlığı:	0,248
C3.4: Yetkin, bilgili insan gücü alt faktörünün ağırlığı:	0,236

Tablo 6-24: Çevik / Ç4_Alt Faktörlerin Değerlendirilmesi (Üretim süreçleri esnekliği)

	C4.1			C4.2			C4.3			C4.4			C4.5		
C4.1	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67
C4.2	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50
C4.3	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50
C4.4	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50
C4.5	1,50	2,00	2,50	0,40	0,50	0,67	0,67	1,00	1,49	0,67	1,00	1,49	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki tabloya göre elde edilen yapay değerler,

$V(Sy1 \geq Sy2) = (0,51)$	$V(Sy2 \geq Sy1) = (1,00)$	$V(Sy3 \geq Sy1) = (1,00)$
$V(Sy1 \geq Sy3) = (0,81)$	$V(Sy2 \geq Sy3) = (1,00)$	$V(Sy3 \geq Sy2) = (0,73)$
$V(Sy1 \geq Sy4) = (0,81)$	$V(Sy2 \geq Sy4) = (1,00)$	$V(Sy3 \geq Sy4) = (1,00)$
$V(Sy1 \geq Sy5) = (0,72)$	$V(Sy2 \geq Sy5) = (1,00)$	$V(Sy3 \geq Sy2) = (0,92)$
$V(Sy4 \geq Sy1) = (1,00)$	$V(Sy5 \geq Sy1) = (1,00)$	
$V(Sy4 \geq Sy2) = (0,73)$	$V(Sy5 \geq Sy2) = (0,78)$	
$V(Sy4 \geq Sy3) = (1,00)$	$V(Sy5 \geq Sy3) = (1,00)$	
$V(Sy4 \geq Sy5) = (0,92)$	$V(Sy5 \geq Sy4) = (1,00)$	

Ağırlık vektörü W' (0.51, 1.00, 0.73, 0.73, 0.78) olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde her bir faktörün önem derecesi W (0.135, 0.267, 0.194, 0.194, 0.210), olarak hesaplanır. Bu duruma göre C4 alt faktörlerinin önem derecesi / ağırlıkları aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

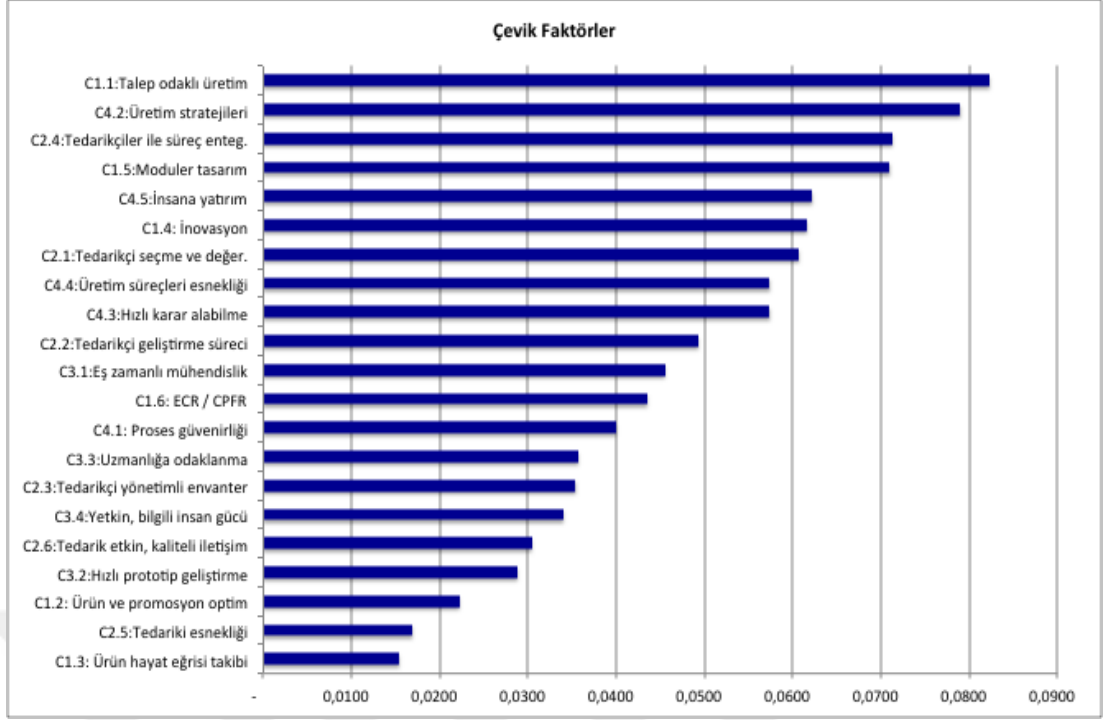
C4.1: Proses güvenilirliği alt faktörünün ağırlığı:	0,135
C4.2: Üretim stratejileri alt faktörünün ağırlığı:	0,267
C4.3: Hızlı karar alabilme alt faktörünün ağırlığı:	0,194
C4.4: Üretim süreçleri esnekliği alt faktörünün ağırlığı:	0,194
C4.5: İnsana yatırım alt faktörünün ağırlığı:	0,210

6.5.4. Çevik faktör ve alt faktörlerin ağırlıkları

Bu adımdan sonra her bir alt faktör ağırlığının, içinde bulunduğu faktörün ağırlığı ile çarpılması sonucunda alt faktörlerin toplam ağırlıkları elde edilir. Çevik alt faktörler için hesaplanmış toplam ağırlıklar aşağıdaki gibidir.

Tablo 6-25: Çevik Ana ve Alt Faktör Ağırlıkları

<i>Ana Faktörler</i>	<i>Ağırlık</i>	<i>Alt Faktörler</i>	<i>Ağırlık</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>
C1:Pazara Duyarlılık	0,296	C1.1:Talep odaklı üretim	0,278	0,0823
		C1.2: Ürün ve promosyon optim	0,074	0,0222
		C1.3: Ürün hayat eğrisi takibi	0,052	0,0154
		C1.4: İnovasyon	0,208	0,0616
		C1.5:Modüler tasarım	0,242	0,0710
		C1.6: ECR / CPFR	0,146	0,0435
C2:Stratejik Tedarik İlişkileri Yönetimi	0,264	C2.1:Tedarikçi seçme ve değer.	0,230	0,0607
		C2.2:Tedarikçi geliştirme süreci	0,187	0,0493
		C2.3:Tedarikçi yönetimli envanter	0,134	0,0354
		C2.4:Tedarikçiler ile süreç enteg.	0,270	0,0713
		C2.5:Tedariki esnekliği	0,064	0,0169
		C2.6:Tedarik etkin, kaliteli iletişim	0,116	0,0304
C3:Yeni Ürün Devreye Alma	0,144	C3.1:Eş zamanlı mühendislik	0,316	0,0455
		C3.2:Hızlı prototip geliştirme	0,200	0,0288
		C3.3:Uzmanlığa odaklanma	0,248	0,0357
		C3.4:Yetkin, bilgili insan gücü	0,237	0,0340
C4:Üretim Süreçleri Esnekliği	0,296	C4.1: Proses güvenilirliği	0,135	0,0400
		C4.2:Üretim stratejileri	0,267	0,0790
		C4.3:Hızlı karar alabilme	0,194	0,0574
		C4.4:Üretim süreçleri esnekliği	0,194	0,0574
		C4.5:İnsana yatırım	0,210	0,0622



Şekil 6-5: Çevik Üretim Alt Faktör Ağırlıkları

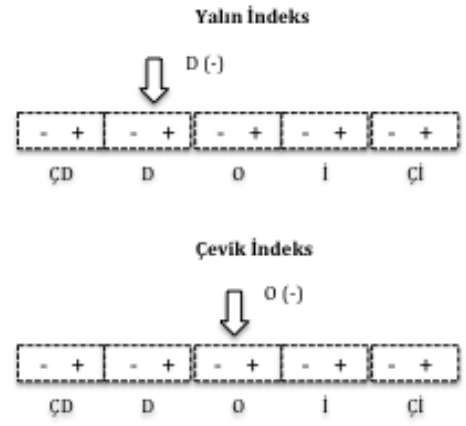
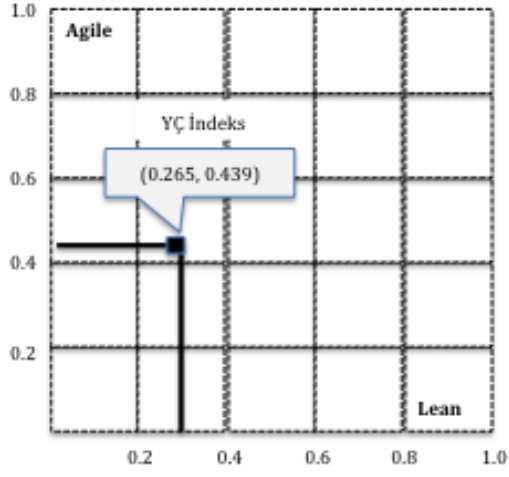
6.6. Uygulama / Faz_4 (Modelin Firmalara Uygulanması)

Yalın ve Çevik İndeks modelinin uygulanması için seramik, tekstil ve otomotiv sektörlerinden toplam üç adet firma pilot olarak seçilmiştir.

- Seramik sektöründeki firmanın ürün sayısı yüksek, proses gereği genelde kesintisiz üretim yapması gereken bir firmadır.
- Tekstil sektöründeki firma havlu imalatı yapmaktadır. Genel olarak dokuma, boyama ve konfeksiyon süreçlerinden oluşan üretim hatları mevcuttur.
- Otomotiv sektöründeki firma genel komponentlerini dışarıda tedarik etmekte ve montaj batları ile üretim yapmaktadır.

Tablo 6-26: Seramik Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Mevcut Durum)

Yalın		-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	<i>NA</i>	<i>ÇD</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>İ</i>	<i>Çİ</i>	<i>İndeks</i>	<i>Skor</i>
Y1.1:Standart iş	0,0378		X					0,008	0,2
Y1.2:5S	0,0288		X					0,006	0,2
Y1.3:Görsel Yönetim	0,0174		X					0,003	0,2
Y2.1:Akış	0,1084			X				0,043	0,4
Y2.2:Çekme sistemi	0,1084		X					0,022	0,2
Y2.3: Üretim seviyelendirme	0,0876	X						-	-
Y2.4: Hızlı ürün dönüşü	0,0546		X					0,011	0,2
Y3.1:Yerinde kontrol	0,0653		X					0,013	0,2
Y3.2:Duruş kültürü	0,0830			X				0,033	0,4
Y3.3:Poka Yoke	0,0603		X					0,012	0,2
Y3.4:Üretimin kalite uzmanlığı	0,0603			X				0,024	0,4
Y3.5:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0420		X					0,008	0,2
Y4.1:Kullanıcı bakım	0,0515		X					0,010	0,2
Y4.2:Planlı bakım	0,0626				X			0,038	0,6
Y4.3:Tek nokta dersi	0,0302	X						-	-
Y4.4:Hızlı müdahale	0,0187			X				0,007	0,4
Y5.1:Sürekli iyileştirme kültürü	0,0251		X					0,005	0,2
Y5.2:Hedefler ile yönetim	0,0126				X			0,008	0,6
Y5.3:Problem çözme yetkinliği	0,0251		X					0,005	0,2
Y5.4:Çok yetkinlikli iş gücü	0,0203			X				0,008	0,4
YALIN İNDEKS								0,265	
ÇEVİK									
Çevik		-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	<i>NA</i>	<i>ÇD</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>İ</i>	<i>Çİ</i>	<i>İndeks</i>	<i>Skor</i>
C1.1:Talep odaklı üretim	0,0823				X			0,049	0,6
C1.2: Ürün ve promosyon optim	0,0222			X				0,009	0,4
C1.3: Ürün hayat eğrisi takibi	0,0154			X				0,006	0,4
C1.4: İnovasyon	0,0616				X			0,037	0,6
C1.5:Modüler tasarım	0,0710			X				0,028	0,4
C1.6: ECR / CPFR	0,0435			X				0,017	0,4
C2.1:Tedarikçi seçme ve değer.	0,0607			X				0,024	0,4
C2.2:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0493			X				0,020	0,4
C2.3:Tedarikçi yönetimli envanter	0,0354			X				0,014	0,4
C2.4:Tedarikçiler ile süreç enteg.	0,0713			X				0,029	0,4
C2.5:Tedariki esnekliği	0,0169				X			0,010	0,6
C2.6:Tedarik etkin, kaliteli iletişim	0,0304			X				0,012	0,4
C3.1:Eş zamanlı mühendislik	0,0455			X				0,018	0,4
C3.2:Hızlı prototip geliştirme	0,0288			X				0,012	0,4
C3.3:Uzmanlığa odaklanma	0,0357				X			0,021	0,6
C3.4:Yetkin, bilgili insan gücü	0,0340			X				0,014	0,4
C4.1: Proses güvenirliliği	0,0400			X				0,016	0,4
C4.2:Üretim stratejileri	0,0790			X				0,032	0,4
C4.3:Hızlı karar alabilme	0,0574			X				0,023	0,4
C4.4:Üretim süreçleri esnekliği	0,0574			X				0,023	0,4
C4.5:İnsana yatırım	0,0622			X				0,025	0,4
ÇEVİK İNDEKS								0,439	

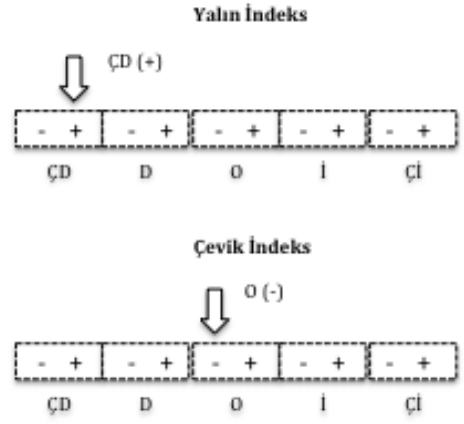
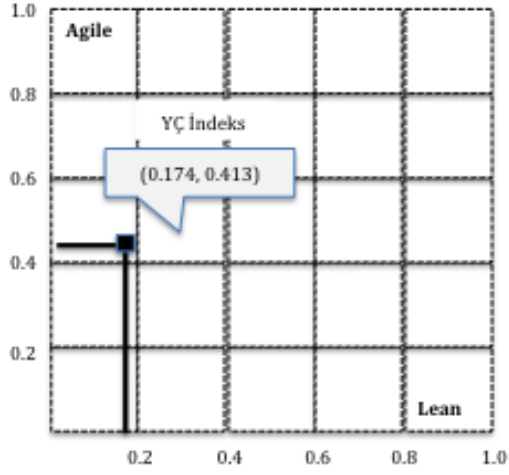


Şekil 6-6: Seramik Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)



Tablo 6-27: Tekstil Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Mevcut Durum)

<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	İndeks	Skor
		NA	ÇD	D	O	İ	Çİ		
Y1.1:Standart iş	0,0378		X					0,008	0,2
Y1.2:5S	0,0288	X						-	-
Y1.3:Görsel Yönetim	0,0174		X					0,003	0,2
Y2.1:Akış	0,1084		X					0,022	0,2
Y2.2:Çekme sistemi	0,1084	X						-	-
Y2.3: Üretim seviyelendirme	0,0876	X						-	-
Y2.4: Hızlı ürün dönüşü	0,0546		X					0,011	0,2
Y3.1:Yerinde kontrol	0,0653		X					0,013	0,2
Y3.2:Duruş kültürü	0,0830		X					0,017	0,2
Y3.3:Poka Yoke	0,0603	X						-	-
Y3.4:Üretimin kalite uzmanlığı	0,0603			X				0,024	0,4
Y3.5:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0420		X					0,008	0,2
Y4.1:Kullanıcı bakım	0,0515	X						-	-
Y4.2:Planlı bakım	0,0626				X			0,038	0,6
Y4.3:Tek nokta dersi	0,0302	X						-	-
Y4.4:Hızlı müdahale	0,0187			X				0,007	0,4
Y5.1:Sürekli iyileştirme kültürü	0,0251		X					0,005	0,2
Y5.2:Hedefler ile yönetim	0,0126			X				0,005	0,4
Y5.3:Problem çözme yetkinliği	0,0251		X					0,005	0,2
Y5.4:Çok yetkinlikli iş gücü	0,0203			X				0,008	0,4
YALIN İNDEKS								0,174	
<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	İndeks	Skor
		NA	ÇD	D	O	İ	Çİ		
C1.1:Talep odaklı üretim	0,0823				X			0,049	0,6
C1.2: Ürün ve promosyon optim	0,0222			X				0,009	0,4
C1.3: Ürün hayat eğrisi takibi	0,0154		X					0,003	0,2
C1.4: İnovasyon	0,0616			X				0,025	0,4
C1.5:Modüler tasarım	0,0710					X		0,057	0,8
C1.6: ECR / CPFR	0,0435			X				0,017	0,4
C2.1:Tedarikçi seçme ve değer.	0,0607		X					0,012	0,2
C2.2:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0493		X					0,010	0,2
C2.3:Tedarikçi yönetimli envanter	0,0354			X				0,014	0,4
C2.4:Tedarikçiler ile süreç enteg.	0,0713		X					0,014	0,2
C2.5:Tedariki esnekliği	0,0169				X			0,010	0,6
C2.6:Tedarik etkin, kaliteli iletişim	0,0304			X				0,012	0,4
C3.1:Eş zamanlı mühendislik	0,0455			X				0,018	0,4
C3.2:Hızlı prototip geliştirme	0,0288			X				0,012	0,4
C3.3:Uzmanlığa odaklanma	0,0357				X			0,021	0,6
C3.4:Yetkin, bilgili insan gücü	0,0340		X					0,007	0,2
C4.1: Proses güvenilirliği	0,0400			X				0,016	0,4
C4.2:Üretim stratejileri	0,0790				X			0,047	0,6
C4.3:Hızlı karar alabilme	0,0574			X				0,023	0,4
C4.4:Üretim süreçleri esnekliği	0,0574			X				0,023	0,4
C4.5:İnsana yatırım	0,0622		X					0,012	0,2
ÇEVİK İNDEKS								0,413	

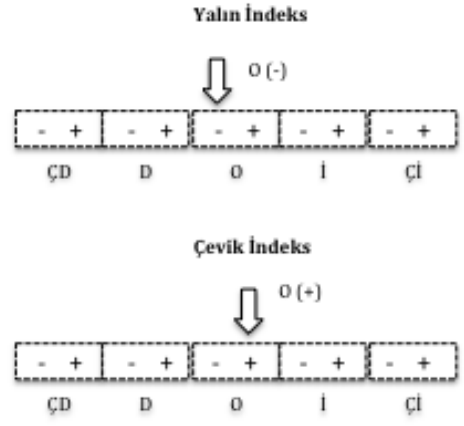
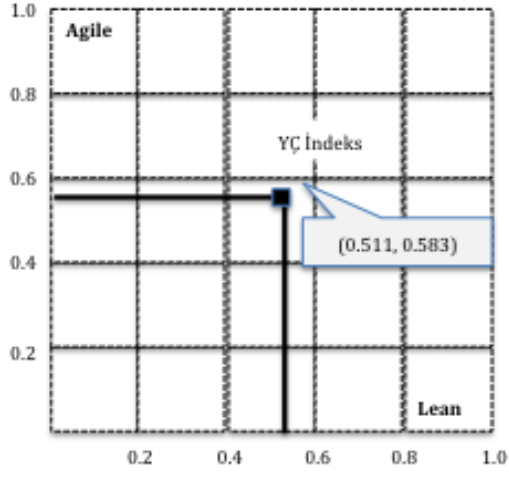


Şekil 6-7: Tekstil Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)



Tablo 6-28: Otomotiv Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)

Yalın		-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	<i>NA</i>	<i>ÇD</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>İ</i>	<i>Çİ</i>	İndeks	Skor
Y1.1:Standart iş	0,0378					X		0,030	0,8
Y1.2:5S	0,0288				X			0,017	0,6
Y1.3:Görsel Yönetim	0,0174					X		0,014	0,8
Y2.1:Akış	0,1084				X			0,065	0,6
Y2.2:Çekme sistemi	0,1084					X		0,087	0,8
Y2.3: Üretim seviyelendirme	0,0876				X			0,053	0,6
Y2.4: Hızlı ürün dönüşü	0,0546			X				0,022	0,4
Y3.1:Yerinde kontrol	0,0653				X			0,039	0,6
Y3.2:Duruş kültürü	0,0830				X			0,050	0,6
Y3.3:Poka Yoke	0,0603				X			0,036	0,6
Y3.4:Üretimin kalite uzmanlığı	0,0603			X				0,024	0,4
Y3.5:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0420		X					0,008	0,2
Y4.1:Kullanıcı bakım	0,0515			X				0,021	0,4
Y4.2:Planlı bakım	0,0626				X			0,050	0,8
Y4.3:Tek nokta dersi	0,0302			X				0,012	0,4
Y4.4:Hızlı müdahale	0,0187			X				0,007	0,4
Y5.1:Sürekli iyileştirme kültürü	0,0251				X			0,015	0,6
Y5.2:Hedefler ile yönetim	0,0126					X		0,010	0,8
Y5.3:Problem çözme yetkinliği	0,0251			X				0,010	0,4
Y5.4:Çok yetkinlikli iş gücü	0,0203				X			0,012	0,6
								YALIN İNDEKS	0,583
Çevik		-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	<i>NA</i>	<i>ÇD</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>İ</i>	<i>Çİ</i>	İndeks	Skor
C1.1:Talep odaklı üretim	0,0823				X			0,049	0,6
C1.2: Ürün ve promosyon optim	0,0222			X				0,009	0,4
C1.3: Ürün hayat eğrisi takibi	0,0154				X			0,009	0,6
C1.4: İnovasyon	0,0616					X		0,049	0,8
C1.5:Modüler tasarım	0,0710			X				0,028	0,4
C1.6: ECR / CPFR	0,0435			X				0,017	0,4
C2.1:Tedarikçi seçme ve değer.	0,0607				X			0,036	0,6
C2.2:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0493			X				0,020	0,4
C2.3:Tedarikçi yönetimli envanter	0,0354				X			0,021	0,6
C2.4:Tedarikçiler ile süreç enteg.	0,0713			X				0,029	0,4
C2.5:Tedariki esnekliği	0,0169			X				0,007	0,4
C2.6:Tedarik etkin, kaliteli iletişim	0,0304			X				0,012	0,4
C3.1:Eş zamanlı mühendislik	0,0455			X				0,018	0,4
C3.2:Hızlı prototip geliştirme	0,0288				X			0,017	0,6
C3.3:Uzmanlığa odaklanma	0,0357					X		0,029	0,8
C3.4:Yetkin, bilgili insan gücü	0,0340				X			0,020	0,6
C4.1: Proses güvenilirliği	0,0400				X			0,024	0,6
C4.2:Üretim stratejileri	0,0790			X				0,032	0,4
C4.3:Hızlı karar alabilme	0,0574			X				0,023	0,4
C4.4:Üretim süreçleri esnekliği	0,0574			X				0,023	0,4
C4.5:İnsana yatırım	0,0622				X			0,037	0,6
								ÇEVİK İNDEKS	0,511



Şekil 6-8: Otomotiv Sektörü Yalın ve Çevik İndeks (Mevcut Durum)



6.7. Uygulama / Faz_5 (Pilot firmaya uyarlanması)

Pilot firma için seramik sektöründeki LKV firması seçilmiş ve yaklaşık on iki ay boyunca yalın ve çevik kriterler firma süreçlerine uyarlanmaya çalışılmıştır.

LKV firması lokasyon olarak değişik bölgelere dağılmış ve SILO tarzı organizasyon modeli ile yönetilen bir firmadır. LKV Firmasında genel performansa bakıldığı zaman stok devir hızı, zamanında teslimat, düşük verimlilik gibi temel operasyonel göstergelerin istenen seviyede olmamasının “ciro, nakit akışı ve karlılık” gibi temel finansal göstergelere negatif etki ettiğini görülmektedir.

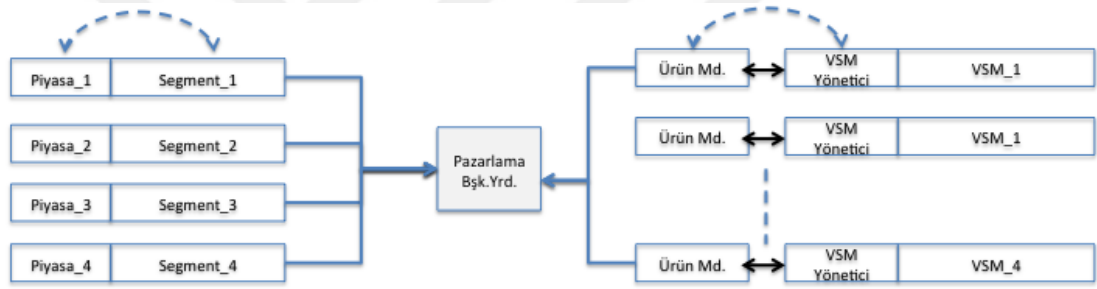
Uygulama anlamında genel olarak; Organizasyon, yeni ürün devreye alma, üretim stratejileri (çalışma alanının organizasyonu, toplam verimli bakım, toplam kalite kontrol, standart iş), stratejik tedarik ilişkileri, ve akademi konularında uygulamalara ağırlık verilmiştir.

6.7.1. Organizasyon

Ölçek ekonomileri doğrultusunda birçok firmada kapasite artırımı için makine parkuruna yatırımlar olur. Benzer şekilde kapsam ekonomisi kapsamında da firmalar aynı yönetsel / fiziksel kaynakları kullanarak başka alanlara da girmek isterler. Ancak bu iki durum eğer etkin yönetilemez ise azalan ölçek ekonomileri söz konusu olur. Özellikle fiziki olarak oldukça dağınık ve merkezi olarak yönetilmek istenen firmaların istenen verimi yakalayamamasının en temel nedenlerinden biri budur. LKV firması da benzeri şekilde fiziksel olarak oldukça geniş bir alana yayılmış ve silo tarzı, dikey organizasyon modeli ile yönetilmekteydi. Üretim fonksiyonları hariç hemen tüm fonksiyonlar merkezi olarak yönetilmektedir. Planlama bölümü hem mobilya fabrikalarının planlamasına odaklanırken aynı zamanda karo ve vitrifiye fabrikalarının süreçlerine konsantre olmaya çalışmaktadır. Benzeri şekilde satın alma, ürün geliştirme, bakım gibi fonksiyonlar da merkezi olarak yürütülmektedir. Oysa mobilya fabrikası tedarik, üretim süreçleri ile karo ve vitrifiye tedarik, üretim süreçleri tamamen birbirinden farklıdır. Her bir alan kendi alanında uzmanlaşma ve odaklanma gerektirmektedir. Ancak LKV firmasında merkezi karar alma ve yürütme fonksiyonunun yerleşik olmasının doğal sonucu olarak her alana yeteri kadar

odaklanabilme mümkün olamamakta ve ortalama etkisi sonucunda zaman zaman süreç akışında sıkıntılar yaşanabilmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin yedi prensibinden biri müşteri istek ve beklentilerine göre değer zincirlerini segmentlere ayırarak, yönetmektir (Levi, 2009). Bir başka ifade ile müşteri istek ve beklentilerine göre farklı ihtiyaçlar, malzeme tedarikinden, ürün sevkiyatına kadar olan tüm süreçlerinin ayrı bir değer zinciri olarak irdelenmesi ve yönetilmesi anlamına da gelmektedir. Değer zinciri yönetimi de denilen bu konsept (Value Stream Management: VSM) bir nevi fabrikanın değer zincirleri bazında fabrikacılara bölünmesi ve her bölünen fabrikacığın, silo tarzı yönetim ilkeleri gereği dikey yapılanmanın aksine, yatay şekilde, yetkili ve gerekli kişilerle donatılması konseptine dayanan bir yapıdır.



Şekil 6-9: Uygulanan Organizasyon Modeli

Mevcut organizasyon yapısı güncel sorunlara çözüm geliştirme konusunda yetersiz kalmaktadır. Özellikle farklı alanlarda yerleşik ve yine farklı müdürlüklere bağlı kişiler ile yönetilmeye çalışılan süreçler, ekip olarak bir araya gelememe, ortak hedeflerin olmaması ve kısmi olarak yönetsel / teknik anlamda bilgi eksikliklerinden dolayı etkin bir şekilde yönetilememektedir.

- Bu bağlamda ortak hedefleri olan, yetkin ve motivasyonu güçlü ekipleri bir araya getirilmeye çalışılmıştır. Organizasyonun daha az hiyerarşik, sade ve değer zinciri bazında kurgulanması, her bölümün görev ve sorumluluklarının tanımlanması konularında çalışmamalar yapılmıştır. Firma üretim süreçleri müşteri istek ve beklentilerine göre farklı içerdiği için, her bir zincirin ayrı değerlendirilmesi yöntemi ile üç farklı tedarik zinciri yapısı oluşturuldu. Her bir zincir içine operasyonel süreçlerden sorumlu teknik kadrolar tahsis edilerek, her

birimin kendi değer zincirine odaklanmasının sağlanması ile ortalama etkisinin negatif etkileri ortadan kaldırılmaya çalışıldı. İnsan kaynakları, finans, bilgi işlem gibi grup genelini ilgilendiren fonksiyonların stratejik anlamda merkezi kalmasına rağmen ürün geliştirme, tedarik zinciri yönetimi, kalite, üretim, bakım gibi fonksiyonlar tam zamanlı olarak değer zinciri yönetimi bünyelerinin içine alındı.



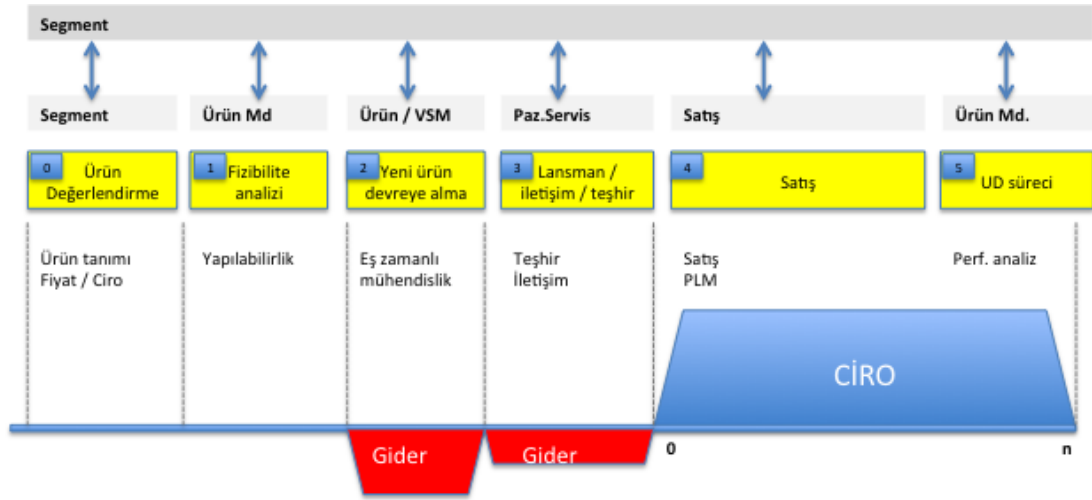
Şekil 6-10: Organizasyonun ve Kayıplara Karşı Müdahale

6.7.2. Yeni ürün belirleme ve devreye alma süreci

LKV firmasında pazarlama ve satış ekipleri Dünya genelinde bölgelere ayrılmıştı. Her ekip birbirinden bağımsız ve kısmen izole bir şekilde kendi bölgelerindeki müşteri beklentilerini analiz ediyor ve kendilerine göre uygun gördükleri ürünleri fabrikada ürettiliyorlardı. Konsolide olmadan, farklı bölgelerden gelen her ürün bir şekilde üretiliyor ve ürün çeşitliliği, uzun zamandan beri hareket görmeyen stok adetleri sürekli artıyordu. Bununla beraber organizasyon yapısının dikey, silo tarzı olması iletişim sorunlarını artırıyor ve yeni ürünler zamanında devreye alınamıyordu. Bu bağlamda stratejik bir takım aksiyonlara planlanmış ve yapılmıştır.

- Pazar beklentilerini çok iyi anlayıp, doğru ürünün üretilebilmesine olanak sağlamak ve iletişim kalitesini artırmak için süreç ve analitik / teknoloji tabanlı tekniklerin kullanılması konusunda çalışmalar yapıldı.
- Erken evrede detay fizibilite analizleri (yapılabilirlik / satılabilirlik)
- Tedarikçilerin ürün geliştirme sürecinde yer alması (ArGe ve masse / sır hazırlık)

- Yeni ürün belirleme sürecinin daha etkin olarak yönetilebilmesi için, yeni ürün devreye alma süreci yeniden tasarlandı. Yeni ürün değerlendirme toplantısı ve konsensüs ile pazara girecek yeni ürünlerin belirlenmesi sürecinin devreye alındı. Bu sayede benzer pazarlara hitap edebilecek farklı ürünlerin devreye alınmasının önüne geçilmesi ile birlikte ürün sayısında azalama, modüler ürünler tasarlama ve promosyonel faaliyetlerde optimizasyona gidilebilmenin önü açıldı.
- Yeni ürün devreye alma sürecinde değer zinciri bazında eş zamanlı mühendislik uygulamalarına başlandı.
- Müşteri ile firma arasına sahadan gerçek satış bilgilerini, gerçek zamanlı olarak alabilecek bilgi teknolojileri altyapısının kuruldu. Bu sayede müşterinin gerçekte ne tükettiğinin anlık olarak izlenmeye başlandı.
- Talep tahminleme sürecinde analitik araçlardan (regresyon) faydalanılmaya başlandı.
- Müşterilerin siparişlerini elektronik ortamda vermelerini sağlayarak, siparişlerin doğru ve hızlı bir şekilde alınabilmesine hem de hangi ürünlere cevap verilemediğinin analizinde kullanılacak sipariş verme portalının devreye alınması.
- Her ürün grubu için olmasa da kısmi olarak bazı ürün grupları için ürün hayat eğrileri (Product Lifecycle Management: PLM) analizleri yapılmaya başlandı. Gelecek dönem talep tahminleme sürecinde müşterilerin etkin olarak yer almasının sağlanması ve talep tahminleme sürecindeki kamçı etkisini azaltabilmek için sezgisel yöntemlere ilave olarak analitik yöntemlerin (regresyon analizleri), ürün yerine ürün ailesi bazında kullanılmaya başlandı.



Şekil 6-11: Uygulanan Yeni Ürün Devreye Alma Süreci

6.7.3. Üretim yönetimi ve stratejileri

LKV'de performans önceliği olarak kalite yerine üretim adetleri takip ediliyordu. Hemen her ürün grubu için aynı yöntem ile üretim tetikleniyor ve her süreç istisnasız olarak itme sistemine göre, durmaksızın stoklara üretim yaparak çalışıyordu. Stoklar her alanda yüksek ve kalite konusu genelde ikinci planda tutuluyordu.

Üretim stratejilerine baktığımız zaman dört farklı strateji görmekteyiz. Bu bağlamda LKV'de ABC analizleri ile ürünler gruplara ayrıştırıldı ve farklı gruplar için farklı üretim stratejileri uygulanmaya çalışıldı.

- A grubu ürünler: Talep değişkenliği az olan, sık talep gören ve düşük maliyetli ürünler olarak belirlendi. Bu ürünlerin piyasa tarafından asli beklentisinin düşük maliyet olması nedeni ile bu grup için ölçek ekonomileri kapsamında, yüksek adetlerde stoğa üretim (Make To Stock: MTS) stratejisi benimsendi.
- B grubu ürünler: Türetildikleri ürün ailesi aynı olan ancak ebat anlamında müşterinin istekleri doğrultusunda daha sonradan şekillendirilen ürünler bu gruba dahil edildi. Bu ürünler için ürünü sonradan farklılaştırma stratejisi (postponement) benimsendi. Bunun için ebat verme sürecinin başına bir süpermarket kurularak, müşteri siparişleri doğrudan buraya iletildi ve istekler doğrultusunda ürünler şekillendirilmeye başlandı (Configure To Order: CTO).

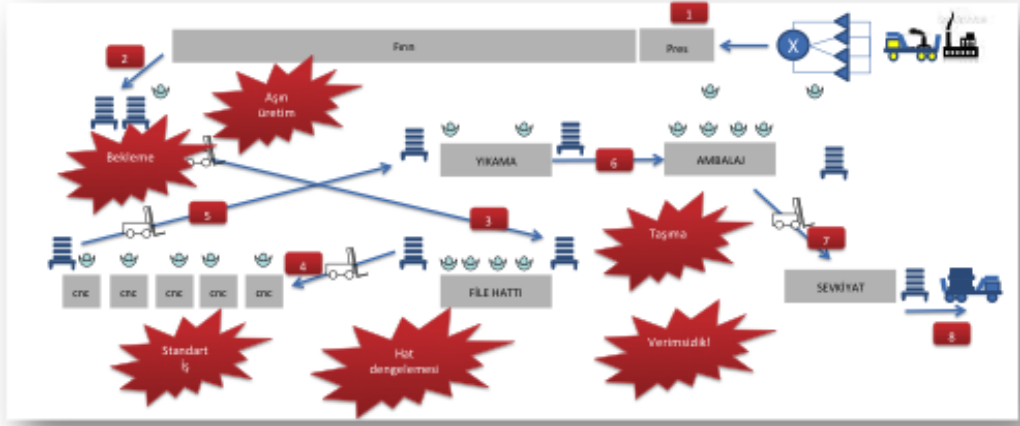
- C grubu ürünler: Talep değişkenliği oldukça yüksek ve maliyet anlamında yüksek olan ürünler bu kategoriye alındı. Bu ürünlerin siparişe göre üretilmesi (Engineering To Order: ETO) kısmı olarak üretim süresini ve teslim zamanını artırsa da, gereksiz üretim yapılmayarak C grubu ürün stoklarının azalması sağladı.

Bu sürecin etkin yönetimi için üretim hatlarının dengelenmesi ve sıralamasının da ayrıca planlanması gerekiyordu. Bu doğrultuda her A grubu ürün için stok seviyeleri, yeniden üretim seviyeleri belirlendi ve aylık üretim planında üretim seviyelendirme yapıldı (Heijunka). Geri kalan süre için ise talep toplama yöntemleri ile aylık olarak üretimler planlandı.

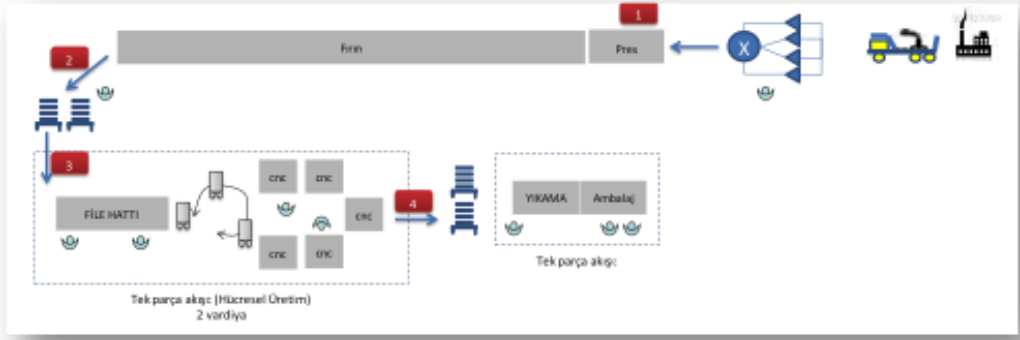
Talep tahminleme sürecinde geçmiş veriler sezgisel yöntemler yerine regresyon analizine tabi tutularak gelecek ön görüşü analitik olarak hesaplanmaya çalışıldı. Bu sürece sağlıklı veri aktarımının olabilmesi için bazı kritik bayilere özel bir yazılım kurularak gerçek zamanlı ürün satış bilgileri takip edilmeye çalışıldı. Geniş katılımlı ve veriye endeksli olarak yapılan talep planlama toplantılarının sonucunda kamçı etkisini sönmüleyip, doğruluk oranı yüksek talep planlama stratejileri ürün ailesi bazında (aggregate planning) yapılmaya çalışıldı.

Çalışma Alanının Organizasyonu konusunda, Standart iş, 5S ve Görsel yönetim anlamında, grup geneline eğitimler verildi ve sistematik olarak bu konularda çalışmalar yapıldı.

File üretim hattı mevcut durum



File üretim hattı gelecek durum



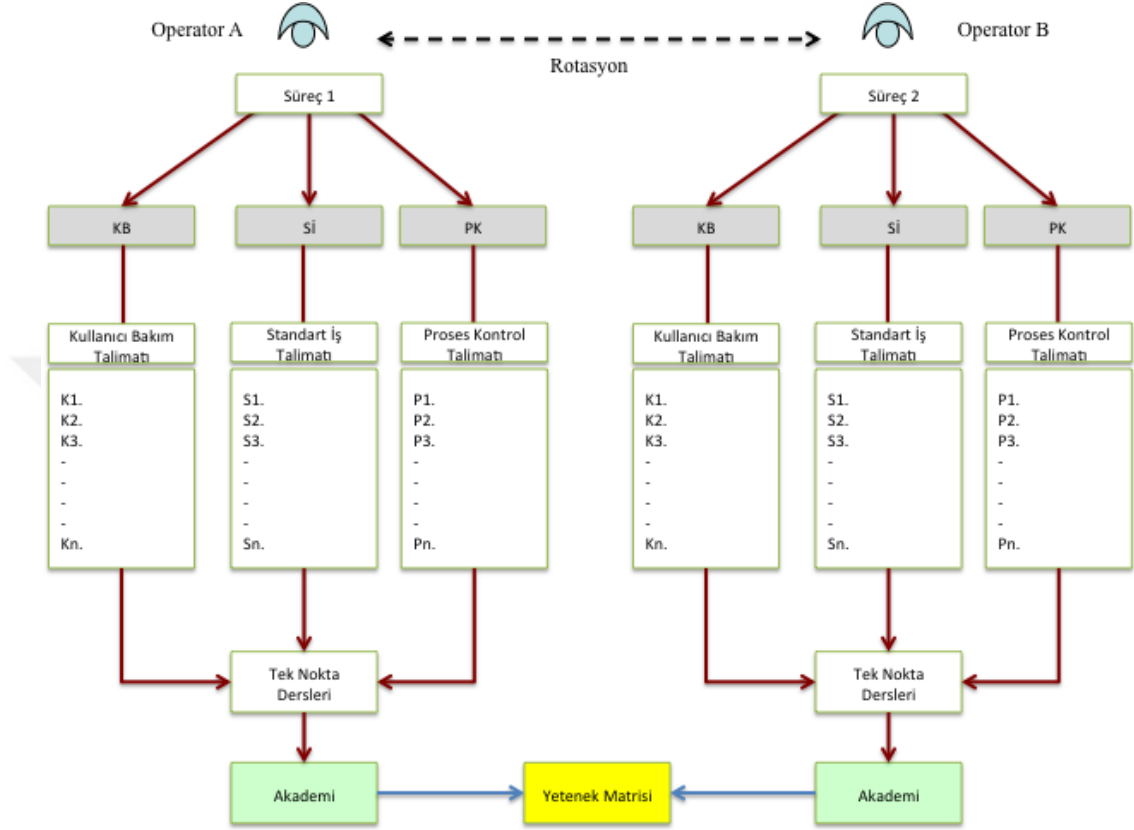
Şekil 6-12: Uygulama süreç akışı değişiklikleri (Önce / Sonra)

Toplam verimli bakım, toplam kalite kontrol konularında ekipler kurularak kullanıcı bakım, planlı bakım süreçleri devreye alındı. Kalite konusunda bilinci artırmak ve problemlere kalıcı önlem getirebilmek için hızlı müdahale ekipleri, hata önleme düzenekleri ve yerine kontrol ilkeleri ile toplam kalite kontrol anlayışının benimsenebilmesi için çalışmalar yapıldı.

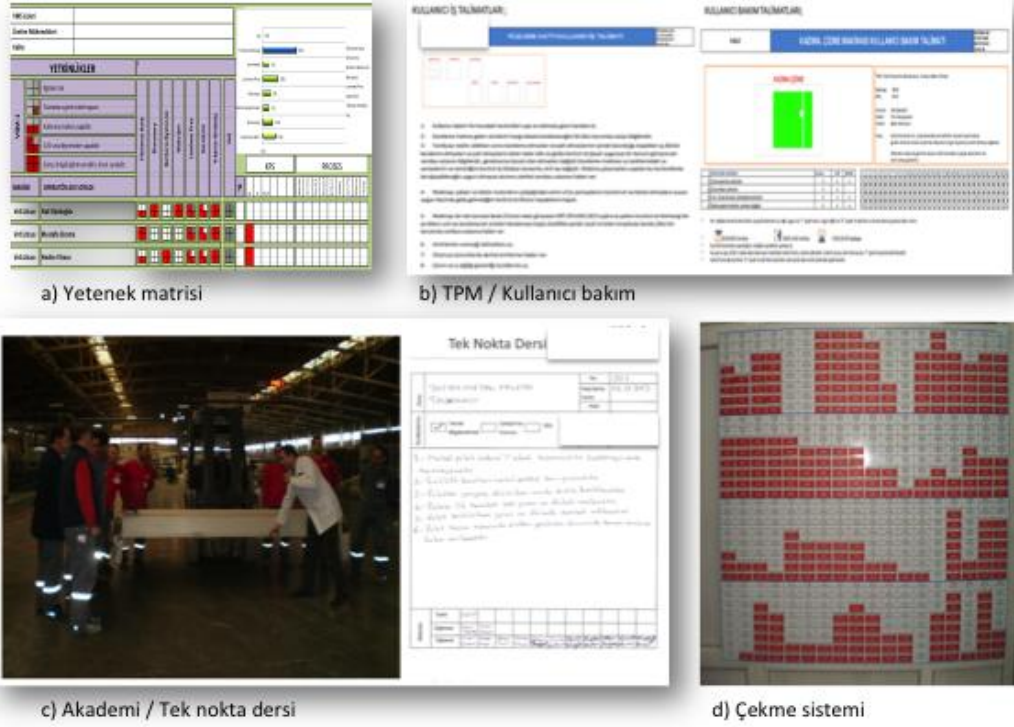
Depo ve lojistik süreçlerinde süreç analizleri yeniden yapıldı ve depo sayıları konsolide edilerek, sayıları azaltıldı.

Üretimde birçok süreç mevcuttur ve teknik olarak operatörlerden süreçleri kontrol etmeleri ve sorunsuz bir şekilde üretimi gerçekleştirmeleri beklenir. Ancak her zaman sonuçlar istenildiği gibi çıkmaz. Bunun temel sebepleri arasında operatörlerin tam olarak ne yapacaklarının net olarak tanımlanmamış olması ya da tanımlanmış olsa dahi operatörün tanımlanan iş adımlarını yapacak yetkinlikte olmaması gösterilebilir. Bu anlamda süreçlerde standardizasyon çalışmaları yapıldı. Her süreçte

olması gereken “ kullanıcı bakım, standart iş ve proses kontrol talimatları” hazırlandı ve akademi bünyesinde tek nokta dersleri verilerek, operatör yetkinlikleri, rotasyon uygulamaları ile artırılmaya çalışıldı.



Şekil 6-13: Süreç Standardizasyonu Çalışmaları



Şekil 6-14: Uygulamada Yapılan Çalışma Örnekleri

6.7.4. Stratejik Tedarikçi İlişkileri Yönetimi

Mevcut operasyonel performansın düşük olmasının ana nedenlerinden biri tedarik sürecin yalın / çevik tedarik zinciri ilkeleri ile yönetilemiyor olmamasıdır. Envanter tutulmasındaki asıl neden değişkenlik ve etkilerini minimuma indirmeye dürtüsüdür. Süreçler içinde hep var olan ve kaçınılmaz bir şekilde ortaya mutlaka çıkacak olan değişkenlikler firmaları sıkıntıya sokmaktadır. Firmalarda doğal olarak bu sıkıntıların etkisini minimize edebilecek karşı önlem amacı ile tampon olarak envanteri kullanmaktadır. Ancak değişkenliğin fazla olması tampon envanter seviyesinin artmasına neden olmaktadır.

LKV'de teknik olarak tedarikçilerin uzun süreli teslimat zamanları, gelen malzemelerde yaşanan kısmi kalite sorunları ile birlikte itme sistemi ile tedarik sürecinin yönetilmesi başlıca sorunlardadır. Bu durumun doğal çıktısı olarak envanter seviyeleri artmakta ve stoklarda kullanılmayacak malzemeler çoğalmaktadır.

Bu bağlamda etkin bir tedarik süreci kurulumu için çalışmalar planlanmış ve planlanan işler devreye alınmaya çalışılmıştır.

- Tedarikçi seçme de değerlendirme süreci: Doğru tedarikçiler ile çalışılıp çalışılmadığı anlayabilme için AHP tekniği ile “zamanında teslimat ve kalite performansı” başta olmak üzere tedarikçilerin belirli kriterle doğrultusunda değerlendirilmesi konularında analizler yapılmıştır. Risk grubuna giren tedarikçiler için stratejik işbirliğine uygun, Lokasyon anlamında yakın ve gelişime açık tedarikçilerin araştırılmış, tedarikçi sayısı alınabilen en düşük seviyeye alınması ve dirençli tedarik zinciri modeli için olabildiğinde yakın, kontrol edilebilir tedarikçilerin sistem dahil edilmesi konuları üzerine stratejiler geliştirilmiştir.
- Tedarikçi geliştirme süreci: Kalite bölümü bünyesinde “Tedarikçi geliştirme” ekibinin kurulması ve bu ekibin A grubu tedarikçilerin performanslarını sürekli takip edip, yerlerinde sıkı denetim yaparak uygunsuzlukları belirleyip, ilgili aksiyonları tedarikçilere aldırması sağlanmıştır.
- Girdi kontrol: Girdi kontrol sürecinin lot bazında örnekleme ile (Acceptable Quality Level: AQL) ya da proses sertifikasyon belgelerinin kontrolü ile yapılmaya başlanmıştır.
- Sözleşme yönetimi: Kritik tedarikçiler ile uzun vade ve güvene dayalı sözleşmelerin yapılması (fiyat, maliyet / volüme ilişkisi, minimum maksimum adetler, teslim süresi, kalite kriterleri, iade koşulları, cezai koşullar vs..) konusunda pilot çalışmalar yapılmıştır.
- Tedarikçi yönetimli envanter ve çekme sistemi: Yüksek adette ve düzenli satın alma yapılan tedarikçiler ile stratejik işbirliği yapılması ve çekme sistemine geçilmesi konusunda çalışmalar planlanmıştır. Toplam maliyet yaklaşımı ile maliyetlerin azaltımı konusunda işbirliğine gidilmesi için karton kutu, mekanik bakım malzemeleri, sık kullanılan üretim malzemeleri gibi malzemelerin temin edildiği tedarikçiler ile tedarikçi yönetimli envanter (Vendor Managed Inventory: VMI) modeline geçilmesi süreçleri devreye alınmıştır. Karton kutu tasarım, optimizasyon gibi konularda tedarikçi bilgi, becerisinin ürün geliştirme süreçlerinde mutlaka kullanarak eş zamanlı mühendislik uygulamaları ile süreçleri yönetilmesi konusunda tedarikçiler ile işbirliğine gidilmiştir.

- Bilgi teknolojileri: Bilgi teknolojileri altyapısında malzeme ana verilerinin tam ve doğru olarak tanımlanması, ABC / XYZ analizine göre malzeme sipariş modellerinin tanımlanması bu sürecin tedarikçilere konfirme ettirilmesi konuları üzerine çalışılmıştır.
- Malzeme depo yönetimi: Tüm malzemelerin tek bir depoda kontrol altında tutulması. Fabrika içlerinde ayrıca bir koltuk altı ambarı olmaması sağlanmıştır. Depo raf sistemleri (Rack, Shelf, Slot: RSS ve First in First Out: FIFO) düzenine göre yeniden kurgulanması. Barkod sistemi ile giriş, çıkışların kontrol altına alınması, çalışma alanı konseptinin (Standart, 5S, Görsel Yönetim) depoların her alanına uygulanması konuları üzerine çalışmalar yapılmıştır.
- Maliyet azaltımı: Malzeme kullanım sürelerinin bakım / üretim bölümleri tarafından sıkı bir şekilde izlenmesi ve satın alma ile paylaşılarak ürün yaşam eğrisi analizleri yapılması (motorlar, rulmanlar, bıçaklar, vs.), yıllık bazda işletme / sarf malzeme maliyet azaltımı için bakım / üretim birimlerinden iyileştirme planlarının istenmesi ve uygulanması konuları üzerine durulmuştur.
- Stratejik satın alma / Operasyonel satın alma: Satın alma bölümü stratejik ve operasyonel olarak iki kısma bölünmüştür.
- Ortak satın alma: Ölçek ekonomisi kapsamında diğer grup şirketleri ile ortak satın alma opsiyonlarının detaylıca incelenmesi ve olabilen kalemler için grup bazında hareket edilmesi sürecinde uygulamalar yapılmıştır.
- Dış kaynak kullanımı, uzmanlığa odaklanma: Her işi bünyede yapma stratejisinden uzaklaşıp, malzemeleri alıp – birleştirmek yerine, dış kaynak kullanıp (Outsourcing), bu süreçleri tedarikçilere (yan sanayi) yaptırarak bazı komponentlerin dışarıdan tedarikine gidilmiştir. Mevcut tedarikçi sayısının azaltılarak, bazıları ile stratejik işbirliğine gidilmiştir.

6.7.5. Akademi

LKV Akademi'nin temel amacı firma stratejileri doğrultusunda öncelikle insan kaynağına ve paydaşlara yönelik mesleki, teknik ve kişisel alanlarda eğitim ve gelişim çözümleri sunarak değer katan bir yapıyı oluşturmak, geliştirmek ve sürdürülebilirliğini sağlamak olarak belirlendi.

Temel ilkeler aşağıdaki gibi belirlendi.

- Eğitim faaliyetlerinin firma stratejik hedeflerini destekleyecek şekilde planlı ve sistematik bir şekilde tek bir çatı altında yürütülmesinin sağlanması,
- Firma yapısı ve kültürüne uygun, katılımcılığı yüksek düzeyde tutan ve esnek bir eğitim organizasyon yapısının geliştirilmesi,
- Stratejik hedefleri ve operasyonel mükemmelliğı sağlamak için sürekli öğrenen, öğrendiğini uygulayan ve bilgisini paylaşan bir örgüt kültürünün oluşturulması,
- Eğitim faaliyetlerinin kalitesini, sayısını ve iş sonuçlarına olan katkısını artırırken, eğitim maliyetlerimizin düşürülmesi,
- Çalışanların eğitim ihtiyaçlarının analizinde çoklu geri bildirim, stratejik öncelikleri, performans değerlendirme sonuçlarını, yetkinlikleri, kariyer gelişim planlarını temel alan bir değerlendirme yönteminin kullanılması,
- Her bir pozisyon/işle ilgili temel yetkinliklerin oluşturulması ve geliştirilmesine yönelik eğitim programlarının belirlenmesi,
- Terfi ve atama sisteminin Akademi eğitim programlarıyla entegrasyonun sağlanması,
- Firma temel eğitimlerini ve gelişim programlarını, kendi eğitimcilerini yetiştirerek sunmalarının sağlanması,
- Firma amaç ve hedefleri doğrultusunda paydaşlarımızla eğitim faaliyetlerine yönelik işbirliğinin kurulması ve geliştirilmesi,

Akademi bünyesinde dört farklı bölüm kurularak, eğitimlere başlandı.

- Hazırlık bölümü Firma bünyesinde oryantasyon eğitimlerinin etkili şekilde yürütülmesini ve geliştirilmesini sağlayarak, işlerine yeni başlayan çalışanların ilk günlerinden itibaren uyumlu, güvenli ve verimli çalışmalarını sağlamak, bağlılıklarını geliştirmek ve iş tatminlerini arttırmak amacı ile tasarlandı.
- Üretim sistemleri bölümü: Firma çalışanlarının, görevleri ve üretim süreçleriyle ilgili yetkinliklerinin sürekli geliştirilerek, operasyonel mükemmelliğın sağlanması, yaratıcı ve yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılmasını sağlayarak üretim sisteminin etkinliğinin arttırmak amacı ile tasarlandı.
- Liderlik bölümü: Firma yöneticileri ve yönetici adaylarının liderlik ve yönetsel yetkinliklerini kariyer gelişimlerine uygun olarak en üst düzeye çıkarmak,

başarılı yönetici ve uzmanların (iç ve dış kaynaklardan) mesleki bilgi, beceri ve deneyimlerinin kuruma kazandırılmasını sağlamak amacı ile tasarlandı.

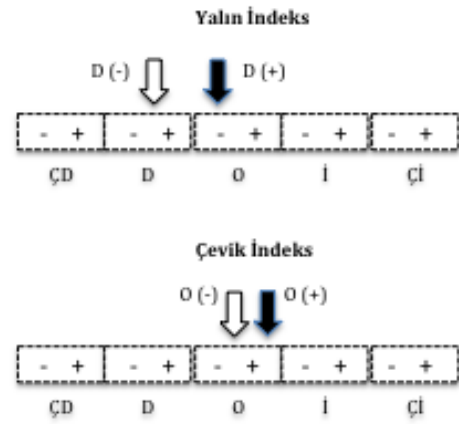
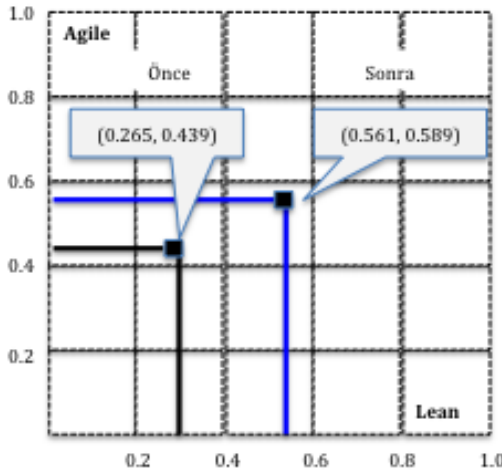
- Satış ve Müşteri İlişkileri bölümü: Firma satış ekiplerinin yetiştirilmesi, performanslarının artırılması, pazarlama faaliyetlerinin etkinliğinin geliştirilmesi ve müşteri ilişkilerinin etkili yönetilmesi için çalışanların yetkinliklerinin sürekli olarak geliştirilmesidir.

6.8. Uygulama / Faz_6 (Modelin Pilot Firmaya Yeniden Uygulanması)

Tablo 6-29: Seramik Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Sonraki Durum)

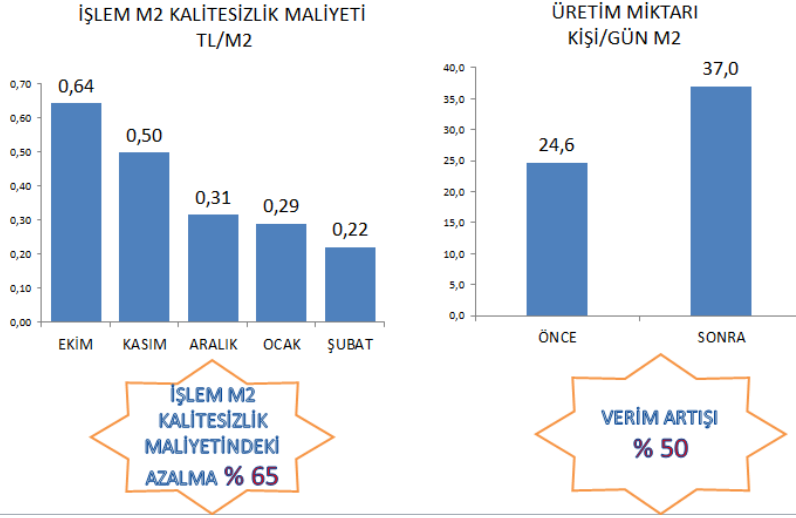
Yalın		-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	<i>NA</i>	<i>ÇD</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>İ</i>	<i>Çİ</i>	İndeks	Skor
Y1.1:Standart iş	0,0378				X			0,023	0,6
Y1.2:5S	0,0288				X			0,017	0,6
Y1.3:Görsel Yönetim	0,0174					X		0,014	0,8
Y2.1:Akış	0,1084				X			0,065	0,6
Y2.2:Çekme sistemi	0,1084				X			0,065	0,6
Y2.3: Üretim seviyelendirme	0,0876				X			0,053	0,6
Y2.4: Hızlı ürün dönüşü	0,0546			X				0,022	0,4
Y3.1:Yerinde kontrol	0,0653				X			0,039	0,6
Y3.2:Duruş kültürü	0,0830					X		0,066	0,8
Y3.3:Poka Yoke	0,0603			X				0,024	0,4
Y3.4:Üretimin kalite uzmanlığı	0,0603				X			0,036	0,6
Y3.5:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0420		X					0,008	0,2
Y4.1:Kullanıcı bakım	0,0515			X				0,021	0,4
Y4.2:Planlı bakım	0,0626				X			0,038	0,6
Y4.3:Tek nokta dersi	0,0302			X				0,012	0,4
Y4.4:Hızlı müdahale	0,0187				X			0,011	0,6
Y5.1:Sürekli iyileştirme kültürü	0,0251				X			0,015	0,6
Y5.2:Hedefler ile yönetim	0,0126					X		0,010	0,8
Y5.3:Problem çözme yetkinliği	0,0251			X				0,010	0,4
Y5.4:Çok yetkinlikli iş gücü	0,0203				X			0,012	0,6
							YALIN İNDEKS	0,561	
Çevik		-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
<i>Alt Faktörler</i>	<i>Toplam Ağırlık</i>	<i>NA</i>	<i>ÇD</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>İ</i>	<i>Çİ</i>	İndeks	Skor
C1.1:Talep odaklı üretim	0,0823					X		0,066	0,8
C1.2: Ürün ve promosyon optim	0,0222			X				0,009	0,4
C1.3: Ürün hayat eğrisi takibi	0,0154				X			0,009	0,6
C1.4: İnovasyon	0,0616				X			0,037	0,6

C1.5:Modüler tasarım	0,0710				X			0,043	0,6
C1.6: ECR / CPFR	0,0435				X			0,017	0,4
C2.1:Tedarikçi seçme ve değer.	0,0607				X			0,036	0,6
C2.2:Tedarikçi geliştirme süreci	0,0493				X			0,030	0,6
C2.3:Tedarikçi yönetimli envanter	0,0354				X			0,021	0,6
C2.4:Tedarikçiler ile süreç enteg.	0,0713				X			0,043	0,6
C2.5:Tedariki esnekliği	0,0169				X			0,010	0,6
C2.6:Tedarik etkin, kaliteli iletişim	0,0304			X				0,012	0,4
C3.1:Eş zamanlı mühendislik	0,0455				X			0,027	0,6
C3.2:Hızlı prototip geliştirme	0,0288				X			0,017	0,6
C3.3:Uzmanlığa odaklanma	0,0357				X			0,021	0,6
C3.4:Yetkin, bilgili insan gücü	0,0340				X			0,020	0,6
C4.1: Proses güvenilirliği	0,0400			X				0,016	0,4
C4.2:Üretim stratejileri	0,0790				X			0,047	0,6
C4.3:Hızlı karar alabilme	0,0574				X			0,034	0,6
C4.4:Üretim süreçleri esnekliği	0,0574				X			0,034	0,6
C4.5:İnsana yatırım	0,0622				X			0,037	0,6
								ÇEVİK İNDEKS	0,589



Şekil 6-15: Seramik Sektörü Yalın ve Çeviklik İndeksi (Sonraki Durum)

Yalın ve çevik üretim uygulamalarının süreçlere uygulanmasının işletme başarı göstergelerine (Key Performance Indicators: KPI) etkisi bu uygulama sonucunda net olarak görülmüştür. Bu durumun doğal bir sonucu olarak da yalın ve çevik indeks oranlarında da iyileşme olmuştur.



Şekil 6-16:LKV Kritik Başarı Göstergelerindeki Değişim

- Zamanında Teslimata Oranı: %85'den %89'a
- OEE: % 61'den % 67'ye
- Fire: % 2,3'den %1,2'ye

SONUÇ ve TARTIŞMALAR

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular genel olarak aşağıdaki gibidir.

Müşterilerin üretim ve sevkiyat şekillerine göre segmente edilmesi ve bunu destekleyen değer zinciri bazlı (VSM) bazlı organizasyon modeli ile SILO tarzı yönetim modelinden değer zinciri bazlı modele geçiş müşteri süreçlerine daha fazla odaklanma getirmiştir. Ekibin malzeme girişinden sevkiyata kadar her alandan ortak olarak sorumlu olmaları ekip bilincini artırmış ve süreç içinde yer alan tüm fonksiyonların aynı değer zinciri (Value Chain) içinde yer almaları ekip olarak çalışma, iletişim ve hedeflerle yönetim konusunda süreçlere olumlu katkı sağlamıştır. Bu yöntem ile aynı zamanda müşteri bazında kar zarar analizlerinin de yapılabilmesinin önü açılmıştır.

Çalışma alanının organizasyonu (Work Place Organization: WPO) konsepti üretim ortamında farkındalığı artırmış ve bilgili operatör, bilinçli üretim yapabilme konusundan özellikle mavi yakanın motivasyonunu, etkisini olumlu yönde artırmıştır. Standart talimatlar iyileştirme süreçlerine referans olmuş, 5S sistemi anormalliklerin anında fark edilip zamanında önlem alınabilmesine olanak sağlamış, görsel yönetim standartları ise iletişim, hedeflerle yönetim gibi konularda süreçlere pozitif katkı sağlayarak, sistem içindeki birçok gizli kaybın ortaya çıkarılarak, elimine edilebilmesine olanak sağladığı gibi iş kazalarının azalmasına da olumlu etki yapmıştır.

Stokların artmasının temel nedenleri arasında; talep tahminleme hataları, kamçı etkisi ve üretimin kendisine birim üretim maliyetlerini düşürmek beklentisi ile maksimum kapasite kullanım isteği sonucu aşırı üretim yapmasının neden olduğu sonuçlarına varılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda çekme sistemi ile üretimin yönetilmesinin, talep odaklı üretime olanak sağlaması nedeni ile talep tahminleme hatalarına ve

kamçı etkisi etkilerine karşı sistemi koruma altına aldığı gözlemlenmiştir. Aynı şekilde duruş kültürünün ve üretim hedeflerinin kapasite kullanım oranlarına göre değil, kalite hedeflerine öncelik vererek gerçekleştirilmesi bitmiş ürün stoklarının azalmasına olumlu etki etmiştir. Üretimin çekme sistemi üzerine kurgulanması sonucu talep olmadan üretim olmayacağı için, tedarikçi tarafındaki malzeme akşınında kontrollü duruma geçtiği gözlemlenmiştir. Bitmiş ürün stoklarının azalması için bir önceki proseslerinde sağlıklı çalışması gerekliliği gözlemlenmiştir. Özellikle çekme sisteminde baştan sona çekme sistemi kurabilmek için yalın araçların tüm üretim süreçlerine uyarlanmasının gerekliliği bu çalışmada net olarak gözlemlenmiştir.

Üretim ekibinin ana hedeflerinden biri olan tam kapasite kullanım oranları hedefinin kaldırılması ve sadece çekme sistemi gereği kadar üretim yapılmasının set edilmedi ile üretim maksimum adetlere ulaşınca durdurulmuştur. Talep olmadığı zamanlarda hatların durması ile oluşan boş zaman operatör eğitimleri ve makine bakımları için kullanılması, kayıp gibi gözükken zamanın başka önemli işler için kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu boş zamanın, genelde vakit olmadığı için pek yapılamayan bakım faaliyetlerine harcanması ekipman OEE değerlerini artırdığı gibi, yine operatörlere bu boş zamanlarda verilen eğitimler operatör öğrenme eğrisini hızlandırmış, yetkinlik artışına ve dolayısıyla performansa olumlu etki etmiştir.

Proses adalarının kaldırılması ve hat dengelemesi ile akışa uygun hatların kurulması, akışın kesintiye uğramasının kaçınılmaz olduğu yerlerde süpermarket ve kanban sistemleri ile akışın tesis edilmesi, daha küçük lot adetleri ile daha sık ürün dönüşünün yapılması ve SMED faaliyetleri ile set-up zamanlarının kısaltılması üretim zamanını önemli oranda azaltmıştır. Yarı mamul ve mamul stoklarda azalma meydana gelmiş, üretimde tempo kavramı yerleşmiş ve verimlilik olumlu yönde etkilenmiştir.

Heijunka yöntemi ile müşteri taleplerindeki dalgalanmaların, süreçlere olan etkisi sönmülenebilmiş ve küçük lot adetleri, sık ürün dönüşü ile, müşteri talepleri artış gösterdiğinde dahi, zamanında teslimat konularında bir sorun yaşanmamıştır.

TVB kapsamında özellikle “kullanıcı bakım” ve “planlı bakım” faaliyetlerinin üretim, bakım ve kalite birimlerinin etkin birlikteliği ile yapılması, hem mavi yaka

gelişimine olumlu etki yapmış hem de ekipman TEV (OEE) seviyelerinin artmasına olumlu etki yapmıştır. Proses kaynaklı kayıplara karşı sistemi korumak için tutulan yarı mamul stoklar OEE değerlerinin artış göstermesi ile azalma göstermiştir.

Operatörlere problem oluştuğunda hattı durdurarak, hızlı müdahale ekiplerini çağırması ve problemlerin kök nedenlerini bulup, sorunu kökünden gidermeleri yaklaşımı başlangıçta uzun duruşlara sebep olsa dahi ilerleyen zamanlarda aynı hataların tekrar etmemesine zemin hazırlamıştır. Benzer şekilde yerinde kalite konsepti ile operatörlerin daha fazla sorumluluk ve inisiyatif almaları sağlanmış ve daha bilinçli üretim yapılması sağlanarak, üretim kalite performansında olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir.

Erteleme (ürünü sonradan farklılaştırma) yöntemi ile ürünlerin sevkiyat öncesinde farklılaştırılarak müşteriye gönderilmesi, bitmiş ürün stok seviyelerini önemli ölçüde azaltmıştır. Aynı yöntemle ürün farklılaştırmada kullanılan malzemelerin de tüketim hızı, sevkiyata endekslendiği için envanter seviyelerinde de azalmalar meydana gelmiştir.

Müşteri ile yapılan daha sıkı görüşmeler ve karşılıklı stok seviyeleri kontrolünün, çekme sistemi minimum stok seviyelerin ayarlanmasına olumlu katkı sağladığı ve stok seviyelerinin müşteri hizmet seviyelerini etkilemeden optimum seviyede tutulmasına olanak sağladığı gözlemlenmiştir.

Tedarikçi sayısının azaltılması, daha ziyade yakın ve yerel tedarikçilere yönelmesi, tedarikçiler ile daha etkin ve sık iletişim kurulabilmesinin olanak sağladığı gibi tedarikçi başına düşen ciro oranlarını artırmış, tedarikçi tarafında daha önemli müşteri durumuna gelmesine olanak sağlamıştır. Mevcut tedarikçilerin sezgisel kararlar yerine AHP tekniği ile yeniden değerlendirilmesi, tedarikçi performanslarının izlenmesi ve sonuçlarının paylaşılması ve desteğe ihtiyacı olan tedarikçiler ile ortak kaizen faaliyetlerinin yapılması tedarikçilerin zamanında teslimat, kalite ve maliyet performanslarına olumlu yansıdığı gibi aidiyet duygularının da gelişmesine katkı sağlamıştır. Bazı tedarikçiler ile yeni ürün geliştirme aşamasında stratejik iş birliğine gidilmesi ve envanter depolarının tedarikçi kontrolünde yönetilmesi, gerek tedarikçilerin uzmanlık alanlarının işletme

açısından değere dönüşmesinde gerekse toplam maliyet avantajının elde edilebilmesi açısından olumlu katkılar sağlamıştır.

Akademi sürecinin, kaizen faaliyetlerinin, tek nokta derslerinin çalışanların yetkinlik artışında oldukça önemli etkiler yaptığı sonucuna varılmıştır. Gerek iyileştirmeler için verilen öneri sayıları, gerekse fire oranlarındaki düşüş, eğitim ve öğretimin sonuçlara ne denli pozitif etki yaptığını net olarak göstermiştir.

Bu çalışmada işletmelerin yalın ve çevik üretim stratejilerini, operasyonel süreçlerine ne derece uyarladıklarının ölçülebileceği bir değerlendirme modeli geliştirilmiştir. Modelin güvenilirliği, gerçek bir uygulama ile test edilmiş ve modelin doğru sonuç verdiği kanıtlanmıştır.

Model, hem yalın hem de çevik parametreleri içerdiği için üretim organizasyonlarının performansına etki edebilecek bir çok ana konuya temas etmektedir. Bu sayede işletmelerin, kendi süreçlerini kapsamlı olarak değerlendirip, operasyonel süreçlerdeki zayıf noktalarını görebilmeleri, iyileştirme planlarını bu model üzerinden yapabilmeleri ve aldıkları aksiyonlar sonucunda hangi alanlarda, ne derece gelişim gösterdiklerini tespit edebilmeleri mümkündür.

Model üretim sektöründe, özellikle seri üretim ağırlıklı çalışan birçok firmaya uyarlanabilir. Modeli başka firmaların da kullanıyor olması, işletmelerin kendi performanslarını başka firmalar ile kıyaslama yapabilmelerine olanak sağlayacaktır. Ancak modelin doğru sonuç üretebilmesi için yetkin kişiler tarafından kullanılması gereklidir. İşletme içinde yalın ve çevik stratejiler konusunda yetkin olmayan kişiler olması durumunda, uzman bir danışman ya da kurumdan destek alınarak modelin uyarlanması çok daha doğru olacaktır.

Her işletmenin, ürün ya da pazar yapısı gereği farklı üretim stratejileri uygulamak zorunda kaldığı durumlarda, bu modelin her stratejiye tam olarak doğru yanıt verebilmesi çok olanaklı değildir. Örneğin makine imal eden bir sektör ile kesintisiz üretim yapan cam sektörünün üretim dinamikleri aynı değildir. Model, genel olarak seri üretim yapan işletmeleri baz almaktadır. O nedenle, ileriki çalışmalarda sektör ya

da üretim stratejileri bazında değerlendirme modellerin geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Model, genel itibarı ile sezgisel karar verme yaklaşımı ile veri almaktadır. Benzer konseptte yalın ve çeviklik indeksinin belirlenmesi için KPI (Key Performance Indicators) bazında da bir değerlendirme modeli geliştirilebilir. Ancak bunun için sektör bazında ve kıyaslama yapılacak (benchmark KPI) anahtar gösterge seviyelerimin tespit edilmesi gereklidir. Bu sayede firmalar standart KPI lar üzerinden, mevcut performans değerlerini sayısal olarak modele girerek yalın çevik indeks sonuçlarını, farklı bir boyuttan irdeleyebilirler.

Modelde kullanılan kriterlerin bazıları hem yalın hem de çevik üretim kıstaslarını beraber sağlamaktadır. Bu çalışmada kriterlerin hangi oranda yalın ve çevik kriterleri karşıladığı konusunda girilmemiştir. Bu bağlamda ileriki çalışmalarda kriterlerin yalın ve çevik stratejilere hangi oranda etki ettikleri irdelenerek, daha hassas değerlendirme modelleri geliştirilebilir.

.

.

.

REFERANSLAR

Agarwal, A., Shankar, R., (2006), "Modeling the metrics of lean, agile and Leagile supply chain: an ANP-based approach", European Journal of Operations Research, 173 (2002), 211-225.

Aitken, J., Childerhouse, P., Towill, D., (2003), "The impact of product life cycle on supply chain strategy", International Journal of Production Economics, 85 (2003), 127-140.

Ambe, I.M., (2012), "Determining an optimal supply chain strategy", Journal of transport and supply chain management.

Ambe, I.M., (2014), "Differentiating supply chain strategies: the case of light vehicle manufacturers in south Africa", problems and perspectives in management, volume 12. Issue.4

Apiliogullari, L., 2010, "Lean Transformation / The Code of Productivity", System publishing, 1st edition

Apiliogullari, L., 2013, "Operational Excellence / Change Management", System publishing, 1st edition.

Apiliogullari, L., 2014, "Lean Supply Chain and it's effect on Company Key Performance Indicators and an Industry Applications", XII. Logistic and Supply Chain Congress,

Apiliogullari, L., 2014, "Tedarik Zinciri Süreçlerinde Toplam Maliyet ve Nakit Akış Hızı Kavramlarının Finansal Sonuçlar Üzerine etkisi", LODER dergisi, s: 20-26

Apiliogullari, L., 2015, "Postponement stratejisinin firma KPI'larına etkisi ve bir vaka çalışması", ICOVACS-201, 6th International Conference on Value Chain Sustainability, March 12-13, 2015

Azadeh, A., Zarrin, M., (2015), "Leanness assessment and optimization by fuzzy cognitive map", Expert systems with applications, 42, 6050-6054.

Azevedo, S.G., Govindan, K., (2012), "An integrated model to asses the leanness and agility of the automotive industry", Resources, Conservation and Recycling, 66 (2012), 85-94.

Balaji, M., Murugan,V.V., (2013), "Total agile design system for supply chain evaluation", International Conference on Emerging Trends and Techno - Science, 85 (2013).

Ballou R.H, (2007) "The evolution and future of logistics and supply chain management", European Business Review, Vol. 19 Iss: 4, pp.332 – 348.

Bottani, E., (2009), "A fuzzy QFD approach to achieve agility", International Journal of Production Economics, 119 (2009), 380-391.

Bottani, E., (2010), "Profile and enablers of agile companies: An empirical investigation", International Journal of Production Economics, 125 (2010), 251-264.

Cagliano, R., Caniato., F., (2004), "Lean, Agile and traditional supply: how do they impact manufacturing performance", Journal of Purchasing and Supply Management, 10, 151-164.

Chang., S., Wang, R., (2006), "Applying fuzzy linguistics quantifier to select supply chain partners at different phases or product life cycle", International journal of productions economics, 100, 348-359.

Childerhouse, P., Aitken, J., (2002), "Analysis and design of focused demand chains", Journal of operations management, 20, 675-689.

Christopher, M., (2000), "The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets", International Marketing Management, Vol. 29, No. 1, pg. 37-44.

Çekerol, G, Kurnaz, N (2011), "Küresel Kriz Ekseninde Lojistik Rekabet Analizi", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 25 / 2011.

Delphi Manufacturing System, Operational Availability Manual, 2001.

Delfmann, Werner; Supply Chain Management in the Global Context, Working Paper No. 102, Dept. of Business Policy & Logistics, University of Cologne.

Doolen, T.L., Hacker, M.E., (2005), "A review Lean Assessment in Organizations: An exploratory study of lean practices by electronics manufacturers", Journal of Manufacturing Systems, Vol.24. No.1.

Elmoselhy, S.A.M., (2013), "Hybrid lean-agile manufacturing system technical facet, in automotive sector", Journal of Manufacturing System, 32 (2013), 598-619.

Ganga, G.M.D., Carpinetti, L.C.R., (2011), "A fuzzy logic approach to supply chain performance management", International Journal of Production Economics, 134 (2011), 177-187.

Gilaninia, S., Taleghani, M, (2011), “Comparative study of lean and agile supply chain management along with the optimal model presentation of agile supply chain management”, Kuwait chapter of Arabian journal of business and management review, vol.1, no:4.

Gligor, D.M., Esmark, C.L., (2014), “Performance outcomes of supply chain agility: When should you be agile? ”, Journal of Operations Management, 33-34 (2015), 71-82.

Goldsby, T.J., (2006), “Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: an AHP-based approach”, African Journal of Business Management, vol. 27, No. 1, 2006.

Gunasekaran, A., (1999), “Design and implementation of agile manufacturing systems”, International Journal of Production Economics, 62 (1999), 1-6.

Handfield, R., Nichols, E., “Introduction to Supply Chain Management”, Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey (1999)

Hosseini, S., Jassbi, S.M., (2010), “A novel framework for agility assessment in supply chain considering enablers and capabilities”, Kuwait J.Sci.Eng, 37 (2B) pp.161-182.

Imai, M., “Kaizen”,(1986), Kalder yayınları No:21.

Inman, R.A., Sale, R.S., (2010), “Agile manufacturing: Relation to TZÜ, operational performance”, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 21 (2008), 367-385.

Jain, V., Benyoucef, S., (2007), “A new approach for evaluating agility in supply chains using Fuzzy Association Rules Mining”, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 21 (2008), 367-385.

Koban, Emine ve Keser, Hilal, (2007), Dış Ticarete Lojistik, 1. Baskı, Ekin Basım, Yayın ve Dağıtım, Bursa.

Kotler, P., (2008), “Kotler ve Pazarlama”, Sistem yayıncılık, birinci basım.

Lee, J., Cho, H., (2014), “Assessing business impacts of agility criterion and order allocation in multi-criteria supplier selection ”, Expert Systems with applications, 42 (2015), 1136-1148.

Lee, H.L., (2002), “Aligning supply chain strategies with product uncertainties”, CMR, volume 44, no:3.

Levi, S., (2009), "Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies and case studies", McGraw Hill, third edition.

Liker, J.,(2004), "Toyota Tarzı", McGraw Hill.

Lin, C., Chiu, H., (2004), "Agility index in the supply chain", International Journal of Production Economics, 100 (2006), 285-299.

Lin, C., Chiu, H., (2005), "Agility evaluation using fuzzy logic", International Journal of Production Economics, 101 (2006), 353-368.

Moron, D.K., Haan, J., (2011), "Improving supply chain performance to satisfy final customers: "Leagile" experience of a polish distributor", International Journal of Production Economics, 133 (2011), 127-134.

Narasimhan, R., Swink, M., (2006), "Disentangling leanness and agility: An empirical investigation", Journal of operations management, 24 440-457.

Narasimham, V., Venktasubbaiah, K., (2003), "Identification of critical SSCM activities through confirmatory factor analysis", International Journal for Quality Research, 7(2), 239-248.

Naylor, J.B., Naim, M.M., (1999), "Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain", International Journal of production economics, 62, 107-118.

Ohno, T., (2015), "Toyota Ruhı", Scala yayıncılık, altıncı baskı.

Purvis, L., Gosling, J., Naim, M., (2014), "The development of a Lean, Agile and Leagile Supply network taxonomy based on different types of flexibility", International Journal of Production Economics, 5273 (2014), 42-5.

Roh, J., Hong, P., (2014), "Implementation of a responsive supply chain strategy in global complexity: The case of manufacturing firms", International Journal of production Economics, 147 (2014), 198-210.

Sanchez, L.M., Nagi, R., (2001), "A review of agile manufacturing systems", Int.j.prod.res. Vol. 39, No. 16, 3561-3560.

Schonberger, R., (1982), "Japanese Manufacturing Techniques", Collier Macmillan publishing, NY.10022.

Silveria, G., Borenstein., D, (2001), "Mass customization: Literature review and research directions", International journal of production economics, 72, 1-13.

- Singh, H.N., (2012), "Transforming ABC CO- through lean management and agile manufacturing", International Journal of Management and Information technology, volume 1, no 3.
- Stratton, R., Warburton, R.D.H., (2003), "The strategic integration of agile and lean supply", International Journal of Production Economics, 85 (2003), 183-198.
- Sundar, R., Balaji, A.N., (2014), "A review on lean manufacturing implementation techniques", Procedia engineering, 97, 1875-1885.
- Tabrizi, M.S.H.M., Shankar, R.,(2005), "Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain strategies", Journal of Business Logistics, vol. 27, No.1, 2006.-998.
- Taggart, P, (2009), "The Effectiveness of Lean Manufacturing Audits in Driving Improvements in Operational Performance), Johannesburg.
- Tajiri, M., Gotoh, F., (1996), "TVB Uygulaması, bir Japon yaklaşımı", McGraw Hill, Inc, 1996.
- Tanyaş, M., Arıkan, F., (2011), "Bursa ili lojistik merkez fizibilite raporu"
- Towill, D., Christopher, M., (2002), "The Supply Chain Strategy Conundrum", International Journal of Logistics: Research and Applications, Vol. 5, No. 3, 2002.
- Ustyugova, T., Noskiewiczova, D., (2013), "Fuzzy logic model for evaluation of lean and agile manufacturing integration", Brno, Czech Republic, Metal 2013.
- Wang, W., Bengtsson, L (2013), "Supply chain strategies beyond the peak", Euroma 2013, <http://urn.kb.se/resolve?Urn=urn:nbn:se:hig:diva-14263>.
- Wendelin F. Gross, Cristina Hayden, Christian Butz, (2012), "About the impact of rising oil price on logistics networks and transportation greenhouse gas emission, Logist. Res. (2012) 4:147 -156.
- Wilson, L., (2010), "How to Implement Lean Manufacturing", McGraw Hill,
- Vinodh, S., Devadasan, S.R., (2013), "Design of agile supply chain assessment model and its case study in an Indian automotive components manufacturing organization", Journal of manufacturing systems, 32, 620-633.
- Wong, W.P., Ignatius, J., (2014), "An integrated lean index using ANP approach", production planning and control, vol.25, no:4, 273-87.

Yang, S.L., Li, T.F., (2002), “Agility evaluation of mass customization product manufacturing”, *Journal of Materials Processing Technology*, 129 (2002), 640-644.

Yinan, O., Xiande, Z., (2007), “Lean, agile and lean agile supply chain: A cumulative model”, University of International Business and Economics, China.

Yusuf, Y.Y., Sarhadi, M., Gunasekeran, A., (1999), “Agile manufacturing: The drivers, concept and attributes”, *International Journal of Production Economics*, 62 (1999), 33-43.

Yusuf, Y.Y., Gunasekeran, A., (2004), “Agile supply chain capabilities: Determinants of competitive objectives”, *International Journal of Production Economics*, 159 (2004), 379-392.



ÖZGEÇMİŞ

Otomotiv, Elektronik ve Telekomünikasyon sektörlerinde yerli / yabancı firmalarda mühendislik müdürü, yalın üretim müdürü, operasyonel mükemmellik direktörü ve genel müdür rolleri almıştır. Uzun yıllar Japon sensei'ler ile birlikte Yalın Altı Sigma / Operasyonel Mükemmellik metodolojisi ile fabrika operasyonları yönetimi üzerine çalışmalar yaparak; Toyota tarzı üretim operasyonları yönetimi konusunda yetkinliğini oldukça geliştirmiştir. Toyota yönetim sistemleri ve süreçlere uyarlanması ile ilgili bilgi birikimlerini paylaşmak için yazdığı ;

- “Yalın Dönüşüm / Verimliliğin Şifresi” adlı kitabı 2010 yılında,
- “Operasyonel Mükemmellik / Yalın Değişim Yöntemi” adlı kitabı ise 2013 yılında sistem yayıncılık tarafından yayımlanmıştır.

Lütfi; kariyeri boyunca bir çok proje ve uyumalarda etkin görevler alarak kendisini çok yönlü geliştirmiştir. Toyota tarzı üretim yönetiminden (TÜS) – toplam verimli bakım (TVB) uygulamalarına, kalite güvence sistemleri tasarımından – yeni ürün geliştirme ve devreye almaya, tedarik zinciri yönetiminden – satın alma yönetimine ve ERP entegrasyonuna, müşteri ilişkilerinden – satış ve pazarlama yönetimine, finansal yönetimden – yatırım planlamasına kadar üretim organizasyonlarının hemen her alanında oldukça etkin çalışmalar yapmıştır. Amerika, Japonya, Çin, Avrupa'nın bir çok ülkesinde ve Türkiye'de farklı sektörlerde bir çok fabrikayı ziyaret etmiş, ortak çalışmalar yapmış ve üretim operasyonlarının yönetimi konusunda Toyota metodolojisini kendisine ana felsefe edinmiştir. Çalıştığı firmalarda tamamen Toyota yönetim sistemlerini süreçlere uyarlayarak operasyonel ve finansal anlamda kritik başarı göstergelerinin pozitif eğilime gelmesine katkı sağlamıştır.

Lütfi; 2008 yılından bu yana kendi kurmuş olduğu Lean Ofis danışmanlık şirketinde üretim ve hizmet sektöründeki yerli / yabancı firmalara operasyonel mükemmellik ve

Yalın Altı Sigma konularında stratejik ve uygulama danışmanlığı hizmetleri vermektedir.

Gaziantep Fen Lisesi – İzmir Atatürk Lisesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik – Elektronik mühendisliği ve yine aynı üniversiteden MBA derecesine sahip olan Lütü, halen Maltepe Üniversitesinde Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi alanında doktora yapmaktadır. Lütü evli ve iki çocuk babasıdır.

Yayımlar:

- [1] Apiliogullari, L., 2010, “Lean Transformation / The Code of Productivity”, System publishing, 2nd edition
- [2] Apiliogullari, L., 2013, “Operational Excellence / Change Management”, System publishing, 1st edition.
- [3] Apiliogullari, L., 2014, “Lean Supply Chain and it’s effect on Company Key Performance Indicators and an Industry Applications”, XII. Logistic and Supply Chain Congress,
- [4] Apiliogullari, L., 2014, “Tedarik Zinciri Süreçlerinde Toplam Maliyet ve Nakit Akış Hızı Kavramlarının Finansal Sonuçlar Üzerine etkisi”, LODER dergisi, s: 20-26
- [5] Apiliogullari, L., 2015, “Postponement stratejisinin firma KPI’larına etkisi ve bir vaka çalışması”, ICOVACS-201, 6th International Conference on Value Chain Sustainability, March 12-13, 2015
- [6] www.lutfiapiliogullari.com (blog)