T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI

KAPASİTE PLANLAMASINDA; YALIN ÜRETİM, KISITLAR TEORİSİ VE ÇEVİK ÜRETİM TEKNİKLERİNDEN YARARLANARAK BİR TAMPON (DESTEK) EKİBİN OLUŞTURULMASI VE OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR İMALÂT İŞLETMESİ ÖRNEĞİ

DOKTORA TEZİ

BEDİA DENİZ ŞAHİN

DANIŞMAN

DR. DİLEK ARZU AKOLAŞ

AKSARAY 2020

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

KAPASİTE PLANLAMASINDA; YALIN ÜRETİM, KISITLAR TEORİSİ VE ÇEVİK ÜRETİM TEKNİKLERİNDEN YARARLANARAK BİR TAMPON (DESTEK) EKİBİN OLUŞTURULMASI VE OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR İMALÂT İŞLETMESİ ÖRNEĞİ

DOKTORA TEZİ

BEDİA DENİZ ŞAHİN

DANIŞMAN

DR. DİLEK ARZU AKOLAŞ

AKSARAY 2020

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren yirmi dört (24) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Bedia Deniz

Soyadı : ŞAHİN

Bölümü : İşletme Anabilim Dalı

İmza :

Teslim tarihi : 23/12/2020

TEZİN

Türkçe Adı: Kapasite Planlamasında; Yalın Üretim, Kısıtlar Teorisi ve Çevik Üretim Tekniklerinden Yararlanarak Bir Tampon (Destek) Ekibin Oluşturulması ve Otomotiv Sektöründe Bir İmalât İşletmesi Örneği

İngilizce Adı: In Capacity Planning, Creating a Buffer (Support) Team Using Lean Production, Theory of Constraints and Agile Production Techniques and An Example of a Manufacturing Company in the Automotive Sector

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Bedia Deniz ŞAHİN

İmza:

T.C.

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
JÜRİ ONAY SAYFASI

Bedia Deniz ŞAHİN tarafından hazırlanan "Kapasite Planlamasında; Yalın Üretim, Kısıtlar Teorisi ve Çevik Üretim Tekniklerinden Yararlanarak Bir Tampon (Destek) Ekibin Oluşturulması ve Otomotiv Sektöründe Bir İmalât İşletmesi Örneği" başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Aksaray Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

İMZA

Danışman: Dr. Dilek Arzu AKOLAŞ

İşletme Anabilim Dalı, Aksaray Üniversitesi ...……

Üye: Doç. Dr. Emine FIRAT

İktisat Anabilim Dalı, Aksaray Üniversitesi ……

Üye: Dr. Leyla İÇERLİ

İşletme Anabilim Dalı, Aksaray Üniversitesi ……

Üye: Prof. Dr. Esen GÜRBÜZ

Üretim Yönetimi ve Pazarlama ABD/ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi ……

Üye: Prof. Dr. Murat AKIN

Üretim Yönetimi ve Pazarlama ABD/ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi ……

Tez Savunma Tarihi: 23/ 11/ 2020

Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ……..tarih ve……
sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Öğrencinin	Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü
Bedia Deniz ŞAHİN	Doç. Dr. Sevilay USLU DİVANOĞLU
İmza	İmza

Anneme

TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora eğitimim sürecinde her anlamda yardımcı olan, motivasyonumu kaybettiğim zamanlarda dahi desteğini esirgemeyen, karşılaştığım sorunlarda benimle birlikte mücadele eden, tez sürecimde tıkandığım her noktada yaptığı yönlendirmelerinden, kısaca her konuda destek ve yardımlarına esirgemeyen danışmanım Sayın. Dr. Dilek Arzu AKOLAŞ'a teşekkür ederim.

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilgi, görüş ve yönlendirmelerini esirgemeyen sayın hocalarım Prof. Dr. Sermet ANAGÜN ve Prof. Dr. Haşim ÖZÜDOĞRU'ya şükranlarımı sunarım. Yıllarca aktif olarak üretim birimlerinde çalışan birine bile pazarlama bilimini sevdiren hem ders sürecinde hem de tez döneminde desteklerini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Eyüp AKIN'a teşekkürü borç bilirim. Doktora tezi çalışmalarımda destekleri için sayın hocalarım Doç. Dr. Emine FIRAT ve Dr. Leyla İÇERLİ'ye katkılarından dolayı teşekkür ederim. Jüri sürecinde destekleri için Sayın hocalarım Prof. Dr. Esen GÜRBÜZ ve Prof. Dr. Murat AKIN'a teşekkür ederim.

Araştırmamı tamamlayabilmem adına desteklerini esirgemeyen yöneticilerin Sayın Kenan AKÇAY'a, Dinç BULUT'a, Kansu ÖZKAN ve Fatih PİLEVNE'ye teşekkür ederim. Araştırma projesinin modelin kurulması, gerekli verilen toplanması ve analizlerin yapılması aşamasında destek olan yöneticilerim Recep ZENGİN ve Özge BAŞTUĞ'a da teşekkür ederim.

Doktora eğitimim sürecinde bana hep destek olan, anneme ve ablama şükranlarımı sunarım. Eğitim hayatım süresince desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Serpil KÖKEZ'e, Feyza PAPAK'a ve Bilge HAKBİLİR'e teşekkürü borç bilirim.

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

KAPASİTE PLANLAMASINDA; YALIN ÜRETİM, KISITLAR TEORİSİ VE ÇEVİK ÜRETİM TEKNİKLERİNDEN YARARLANARAK BİR TAMPON (DESTEK) EKİBİN OLUŞTURULMASI VE OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR İMALÂT İŞLETMESİ ÖRNEĞİ

(Doktora Tezi)

Bedia Deniz ŞAHİN, Aksaray 2020

ÖZET

Dünyada sanayinin gelişmesinin sonucunda üretim yöntemleri de gelişmektedir. İşletmeler yeni üretim yöntemleri ile birlikte kaynakları verimli kullanarak, en kısa zamanda müşteri taleplerine cevap vermeyi hedeflemektedirler. Araştırma, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren çok uluslu bir işletmede yapılmıştır. İşletmede ürün çeşitliliğinin fazla olması sebebiyle, kapasite planlaması sorunu yaşanmaktadır. Güncel kapasitenin yetersiz olması kararına istinaden, işletmede ek kapasite oluşturma kararı verilmiştir. Ürün kalitesi göz önünde bulundurularak, yeni bir tampon ekip kurulmuştur. Bu araştırmanın amacı; yeni kurulması planlanan tampon ekip ile yalın üretim, kısıtlar teoremi ve çevik üretim tekniklerinden yararlanarak kapasite planlanması gerçekleştirmektir. İşletmede yalın üretim özelliklerini sağlayan bir üretim sistemi devreye alınmıştır. Araştırmada yalın üretim kapsamında israfları tespit etmek adına ilk adım olarak muda analizi yapılmıştır. Muda analizinin sonucuna göre sipariş yönetimi bölümünde değer akış haritalaması yöntemi uygulanmıştır. Değer akış haritalama yönteminde süreçte israfa neden olan kapsamlar için iyileştirmeler yapılarak gelecek durum değer akış haritası hazırlamıştır. Muda analizi yardımı ile süreçteki kısıtlar tespit edilmiştir. Kısıtların ortadan kaldırılması aşamasında Kısıtlar Teorisinin odaklanılması gereken 5 adımı ve Kısıtlar Teorisinin mantıksal düşünme süreçleri adımlarından yararlanılarak iyileştirmeler yapılmıştır. İkinci aşamada yeni

oluşturulan ekibin çeviklik özelliklerini sağlaması gerekliliği tespit edilmiştir. Bu amaçla nicel araştırma yöntemi benimsenmiştir. Verilerin toplanması için destek ekip üyesi 70 çalışana Sharifi'nin çeviklik anketinden ve Yıldız 2011'de oluşturduğu çeviklik anketinden yararlanılarak hazırlanan anket uygulanmıştır. Anket verilerinin analizleri için; ölçüm araçlarının güvenilirlikleri için Croanbach Alpha güvenilirlik analizi, verilerin geçerliliğini test etmek adına KMO Bartlet testi ve Faktör analizi uygulanmıştır. Demografik etkenler için yüzdesel dağılımlar ve aritmetik ortalamaların analizleri, çevik üretime yönlendiren faktörlere yönelik standart sapma ve aritmetik ortalamaların analizleri, çevik üretim araçlarının analizinde yüzdesel dağılımlar ve aritmetik ortalamaların analizlerinden ve hipotezlerin test edilmesinde Pearson korelasyon analizlerinden yararlanılmıştır. Yalın üretim, çevik üretim ve kısıtlar teorisi verileri yardımı ile kapasite planlaması için sırasıyla, sistem modeli, sistemin algoritması ve ekran görseli tasarlanmıştır.

Bilim Kodu : 118708, 118709

Anahtar Kelimeler : Yalın Üretim, Çevik Üretim, Çeviklik, Kısıtlar Teorisi (TOC), Kapasite Planlama

Sayfa Adedi : 262

Danışman : Dr. Dilek Arzu AKOLAŞ

AKSARAY UNIVERCITY

GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES

IN CAPACITY PLANNING, CREATING A BUFFER (SUPPORT) TEAM USING LEAN PRODUCTION, THEORY OF CONSTRAINTS AND AGILE PRODUCTION TECHNIQUES AND AN EXAMPLE OF A MANUFACTURING COMPANY IN THE AUTOMOTIVE SECTOR

(Ph.D Thesis)

Bedia Deniz ŞAHİN, Aksaray 2020

ABSTRACT

As a result of industrial development in the world, new productions methods were developed. Companies have targets as using sources efficiently, answering customer requirement, in a short time as possible. This research was done in a global company which take place in automotive industry. Company has different types of products. As a result of this difference capacity planning problem occurs. Company decided to get additional capacity because existing capacity was not enough to answer the demands. Product quality is one of the important issue, so company decided to creat a new support team. The aim of this research, capacity planning with new planning support team using methods; lean management, agile management and Theory of Contraints. Company has a lean production system. As a first step for this research to understand wastes of company, muda analysis was done. According to muda analysis results, value stream map was prepared. Possible improvements were done and others were planned than future state value stream map was drawn. Also contraints of this system was detected with muda analysis. For elimination of contraints, 2 methods were used. These methods were the 5 steps of Constraints Theory to focus on and the logical thinking processes of the Theory of Constraints. For the second step, it was realized that, agility of this team must be analyzed. Quantitative search method was used. For data collection, survey which was prepared based on Sharifi agility survey and Yıldız's agility survey (2011) was done to 70 team members. In analysis step; Croanbach Alpha analysis was done for reliability, KMO Bartlet test and Factor Analysis were done to control validity of data. Percentage distributions and arithmetic averages were done for

demographic factors, analysis of standard deviation and arithmetic averages for factors were done for leading to agile production, analysis of arithmetic averages and percentage distributions were done for analysis of agile production tools, and Pearson correlation analysis were used to test hypotheses. Support teams agility survey was acceptable, after this analysis system contraits were detected.

Science Code : 118708, 118709

Key Words :Lean Management, Agile Management, Agility, Theory of Constraits, Capacity Planning

Page Number : 262

Supervisor : Dr. Dilek Arzu AKOLAŞ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU ii

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI iii

JÜRİ ONAY SAYFASI iv

TEŞEKKÜR vi

ÖZET vii

ABSTRACT ix

İÇİNDEKİLER DİZİNİ xi

TABLOLAR DİZİNİ xvii

ŞEKİLLER DİZİNİ xix

BİRİNCİ BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1.Araştırma Problemi 3

1.2.Araştırmanın Önemi 3

1.3.Araştırmanın Amacı 5

1.4. Araştırma Soruları 6

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları 6

İKİNCİ BÖLÜM 7

YALIN ÜRETİM, KISITLAR TEORİSİ VE ÇEVİK ÜRETİM TEKNİKLERİ HAKKINDA LİTERATÜR BİLGİSİ 7

2.1.YALIN ÜRETİM 7

2.1.1.Yalın Üretim Tanımı 7

2.1.2. Yalın Yönetimin Tarihsel Gelişimi 12

2.1.3. Yalın Düşünce 14
2.1.4. Yalın Düşüncenin Temel İlkeleri 15
2.1.4.1. Değerin Tanımlanması 16
2.1.4.2 Değer Akışı Prensibi 20
2.1.4.3. Akış Prensibi 21
2.1.4.4. Çekme Prensibi 23
2.1.4.5. Mükemmellik Prensibi 25
2.1.5. Yalın Üretim Yönetim Teknikleri 26
2.1.5.1. Çalışma Ortamının Düzenlenmesi_5S 26
2.1.5.2. Kanban Sistemi 29
2.1.5.3. Balık Kılçığı Diyagramı 31
2.1.5.4. Değer Akışı Haritaları 32
2.1.5.5. Süreç Haritaları 33
2.1.5.6. Görsel Yönetim 34
2.1.5.7. Toplam Kalite Yönetimi 35
2.1.5.8. Jidoka (Otonomasyon) 37
2.1.5.9. Poka Yoke 37
2.1.5.10. Üretim Hattı Dengeleme (Heijunka) 38
2.2. KISITLAR TEORİSİ (TOC) 40
2.2.1.Kısıt Kavramı 40
2.2.2.Kısıtlar Teorisi 40
2.2.2.1.Kısıtlar Teorisinin Amaç Kitabında Anlatımı 41
2.2.3.Kısıtlar Teorisinin Tarihsel Gelişimi 43
2.2.4.Kısıtlar Teorisi'nin Temel Özellikleri 44
2.2.5.Kısıtlar Teorisi'nin Odaklanılması Gereken 5 Adımı 45
2.2.6. Kısıtlar Teorisi'nde Karşılaşılan Kısıt Türleri 48
2.2.6.1.Davranış (Paradigma) Kısıtları 49
2.2.6.2.Yönetimsel Kısıtlar 50
2.2.6.3.Malzeme Kısıtları 51
2.2.6.4.Kapasite Kısıtları 52
2.2.6.5.Lojistik Kısıtlar 53
2.2.6.6.Pazar (Piyasa) Kısıtları 55
2.2.7. Kısıtlar Teorisinde Mantıksal Düşünme Süreçleri 55
2.2.7.1. Mevcut Gerçeklik Ağacı (CRT- Current Reality Tree) 59

2.2.7.2. Buharlaşma Bulutu (EC – Evaporating Cloud) 62
2.2.7.3. Gelecek Gerçeklik Ağacı (FRT) 63
2.2.7.4. Ön koşul Ağacı (PRT) 65
2.2.7.5. Geçiş Ağacı (TrT) 68
2.2.8.Kısıtlar Teorisinin Faydaları 70
2.2.9. Türkiye'de Kısıtlar Teorisi Uygulamaları 71
2.3. ÇEVİK ÜRETİM 74
2.3.1. Çevik Üretim Tanımı 74
2.3.2. Çevik Üretimin Tarihsel Gelişimi 75
2.3.3. Çevik Üretimin Bileşenleri 77
2.3.4. Çevik Üretim Modeli 78
2.3.5.Çevik Üretimin Özellikleri 83
2.3.6. Çevik Üretim- Yalın Üretim Karşılaştırması 84
2.3.7. Türkiyede Çevik Üretim 86
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 89
KAPASİTE PLANLAMA 89
3.1. Kapasite Kavramı 89
3.2. Kapasite Türleri 91
3.2.1. Teorik Kapasite (Kuramsal Kapasite) veya Maksimum Kapasite 92
3.2.2. Pratik Kapasite 92
3.2.3. Fiili Kapasite 94
3.2.4. Âtıl Kapasite 95
3.2.5. Optimal Kapasite 95
3.3. İşletme Kapasitesine Etki Eden Faktörler 96
3.3.1. Maliyetler 96
3.3.2. Talep 97
3.3.3. Finansal Kaynaklar 98
3.3.4. İşletmenin Kuruluş Yeri 99
3.3.5. Teknik İmkânlar ve Teknoloji 100
3.3.6. Diğer Etkenler 101
3.4. Kapasite Karar Tipleri 102
3.4.1. Uzun Vadeli Kapasite Planlama (Kaynak İhtiyaç Planlaması) 104

3.4.2. Orta Vadeli Kapasite Planlama (Malzeme İhtiyaç Planlaması) 105
3.4.3. Kısa Vadeli Kapasite Planlama (Malzeme İhtiyaç Planlaması) 107
3.5. Kapasite Planlama Stratejileri 108
3.5.1. Fazla Kapasite Oluşturma Stratejisi 108
3.5.2. Maksimum Kapasite Kullanımı 109
3.5.3. Talebe Yaklaştırma Stratejisi 110
3.5.4. Talebi İzleme Stratejisi 111
3.6. Kapasite Planlama 112
3.6.1. Kapasite Planlama Kavramı ve Önemi 112
3.6.2. Verimlilik 114
3.6.2.1. Kapasite Planlamada Verimliliğin Önemi 115
3.6.3. Kapasite Kullanım Oranı ve Ölçülmesi 116
3.6.3.1. Kapasite Kullanım Oranı (KKO) 116
3.6.3.2 Kapasite Belirleme Yöntemleri 117
3.7. Yalın Üretim ve Kapasite Planlaması 123
3.8. Çevik Üretim ve Kapasite Planlaması 124
3.9. Kısıtlar Teorisi ve Kapasite Planlaması 125
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 126
OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR İŞLETMEDE KAPASİTE PLANLAMASI UYGULAMASI 126
4.1.Araştırma Yöntemi 126
4.2. Araştırma Deseni 129
4.3. Araştırmanın Kısıtları 129
4.4. Araştırma Modeli 130
4.5.Araştırma Modelinin Uygulanması 133
4.6.İşletmede Yalın Üretim ve Kısıtlar Teorisinin Uygulanması 135
4.6.1. Evren ve Örneklem 135
4.6.2. Veri Toplama Yöntemi 136
4.6.3. İşletmede Yalın Üretimin Uygulanması 136
4.6.3.1.Yalın Üretim İş Adımları 137

4.6.3.1.1.Değer 138
4.6.3.1.2. Değer Akışı 140
4.6.3.1.3. Akış Prensibi 145
4.6.3.1.4. Çekme Prensibi 146
4.6.3.1.5. Mükemmellik 148
4.6.3.2. İşletmede Değer Akışı Haritasının Oluşturulması 148
4.6.3.2.1. Değer Akışı Haritalama Ekibi Oluşturması 148
4.6.3.2.2. Ürün Grubunun Belirlenmesi 149
4.6.3.2.3. Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi 154
4.6.3.2.4. Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi 158
4.6.4. İşletmede Kısıtlar Teorisinin Uygulanması 162
4.6.4.1. Kısıtlar Teorisinde Odaklanması Gereken 5 Adımın Uygulanması 162
4.6.4.1.1. 1. Adım Sistem Kısıtlarının Belirlenmesi 163
4.6.4.1.2. 2. Adım Sistem Kısıtlarının Nasıl Değerlendirileceğine Karar Verilmesi 164
4.6.4.1.3. 3. Adım Kısıtlar dışında kalan kapsamlar hedefe ulaşmak konusunda sıralanması 164
4.6.4.1.4. 4. Adım Kısıtların Ortadan Kaldırılması 165
4.6.4.1.5. 5. Adım İlk Aşamaya geri dönülmesi 167
4.6.4.2.Kısıtlar Teorisinde Mantıksal Düşünme Süreçlerinin Uygulanması 168
4.6.4.2.1. Mevcut Gerçekler Ağacının Çizilmesi 168
4.6.4.2.2. Gelecek Gerçekler Ağacının Çizilmesi 169
4.6.4.2.3. Ön Koşul Ağacının Çizilmesi 170
4.7. İşletmede Çevik Üretimin Uygulanması 172
4.7.1. Araştırmanın Hipotezleri 172
4.7.2. Evren ve Örneklem 172
4.7.3. Veri Toplama Yöntemi 173
4.7.4. Çalışmanın Zaman Planı 174
4.7.5. Anket Formunun Hazırlanması 176
4.7.6. Araştırmanın Örneklemi 176
4.7.7. Verilerin Analizi 177
4.7.8. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenilirliği 177
4.7.8.1. Güvenilirlik Analizi 177
4.7.8.2. Faktör Analizleri 180

4.7.9. Demografik Etkenlerin Analizi 185
4.7.10. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlere Ait Yüzdesel Dağılımlar ve Aritmetik Ortalama Değerleri 187
4.7.11. Çevik Üretim Kapasitesini Etkileyen Faktörlere Ait Yüzdesel Dağılımlar ve Aritmetik Ortalama Değerleri 192
4.7.12. Araştırma Hipotezlerinin Test Sonuçları 197
4.8. İşletmede Kapasite Planlamasının Uygulanması 202
4.8.1. Veri Toplama Yöntemi 202
4.8.2. Verilerin Analizi 203
4.8.3.Kaynak Yönetimi 204
4.8.4. Kalifikasyon Yönetimi 204
4.8.5. İhtiyaç Yönetimi 205
4.8.6. Süreç Sonunda Hedeflenen Çıktılar 207
4.8.7. Kapasite Planlama Algoritması 208
4.8.8. Çalışan Talep Ekranı Oluşturulması 210
BEŞİNCİ BÖLÜM 212
SONUÇ VE ÖNERİLER 212
5.1.Sonuçlar 213
5.2.Öneriler 220
KAYNAKÇA 221
EKLER 234
EK_1 ANKET FORMU 234
EK_2 KALİFİKASYON MATRİKSİ FORMU 237
EK_3 TEZ DEĞERLENDİRME FORMU 238

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Üretimde ve Hizmette 7 Tip Hatanın gösterimi 11
Tablo 2.2.Kısıtlar Teorisi Odaklanma Adımları. 48
Tablo 2.3.Mantıksal Düşünme Süreçleri Araçları ve Rolleri 57
Tablo 2.4.Düşünce Süreçleri Haritası. 58
Tablo 2.5. Türkiye'de Kısıtlar Teorisi Alanında Yapılan Çalışmaların Dağımları. 73
Tablo 2.6. Kitlesel Üretim, Yalın Üretim, Çevik Üretim Mukayese Tablosu 86
Tablo 2.7. 2003-2023 Strateji Belgesi Ülkemizde Esnek ve Çevik Üretim Teknolojileri Yol Haritası 88
Tablo 3.1.Kapasite Planlamasının Düzeyleri ve Yapılabilecek Değişiklikler..... 103
Tablo 3.2.Uzun Dönem Kapasite Planlama Örneği..... 105
Tablo 4.1.Araştırma Kapsamında Takip Edilen İş Adımları..... 128
Tablo 4.2.Değer Akışı Sembolleri 141
Tablo 4.3.Sipariş Yönetim Süreci Problem Takip Tablosu..... 157
Tablo 4.4.Aksiyon Takip Çizelgesi..... 157
Tablo 4.5. Değer Akışı Haritalama Yöntemi İle Alınan Aksiyonların Sonuçları..... 158
Tablo 4.6.İşletmede Yapılan İyileştirmeler..... 160
Tablo 4.7. Kısıtlar Teorisi'nin Odaklanılması Gereken 5 Adım Tablosu..... 162
Tablo 4.8. Çalışan Kalifikasyon Matriksi Formu 167
Tablo 4.9.Araştırma Zaman Planı..... 175
Tablo 4.10.Croanbach Alpha Güvenilirlik Değerleri Tablosu 178
Tablo 4.11.Cronbach Alpha Güvenilirlik Testi Sonuçları 178
Tablo 4.12.Anket Verilerinin Standart Sapma ve Aritmetik Ortalaması 179
Tablo 4.13. KMO ve Bartlett Testi Sonuçları..... 180
Tablo 4.14. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin Analizi Raporu 181
Tablo 4.15. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin Faktör Yükleri 182

Tablo 4.16. Çevik Üretim Kapasitesi Faktörlerin Analizi Raporu 183
Tablo 4.17.Çevik Üretim Kapasitesi Faktör Yükleri 184
Tablo 4.18.Çalışanları Yaş Dağılımı..... 185
Tablo 4.19.Katılımcıların Eğitim Durumu Tablosu..... 185
Tablo 4.20.Katılımcıların İş Deneyimi Durumu Tablosu 186
Tablo 4.21.Katılımcıların Uzmanlık Alanı Tablosu 186
Tablo 4.22.Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri 187
Tablo 4.23.Pazar Faktörüne Ait Bulgular..... 188
Tablo 4.24.Rekabet Faktörüne Ait Bulgular 189
Tablo 4.25. Müşteriler Faktörüne Ait Bulgular 190
Tablo 4.26.Teknoloji Faktörüne Ait Bulgular 190
Tablo 4.27.Sosyal Faktörlere Ait Bulgular..... 191
Tablo 4.28.Çevik Üretim Kapasitesini Etkileyen Faktörlerin Standart Sapma ve Aritmetik Ortalama Dağılımları..... 192
Tablo 4.29. Yeterlilik Faktörüne Ait Bulgular 193
Tablo 4.30. Hızlılık Faktörüne Ait Bulgular 194
Tablo 4.31. Esneklik Faktörüne Ait Bulgular..... 194
Tablo 4.32. Örgütlenme Faktörüne Ait Bulgular..... 195
Tablo 4.33. İnsanlar Faktörüne Ait Bulgular..... 195
Tablo 4.34. Teknoloji Faktörüne Ait Bulgular 196
Tablo 4.35. Bilgi Faktörüne Ait Bulgular 197
Tablo 4.36. Korelasyon Katsayısı Yorumlama Tablosu 197
Tablo 4.37. H1 Hipotezi Korelasyon Analizi Sonuçları 198
Tablo 4.38. H2 Hipotezi Korelasyon Analizi Sonuçları 200
Tablo 4.39. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler ile Çevik Üretim Kapasitesi Faktörleri İlişki Düzeyleri Tablosu 201
Tablo 4.40. Destek Ekibi Kalifikasyon Matriksi 205
Tablo 4.41. İhtiyaç Belirleme Tablosu..... 207

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Değer Akışı Haritası Örneği 20
Şekil 2.2. 5S Döngüsü. 27
Şekil 2.3.Değer Akışı Örneği..... 33
Şekil 2.4. Kısıtlar Teorisi Gelişimi 43
Şekil 2.5.Mevcut Gerçekler Ağacı. 60
Şekil 2.6.Mevcut Gerçekler Ağacı Sembolleri. 61
Şekil 2.7.Buharlaşan Bulut'un Yapısı. 63
Şekil 2.8.Gelecek Gerçeklik Ağacı. 65
Şekil 2.9.Ön Koşul Ağacı. 68
Şekil 2.10.Geçiş Ağacı. 70
Şekil 2.11. Çeviklik Modeli..... 79
Şekil 2.12. Çevikliği Sağlamak için Önerilen Metodoloji 82
Şekil 3.1. Kapasite Çeşitleri Arasındaki İlişkiler..... 91
Şekil 3.2.Ortalama Birim Maliyet Eğrisi..... 96
Şekil 3.3.Fazla Kapasite Oluşturma Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi 109
Şekil 3.4.Maksimum Kapasite Kullanımı Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi 109
Şekil 3.5.Talebe Yaklaştırma Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi 111
Şekil 3.6.Talebi İzleme Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi..... 112
Şekil 3.7.Genel Verimlilik Modeli..... 114
Şekil 3.8. Sabit Maliyet Grafikleri..... 119
Şekil 3.9. Değişken Maliyet Grafikleri 119
Şekil 3.10. Başabaş Noktası Modeli 120
Şekil 3.11. Genel bir ADP Algoritması..... 121

Şekil 3.12.Örnek Karar Ağacı Tablosu 123
Şekil 4.1.Araştırma Modeli 131
Şekil 4.2. Modelin Uygulanmasındaki İş Akışı..... 134
Şekil 4.3. Değerin Oluşturulması Aşamasında İş Akışı 139
Şekil 4.4. Fabrika Yerleşimi 145
Şekil 4.5. Montaj Hattında Kanban Yerleşimi ve Beslemesi 147
Şekil 4.6. İşletme Üretim Süreçleri 149
Şekil 4.7.Montaj İstasyonu Yerleşimi 151
Şekil 4.8.Sipariş Yönetimi Değer Akışı Tablosu..... 155
Şekil 4.9.Değer Akışı Sürelerinin Gösterimi..... 155
Şekil 4.10. Mevcut Durum Değer Akış Haritası..... 156
Şekil 4.11. Gelecek Durum Değer Akış Haritası..... 160
Şekil 4.12. İşletmede Hazırlanan Mevcut Gerçekler Ağacı 169
Şekil 4.13.İşletmede Hazırlanan Gelecek Gerçekler Ağacı 170
Şekil 4.14.İşletmede Hazırlanan Ön Koşul Ağacı 171
Şekil 4.15.Akış Diyagramı 202
Şekil 4.16.Çalışan- İş Ataması Algoritması 209
Şekil 4.17.Rapor Talep Algoritması 210
Şekil 4.18. Talep Ekranı Görseli..... 211

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İnsanlık tarihinin evreleri incelendiğinde her dönemde bir sonraki aşamaya geçişi büyük icatların tetiklediği görülmektedir. İnsanlık nesli geliştikçe, ihtiyaçları artmıştır. İhtiyaçlarını karşılayabilmek adına yeni icatlar yapmışlardır. Nüfusun az olduğu dönemlerde, bireysel çaba ile uzun sürede taleplerin karşılanıyor olması kabul edilebilmekteydi. Ancak nüfus miktarı arttıkça ihtiyaçlarda yaklaşık olarak benzer oranda artmaktaydı. Bu sebeple sanayide zorunlu gelişmelerin yaşandığı görülmektedir.

İnsanlık tarihi evrelerinin konuşulması yerini sanayi devrimlerinin konuşulmasına bırakmıştır. Sanayi devrimi 18. yüzyılda başlamaktadır. Su ve buhar enerjili üretim tesislerinin devreye alınması bu dönemlere denk gelmektedir. Su ve buhar enerjilerinin kullanıldığı ürün grubuna bakıldığında dokuma tezgâhlarının kullanımı karşımıza çıkmaktadır. 20. yüzyılın başında Ford ile birlikte seri üretim kavramı hayatımıza girmiştir. 1970'li yıllara kadar Ford sanayi alanında üstünlüğünü devam ettirmiştir. Ancak 1970'li yıllarda tüm dünyada petrol krizi baş göstermiştir. Bu dönemde dünyada yeni bir otomotiv üreticisi dikkatleri üzerine çekmiştir. Yeni firmanın ismi Toyota'dır.

Toyota'nın başarısı üzerine kullandığı sistemler incelenmeye başlanmıştır. Toyota Üretim Sistemleri bir diğer adıyla Yalın Üretim Sistemleri kavramları bu aşamada hayatımıza girmiştir. Yalın Üretim Sistemleri günümüzde hem üretim hem de hizmet sektöründe uygulanmaktadır. Felsefesi sebebiyle ortadan kalkmayacak, devamlılığı olacak bir sistemdir. Ancak gereksinimler doğrultusunda gelişmeye açıktır. İhtiyaçlar ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda yeni üretim yönetimi felsefeleri ortaya çıkmıştır. 1990'lı yıllarda internetin keşfedilmesi ile birlikte haberleşme hızında ciddi oranda artış yaşanmıştır. İşletmeler taleplere daha hızlı ulaşabilmekte, daha hızlı aksiyon alarak daha hızlı şekilde taleplere

cevap verebilmektedir. Bir diğer ifade ile işletmeler çeviklik kazanmıştır. Bu yeni akıma çevik üretim denilmektedir.

. Varolan ve geliştirilmekte olan tüm üretim metotlarının kullanıldığı ortak bir alan bulunmaktadır. Bu alan kapasite planlama süreci olarak bilinir. En genel ifade ile: Kapasite Planlaması girdi oluşturan kaynakları kullanarak, çıktı olarak belirlenen hedeflere ulaşma sürecinde uygulanılacak iş adımlarının belirlenmesidir. Çıktı olarak bir hedef belirlenmektedir. Bu arada kaynaklar, makine- ekipmanlar, işgücü ve zaman faktörleri gibi unsurlar kapasiteyi sınırlandırmakta olup, bunlar kısıtlar olarak tanımlanır ve bunların yönetilmesinde de Kısıtlar Teorisi esas alınmaktadır. Bu bağlamda kapasite planlanma süreçlerinin, Kısıtlar Teorisini devre dışı bırakarak başarılı bir şekilde uygulanmasının mümkün olmayacağı söylenebilir.

Bu araştırma otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin kapasite planlama probleminin çözümünde kullanılan üretim tekniklerinin incelenmesinden oluşmaktadır. Bu üretim teknikleri sırasıyla: Kapasite planlama sürecinde öncelikle kısıtların doğru belirlenmesi ve yönetilmesi Kısıtlar Teorisinin kullanımını gerektirirken; hem işletme yönetiminin tam zamanlı üretim ve israfların ortadan kaldırılmasını talep etmesi, hem de işletme gereksinimleri, Yalın Üretim prensiplerinin uygulanmasının gerekliliğine işaret etmektedir. Son olarak işletme yapısı ele alındığında Çevik Üretim prensiplerinin uygulanmasının gerekliliği gözlemlenmiştir

Araştırma 4 bölümden oluşmaktadır. Araştırma probleminin net tanımlanması için öncelikli olarak kapsama yönelik literatür taramaları yapılmıştır. Bu literatür taramalarındaki amaç öngörülen prensipler ile uygulanabilen yöntemlerin uyumlu olup olmadığının tespit edilmesidir. Araştırmanının ikinci ve üçüncü bölümleri literatür bölümlerini oluşturmaktadır. Dördüncü bölümde uygulama kısmına yer verilmiştir. Son bölüm sonuç ve önerilerden oluşmaktadır.

Araştırmanın ikinci bölümünde ilk olarak yalın üretim kavramı, tarihçesi, yalın üretim ilkelerine ve araçlarına, araçlarının kullanımına yönelik literatür taramasına yer verilmiştir. İkinci bölümün devamında Kısıtlar Teorisini, çevik üretim araçlarına yönelik literatür taraması yer almıştır. Üçüncü bölümde kapasite planlama konularına yönetik literatür taramasına yer verilmiştir.

Araştırmanın dördüncü bölümünde uygulama kısmı yer almaktadır. Uygulama 2 fazdan oluşmuştur. İlk fazda araştırma hipotezleri, yöntemi, örneklemi ve veri analiz yöntemlerine ilişkin bilgiler ve araştırma kapsamında elde edilen verilerin hipotez testlerine yönelik analiz ve bulgulara yer verilmiştir. İkinci fazda ise kapasite planlamasına yönelik yapılan çalışmalar yer almaktadır. Aynı zamanda Kapasite planlamasına yönelik veriler, planlama algoritmaları, araştırma kısıtları, araştırmanın girdileri ve araştırma modeli bu bölümde açıklanmıştır.

Araştırmanın son bölümünde, araştırmanın sonuçları literatürdeki bulgularla birlikte yorumlanmıştır. Araştırma sorularına bu bölümde cevaplar verilmekte ve işletme modelinin daha iyileştirilmesi için yapılması gerekenlere yönelik önerilere bu bölümde yer verilmiştir.

1.1.Araştırma Problemi

Bu çalışmanın problemi; yeni kurulması planlanan tampon ekibin kapasite yönetimi modellemesinde yalın üretim, kısıtlar teoremi kuralları ve çevik üretim tekniklerinden yararlanarak kapasite planlanmasını oluşturmaktadır.

1.2.Araştırmanın Önemi

Teknolojinin gelişmesi genel anlamda zihinlerde makine ve ekipmanların gelişmesi olarak yer etmiştir. Oysaki gelişmeler yeni düşünce akımlarını da beraberinde getirmiştir. Bu yeni akımların oluşmasını sebep-sonuç ilişkileri tetiklemiştir. Teknolojik gelişmelerden en çok nasibini alan alanlardan bir tanesi de üretimdir. Yeni akımları üretim açısından incelemek daha net bir şekilde anlaşılmasını sağlayacaktır. Şüphesiz ki üretim alanında Toyota Felsefesi olarak bilinen Yalın Üretim kavramı üretim anlamında en büyük devrimi gerçekleştirmiştir. Japonya coğrafyasından kaynaklı yaşanan sorunlar, ham

maddeye erişim zorlukları, stoklama zorlukları ve bunun gibi benzer zorluklara ek olarak pazarda yer edinme çabası yeni bir akımın oluşmasına sebep olmuştur. Üretim avantajları firmaların cazibesini arttırmaktadır. Yeni gelen sistem ile birlikte üretimin hem kaliteli hem uygun maliyetli olmasının yanı sıra zamanında sevkiyat, müşteri memnuniyeti, firma içi minimum stok gibi parametrelerinde sağlanması gerekmektedir.

Yalın üretim ile birlikte üretim sayısı, hızı artmıştır. Bu da beraberinde yeni sıkıntıları getirmiştir. Üretim süreçlerindeki çalışılan parçaların farklı sürelerde tamamlanmasına yönelik çalışmalar başlamıştır. Bu zaman kısıtlamasını sağlayan süreç adımları yeni gelen akım ile “Darboğaz” olarak adlandırılmıştır. Bu tür konuları çözümlemeye yönelik oluşan

felsefe Kısıtlar Teorisi (TOC) olarak bilinmektedir. Düşük maliyetle, yüksek kalite, doğru süreç yönetimi kıstasları bu iki felsefe ile yönetilebilmektedir. Ancak satış raporları göstermektedir ki, pazarda esnek olan, müşteri ihtiyaçlarına hızlı cevap verenler daha uzun süre ayakta kalabilecektir. Pazar talepleri sonucunda yeni bir akım ortaya çıkmıştır. Çevik Üretim (Agile Manufacturing) adından da anlaşılacağı gibi çevik, hızlı hareket edebilmeyi gerektirmektedir.

Ülkemiz ve dünyada kabul edilen üretim şekilleri; kitle üretimi, akış tipi üretim ve KOBİ tipi (Esnek Üretim Sistemi) üretim şeklidir. Bu üretim biçimleri kısaca açıklanacak olursa; Kitle Üretiminde büyük miktarlarda üretim yapılması hedeflenmiştir. Hızlı ve yüklü adetlerde ürün üretebilmek adına üretim hatları kurulmaktadır. Tek tip ürün üretimi hedeflenmektedir. Akış tipi üretim sisteminde birbirini takip eden süreçler bulunmaktadır. Bir süreç adımının diğerinden önce veya sonra yapılması mümkün olamamaktadır. İşletme yerleşimi akış mantığına göre yapılabilmektedir. Örneklemek gerekirse, önce kaynak süreçleri; sonra boya ve daha sonrasında montaj süreçlerine göre yerleşim yapılmıştır. Bir diğer üretim şekli KOBİ tipi üretimdir. Bu sistemin en belirgin özelliği talebe göre hızlı bir şekilde uyum sağlayabilmesidir. Bu kapsamda ürün grubu, adetleri hızlı bir şekilde değişmektedir. İşletmeler ve çalışanlar talep ile aynı orada değişim göstermektedir. Uygulamanın yapılacağı İşletmede üründeki özel isteklerin yoğun olması sebebiyle kitle üretimi tercih edilememiştir. Uygulamada akış tipi üretim prensibi benimsenmiştir. Kapasite yönetimine destek olması için öngörülen ekip ise KOBİ özelliklerini taşımaktadır. Bu uygulamanın diğer sektörlerde benzer uygulaması bulunmamaktadır. Daha önce otomotiv ana sanayi firmalarından bir tanesinde uygulanmak istenmiştir, ancak üretim şekli sebebiyle uygulanması mümkün olmamıştır. Bu çalışma alanında ilk olma özelliği göstermektedir.

Uygulama israfı azaltma, yerinde hatanın çözümü (Jidoka), çalışanların kalifikasyonlarının geliştirilmesi ile kaizen prensiplerini uygulanmasına örnek olacaktır. Bunun yanı sıra; yeni ekibin sayısı, kalifikasyonları çalışma kısıtlarını oluşturmaktadır. Kapasite yönetimi zaten başlı başına kısıtlar teoreminin konusunu oluşturmaktadır. Ekibin esnek çalışma özelliği, sorunlara hızlı cevap veriyor olması, aynı çalışanın çeşitli koşullarda değerlendirilebiliyor olması Çevik üretim prensiplerinin temeli oluşturmaktadır.

Araştırmanın sonraki bölümlerinde yukarıda bahsedilen yalın üretim, kısıtlar teorisi ve çevik üretim konularına odaklanılmış, belirtilen felsefelere yönelik tarihsel gelişimi hakkında bir literatür taraması yapılmıştır. Çok uluslu bir otomotiv işletmesinde her felsefeyi kapsayan bir araştırma yapılması planlanmıştır. Bu çalışma ile ilk defa aynı işletmede akış tipi üretim

ve KOBİ tipi üretimin bir arada uygulanması, ek olarak kapasite yönetimi, yalın üretim ve çevik imalât prensiplerinin de ilk kez bir arada uygulanması sağlanmıştır. Analizler yapılarak, firmanın sorunlarına çözüm önerileri de geliştirilmiştir. Ayrıca çalışmanın yeni bir üretim yönetimi anlayışına da ışık tutması öngörülmektedir.

1.3.Araştırmanın Amacı

Araştırma ile; işletmenin kapasite planlamasında karşılaşılan sorunlara çözüm bulmak amacıyla bir tampon (Destek) Ekip oluşturulması ve bu düşüncenin hayata geçirilmesinde de Yalın Üretim, Kısıtlar Teorisi ve Çevik Üretim tekniklerinin yansımalarının dikkate alınarak yapılması, amaçlanmıştır.

İşletmelerin kurulma amaçları kâr elde etmektir. Amaçlarına ulaşabilmek için var olan kaynakların verimli kullanılması gerekmektedir. İşletmelerin kaynaklarını sermaye, makine-ekipman, işgücü ve zaman parametreleri belirlemektedir. Bunlar aynı zamanda işletmenin kapasitesini belirleyen etkenlerdir. Kapasiteyi artırmak için yatırım gerekmektedir. Diğer bir ifade ile makine- ekipman ve işgücünün artırılması ile işletme kapasitesinin artırılmasını sağlayabilir. Ancak yatırımın artması sermayenin azalması anlamına gelmektedir. Sermaye azalması ise üretimde kullanılacak ham maddelerin alabilme miktarının düşmesi anlamına gelmektedir. Sermayenin azalması ile her alanda alım kapasitesinin azalacaktır. İşletmelerin sermaye ihtiyacı daha önceliklidir. Belirli alanlarda işletme kapasitesinin artması, belirli alanlarda kapasitenin azalması anlamına gelmektedir. Araştırmanın asıl problemi kapasitenin doğru yönetilmesidir.

Zamanında yapılamayan montajlar sonraki aşamalarda yapılacak iş adımlarını aksatabilmektedir. Ek işçilik maliyetleri, malzeme taşıma maliyetleri ve hatta zamanında aracı sevk edememe kaynaklı gecikme maliyetleri oluşmaktadır. Her koşulda zamanında işlemi yapmak en ucuz ve verimli çözüm yöntemdir. Üretimdeki gecikmeleri önlemek, sorunu anında çözmek için bir tampon destek ekip oluşturulmasına karar verilmiştir. Araştırmada kurgulanan tampon destek ekibinin amacı, sistemde aksama yapan bölgeleri hızlı bir şekilde analiz ederek, doğru adamın doğru istasyona atanmasını sağlamaktır. Bu şekilde daha sonraki süreçte oluşacak ek işçilik maliyetleri azalacak, iç lojistik maliyetleri önlenecek ve sevkiyatların zamanında yapılabilmesi sağlanacaktır. Bu araştırmanın amacı; yeni kurulması planlanan tampon ekip ile yalın üretim, kısıtlar teoremi ve çevik üretim tekniklerinden yararlanarak kapasite planlanması gerçekleştirmektir.

1.4. Araştırma Soruları

Çalışma aşamasında aşağıdaki sorulara da cevap aramıştır:

1. İşletme kapasite kısıtını yaratan etkenler nelerdir?
2. İşletmenin sorunlarının çözümüne getirilebilecek öneriler nelerdir?
3. Yalın üretim ve prensipleri nelerdir?
4. Çevik üretim ve prensipleri nelerdir?
5. Kısıtlar teoremi ve prensipleri nelerdir?
6. Oluşturulacak tampon ekibin gereksinimleri nelerdir?
7. Yalın ve çevik üretim ve kısıtlar teorisi prensiplerinin bu ekibin çalışma şeklinde nasıl uygulanabilir?
8. Bu ekibin kapasite yönetimde uygulanacak algoritma nasıl olmalıdır?

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları tespit edilmiştir. Bunlar;

1. Araştırma otomotiv sektöründe yeralan işletmenin montaj hatları ile sınırlıdır.
2. Araştırma zaman ve maddi kaynakların kısıtlı olması sebebiyle montaj hatlarında uygulanmıştır.
3. Araştırma sonucunda elde edilen veriler zaman bakımından projenin 1. ve 2. fazlarını kapsayan Mart 2018-Haziran 2019 tarihleri arasındaki dönemi kapsamıştır.
4. Araştırma projenin 1. fazı olan modellemeyi ve 2. fazı olan algoritmanın hazırlanması kısmını kapsamıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

YALIN ÜRETİM, KISITLAR TEORİSİ VE ÇEVİK ÜRETİM TEKNİKLERİ HAKKINDA LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1.YALIN ÜRETİM

2.1.1.Yalın Üretim Tanımı

Yalın üretim kelime anlamından da anlaşılacağı gibi karışık olmayan, basit kolay uygulanabilir bir üretim tarzını ifade etmektedir. 1950ler döneminde, Japonyadaki Toyota fabrikasında Toyota Üretim Sistemleri (TPS) icat edildi, sınırlı kaynakları kullanarak, fiziksel aktiviteyi azaltarak, ekipmanları, zamanı, hareketleri ve alanları verimli kullanarak üretimi artırmayı ve ürüne değer katmak hedeflenmişti. Toyota Üretim Sistemleri (TPS) başlangıcı ile birlikte, Womack ilk yalın üretim konseptini tanıttı. Bunun sonucunda Yalın üretim veye yalın imalât Toyota Üretim Sistemleri (TPS)'den temel alınarak oluşturuldu ve literatüre eklendi (Gavrıluta, vd., 2020, S.52).

Yalın üretim, giderek daha fazla küresel pazarda rekabet edebilmek için dünyadaki birçok büyük imalat sanayinin benimsemeye çalıştığı girişimlerden birisidir. Hedefler net ve erişilebilir belirlenmelidir. Bu hedeflere ulaşabilmek için uygulanılan yöntemlerde kolaylıkla uygulanabilir olmalıdır. Yalın üretim, kurumları gerekli ve değerli işlem adımlarını geliştirerek sürekli olarak ürüne değer katmaya iten ilkeler ve tekniklerdir (Gürsoy; 2020, s.5-6).

Yalın kayıp halkaydı, yeni anahtar kelime ise süreçti. Yalın bakış açısıyla, süreçlerin iyileştirilmesi gerekiyordu. Süreçler İlk Sanayi Devrimi ilkelerinin - Smith / Sloan / Taylor tarzı - on yıllarca uygulanmasının ardından, süreçler parçalandı ve neredeyse ortadan kayboldu. Süreçler "süreç israflar ile doldu. Süreçlerin çıktılarını katma değersiz işler oluşturur oldu. Süreçler yalınlaştırılmalıydı (Scodanibbio, 2020, s.7). Sanayi devrimleri ile birlikte karmaşık olan, teknolojik olan her zaman iyidir algısı yerleşmiştir. Yalın üretim, eski kitle üretimi ile karşılaştırıldığında, müşteri istekleriyle kesin olarak uyumlu olarak ve daha

az fire ile üretimi gerçekleştirmek için daha az insan emeği, daha az yatırım, yer ve zamana ihtiyaç duyan, ürün geliştirmeyi, üretim operasyonlarını, tedarikçileri ve müşteri ilişkilerini organize etmek ve yönetmek için uygulanan bir sistem olarak görülmektedir (İnce, 2018 s.20). Firmalar arasında daha kompleksleşme rekabeti devam etmekteyken, Toyota'nın yeni oluşan felsefesi ile birlikte yeni akım hızlı bir şekilde yerini almıştır. Yalın İmalat felsefesi ilk Toyota Üretim Sistemi olarak hayatımıza girmiştir.

Toyota bu yeni felsefeyi yaşadığı zorunluluklar sonucunda geliştirmiştir. İlk olarak üretim hızı bakımından Almanya ve Amerika'lı üreticilerin gerisinde kalıyordu. Diğer zorunluluk ise Japon yarımadasındaki ham madde kaynaklarının kısıtlı olmasıydı. Kaynakların kısıtlı olması sebebiyle hatalı üretim, israf yapma gibi şansları bulunmuyordu.

Ortaya çıkış sebebiyle birlikte yeni üretim şekli için çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Yalın üretim, ürün ve hizmet oluşturma aşamasını israflardan eleyip yalınlaştırarak sunulan değeri kusursuzlaştırmak ve bu yönde şirket kârlılığını arttırmak vizyonuna sahip sistem ve tekniklerin tümüdür (Sığırcı, 2001, s.16). Tanımlamada ifade edildiği gibi yalın üretimde temel amaç israfı ortadan kaldırırken, her işletmenin asıl kurulum amacı olan kâr elde etme faaliyetine destek sağlamaktır.

Yalın üretimde israfın tanımı "Muda" kelimesi ile bütünleşmiştir. Muda Japonca da israf anlamına gelmektedir. Kelimenin anlamı; değer ifade etmeyen fakat kaynak tüketen herhangi bir insan hareketi denilebilir. Bu hareketleri örneklendirmek gerekirse; tekrar eden hatalar, gereksiz ham madde stokları hiç kimsenin onaylamadığı, siparişi olmayan maddelerin üretimi, işlem kademeleri, personellerin ve malların sebepsiz yere hareket etmesi ya da taşınması, işlerin zamanında tamamlanmayarak bir sonraki sürece sarkması, gibi örneklendirilebilinir. Yalın düşünce, mudayı değere çevirme gayretine karşılık hızlı geri beslemek amacıyla işi daha verimli gerçekleştirmenin ve son günlerde süreçleri baştan yapılandırma sürecine karşıt olarak, verimli olmak için işleri iyileştirme yerine yeni işler üretmenin bir yoludur (Womack ve Jones, 2003, s.23-24).

Basit bir yalın üretimin anahatları şu şekilde verilmiştir (Ranadewa vd, 2017, s. 489-490):

• Müşterinin değer olarak belirlediği kapsamları tanımla: katma değersiz kapsamları elimine et.

• Sürekli akış için üretimi organiz et.

• Ürünü mükemmelleştir ve üretimde, envanter çekişindei bilginin dağıtımında ve karar vermede sürekli akışı sağlayacak şekilde süreci tanımla,

• Mükemmelliğin peşinde: Müşteri gereksinimlerini karşılayan bir ürünü teslim edin.

Yalın üretim felsefesinde israf Muda kelimesi ile ifade edilmiştir. Toyota Üretim Sistemini geliştiren ekip genellikle birlikte kullanılan ve ortadan kaldırılması gereken katma değersiz adımlar içeren uygulamaları toplu olarak ifade eden üç terim belirlemişlerdir. Bu üç terim Muda, Muri ve Mura olarak adlandırılmışlardır (İnce, 2018, s.23).

Sadece israfa odaklanmak yalının amacını sınırlandırmaktadır: Orijinal olarak muda 3 konseptin sadece bir tanesidir: Muda, Muri and Mura. Mura eşitsizliği tanımlar ve sabit talep için sürecin düzgün akışını talep eder. Süreçteki eşitsizlik ne kadar fazla ise süreçteki değişkenlik ve süreçteki verimsizlik o kadar fazladır. 'Muri' aşırı zorlama dönemidir. İşçinin yaralanmasını ve zorlanmasını önleyen koşulları sağlayan, devamsızlığı azaltmaya odaklanan koşulları sağlanmaktadır (Radnor, 2011, s.2).

Sık sık beraber olarak ifade edilen, yok edilmesi amaçlanan israfları kapsayan faaliyetleri bütünleşik olarak tanımlayan üç kavram; muda, muri ve muri yani baş harflerindeki kısaltmalardan yola çıkılarak Üç M olarak isimlendirilmektedir. Yalın anlayışta muda kavramını ortadan kaldırmak tek başına bir şey ifade etmez, karşılıklı bağlantıları olan bu üç israf türünün yok edilebilmesi için çaba sarfedilmesi gerekmektedir.

Yalın üretim, 3M'lere odaklanan bir Japon yöntemidir. Proses (süreç) israfları için "Muda"; ürün, süreç ve sistemlerde tutarsızlık için "Mura"; operatörlerin makul olmayan fiziksel zorlamaları için "Muri" kavramı kullanılmaktadır. "Muda" israf demektir. Muda özellikle ortadan kaldırılacak faaliyetlere odaklanmaktadır (Gürsoy, 2020, s.13-14).

Muda (Waste) :

Japon dilinde "muda" değer oluşturmayan, israfa neden olan ve kaynak harcayan herhangi bir insan faaliyetini tanımlamak için kullanılmıştır. Muda kelimesi Türkçe'de israf kelimesine karşılıktır. Muda kelimesi üretim alanına uyarlandığında, düzeltilmesi gereken üretim süreçleri, üretimde kullanılamayan veya satılamayan stoklar ve gereksiz stok düzeyini yükselten üretim, gerçekte gereksiz olan iş süreçleri, işçilerin ve stokların katma değer yaratmayan hareketleri ve taşınması, bir önceki iş sürecinin zamanında bitirilememesi nedeniyle bir sonraki iş sürecinin atıl kalması ve müşteri ihtiyaçlarını karşılamaktan uzak mal ve hizmetler olarak tanımlanması mümkündür (Womack ve Jones 2003, s.15).

Yalın üretim felsefesinin uygulanmasındaki ilk adımı israfın kaldırılması olarak düşünebiliriz. İşletmelerde 2 tip muda bulunmaktadır. 1.tip mudanın ortadan kaldırılması işletmeler açısından sorun yaratmaktadır. 2. Tip mudalar işletme içi Kaizenler ile kolaylıkla ortadan kaldırılabilir. Japonca bir kelima olan Kaizen: sürekli, sistematik, adım-adım iyileştirme anlamına gelmektedir (Scodanibbio, 2020, s.2). Bunlar;

1. tip mudayı açıklayacak olursak, yeterliliği yüksek olmayan bir boyama prosesinden müşteri için kabul edilebilir bir son kat boya elde etmek üzere, boyama kabininden sonra gereken rötuş (yeniden işleme) operasyonudur. Çünkü imalatçılar, yıllarca, boyama prosesinde mükemmel bir sonuç çıkarmaya yeterli bir prosesi elde edememişlerdir ve mümkün olduğunu da düşünememektedirler. Dolayısıyla bu tip mudayı çabucak ortadan kaldırabilmek pek olası değildir.

2. tip mudaya bir örnek, ürün ve stokların, bir parça imalat ve montaj prosesinde proses adımları arasında defalarca hareketlidir. Bu adımlar, bir kaizen atölye çalışması yapılarak üretim ekipmanları ve operatörlerin düzenli akışı olan bir hücreye taşınması ya da yerleşim planı değişikliği ile sürekli akış yaratmak suretiyle çabucak ortadan kaldırılabilir (İnce, 2018, s.24).

Toyota yöneticileri ve çalışanları israf söz ederken muda sözcüğünü kullanırlar. Mudayı ortadan kaldırmak imalatçıların odak noktasıdır. Halbuki sistemler içinde Muda yanında, düzensiz iş yükü olarak tanımlanan Mura ve çalışanların aşırı yüklenmesi olarak tanımlanan Muriler de söz konusudur (Oral vd., 2018,s.103).

Hatalar ve işleri tekrar yapma ihtiyacı, mudanın çok açık bir kanıtıdır. Iskarta mudadır. Gecikmeler ve geç teslimat mudadır. Bir şey için kuyrukta beklemekte öyledir. Müşterilere, aslında istemedikleri, asla kullanmayacakları, onlar için hiçbir değeri olmayan şeyler için para ödetmek mudadır (Cox vd, 2004, s. 61).

Muri (Overburden)

Muri kelimesinin anlamı aşırı yük demektir. Stokların, makine ve ekipmanları ve işgücünün aşırı kullanımını tarif eder. Geleneksel üretim tarzındaki maksimumum üretimden kaynaklı israfları işaret eder. Muri aşırı yük veya mantıksızlık anlamına gelir. Kapasiteyi aşan aşırı ekipman, tesis veya insan kaynakları israfı ile ilişkilidir. Aşırı yük, çalışanları ve makineleri gereksiz yere zorlayarak performanslarını arttırır (Gürsoy, 2020, s.15). Muri felsefesinde, elemanların takip edilmesi ve onlarla diyalog halinde olmak yöntemin başarılı olması yönünden büyük önem taşımaktadır (Oral vd., 2018, s.103-104).

Aşırı yük olarak tanımlanabilir. Bir fabrikada çalışan operatör, makine veya diğer birimlerin olması gerekenden fazla yüklenmesi ve uygun değer zaman, emek miktarının üzerinde zorlanmasına muri denir. Aşırı yükleme güvenlik ve kalite problemlerine neden olabilmekte ve makinelerin aşırı yüklenmesi arızaların, kusurların oluşması ile sonuçlanabilmektedir (Aykül,2018, s.46).

Mura (Unevenness):

Japonca'daki "Mura", kalite ve hacim bakımından eşitsizliği, değişimi veya tutarsızlığı gösterir. Talebin artması veya azalması veya üretim sorunlarının değişmesinden kaynaklanmamaktadır (Mor vd., 2018, s.878). Bir süreçteki değişkenlikten dolayı ortaya çıkan düzensiz iş yükü olarak açıklanmaktadır (İnce 2018, s.24). Mura, programlama veya hazırlık seviyesindeki uygulama ve dalgalanmaların giderilmesine odaklanır. Üretim ve Hizmetteki israflar 7 tipte sınırlandırılmıştır. Bunlar Tablo 2.1'de verilmiştir. (Gürsoy, 2020, s.15).

Tablo 2.1. Üretimde ve Hizmette 7 tip Hatanın gösterimi.

Üretimdeki 7 Tip İsraf	Hizmette 7 Tip İsraf
Aşırı üretim	Gereksiz kopyalar (zorunlu değildir)
Gereksiz bekleme (bir sonraki adım veya makine vb. için)	Gereksiz bekleme (bir sonraki adım veya gereksiz gecikme anlamına gelen herhangi bir şey için)
Gereksiz yere taşıma (zorunlu olarak değer yaratmayan ürünlerin taşınması)	Gereksiz nakliye (zorunlu olarak değer yaratmayan müşteri veya iş arkadaşını taşımak)
Gereksiz faaliyetler (örneğin kontrol, yönetim, yön)	Gereksiz faaliyetler (örneğin kontrol, yönetim, yön)
Gereksiz depolama (gelecekteki ihtiyaçların beklenmesi)	Yok
Gereksiz hareketler (ürünlerle ilgili)	Gereksiz hareketler (müşterilerle ilgili)
Hatalı ürün (satılamaz veya yeni işler, onarım veya yeniden üretim gerektirir)	Hatalı servis (ücretli değil ve her zaman tamir edilemez, bazen ölümcül bile olabilir)

Kaynak: (Gürsoy, 2020, s.16)

Mura düzensizlik veya değişkenlik olarak tanımlanabilir. Genellikle muralar mudaların oluşmasını etkilemektedir. Bir operasyonda operatörlerin hızlı olmasına ya da beklemesine neden olan son tüketici talebinden dolayı olmayan üretim planından kaynaklanan faaliyetlerdir. Bunlara fazla üretim, yanlış üretim planlama örnek olarak verilebilir (Aykül, 2018, s.46).

Verilen tanımlar kapsamında yalın yönetim: Emek, zaman ve ham madde gibi her türlü israftan kaçarak belirlenen hedefe en ucuz ve kısa yoldan varmaktır. Bunun yanı sıra üretilen mal veya hizmetin de en kaliteli şekilde sunularak, tüketiciyi de memnun etmektir. Yalın üretim ile ilgili çok fazla tanımlamalar yapılmıştır. Temelde hepsinin değindiği konu aynıdır. Sadece amaca yönelerek, ürünü oluşturmakta, israf olarak nitelendirilecek her türlü kapsamdan üretim süreçlerini arındırmaktır. Bu süreçleri oluştururken temel alınması gereken adımlar (Womack ve Jones, 2003, s. 12):

- Ürünün değerini doğru bir şekilde belirlemek ve bu değeri artırmak (Değer)
- Her bir ürün için değer zincirini tanımlamak ve israfa neden olan faaliyetleri ortadan kaldırmak (Değer Akışı)

- Herhangi bir kesinti olmaksızın ürün akışını sağlamak (Akış)
- Müşterinin üreticiden değeri çekmesini sağlamak (Çekme)
- Mükemmeli başarmak ve bunu sürdürülebilir bir hale getirmek (Mükemmellik)

İşletmelerde yalın üretim kurgusunu uygulamak için yapılması gereken iş adımları Womack ve Jones'un belirttiği sıralamayı takip etmelidir. Ancak süreç sonucunda ulaşılmak istenen ürün oluşturulur. Öncelikli olarak üretilecek ürünün özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu özellikler ürünün değerini oluşturmaktadır. Ürünün imalâtı çeşitli değer gerektiren aşamalardan oluşmaktadır. Yalın yaklaşımın odak noktası israftır. Biraz daha derine inersek, Yalın kullanılmayan malzemeden, kullanılmayan emeğe, çalışan operatörden bekleme süresine üretim organizasyonlarında israfın gerçekleşebileceği her noktaya eğilerek verimliliği arttırma amacındadır (İnce, 2018, s.20). Burada önemli olan ürüne direk etkisi olan kapsamları katma değerli, israf yaratanları katma değersiz olarak sınıflandırmak ve katma değersizleri ortadan kaldırmaktır. Üretim sürecini bir akış dâhilinde yapılmasını sağlamak gerekmektedir. Süreçte gereksiz stok yapılması tercih edilen bir durum değildir. Bu sebeple talebin yaratılması tercih sebebidir. Yapılan akışın sürekliliğinin sağlanması ve en iyi uygulamaya ulaşana kadar süreçte iyileştirmelerin yapılması istenilmektedir.

2.1.2. Yalın Yönetimin Tarihsel Gelişimi

Ford Motor'dan Henry Ford ve General Motor'dan Alfred Sloan, yirminci yüzyılın başlarında, üretimi bir zanaat endüstrisinden, kitlesel üretim modeline taşımışlardır. Yirminci yüzyılın ortalarında ise Japon otomotiv üreticisi Toyota, günümüzde yalın üretim olarak adlandırılan, iyileştirilmiş bir üretim tekniği olan Toyota Üretim sistemini geliştirmiştir. (Womack ve Jones, 2003, s.11).

1920'li yılların ikinci yarısında dünyada bir Amerika markası olan Ford'un bir üstünlüğü vardı. Henry Ford'un seri üretim alanında yaptığı çalışmaların sonucunda Ford, Alman firmalarının birkaç katı daha hızlı üretim yapılabilir hale gelmiştir. Dönemin en gözde otomobili Ford T olarak bilinmektedir. Toyoda ailesi tekstil alanında faaliyet gösteren bir ailedir. Yaptıkları süreç iyileştirmeleri ile tekstil alanında dikkat çekmiştir. 1930 yılında ilk otomobili olan Model AA'yı üretmiştir. Ancak bu model beğenilmemiştir. Bunun üzerine Toyota otomotiv çalışmalarını durdurmuştur. 1939-1945 yılları arasında 2. Dünya Savaşı yaşanmıştır. Savaştan yenilgiyle ayrılan Japonya çok büyük darbe almıştır. Ülke ekonomisini toparlama çalışmaları adına tekrar otomotiv sektörüne yönelmiştir. Amerika'daki üretimi incelemek adına bir ekip yönlendirmiştir. İlk tespitleri Amerika'daki

ham madde kaynaklarının çok fazla olması sebebiyle sahip olunan üretim kapasitesinin Japonya'nın çok üzerinde olduğudur. Kaynakların kısıtlı olması sebebiyle aynı sistemin uygulanmasının mümkün olmadığı tespit edilmiştir. Taiichi Ohno 1956'da Amerika'yı ziyareti esnasında üretim koşullarının kaynak kısıtları sebebiyle uygulanamayacağını ancak Amerika'daki süper market sisteminden etkilenmiştir. 1940'ların sonlarına doğru Amerikan süper market düzeninden otomobil üretimine aktarılabileceğini müzakere etmiştir. Süpermarkette müşteri, istediği ürünü istediği zaman satın alabilmekte, aradığı ürünü bulabilmekte ve market düzeni müşterinin taleplerini karşılamada yeterli hizmeti verebilmekteydi. Örneğin, iki ayrı müşteri aynı ürünü aynı anda temin edebilmekte, ürün azaldıkçada ilave edilerek müşterin talebi karşılanmaktadır. Düzen bunu kolaylıkla sağlayabiliyordu (Baykoç, vd. 2002, s.141). Bu ziyaret yeni üretim sisteminin temelini oluşturmuştur.

Japonya savaş sonrası dönemlerde Amerika'nın yardımları ile ayakta durmaya çalışıyordu. Üretim yöntemlerine ek olarak yeni bilimsel araştırmaları takip ediyorlardı. Amerikalı bilim adamları Edward Deming ve Joseph Juran'ın 1950-1954 yılları arasındaki Japonya ziyaretleri sonrasında ilk defa Toplam Kalite Yönetimi'nden bahsedilmeye başlanmıştır. Planla- uygula- kontrol et – önlem al kelimelerinin ilk harflerinden oluşan PUKO döngüsü veya Deming çevrimi olarak bilinen çalışma prensibi bu dönemde ortaya çıkmaktadır. Yapılan tüm araştırmaların sonucunda Toyota Üretim Sisteminin veya diğer bir ifade ile Yalın Üretim Sisteminin temelleri atılmıştır.

Toyota Üretim Sisteminin ve Toyota'nın dünya pazarında dikkat çekmesi 1970'lerin başına dayanmaktadır. 1973'de dünyada petrol krizi yaşanmıştır. Amerikan otomobilleri özellikle performansı yüksek ancak yüksek yakıt tüketimli motorlar kullanmaktadır. Bu dönemde yakıt tüketimi düşük olan Toyota araçları dikkat çekmiştir. 1973'de petrol krizinin Kuzey Amerika'yı vurması ile Japon üretim uygulamalarına olan ilgi artmış ve bu konu üzerine birçok kitap yayımlanmıştır. 1988 yılında Toyota tarafından kullanılan bu üretim ve yönetim sistemini tanımlamak için "yalın" sözcüğü kullanılmıştır. (Eser, 2018, s.5) Bu kadar düşük yakıt tüketimi olan, bu kadar düşük maliyetli ve istenilen zamanda araçları teslim edilebilen Toyota firması incelenmeye başlanmıştır. 1970'li yıllar otomotiv tarihinde Toyota Üretim Sisteminin yeni duyulmaya başladığı zamanlardı. 1990 yılında Womack, Jones ve Roos dünyaya yön verecek yeni sistem ile ilgili ilk kitap olan "Dünyayı Değiştiren Makina"yı yazdılar. 1996 yılında Womack ve Jones "Yalın Düşünce" kitabını yazdı. 1998 yılında

Amerika'da Yalın Enstitü kuruldu. Yalın Enstitinün Türkiye'de kuruluş tarihi 2002 yılıdır (www.yalindanisman.com/yalin-tarih/).

2.1.3. Yalın Düşünce

Yalın Düşünce, Toyota Üretim Sistemi'nin temelini oluşturan felsefedir. Bu felsefenin en basit ifadesi; Müşterinin talep ettiğini tam olarak algılayarak, doğru zamanda, kaliteden taviz vermeyerek yerine getirmek amaçlanmaktadır. Bu felsefe müşteri siparişiyle, kaliteyi düşürmeden siparişin oluşturulması ya da hizmetin sağlanması arasında geçen süreyi ve maliyeti azaltma konusuna odaklanmaktadır**.** Yalın üretimin temelini Japon MOTTAINAI (Mottaynay) anlayışı oluşturmaktadır. MOTTAINAI anlayışına göre hayatta sahip olunan her şey birer kutsal emanettir. Onların en iyi şekilde değerlendirilerek kullanılmaması MUDA (israf)'dır, ve büyük günahtır. Yalın organizasyonda en önemli unsur MUDA'nın bir diğer ifadeyle israfın ortadan kaldırılmasıdır (Balcı, 2018, s.45). Yalın düşünceye göre israf, müşteriye bir değer sunmayan ve müşterinin karşılığında bir bedel ödemek istemediği her şeyi ifade eder. Ürün veya hizmetin tasarımından sevkiyatına kadar üretim faaliyetlerinin tamamında, her türlü israfın (oluşan hatalar, fazla üretim, stokların artması, lüzumsuz iş, hareket, taşıma ve bekleme süreleri) ortadan kaldırılmasıyla maliyetlerin düşmesi, müşteri memnuniyetinde artış sağlanması, piyasa koşullarına uyum göstermede daha esnek bir yapıya kavuşma ve daha hızlı nakit akışı hedeflenir (Dolgun, 2019, s.1).

Yalın düşüncede ilk adım değeri belirlemek ile başlamaktadır. Değer olarak nitelendirilen müşterinin gözünde ürünün konumudur. İkinci adımda değer yaratan iş adımlarının analizinin yapılması gerekir. Bu adımların doğru şekilde sıralanması gerekmektedir. Müşterinin talep ettiklerinin dışında kalan tüm iş adımlarının bu aşamada elenmelidir. Yalın düşüncenin amacı yalın olmaktır. Tüm aşamalarda adından anlaşıldığı gibi yalın olmak hedeflenmektedir. Çünkü daha az insan emeği, daha az ekipman, daha az süre ile daha fazlaya sahip olmanın yolunu gösterir. Böylece müşterilerin tam olarak taleplerini karşılamaya daha hızlı yaklaşmış olur (Womack ve Jones, 2003, s.23).

Yalın düşünce ile muda (israf) olarak kabul ettiğimiz kapsamlar devre dışı bırakılır. Bu şekilde daha verimli ve hızlı şekilde hedeflere ulaşılabilir. Yalın düşünce sadece üretim alanında geçerli değildir. Hizmet ve yönetsel süreçlerde de israf yaratacak iş adımlarının, personellerin devre dışı bırakılması hedeflenmektedir.

1986 yılında, MIT (Massachusetts Institute of Technology)'deki ofiste Uluslararası Motor Toyota yöneticisi Taiichi Ohno insanlık tarihinin yetiştirdiği en ateşli israf düşmanıdır. Yukarıda sıralanan ilk yedi tip muda için sayıyı arttırmak daha da mümkündür. Ortalama bir

organizasyonda rutin olarak yapılan işler üzerinde gözlem yapıldığında mudanın ne kadar farklı biçimi olursa olsun mudanın her yerde var olduğu bir gerçektir. Muda hakkında daha fazla bilgi sahibi olundukça çevrede insan 45 aklına gelmeyecek ne kadar fazla muda olduğu fark edilecektir. Yalın düşünce mudanın güçlü panzehiridir. Değerin tanımlanması, değer yaratan adımların en iyi ve doğru biçimde sıralanması, bu adımların gerektiği anda sekteye uğramadan atılması ve giderek daha yüksek etkenlikle gerçekleştirilmesinin yollarını yalın düşünce gösterir. Yalın düşüncenin temelinde giderek daha az (emek, ekipman, zaman ve alan) harcayarak daha fazla üretebilmeyi ve müşterilerinin asıl istek ve beklentilerine daha çok yaklaşmayı sağlamak vardır (Külekçi, 2020, s.45)

Yalın düşünce ile ilgili kavramlar incelediğinde üretim, hizmet ve yönetim süreçlerinin hepsi için ortak iş adımları geçerli olmaktadır. Müşterinin beklentisi, değer yaratan kapsamları belirlenir. Süreçlerdeki iş akışları gözden geçirilir. Tasarımdan, lojistik faaliyetlere, üretim süreçlerine ve teslimat süreçlerine kadar tüm aşamalarda israf yaratabilecek kapsamlar belirlenir ve devre dışı bırakılır. Firmaların hedefi kâr elde etmektir. Hızlı, kaliteli ve ham madde israfı yapılmadan tüm bunlara ek olarak en yüksekte müşteri memnuniyetinin sağlanması sonucu firma kârlılığının artması demektir. Yalın düşünce eşittir yüksek kâr marjı olarak tanımlayabiliriz.

2.1.4. Yalın Düşüncenin Temel İlkeleri

Yalın üretim sistemi, Womack ve Jones tarafından 1996 yılında geliştirilen 5 ana ilkeye (değer, değer akışı, akış, çekme ve mükemmellik) dayanmaktadır (Gürsoy, 2020, s.12). Bu ilkelerin ortaya çıkmasındaki temel amaç, israftan kaçınılması ve maliyetlerin minimum seviyeye indirilmesidir. Çalışmaya başlamadan önce bu ilkelerin benimsenmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde hedef olan konuya daha hızlı şekilde ulaşılabilir. Yalın düşünceyi oluşturan ilkeler; değer, değer akışı, akış, çekme ve mükemmellik olarak belirlenmiştir. Yalın düşünce araçlarıyla birlikte hedefe odaklanılmaktadır. Ulaşılmak istenilen mal ya da hizmet değeri ifade etmektedir. Değere ulaşmak için gerekli hedefler belirlenmelidir. Bu aşamada amaç hiçbir zaman yeni kaynak arayışına gitmek olmamalıdır. Öncelikli olarak var olan kaynaklar ile doğru akışı tanımlayarak, ihtiyaçların yeterli şekilde talep edileceği; mükemmel sonuca ulaşılacak şekilde sistemin planlaması yapılacaktır. Yalın düşüncenin 5 Temel İlkesi aşağıdaki gibidir (Womack ve Jones 2003, s.5):

1. “Bir ürün için değeri net ve kesin bir biçimde tanımlamak
2. Her ürüne yönelik değeri saptamak
3. Değerin eksiksiz akışını sağlamak

4. Müşterinin değeri üreticiden çekmesini sağlamak

5. Mükemmelliğe koşmak”

Yalın üretim, müşteriyi odak noktası tutarak faaliyetlerinde öncelikle müşteri memnuniyeti için değer oluşturmayı hedefleyen; israfları sistemden arındıran sade bir üretim süreci meydana getirmektedir. Üretimde kesintilerin olmadığı devamlı akış halinde olan bir sistem yaratılmaya çalışılmakta ve ürüne değer katmayan süreçlerin kaldırılması hedeflenmektedir. Yalın üretimde çekme olarak adlandırılan müşterinin ürünü talep etmesiyle başlayan bir süreç vardır. Üretim tahminlere dayalı olarak önceden yapılmamaktadır. Yalın sistemlerde ürün veya hizmetlerin müşteriye tesliminden sonra da sorumluluk devam ederek, müşteri memnuniyeti sağlanmak istenmektedir. Yalın sistemler değer, değer akışı, akış, çekme ve mükemmellik ilkeleri üzerine kuruludur (Çevik, 2018, s.6).

2.1.4.1. Değerin Tanımlanması

Türk dil kurumunun sözlüğünde “değer “; bir şeyin önemini belirlemeye yarayan soyut ölçü, bir şeyin değdiği karşılık, kıymet anlamına gelmektedir. Yalın düşünce, değerin tanımlanması ile başlar. Ürün ister üretim çıktısı ister hizmet olsun değer kavramını oluşturmaktadır. Değer müşterinin ürüne yönelik beklentisidir. Bu sebeple değerin belirlenmesi aşamasında müşterinin talepleri netleştirilmeli ve müşteri ile teyidleşilmesi gerekmektedir. Yalın üretim sisteminde ise “ değer “; bir ürünün müşteri tarafından karar verilen ve satış fiyatı ile pazardaki talebine yansıyan, doğasından kaynaklanan kıymeti anlamına gelmektedir. Tipik bir ürün içindeki değeri yaratan, eylemlerin bir bileşimi sayesinde üreticidir. Bunların bir kısmı müşteri tarafından istenen değeri üretir ve bir kısmı ise sadece tasarım ve üretim prosesinin doğasından gelmektedir (İnce, 2018, s.39).

Ancak artan teknolojik üretim sistemleri ve yaşamın da bu teknoloji çizgisinde gitmesi, işletmeleri çok fazla çeşit üretmeye ve böylece müşterinin karşısına çok fazla alternatif çıkarmaya zorlamıştır. Bu durum piyasadaki ürünlerin müşterilerin isteklerine göre tasarlandığını ve böylece müşterinin ihtiyaçlarına cevap verdiği anlamına gelmektedir. Japon firmalarının değer tanımına göre, asıl önemli olan nokta, değerin nerede yaratıldığıydı. Yalın düşüncenin öncülüğünü yapan Toyota dâhil olmak üzere pek çok işletmenin yöneticileri, değer tanımlama sürecine, ürünün tasarım ve imâlatını kendi ilkelerinde nasıl gerçekleştirebileceklerini sorgulayarak başlıyorlardı. Şüphesiz müşteriler ürünün değerini tanımlarken onun nerede tasarlandığı ya da imâl edildiğini öncelikli bir koşul olarak görmezler. Dünyadaki liderler “Hala sahip olduğumuz varlıkları kullanarak nasıl üretilebileceğini bildiğimiz ürün bu ürün olduğu için, eğer müşteriler olumlu tepki vermezse

fiyatı ayarlar ya da ürüne yeni aksesuarlar ekleriz" görüşünü benimsemiştir. Oysa gerçekten yapılması gereken, değeri müşterinin görüngesinden bakarak tekrardan düşünmektir (Womack ve Jones, 2003, s.24-26).

Değer; ürün ya da hizmet olarak uygun fiyattan, doğru zamanda ulaştırılan ve müşteri tarafından tanımlanan hizmet ya da ürünlerin tamamıdır. Değer yaratma tasarımla başlar, üretimle sürer ve satış sonrası müşteri ilişkileriyle devam ederek tamamlanır. Değer, uygulayıcının yarattığı izlenim açısından da etkileri süreklilik arz eden önemli bir kavramdır.

Üretimde üç tip aktivite vardır;

• "Değer yaratan" aktiviteler müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayanlardır. (boyama, kurutma, montaj, dokuma gibi)

• Müşteri açısından anlamı olmamasına karşın işin yapılabilmesi için gerekli olan, "değer yaratmayan fakat üretimden çıkarılmaları halinde üretimi durduracak zorunlu" işler. (Ayar, tip değiştirme, sevkiyat gibi)

• Niceliksel kontrol, bekleme, elleçleme, hata, tamir gibi "değer yaratmayan ve kaçınılabilir" işlerdir (İnce, 2018, s.40).

Adam Smith kullanım değeri ve mübadele değeri olmak üzere iki farklı değerden bahsetmiştir. "Değer sözcüğünün iki ayrı anlamı olduğuna dikkat etmek gerekir; bazen belirli bir nesnenin yararlılığını bazen de o nesneye sahip olmanın sağladığı bir başka malı satın alma gücünü ifade eder. Birincisine kullanım değeri diğerine piyasa değer denilebilir. En büyük kullanım değeri olan nesnelerin piyasa değeri genellikle ya çok küçüktür ya da yoktur; bunun tersine, çok büyük piyasa değeri olan nesnelerin de kullanım değerleri çoğu kez çok küçüktür ya da yoktur. Hiçbir şey sudan daha fazla yararlı olamaz; ancak su hemen hiçbir şeyi satın alamaz ya da karşılığında hemen hiçbir şey elde edilemez. Hâlbuki bir elmasın çok az bir kullanım değeri vardır; ancak elmas çoğunlukla diğer malların çok büyük miktarları ile değişim edilebilir" (Bocutoğlu, 2012, s.36).

Milton Rokeach değer kavramını tanımlamak için ilk önce insani değerlerin doğasını ve gerekli temel varsayımları ele almıştır. Bu varsayımlar aşağıda ayrıca belirtilmiştir (Özkul, 2007, s.3):

1. "Bir bireye ait değerlerin toplam sayısı göreceli kısmen küçüktür.
2. Bireyler aynı olan değerleri farklı aşamalarda sahiplenirler.
3. Değerlerin düzenlenmesi değer sistemleri ile gerçekleşir.
4. Bireyin sahip olduğu değerlerin gelişiminde toplum, kültür ve kişinin karakteri etkilidir.

5. Değerin önemi, sosyal bilimler alanında açıkça gözlenebilmektedir. Belirli olan bu varsayımlar ayrıca değer kavramının psikoloji, sosyoloji, eğitim ve tarih gibi tüm sosyal bilimlerde yer aldığını belirtmek için bu sebepler de gösterilmektedir."

Fiyat, değerin karşılığında müşterinin vazgeçtiği sermaye bedelidir. Tüketicinin beklentilerine göre, ürünün türüne göre belirlenen bedel değişiklik göstermektedir. Değer; ürün ya da hizmet olarak uygun fiyattan, doğru zamanda ulaştırılan ve müşteri tarafından tanımlanan hizmet ya da ürünlerin tamamıdır (İnce, 2018, s.40). Yalın düşünceden kaliteli ürüne ulaşılması da hedefler arasındadır. Yüksek fiyatlı ürünlerin kalitesinin yüksek olduğu algısını da yaratmaktadır. Hedef pazar belirlendikten sonraki aşamada, değer belirlemede kalite düzeyi de gözönünde bulundurulmalıdır.

Değer, ürüne ek bir fayda sağlayan müşteri için anlamlı olan ve müşterinin isteklerine cevap olması gereken bir yalın sistem kavramıdır. Müşteri için bir anlam ifade etmeyen ürüne veya hizmete bir katkı sağlamayan faaliyetler değer yaratmaz ve israf oluştururlar. Japonca'da "Muda" olarak da ifade edilen israf değer yaratmak için ortadan kaldırılmalı ve ürünü üretmek için gerekli kaynakların bir "Hedef maliyeti" belirlenmelidir. 7 Müşterinin ihtiyaçlarını, doğru ve zamanında karşılayan ürün ya da hizmetleri sunmak değer kavramını yaratmaktadır. "Yanlış ürün ya da hizmetin doğru üretilmesi sadece israftır (Çevik, 2018, s.6-7).

Ürüne yönelik değer belirlenmişse de talepler doğrultusunda yeniden değer belirlenebilir. Son karar tüketiciye aittir. Yalın düşüncede asıl amaç sınırlı kaynaklar ile en fazla müşteriye ulaşmaktır. Bu nedenle değerin belirlenmesinde veya gerektiğinde yeniden güncellenerek müşterilerin kapasitesi artırılabilir. Değerin daha iyi tanımlanması ile işe başlamak genellikle bunu başarmanın yoludur. Değer kavramının yeniden düşünülmesinin başlangıç aşaması tamamlandıktan sonra (değer için kaikaku (köklü kararlar almak) olarak da bilinir) yalın işletmelerin gerçekten en iyi çözümün bulunup bulunmadığını anlamak için ürün ekipleri aracılığı ile değer sorusuna tekrar ve tekrar başvurmaları gerekecektir. Bu ürün geliştirmede sipariş almada ve üretim faaliyetlerinde sürekli iyileştirmeyi arayan kaizen anlayışının değer tanımlamadaki karşılığıdır. Mükemmelliğe giden yoldaki düzenli sonuçlar bu şekilde gelecektir (Womack ve Jones, 2003, s.48-49). Erol Güngör değerler psikolojisine yönelik yaptığı çalışmalarda değeri, "bir şeyin arzu edilebilir veya edilemez olduğu hakkındaki inanç" biçiminde belirtmektedir (Güngör, 2000, s.27).

Yalın üretim uygulamalarında ilk aşamada değer belirlenir. Değerin belirlenmsi aşamasında, genel olarak herhangi bir proseste yer alan faaliyetler/adımlar aşağıdaki gibi üç grupta ele alınmaktadır (Doğan, 2011, s.18–19) :

1.Değer Katan Faaliyetler: Değer katan faaliyetler müşterinin ödeme yapmakta istekli olduğu faaliyetlerdir. Bunlar, organizasyon tarafından sunulan ürün ya da hizmette bir dönüşüm gerçekleştiren ve müşterinin değerli bulup ödeme konusunda istekli olacağı şekilde ürüne ya da hizmete nitelik veya ayırt edici özellik katan faaliyetlerdir. Bir proseste yer alan herhangi bir faaliyetin değer katan bir faaliyet olarak nitelendirilebilmesi için aşağıdaki kriterlerin hepsini karşılaması gerekir:

• Bir üründe ya da hizmette müşterinin istediği türden şekil, özellik, duygu (feeling) ya da fonksiyon değişikliği meydana getirmelidir.

• İlk defada (ilk denemede) doğru şekilde yapılmalıdır.

• Müşterinin ödeme yapmak istediği türden olmalıdır.

2. Organizasyon İçin Değer Katan Faaliyetler: Bunlar, bir proseste yer alan müşterinin ödeme yapmak istemediği ama aynı zamanda da kaçınamadığı türden faaliyetlerdir. Bu tür faaliyetler proseste mutlaka bulunması gereken ve prosesten çıkarılamayan faaliyetler olup gerekli değer katmayan faaliyetler (necessary non-value-add) olarak da adlandırılmaktadırlar. Bunlar genellikle yasal düzenlemeler, organizasyonel politikalar vb. nedenlerden dolayı yapılan aktivitelerdir. Bu faaliyetler Japonlar tarafından I. tip muda olarak adlandırılmaktadır. Burada bir noktaya değinmekte fayda vardır. Bazen değer katmayan faaliyetlerin elimine edilmesi ertelenmekte, bu da bu tür faaliyetlerin zamanla organizasyon için gerekli değer katan faaliyetler olarak algılanmaya başlanmasına neden olmaktadır. Farklı türden bu iki faaliyetin karıştırılmamasına özellikle dikkat etmek gerekmektedir.

3. Değer Katmayan Faaliyetler: Değer katmayan faaliyetler ise bir proseste yer alan müşterinin ödeme yapmak istemediği fakat önlenmesi mümkün olan faaliyetlerdir. Japonların II. tip muda olarak adlandırdıkları bu türden adım ve faaliyetlerin ortadan kaldırılmasına odaklanmak gerekmektedir.

2.1.4.2 Değer Akışı Prensibi

Değer akışı kavramı ile değere ulaşmamıza destek olan süreçlerin akışları ifade edilmektedir. Son yıllarda, yalın yönetim yaklaşımı şirketlerin üretim süreçlerinde süreç iyileştirmeleri düzenlemek için kurulmuştur. Belirleyici araçlardan biri, süreçlere genel bir bakış veren ve süreç iyileştirmelerini gösteren Değer Akış Haritalama'dır (VSM) (Morlock ve Meier, 2015, s.457) Değer akışı, bütün ürünler için esas olan ve temel akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetler bütünüdür. Değer akış haritalama tekniği uygulamasında kullanılacak temel ölçütler şunlardır (Rother ve Shook, 1999, s.21-44):

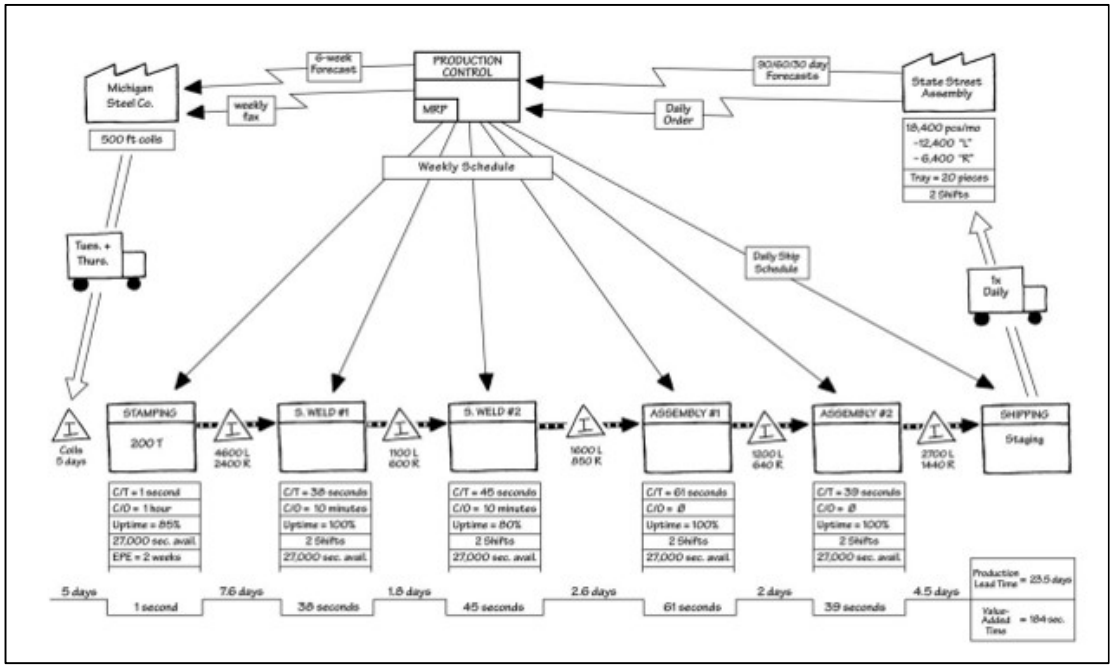
• Takt zamanı: Takt ritim ya da metre anlamına gelen Almanca bir sözlüktür. Takt müşteri talebinin hızıdır ve üretim için hedef süredir (Rother ve Shook; 1999, s.44).

• Çevrim süresi: Bir süreç tarafından parça veya ürün tamamlanma sıklığıdır ve bitmiş ürünün hücrenin sonuna ne sıklıkla geldiğini ifade etmektedir.

• Katma değer süresi: Müşterinin parasını ödemeye istekli olduğu şekilde ürünü dönüştüren iş elemanlarının süresi olarak tanımlanmaktadır.

• Değer yaratmayan süre: Müşterinin bakış açısından bir ürüne maliyet ekleyen fakat değer katmayan faaliyetler için harcanan süredir.

• Akış süresi: Bir parçanın, bir süreçte veya değer akışında başlangıçtan bitişe hareketi boyunca geçen süredir.



Şekil 2.1. Değer Akışı Haritası Örneği (Rother, Shook, 1999, s.29)

“Değer akışı yöntemi” terimi iki tanımlayıcı öğe içermektedir. Bunlar; “Değer” ve “Akış”tır. “Değer”, malların üretiminde doğal olan değer yaratma anlamına gelir. Bu, 27 üretimin genel amacını tanımlar, yani bir kaynak malzemenin daha yüksek değerli olduğu düşünülen bir ürüne dönüştürülmesi demektir. “Akış” terimi, söz konusu üretimin temel bir özelliğinin, üretim akışındaki parçaların ve ürünlerin mekânsal hareketinde ve niteliksel değişiminde yattığı anlamına gelir (Gürsoy, 2020, s.27). Değer akışının oluşturulması ile ürüne ulaşılması aşamasında gerekli ve gerekli olmayan iş adımlarının analizinin yapılabilmesi sağlanabilmektedir. Değer akışları incelendiğinde değer yaratmayan aktivitelerin yani israfın, zamanın ve kaynakların çoğunu tükettiği görülür (Balcı, 2018, s.47). Akış haritasının yardımı ile gerekli olan iş adımlarına odaklanarak, mudaların ayrıştırılması yapılabilmektedir. Gereksiz olan iş adamları katma değersiz süreçler olarak tanımlanmaktadır. Katma değersiz iş adımları süreçten çıkarılmalıdır. Toyota değer akışı sitemini oluştururken süper market sisteminden etkilenmiştir.

2.1.4.3. Akış Prensibi

Müşteri için değer tanımlandıktan ve değer akış haritası çıkarılıp israfa yol açan adımlar yok edildikten sonraki yalın düşüncenin bir sonraki aşama, değer yaratan adımların akışının sağlanması aşamasıdır (Womack & Jones, 2003, s.31). Yalın düşüncenin değer akışı sürecinden sonraki aşaması akış prensibinin uygulanmasıdır. Akış prensibi ile değer oluşturan aşamaların akış halinde olması anlaşılmalıdır. Akış; değer akımı üzerindeki görevlerin, ürünün, tasarımdan piyasaya, siparişten teslimata ve ham maddeden müşteriye duruşlar, hurda ve geri dönüşler olmadan ulaşmasını sağlayacak şekilde ilerlemesidir (https://www.academia.edu /32654167 /Yalın_Düşünce_ve_Yalın_ Üretim). Akış prensibi detaylı olarak açıklanacak olursa; değere ulaşılması sürecinde katkı sağlayan tüm fonksiyonların, bölümlerin ve görevlerinin tanımlanmasıdır. Bu düşünce ile sipariş alınmasından ürünün sevk edilmesine kadar tüm aşamaların tek bir süreç olarak tasarlanmasıdır. Bu düşünce ile süreç daha verimli olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bir üretim hattında birkaç ana prosesten geçen bir ürün varsa bu süreçte kullanılan makine ve tüm teçhizat ilk ürünün ilk prosese girmesiyle başlar, son ürünün son prosesten çıkmasıyla son bulur. Herhangi bir makinenin üretim sürecindeki diğer makinelerle uyumlu hızda çalışması ve bir senkronizasyonun varlığı şarttır (Kılıç, 2016, s. 21). Kısacası organizasyon ya da ekipman yerine, tasarım, sipariş ve imalât aşamaları için gerekli faaliyetlerin sürekli bir akış içinde gerçekleşmelerini sağlayacak şekilde, ürün ve ürünün gerektirdiği şeylere odaklanıldığı zaman işlerin bir hayli yoluna girdiği görülecektir (Sığırcı, 2001, s. 28). Bir

değer akışı, değer yaratan ve yaratmayan dâhil olmak üzere bütün faaliyetleri kapsamaktadır. Üretimde her ürün ailesi ayrı bir değer akışını takip eder ve bir ürün ailesi tipik bir parça grubudur, ortak bir işlem dizisini paylaşmaktadır. Bir organizasyonda çokça değer akışı yer almaktadır (Çevik, 2018, s.7).

"Değer Akışı" sizin sözlüğünüzde yeni bir terim olabilir ancak her üretilen ürün ya da hizmet için esas olan süreçler boyunca ihtiyaç duyulan, katma değerli ve katma değersiz faaliyetlerin tamamıdır. Her ürün ya da hizmet için ana akışlar;

• Müşteri talebinden (istediği hizmetten) ham maddeye (hizmete) doğru üretim/hizmet akışı,

• Ham maddeden ya da hizmet kaynağından müşteriye üretim ya da hizmet akışı,

• Kavramdan kuruluma ürün geliştirme ve süreç akışı (tasarım) (İnce, 208, s.41).

Henry Ford ve ortakları akış ilkesinin potansiyelini tam olarak algılamışlardır. Ford, 1913 yılında son montaj hattında sürekli akış ilkesini uygulayarak T model arabalarının montaj süreci için gerek olan çabayı %90 oranında azaltmayı başarmıştır. Bunun ardından, T model arabanın parça imalâtında kullanılan tezgâhları doğru biçimde düzenleyip, ham maddeden bitmiş olan ürünün teslimatına kadar doğru bir akış sağlamaya çalışıp, benzer bir üretkenlik elde etmiştir. Yalnız Henry Ford'un bu buluşu sadece özel koşullarla sınırlı kalmıştır. Ford'un yönteminin uygulanabilmesi için, üretim hacimlerinin hızlı montaj hatlarını dolduracak ölçüde yüksek olması, her üründe tamamen aynı parçaların kullanılması ve aynı modelin yıllar boyunca üretilmesi gerekmektedir. 1920'lerin başında, Ford, endüstri dünyasının liderlik koltuğuna oturduğunda, onun firması dünyanın birçok yerinde, hepsi birbirinin aynı olan onlarca montaj tesisinde iki milyondan fazla T model otomobilin montajını yapmaktadır (Sığırcı, 2001, s.35).

İkinci Dünya Savaşı sonrasında Taiichi Ohno ve ekibi değere ulaşmak için gereken çevrim süreleri en büyükten en küçüğe kadar tüm aşamaların, akış prensibi ile yürütülmesi konusunda karar birliğine vardılar. Bu durum aynı zamanda gerçek koşulları da gösteriyordu, çünkü "insan ihtiyaçlarının büyük bir bölümü az sayıdaki güçlü nehirler değil mütevazı dereler şeklindedir" (Gökçe, 2006, s.8). Ohno ve ekibi o dönem şartlarınının sonucu olarak düşük hacimli üretim adetlerini ve kısıtlı ham madde kaynaklarını temel alarak, akışa uygun tezgâh düzenlemesi yaparak, süreci hızlandırmayı başarmışlardır. Akış düşüncesinin ilk olarak uygulanabildiği alan geleneksel üretim ortamlarıdır. Günümüzde hizmet sektörlerinde de akış prensibi uygulanabildiği görülmektedir. Yalın düşünce prensibi ve uygulama mantığı her sektör için aynıdır. Belli bir hizmet ya da ürüne ait değer akımının yönetilmesine yoğunlaşmak, yalın bir işletme yaratarak organizasyondan kaynaklanan

bariyerleri kaldırmak, ekipmanları doğru boyutlara getirip yeniden yerleştirmek ve değerin sürekli akmasını sağlayacak şekilde yalın tekniklerin hepsini uygulamak. Bilindiği gibi sağlık ve ulaşım gibi sektörler hizmet sektörü olarak adlandırılır ve fiziksel üretimin söz konusu olduğu ortamlardan farklılıkları bulunmaktadır.

Aslında temel farklılık, sağlık ulaşım gibi hizmet üretimi ortamlarında müşterinin üretim sürecinin bir parçası olarak yer alması ve işlemlerin müşteri üzerinde gerçekleştirilmesidir. Fiziksel mal üretiminde ise müşteri sürecin sonunda beklemektedir ve bu anlamda herhangi bir zarara uğrama tehlikesi yok edilmiş gibi görünür. Ancak bu ortamda da her ne kadar doğrudan etkilenmese de işin yapılış biçiminin sonuçlarından tümüyle kaçabilmesi söz konusu değildir (Düren, 2002, s.81).

2.1.4.4. Çekme Prensibi

Yalın düşüncenin dördüncü ilkesi ise "çekme" kavramıdır. Kanban olarak da bilinmektedir. Müşteri istekleri olmadan hizmet ya da ürün üretilmemesi, yalın üretim sistemlerinden çekme sistemi anlamına gelmektedir. Üretim ile talep arasındaki kontrol sistemi olarak da tanımlanabilir. İstenilen miktarda ve zamanda üretim yapılmalıdır (Eser, 2018, s.8). Çekme kavramı ile bir sonraki süreçte müşterinin talep etmesi ile birlikte ürün ya da hizmet üretimi sağlanması anlamına gelmektedir. Geleneksel yaklaşımda itme sistemi düşüncesi yer almakta ve buna göre müşterinin ürünü satın alacağı düşünülerek tahminlere dayalı değerlerle önceden üretimde bulunma eğilimi vardır. Yalın düşünce yapısında ise çekme sistemi hâkim olup, müşteri istemeden ve talep etmeden üretim yapılmamakta ve gereksiz stok oluşumu engellenmektedir. Müşterinin talep ettiği miktar ve zamanda üretim gerçekleştirilmektedir (Çevik, 2018, s.9).

Çekme sisteminde otokontrol mekanizması bulunmakta ve üretim tahminlere göre değil direkt siparişlere dayanmaktadır. Üretim süreçlerinde müşterinin ürünü satın alması yani çekmesi ile üretim geriye doğru işlemektedir. (Top ve Yılmaz, 2009, s. 36). Bölümler içinde parti parti yapılan üretimden ürün grupları ve akış sistemine geçmenin ilk belirli olan etkisi, kavramdan fiili gerçekleşmeye, satıştan teslimata ve ham maddeden müşteriye kadar olan toplam geçen süredeki etkili azalmadır. Akış ilkesi yürürlüğe girince, tasarımı için yıllarca emek verilmesi gereken ürünler birkaç ayda gerçekleştirilebilecek, günlerce süren sipariş talep işlemleri birkaç saatte bitirilecek ve fiziksel tamamlanma süresi hafta ya da aydan dakika ya da günlere inecektir. Gerçekten de bir işi bitirme zamanını hızla, ürün geliştirme sürecinde %50, sipariş işlemlerinde %75 ve fiziksel üretimde %90 oranlarında azaltamıyorsanız bu sistemde ters giden bir şeyler olduğunu gösterir. Yalın sistemler

üretimdeki tüm ürünleri her türlü kombinasyonda üreterek talepteki değişmelere anında uyum sağlar. Bu gelişmeler sonucunda envanterlerdeki azalmadan dolayı nakit birikiminde bir artış sağlanacaktır. Bunun sonucunda da yatırımın getiri hızı artacaktır. Bu kesinlikle devrimci bir başarıdır. Çünkü müşterinin gerçekten talep ettiği şeyleri, istediği zamanda tasarlayabilme, çizelgeleme ve imâl edebilme becerisini kazanmak demek, satış tahminleri işlemini tümüyle bir yana bırakıp sadece müşterinin istediği şeylerin üretimine odaklanmak demektir. Yani müşteriye çoğunlukla da istemediği ürünleri ürünün istenmeden itilmesi yerine müşteri istediğinde ürünün sizden çekilmesi sağlanmaktadır. Çekme düşüncesinin temel mantığını kavramanın en iyi yolu, ilk önce işe müşterinin belli, bir ürün için yaptığı taleple başlamak ve ürünün müşteriye ulaşana kadar geçen bütün süre içindeki aşamaları geriye doğru incelemektir (Düren, 2002, s.87).

Çekme sistemi uygulayan işletmelerde (Ayçın, 2016, s.15);

-Stoklardaki değişkenlik azdır.

-Stok ve üretim kontrolü daha kolay yapılmaktadır.

-Fazla üretimden kaynaklanacak israflar engellenir.

-Tasarım değişikliği vb. sebeplerle ürünün yeniden üretimi ve ya atılması gibi sıkıntılı durumlarla karşılaşılmaz. Mudanın azaltılmasında en önemli adımlardan birisi gereksiz malzeme kullanımını azaltmak ve hatta ortadan kaldırmaktır. İhtiyaç kadar malzemenin raflara yerleştirilmesi, malzeme bittikçe yerine yenisinin getirilmesi çekme prensibinin temel uygulama yöntemidir. Çekme prensibinin depolara uyarlanması 1980'lerin sonuna denk gelmektedir. Toyota gibi tam anlamıyla yalın organizasyonda bile son aşamaları halen devam etmekte olan yıllar süren bir çalışma yapılmasını gerektirmiştir. Yalın felsefesinin benimsenmesi, uygulamaya yönelik çalışılmalar montaj süreçlerine göre daha fazla zaman almıştır.

Çekme (Kanban) sisteminde, Kanban adında bir iş kartı kullanılır. Bir kabın içeriği kullanılmaya başladığında, Kanban taşıma kabından çıkarılır. Bir işçi bu Taşıma Kanbanı'nı alır ve bu kısmı almak için önceki işlemin stok noktasına gider. Daha sonra bu Taşıma Kanbanı'nı bu kısmı tutan kaba bağlar. Ardından, kaba bağlı 'Üretim Kanbanı' kaldırılır ve işlem için bir sevk bilgisi haline gelir. Çekildiği parçayı yenilemek için mümkün olan en erken zamanda üretim yapılmaktadır (Gürsoy, 2020, s.20) . Bu uygulama ile zamanında parçaların üretime ulaşması sağlanır. Üretim shasında ve ambarlarda gereksiz toklarınönüne geçilir.

2.1.4.5. Mükemmellik Prensibi

Mükemmellik prensibi yalın düşünceyi oluşturan ilkelerin beşinci ve son prensibidir. Womack ve Jones mükemmelliği; değerin tam olarak tanımlanması sonucunda bütün ürünler için değer akışlarının belirlenmesi gerektiğini ve belirlenen ürünlerin süreçler içinde sürekli akması ile müşterinin değerden daha fazla yararlanabileceğini belirtmektedir (Mutluer, 2018, s.9).

Yalın'ı uygulayan şirketlerin deneyimi üretim akış süresinde %90 azalma, hatalı ürün ve hurdalarda %50 düşüş, üretkenlikte %100 artış, stoklarda %80 azalma, ürün geliştirme süresinde %100 hızlanma sağlanabildiğini göstermektedir (İnce, 2018, s.50). İşletmeler yalın araçlarını uygulamaya koyup, iyileştirmeler, gerçekleştirirken, süreç iyileştirme çalışmaları sürekli devam etmekte ve her zaman ortadan kaldırmak için daha fazla israf olabilmektedir. Mükemmelik, işletme operasyonlarını iyileştirmek ve müşteriye daha iyi değer sağlamak için uygulanan kalıcı çabadır (Womack ve Jones, 2003, s. 25).

Organizasyonların kurulumları değere ulaşmak adına kurgulanmıştır. Sürecin her aşamasında israftan uzaklaşarak en mükemmel ürüne ulaşmak hedeflenmektedir. Değer akışında hedefimiz sadece mükemmel ürüne ulaşamak değil, sürecin her aşamasını mükemmel sonuçla tamamlamak hedeflenmektir. Mükemmelliğe ulaşabilmek adına sistemin şeffaf ve kolay erişilebilir şekilde kurulması gerekmektedir. Bu sistemin birden olması beklenmemektedir, adım adım hedefler belirlenerek bu hedeflere zamanla ulaşılması hedeflenmektedir. Mükemmelliği elde edebilmek, ciddi araştırmalar ve analizler yapmayı, disiplinli çalışmayı gerektirir (Eser, 2018, s.9).

Kaizen çalışmalarının de bir bedeli vardır, israfın (mudanın) tamamen kaldırılması anlamında mükemmelliğe ulaşmak kesinlikle olanaksız gözükmektedir (Düren, 2002, s.91). "Çalışanlar hem iş yükünü, üretim maliyetini ve hataları aza indirme hem de müşterilerin ürünlerden beklediklerini artırma süreçlerinin sonsuz olduğunu gözlemlerler. Sıfır stok ile çalışabilme ve aynı anda tüketicinin talebine de cevap verebilme mükemmel olunduğunun bir göstergesidir" (Maraşlı vd, 2016, s.113). Organizasyonda her ne kadar "0 Hata" ile üretim talep edilse de bu şartları sağlamak mümkün olmamaktadır. Sürecin her aşamasında verimlilik hedefleri belirlenmektedir. Hedeflere ulaşılması aşamasında sapma olmaz ise hedef sonraki dönem için yükseltilir. Şayet sapma olursa, bu sapmaya neden olan sebep için kök neden analizi yapılır ve düzeltici faaliyetler tanımlanır ve tamamlanır. Bu hedeflerin takip edilmesi sürecin mükemmelliğini garanti altına almak için yapılan faaliyetlerdir.

2.1.5. Yalın Üretim Yönetim Teknikleri

Toyota üretim sistemi temelde iki konsepte dayanmaktadır: "jidoka" ve "just in time". Bu konseptleri ve bu iki temel sütunun yanında diğer konseptleri de uygulamaya geçirerek her biri yüksek kalite standartlarında müşteri beklenti ve gereksinimlerini karşılayan hızlı ve verimli bir biçimde üretimi amaçlayan geliştirilmiş başka araçlar da mevcuttur (İnce, 2018, s.51).

Yalın üretim teknikleri, kendi bütünü içerisinde incelendiğinden karmaşık bir sistem olarak nitelendirilir. İşletmeler yalın üretim felsefesini üretim yönetimine uygulamaya karar verirse; bazı tekniklerin çoğunu ya da bir tanesini de uygulayabilir. Bu durum gerçekleştirilen üretimin türüne ya da çalışanların sisteme entegrasyon yeteneğiyle ilgili bir süreçtir (Gürsoy, 2020, s.18).

Araştırma kapsamında yalın üretim teknikleri aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir:

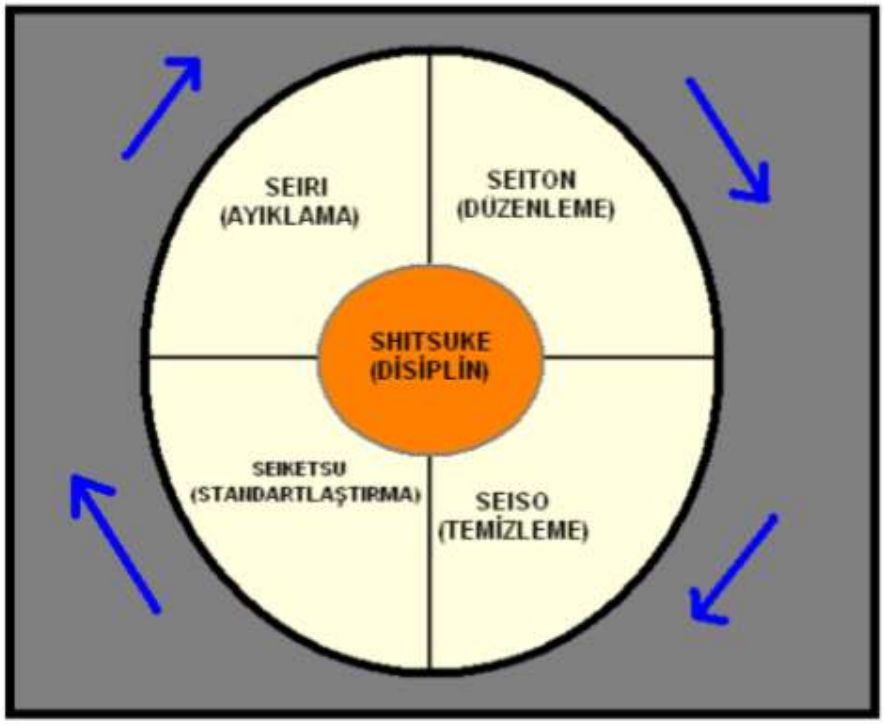
- Çalışma Ortamının Düzenlenmesi_5S
- Kanban Sistemi
- Balık Kılçığı Diyagramı
- Değer Akışı Haritaları
- Süreç Haritaları
- Görsel Yönetim
- Toplam Kalite Yönetimi
- Jidoka (Otonomasyon)
- Poka Yoke
- Üretim Hattı Dengeleme (Heijunka).

2.1.5.1. Çalışma Ortamının Düzenlenmesi_5S

En sık kullanılan yöntemdir. Beş Japonca kelimenin baş harflerinden oluşan “5S” iş yerinde düzenin sağlanması, gereksiz malzeme stokunun önlenmesi, çalışan veriminin artırılması, düzenli ve kolay erişilebilir arşivleme yapılması ve malzeme israfının azaltılması amaçlarını taşımaktadır (Çakırkaya ve Acar, 2016, s. 846). Sürecin kurulumu içinde iyileştirme yapılması için mevcut durumun analizinin yapılması gerekmektedir. Yapılan analizlerin sonucunda gereksiz ve/ya israfa sebep olan konular ortamdan uzaklaştırılır ve bu yapının korunması amaçlanır. Çalışmaların temel prensibi bu şekilde özetlenebilir. 5S yöntemi adını Japonca 5 kelimenin baş harfinden alır. Şekil 2.2’de 5S döngüsü görülmektedir. Bu kelimeler; Seiri (Sınıflandır), Seiton (Sırala), Seiso (Sil-temizleme), Seiketsu (Standartlaştır), Shitsuke (Sürdür-disiplin). 5S’in amaçları; çalışılan ortamı iyileştirmek,

personeller arasındaki iletişimi arttırmak, sıfır arıza, hata ve kaza limitlerini bulmak, katılımın tam olmasını sağlamak, personellerin düşünce sistemlerini ve davranışlarını değiştirerek geliştirmek ve israfları azaltmaktır. Bu kavramlar aşağıda açıklanmıştır (Özveri ve Çakır, 2012, s.31).

- Seiri (sınıflandırma): Süreçte ihtiyaç olanla olmayan birbirinden ayrılır.
- Seiton (Sırala): Süreç içinde gerekli olanlar için belirli yerler tanımlanır.
- Seiso (Sil-temizleme): Çalışma alanının temiz tutularak verimli bir iş alanı haline getirilir.
- Seiketsu (Standartlaştır): İyi bir çalışma alanı sağlandıktan sonra bunun devamlılığının sağlanması tek seferlik bir olay olmasını önlemek için belirli kurallar koyarak kimin ne zaman ne yapması gerektiği belirlenir.
- Shitsuke (Sürdür-disiplin): Daha önce yapılan 5S adımlarının devamlılığını ve kalıcılığını sağlamak için denetim yapılmalıdır."



Şekil 2.2. 5S Döngüsü (Doğan, 2011, s.28).

Hatalar, kusurlar ve olası iş yeri yaralanmalarını önlemek için sınıflandır, düzenle, sil, standartlaştır ve sürdür adımlarından oluşan; israfları yok etmek için yapılan faaliyetler 5S tekniği olarak adlandırılmaktadır (Çevik, 2018, s.14).

En çok kullanılan yöntemin 5S olduğu öngörülmektedir. Bunun sebebi kolay uygulanabilir, maliyeti düşük ve sonucu en çabuk görülebilen bir yöntem olmasıdır. Bir takım çalışması sonucudur. Takımın tüm üyeleri sistemdeki yerini tam olarak kavramalıdır. Bu doğrultuda süreçte iyileştirmeler yapmaya gayret etmelidir. Sistemin sağlıklı işlemesi tüm çalışanların desteği ile mümkün olacaktır. Japon şirketleri 5S'yi, çalışanların kendi özel yaşamlarında ya da iş yaşamlarına dayatılan bir kavram olarak ve örgütsel mükemmellik için bir strateji olarak gördüklerini tespit etmişlerdir. İngiltere ve ABD merkezli şirketler ise 5S'i iş yerinde örgütlenebilmeye bir araç olarak görmektedirler. Bu görüşler, 5S'in yaklaşımını ve nihai faydalarını farklı açılardan tamamlamaktadırlar.

5S, verimli bir çalışma ortamı elde etmek için çalışma alanını temiz, verimli ve güvenli bir şekilde düzenleme konusunda kullanılan bir Japon yöntemidir. 5S, dünya standartlarında statüye layık, sorumlu bir üretici olarak tanınmak isteyen herhangi bir şirket için bir başlangıç noktasıdır (Gürsoy, 2020, s. 22-23).

İşletmelerde 5S uygulamalarının verimli olabilmesi için takım ruhu ile yapılması gerekmektedir. 5S bir fabrikadaki tüm üretim, üretim destek ve ilgili ofis alanlarını ve bu alanlardaki çalışanları kapsar. Başta üretim alanları olmak üzere varsa tesellüm (mal kabul), giriş kalite kontrol, depolar, bakım atölyeleri, kazan, kompresör dairesi, yemekhane, arşiv, fabrika bahçesi gibi birçok alanda uygulanabilir (İnce, 2018, s.65). Her takımda olduğu gibi bu takımlarında liderlerinin olması gerekmektedir. İşletmelerin üst yönetimleri 5S faaliyetlerinin liderliğini üstlenmelidir. Yönetim 5S uygulamalarına yönelik ekiplerinde bilinç oluşturmalıdır. Sistemin sürekli olduğu bilinci oluşturulmalıdır. En temel özellik olarak eğitimler verilmelidir. 5S faaliyetlerine örnek olarak ofisteki masamızın düzenini verebiliriz. Olması gereken materyaller; bilgisayar, telefon vb… masanın üzerinde belirlenen alanlarda olmalıdır. Buna ek olarak 1 adet kişisel eşya masanın üzerinde yer almalıdır. Geri kalan malzemeler bulunması gereken yerlere göre ayrıştırılmalıdır. Bu alanlar çekmeceler, dolaplar veya çöp kovaları gibi düşünülebilir. Bu düzenli yerleşim bizim aradığımız materyalleri; evrakları kolay bulmamızı sağlayacaktır. Üretim kadar geniş düşünmeden kişisel masamızın düzeni ile dahi 5S'in sonuçlarını görebiliriz. 5S'nin sağladığı yararlardan bazıları aşağıda sıralanmaktadır (Doğan, 2011, s. 29):

• Karışıklığın azaltıldığı, güvenliğin arttırıldığı daha temiz bir çalışma alanının oluşturulması,

• Verimlilik artışı için düzenli ve etkin bir çalışma yerinin olması,

• Düzenleyici standartlar ile uyumun teşvik edilip, güçlendirildiği her zaman hazır bir ortama sahip olunması,

• Stok ve malzeme maliyetlerinin azaltılması,

• Çalışma ortamındaki değer alanların yeniden etkin bir şekilde kullanılması ve sabit maliyetlerin azaltılması,

• Çalışanların çalışma alanlarına, organizasyonlarına ve kendilerine olan saygılarının artması.

2.1.5.2. Kanban Sistemi

Yalın yönetimin getirdiği prensiplerden çekme prensibinin bilgi akışını sağlayan sisteme Kanban sistemi denir. Kanban, çalışanların iş istasyonları arasındaki süreçleri kontrol etmesini ve iyileştirmesini gerektiren bir "çekme" malzeme akışı oluşturur. (Gürsoy, 2020, s.19). İtme sisteminde ihtiyaç tam olarak oluşmadan üretim sahasına üretimde kullanılacak malzemelerin gönderilmesini hedefler. Kanban sisteminde ihtiyaçlar doğrultusunda malzeme miktarı duruma göre stok tamamen bittiğinde veya azaldığında sahaya gönderilir. Kanban sisteminde önceki proses, sadece sonraki prosesin çektiği parçaların yerine koymaya yetecek miktarda parça üretmektedir. Bir proseste çalışan işçiler önceki prosese giderek ihtiyacı kadar parçayı çekmektedir. İşçiler bunu sadece parçalara ihtiyaç olduğunda, tam zamanında ve ihtiyaçları miktarında parça alarak yapmaktadırlar. Sistem bir müşteri siparişi ile başlamaktadır. İşte bu sisteme çekme sistemi adı verilmektedir (Doğan, 2011, s.24).

Çekme tipi üretimde, bir sonraki operasyon, ister aynı tesis içinde isterse ayrı bir tesiste olsun, çoğunlukla bir kanban kartı aracılığıyla, hangi malzeme ya da parçanın istendiği, gerekli olan miktar ve ne zaman ve nerede gerekli olduğu hakkında önceki operasyona bilgi sağlar. Müşteri, bir ihtiyaç sinyali verene kadar tedarikçi tarafından hiçbir şey üretilmez, bu itme tipi üretimin tersidir" (Çevik, 2018, s.8).

Tam zamanında üretimin gereklerinden birincisi iş merkezlerinin ne zaman ve ne miktarda parça üretecekleri konusunda bilgi sağlanmasıdır. Geleneksel üretim sistemlerinde bu gereksinim, hazırlanmış iş emirlerinin tüm iş merkezlerine gönderilmesi yolu ile karşılanır. Bu sistem itme sistemi olarak bilinmektedir. İtme geleneksel bir üretim sistemidir. Bir iş, iş istasyonunda kendi sürecini tamamladıktan sonra, bir sonraki işlemin veya depolamanın gerektiği sonraki iş istasyonuna iletilir. Bu sistemde, işin bir iş kartı vardır ve iş kartı aşama aşama sırasına göre transfer edilir. Bu yöntemde, üretim veya talepteki öngörülemeyen değişikliklerden dolayı, işler programdan sapmaya başlar ve süreç içinde stok birikmesine

neden olur. Dolayısıyla stok planlaması yapılırken, kötümse bir şekilde emniyet stoğu seviyesini daha yüksek belirlenebilir(Ayçın, 2018, s.25). Stok seviyesinin yüksek olması stok maliyetinin yüksek olması demek olduğu için tercih edilir bir durum değildir.

İtme üretim kontrol sistemi her iş merkezinin bir sonraki işlemin parçayı ele alıp almayacağını düşünmeksizin parçaları sonraki iş merkezine göndermesi mantığına dayanır. Bu da genellikle stok birikimlerine neden olmaktadır. Buna karşın 1953 yılında Taichi Ohno tarafından Toyota Motor Şirketi'nde Çekme Üretim Kontrol Sistemi, uygulanmaya başlamıştır. Taichi Ohno, Amerika'da yer alan süper marketlerdeki malzeme akışından yararlanarak bu sistemi geliştirmiştir. Kanban ile üretim son etaptaki miktar ile başlatılır. Her ara etaptaki bir sonraki sistem, bir önceki sistemin müşterisidir. Bu şekilde de sistem kendi kendini kontrol edebilen bir mekanizma olarak çalışan bir çevrim halini alır (Demirkır, 2008, s.46).

İki tür kanban uygulanmaktadır. Bunlar çekme kanbanı ve üretim kanbanı olarak sınıflandırılmıştır.

• Çekme kanbanı; (withdrawal kanban), diğeri de "üretim kanbanı" (production kanban)'dır. Çekme kanbanı, montaj hattından başlayarak değişik atölyeler arasında ve nihayet fabrika ile yan sanayiler arasında ürün/parça çekilmesi sırasında kullanılır.

• Üretim kanbanı ise, üretime geç sinyalini verir ve her bir atölyenin ya da yan sanayi firmasının kendi içinde üretimin gerçekleşmesi sırasında kullanılır.

Kanban sisteminin uygulanması aşamasında; siparişler temel alınarak, ihtiyaç miktarlarına göre uygun ebatlarda kanban kutuları tedarik edilir. Uygulamanın bir sonraki aşamasında kutularda yer alan malzemelerin isimlerini ve miktarlarını gösteren kanban kartları hazırlanır. Üretim alanında tanımlanan uygun malzeme alanlarına kanban kutuları yerleştirilir. Üretimdeki ihtiyaçları doğrultusunda malzemeler kullanılır. Kutulardaki malzemeler bittiğinde çalışan kanban kartını kutunun içine atarak, boş kutuların tanımlı olduğu alana yerleştirir. Malzeme lojistiğinden sorumlu çalışan boşalan kutuyu alır, yerine dolu, kanban kartını yerleştirilmiş kutuyu üretim sahasına getirir. Kanbanın kullanılan tüm parça ve ürünlerle birlikte bir yerden başka bir yere hareket etmesi, bu yöntemin her üretim süreci için bir sipariş formu olarak işlev görmesini sağlar (Güzel, 2011, s.38-39).
Fazla üretimi ortadan kaldırması, müşteri talebine cevap verebilmek için gerekli olan esnekliği artırması, küçük partilerde ve geniş ürün çeşitliliğinde üretime elvermesi, karmaşık

olmayan bir satın alma prosesi sunması ve tüm prosesleri bütünleştirerek müşteri ile bağlantılı hale getirmesi Kanban sisteminin organizasyonlara sağladığı yararlardandır (Doğan, 2011, s.38).

2.1.5.3. Balık Kılçığı Diyagramı

Balık kılçığı diyagramı bir sorunu veya hatanın ortaya çıkmasına sebep olan etkenlerin analiz etmeye yarayan bir tekniktir. İlk defa 1953 yılında Kaoru Ishikawa tarafından kullanılmıştır. Sonra da Japonya'da büyük ilgi görmüş ve Japon Endüstri Standartları (JIS) Kalite Kontrol terminolojisine dâhil olmuştur. Herhangi bir problemi doğuran ya da etkileyen sebep ve faktörleri belirlemek amacıyla kullanılan tekniktir. Balık kılçığı diyagramı, problemin nedenlerinin saptanmasına yardımcı olur. İlgililerin katılımıyla yapıldığı için çalışmadaki herkesin nedenler hakkında daha çok bilgi sahibi olmasını sağlar. (MEB, 2014, s.28). Uygulamanın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için farklı düşünce yapılarına sahip bir ekip oluşturulmalıdır. Beyin fırtınası tekniği ile çalışılır. Diyagramda ilk olarak hatanın ismi yazılır. Üretim veya hizmet sektörüne göre sınıflandırma başlıkları değişkenlik gösterebilir.

Balık kılçığı diyagramını oluştururken ana kılçıklar 7M olarak ifade edilir. 7M'i oluşturanlar; Man (insan), Machine (makine), Medium (çevre-ortam), Material (malzeme), Method (yöntem), Management (yönetim), Measurable (ölçülebilir) olarak tanımlanmıştır (Öztürk, 2013, s.379) .

Bir balık kılçığı diyagramını çizmek için;

- Analiz edilen sorun açık bir şekilde tanımlanmalı ve ekip üyelerinin tümü tarafından anlaşıldığından emin olunmalı,
- Sayfanın ortasına soldan sağa, sağ tarafta kutu içinde sonuç (sorun) yer alacak şekilde ana kılçık çizilir. Sonuca etki eden farklı kategoriler bu ana kılçık üzerine, yine kutu içinde olacak şekilde çizilir. Belirlenen diğer sebepler küçük kılçıklar olarak temel kılçıklara eklenir,
- Beyin fırtınası yöntemi kullanılarak sebepler bulunur.
- Sebeplerin kısa ve özlü tanımlar haline getirilmesi önemlidir. Sebeplerin belli bir kategori içinde diyagrama yerleştirilmesi ve sıralanması sorunun net bir şekilde görülmesine yardımcı olacaktır,
- İlk kılçıktan başlayarak sebepler eklenir ve diğer kılçığa geçilir. Her kılçık veya sebep birçok alt kılçıklara sahip olabilir. Sebepler ve alt sebepler sıralanırken "Bu niçin oldu?" veya "Buna sebep olan nedir?" türü sorular sorulmalıdır (Bağışlar, 2006, s. 28).

2.1.5.4. Değer Akışı Haritaları

Yalın düşüncenin ilk prensibi değeri belirlemek ve o değere ulaşabilmektir. Bu değere ulaşılmasını sağlamak için gerekli faaliyetlerin doğru şekilde tanımlanması gerekmektedir. Değer akış haritalama işlemi ile israf, atık ve tekrar işleme maliyetlerinde ve bu faaliyetlere ilişkin kayıt tutma ihtiyacında da önemli derecede azalma olacaktır. Maliyetlerde azalış ve kalite de önemli ölçüde iyileşme sağlanacaktır (Özçelik ve Ertürk, 2012, s.18).

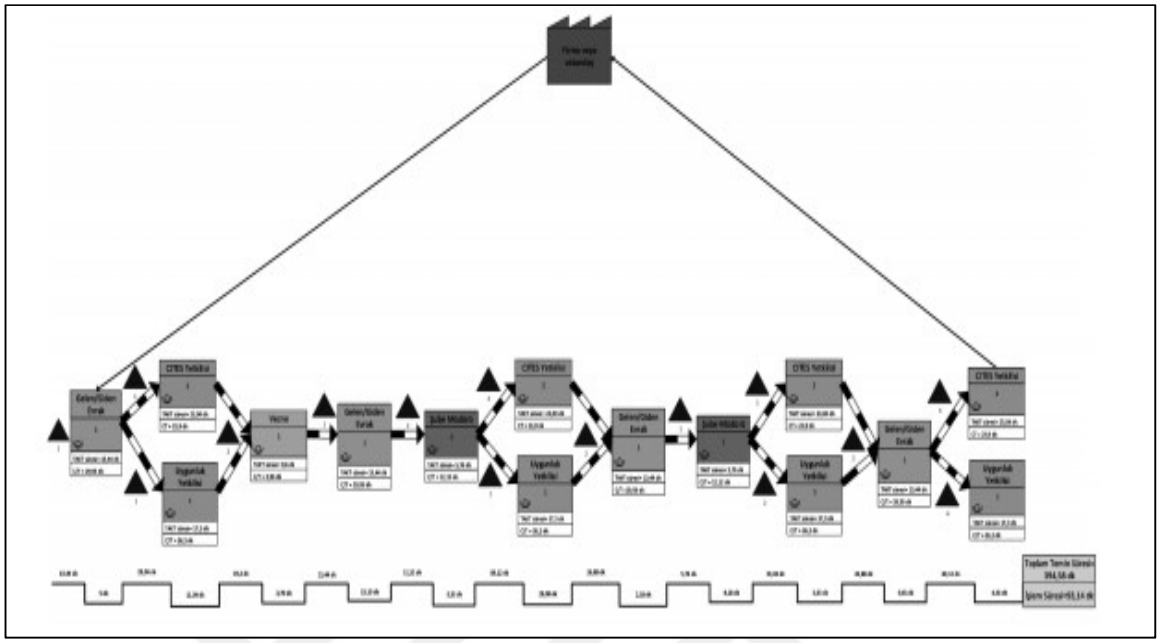
Müşterinin bedel ödeme konusundaki isteği değer ile doğrudan orantılıdır. Müşteri ihtiyaç ve taleplerini en iyi şekilde karşılayan mal ya da hizmete karşı ekonomik bir karşılık vermeye hazırdır. Müşterinin bakış açısına uygun üretim faaliyetlerini devam ettirmek işletmelerin uzun ömürlü olmaları için önemlidir. Bu nedenle işletmeler için temel olarak önemli ve üstünde durulması gereken yer değer yaratmaktır (Aykül, 2018, s.51).

Bir işletmede yalın üretim sistemine geçişin ilk adımı, ürüne değer katan ve katmayan süreçlerin ortaya çıkarılmasıdır. Ardından, değer akış içerisinde bulunan değer katmayan faaliyetler ortadan kaldırılmalıdır (Womack ve Jones, 2003, s.17).

Değer akışları incelendiğinde değer yaratmayan aktivitelerin yani israfın, zamanın ve kaynakların çoğunu tükettiği görülür. Bu israfların yok edilmesi zaman ve maliyet boyutunda köklü iyileşmeleri getirecektir. Değer tanımlanıp değer akışındaki israflar ayıklandıktan sonra geride kalan değer yaratan aşamaların art arda sürekli akış halinde gerçekleştirilmesini sağlamak yalın düşüncenin bir diğer ilkesi ve önemli boyutta tasarruf potansiyeli taşıyan aşamasıdır (Balcı, 2018, s.47).

Değer akışı diyagramlarında yapılan faaliyetlerinin süreleri de belirtilir. Değer akış haritalamasının amacı son ürüne veya hizmete ulaşmak için değere ulaşma aşamalarında yeralan tüm katma değerli ve katma değersiz faaliyetlerin görselleştirilmesini sağlamaktır. Burada katma değersiz olarak belirtilen faaliyetler israfı oluşturmaktadır.

Değer akışı diyagramlarında katma değersiz iş adımlarının ortadan kaldırılması hedeflenir. Uygulama yöntemi olarak akışta verilen süreler temel alınarak harekete başlanabilir. En yüksek süreli istasyon süreçteki dar boğaz noktasına oluşturmaktadır. Dar boğaz yaratan noktalar analize başlangıç noktalarını oluşturmaktadır. Bu tür istasyonlarda makine kapasitesinde, işyükü ve/ya iş gücü miktarında uygun olmayan bir dağılım bulunmaktadır. Amaç süreçteki tüm gereksiz akışların ortadan kaldırılmasıdır. Ancak bazı koşullarda bu mümkün olamamaktadır. Kaizen prensibi ile iyileştirmeler tamamlandıktan sonra, yeniden akış haritaları çıkarılabilir. Yapılabilecek iyileştirmelerin sonu yoktur. Şekil 2.3'de örnek değer akış diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.3. Değer Akışı Örneği (Ömürgönülşen, M.,Çatman, R.,2018, s.59).

2.1.5.5. Süreç Haritaları

Günümüzde işletmelerin kademelerindeki yöneticileri, firmalarının sahip olduğu süreçleri ile ilgili birçok problemle karşılaşmaktadırlar. Bu problemlerin klasik yönetim anayışı le çözmenin zorluğu, süreçlere odaklı bir yönetim anlayışının ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (Ayçın, 2016, s.42).

Melton'a (2005) göre yalın üretimin işletmelerde uygulanabilir olması için kullanılan yalın üretim teknikleri arasında Süreç Akış Şemaları, 5N, 5S, Risk Değerlendirmesi, Kaizen, Kanban, PokaYoke, Tek Haneli Sürelerde Kalıp Değiştirme (SMED) ve Değer Akış Haritalama yer almaktadır. Bu yöntemler, yalın üretim felsefesinin işletmede yerleşmesini kolaylaştırırken, aynı zamanda kalıcı hale gelmesini de sağlamaktadır. Bu araçların, üretim süreçlerindeki israfı elimine ettiği düşünülmektedir. Bu araçlardan Değer Akış Haritalama, katma değerli veya katma değersiz bütün süreç adımlarını bu adımların analiz edilmesini sağlar (Ömürgönülşen ve Çatman, 2018, s.48).

Süreç haritaları yardımı ile tekrar eden işlerin nasıl yapıldığını görebilme, daha hızlı şekilde kavranmasını sağlama ve iyileştirme yapılabilecek noktaların tespit edilebilmesine destek sağlar.

Süreç yönetiminde, koyulan hedefleri gerçekleştirmek ve bahsedilen amaçlara ulaşmak için yapılması gerekenler şu şekildedir (Ayçın, 2016, s.42).

- Büyük ve önemli faaliyetlerin dokümantasyonu sağlanmalıdır.

- Müşteriler ile kilit ve önemli aktiviteler arasında yatay bağlantılar aracılığıyla bir odak yaratılmalıdır.
- Süreç yönetimi sistemleri, tutarlılık ve kalite performansının tekrarlanabilirliğini sağlamak için yazılı prosedürlere dayanmalıdır.
- Süreç yönetimi, her sürecin belirlenen hedefler doğrultusunda performansını değerlendirebilecek ve kurumsal hedefleri karşılayabilecek ölçümlere dayanmalıdır.
- Süreç yönetimi, problem çözmek ve fayda sağlamak için sürekli olan bir yaklaşıma dayandırılmalıdır.
- Üst düzeyde rekabet edebilmek ve başarıya ulaşmak için gerekli olan en iyi yöntemler belirlenmeli ve uygulanmalıdır.

2.1.5.6. Görsel Yönetim

Görsel yönetim ve/veya görsel kontrol ya da bir bakışta yönetim olarak da bilinen bu yöntem, yönetimin ve işçilerin bir bakışta yanlış giden bir şeyler olup olmadığını anlamalarını, eğer yanlış bir durum söz konusuysa ne gibi önlemler alınması gerektiğini belirtmelerini sağlayacak şekilde çalışma alanının düzenlenmesini esas alan bir yöntemdir (Doğan, 2011, s.29). En çok kullanılan görsel yönetim aracı andonlardır. Andonlar ışıklı görsel yönetim araçlarına örnek gösterilebilir. Andon tabloları anlık üretim durumu, çevrim zamanını, hedef miktarı, hangi vardiyada olduğu bilgisini, saat/ tarih bilgisini, hedef miktara göre kaç adet geride veya ileride olduğunu gösterir. Andon tablolarının desteği ile birlikte güncel duruma göre hedefe ulaşabilmek için hızlı aksiyon alınır.

Yalın üretimde kullanılan çoğu araç gibi görsel yönetim araçları üretim sektörü için geliştirilmiş, sonraki aşamada hizmet sektörüne adapte edilmiştir. Bu araç iletişimi geliştirmek, müşterilere ışık ve işaretler aracılığı ile faydalı bilgiler vermek için etkilidir.

Bir sürecin yürütülmesine yardımcı olan diğer yalın görsel araçlar arasında Andon panoları gibi durum göstergeleri (üretimin mevcut durumu ve ortaya çıkan sorunlar hakkında bilgi veren aydınlatılmış tavan üstü göstergeler) yer almaktadır. İngiltere'nin Derby adlı yerleşim merkezinde bulunan Toyota fabrikasında üretim hattının yanında bir kablo bulunmaktadır. Bu Andon kablosu, bir operatör tarafından çekildiğinde ekranı aydınlatır ve istasyonlarına özgü bir sinyal çalar (Gürsoy, 2020, s.29).

Görsel göstergeler için andon tablolarının kullanımı örnek verebiliriz. Bankalarda görsel kontrol yöntemi uygulanmaktadır. Müşteriler işlemlere göre sıra numarası alır ve sırasını

ekrandan takip edebilmektedir. Kaç kişi beklemesi gerektiğini ve hangi veznede işlem yaptıracağını görsel panolar yardımı ile takip edebilir.

2.1.5.7. Toplam Kalite Yönetimi

Kalite kavramı sektörlere ve ihtiyaçlara göre değişkenlik göstermektedir. Bu sebeple tüm sektörler tarafından kabul edilen bir kalite kavramı bulunmamaktadır. Genel anlamda kalite ürün veya hizmetin müşteri tarafından kabul edilirlik ölçüsü olarak değerlendirilebilir. Kaliteli bir ürün ya da hizmet, müşteri beklentilerini karşılayan veya onları ileriye götürendir (Akdağ, 2005, s.160). Kalite için belirlenen kavramlar genel olarak sürecin çıktısını kapsamaktadır. Sadece ürüne odaklı bir kalite anlayışı ile sürecin kontrol altında yönetilmesi sağlanamamaktadır. Her aşamada kalitenin uygulanması gerekliliğinden ilk olarak Henry Ford 1926 yılında bahsetmiştir. O zamanki koşullarda ham madde kaynaklarının fazla olması ve sadece ürüne yönelik bir algıya sahip olunması Toplam Kalite Yönetimi yaklaşımı ilgi görmemiştir. 2. Dünya savaşından çıkan Japonya, yeniden yapılanma döneminde sanayide öncü olarak Amerika'da varolan üretim yönetimi yaklaşımlarını incelemeye başlamıştır. Japonlar 1950 yıllarında Toplam kalite yönetimi anlayışı ile tanışmıştır.

Toplam Kalite Yönetimi için çeşitli tanımlar yapılmıştır. Bu tanımlar Crosby (1979), kaliteyi gereksinimlere uygunluk olarak tanımlayarak, toplam kalite yönetiminin verimlilik ve kârlılığı artıracağını savunmuştur. Ayrıca kalitenin tepe yönetiminin sorumluluğunda olduğunu vurgulamıştır. Ishikawa'ya göre (1985) toplam kalite, tüm çalışanları, bütün süreçler ile bu süreçlerdeki işleri ve ürün yaşam döngüsünü tanımlar. Ishikawa firma üst yönetiminin toplam kalite yönetimine liderlik etmesi gerektiğini vurgulamıştır. Deming (1986), kalitenin verimlilik ve rekabet gücünü artıran bir unsur olduğunu ve istatistiksel olarak ölçülebilir olduğunu vurgulamıştır. Değişimin yöneticilerden başlayarak, bir organizasyon kültürü oluşturana kadar devam etmesi gerektiğini savunmuştur. Taguchi (1986), kaliteyi ürünün sevkiyatından sonra tüketicide yaratacağı en küçük zarar olarak tanımlamıştır ve sıfır hatanın bile yetersiz olabileceğini savunulmuştur. Kalitenin ürünün tasarım aşamasından itibaren belirlenmesinin gerekli olduğunu vurgulamıştır. Juran (1988), kaliteyi kullanıma uygunluk olarak tanımlamıştır. Kalitenin yaratıcılığı destekleyen süreçler yardımıyla, kalıcı sorunları önleyen bir olgu olduğunu vurgulamıştır. Feigenbaum (1991), toplam kalitenin bir yönetim felsefesi olduğunu ve firma çalışanlarının bu felsefeye bağlığının mutlak olması gerektiğini savunmaktadır (Ayçın, 2016, s.21-22) .

Toplam Kalite Yönetimi (TKY), işletmenin her aşamasını kapsamaktadır. Diğer Yalın üretim araçlarının aksine bir sistemdir. Üst yönetimin sorumluluğundan başlayarak, tüm çalışanların katılımı gerekmektedir.

TKY'deki "T", tüm çalışanların (toplam) katılımını, yapılan işlerin tüm yönlerini, müşterilerin (iç ve dış müşteri) ve üretilen ürün ya da hizmetlerin tamamını kapsarken; "K", kaliteyi yani müşterilerin bugünkü ve gelecekteki beklentilerini, ihtiyaçlarını tam zamanında karşılayan ürün ve hizmetler sunmayı ifade etmekte; "Y" ise, yönetimin her konuda çalışanlara liderlik yapması, çalışanlara örnek olması ve işletme çapında katılımcı yönetimin sağlanması anlamına gelmektedir (Serin ve Aytekin, 2009, s.86).

TKY sistemi işletmelerde kurulduktan sonra, Deming Çevrimi veya daha çok bilinen adı ile PUKÖ döngüsü ile sürekliliği sağlanabilir. Yalın düşünce özellikle Deming' in PUKÖ döngüsü ile birlikte kullanıldığında belirgin değer zinciri elde etmeye ve değer akışını geliştirmeye yardımcı olur. Bu yüzden aktif öğrenme ile birleşim sağlandığında, yalın düşünce ve sistem yaklaşımının organizasyonların çevresel koşullarla mücadelesinde verimli sonuçlar verebileceği kanıtlanmıştır (Güzel, 2011, s.41).

PUKÖ döngüsü adını yapılan iş adımlarının ilk harflerinden almaktadır. Bunlar sırasıyla; planla, uygula, kontrol et ve önlem al kelimeleridir. Uygulamayı ilk Edward Deming geliştirmiştir. Uygulamada ilk olarak problem tanımlanır, konu ile ilgili veri toplanır ve yapılacak sürecin planlaması yapılır. İkinci aşamada planlar uygulanır. Üçüncü aşamada planının beklenilen çıktıya ulaşıp, ulaşmadığı konrol edilir. Son aşamada planın beklentilere ulaşması için gerekli önlemlerin alındığı ve uygulamanın garanti altına alındığını gösteren adımdır. Süreçteki dört aşama tamamlandıktan sonra döngü yeniden başlayacaktır. Bu yöntem ile hem sürekli iyileştirme hem de TKY'nin uygulanması sağlanabilmektedir. Günümüzde, toplam kalite yönetimi, şirketlerin yerel ve uluslararası pazarlardaki büyümesi ve başarısı için çok önemli bir faktördür. Toplam kalite yönetimini uygulamak, şirketlerin pazar payını arttırmaya ve böylece rekabet kapasitelerini arttırmaya yardımcı olur (Bolatan vd., 2016, s.747).

yalın üretim, daha düşük envanter, daha yüksek kalite ve daha kısa işlem süresi gibi daha iyi operasyonel performansa yol açmakta ve bu da finansal performansı artıracaktır. Ancak, üretim hattında kesinti olmamasını sağlamak için üretim süreci istikrarlı ve öngörülebilir olmalıdır; bu nedenle, TKY'nin uygulanması yalın üretimi uygulamadan önce ilk adımdır (Gürsoy, 2020, s.46).

2.1.5.8. Jidoka (Otonomasyon)

Jidoka, otomasyona insan eli değmesi, otomasyon ise üretimde makinelerin kullanılmasıdır. Otonomasyondan beklenen üretim esnasında makinenin hatayı bularak, hataya devam edip arızalı üretim yapmaktansa işlemi durdurmasıdır (Erdoğan vd., 2006, s.197).

Jidoka uygulamasının geçmişi Toyota'nın tekstil işletmesi dönemine dayanmaktadır. Jidoka kavramı, 1900'lü yılların başında Sakichi Toyoda –Toyota Grubunun Kurucusu herhangi bir iplik koptuğunda otomatik olarak duran bir tekstil dokuma tezgâhı keşf etmesiyle ortaya çıkmıştır. Toyoda'nın bu buluşu, bir operatörün birçok makineyi denetim altında tutabilmesine imkân sağlamıştır. Jidoka, problemlerin nedenine dikkat çeker, çünkü problemin ilk ortaya çıkışında iş derhâl durur. Bu, hataların temel nedenlerini ortadan kaldırarak, kaliteyi oluşturan iyileştirmelerin yapılmasına rehberlik eder. Jidoka, bu nedenle otomasyon olarak da adlandırılır. İnsan zekâsına sahip otomasyon, sisteme iyi parça ile hatalı parçayı ayırt etme yeteneğini verir. Bu durumda bir operatör, birden çok makineyi kontrol altında tutabilir (Ağın, 2020, s.72).

Sorunlu kumaş üretildiğinde şayet bu hatayı operatör tespit ederse operatöre hattı durdurma yetkisi verilmiştir. Bu şekilde sonradan oluşacak hatalı ürünlerin, kaynak kullanımı israfının önüne geçilebilmektedir. Toyota otomotiv üretimi sırasında hatalı bir üretimi tespit ettiği anda, operatöre makinayı veya hattı durdurma yetkisi vermiştir. Bu yetki Toyota üretim sistemi için en temel özelliklerin başında gelmektedir. İsrafın önlenmesine ek olarak Tam zamanında, sıfır hata üretim yapabilme özelliklerini de desteklemektedir.

Yalın üretimde çalışanın tam katılımı istenmektedir. Takım ruhu jidokada çok önemlidir ve performansın arttırılmasına yönelik kontrollerin devamlı yapılması gereklidir (Özçelik ve Cinoğlu, 2013, s. 85). Jidoka felsefesi ile çalışanların yetkilerinin artırılması sağlanmıştır. Sorumluluk artışı ile operatörler kendini sistemin parçası olarak görebilmekte, bunun sonucunda sürecin doğru ilerlemesi için daha fazla katkı sağlayabilmektedir.

2.1.5.9. Poka Yoke

Yalın üretim tekniği olan "Poka-yoke, Japonca bir kavram olup Poka (tesadüfi hata) ve Yoke (sakınma, azaltma) kelimelerinden oluşmakta ve hatadan sakınma anlamında bir arada kullanılmaktadır" (Zerenler ve Karaboğa, 2014, s.266). Poka- Yoke uygulamaları ile ilgili temel amaç kusurlu parçanın üretim esnasında tespit edilerek, bir sonraki adıma geçmesini engellemektir. Kalite yönetim sistemlerinde önleyici faaliyet olarak tanımlanan uygulamaların üretimdeki örneklerini oluşturabilir.

Poka-Yoke yöntemi 1961 yılında Toyota Motor Şirketinde bir mühendis olarak çalışırken Shigeo Shingo tarafından ortaya atılmıştır. Poka-Yoke'nin kusurları azaltmak veya önlemek için durdurma, kontrol ve uyarı olmak üzere üç temel işlevi vardır: (Dudek ve Szewieczek, 2009, s.97).

Poka yoke uygulamaları çoğunlukla üretim yapan işletmelerde görülmektedir. Örnek olarak; bant akış sisteminde kontrol amaçlı sensörleri verebiliriz. Parça banttan çıktığında veya hiç olmadığında sensörler devreye girerek programlama doğrultusunda sistemin durdurulmasını veya alarm gibi yöntemler ile durdurulmasını sağlar. Bir diğer en çok kullanılan yöntem ise montaj şablonlarıdır. Tolerans değerleri dar olan ve bir sonraki parça ile tolerans bindirmesi riski olan parçalar gibi hassas montaj gerektiren parçalar için montaj şablonları yapılır. Bu şekilde doğru montajın yapılması sağlanır.

Poka Yoke teknikleri çalışanlar tarafından geliştirildiği için çok düşük maliyetlidirler. Fakat beklenenden daha etkin çözümler getirirler. Hatasız üretim amaçlı bu çalışmalar, üretim sonrası kalite kontrolü de ortadan kaldırırlar ve sorun çıktığında da uyarı verirler (Bırakmaz, 2013, s.15).

2.1.5.10. Üretim Hattı Dengeleme (Heijunka)

Heijunka kelimesi Japonca'da seviyelendirme anlamına gelmektedir. Yalın Üretimde siparişler doğrultusunda üretimin seviyelendirilmesi anlamına gelmektedir. Basitçe "seviyelendirme" olarakta adlandırabilir. Heijunka üretimi düzgünleştirerek üretimdeki kaynakları daha etkin kullanarak Değer zincirini verimli hale getirmeyi amaçlar (İnce, 2018, s.59).

Talep değişikliklerine hazırlıklı olmak ve bunu stok birikmelerine yol açmadan üretimle senkronize edebilmek, yalın üretim işletmelerinde Heijunka tekniği kullanılarak mümkün olmaktadır (Çevik, 2018, s.12).

Heijunka sistemine göre; bir döneme ait talep hacmi alınır ve bu talepler her gün aynı miktarda ve aynı ürün çeşidi ile yapılacak şekilde düzenlenir.

- Talebin istenen zamanda yapılabilme esnekliği, Her üründen azar azar üretim yapıldığı için müşteri beklemesini azaltır, erişebilirlik sağlar.
- Acele etmeden üretim yapıldığı için hata oranları düşer, firelerde azalmalar olur,
- Talepler dengelenir, öngörülebilirlik artar.
- Müşteri talebi kadar üretim yapıldığı için stok ve depolama maliyeti azalır. Satılmayan ürün riski azalır.

- Aynı hatta birden fazla ürün veya model monte edilebilir bu da toplam hat sayısını ve alanını azaltır.
- Makine ve iş gücü dengeli kullanılır, israflar azalır.
- Üretim sistemini verimli ve esnek hale getirir, zamanı iyi değerlendirmeyi sağlar ve çalışanlara aşırı yük binmesini engeller (Ohno, 1988).

İşletmeler üretim sürecini yürütürken talep dalgalanmaları oluşabilmekte, bu dalgalanmanın stokların artmasına neden olmamasını; fabrika alanının azalmasına ve ek mesailere gerek duyulmamasını sağlayan uygulama "Heijunka" olarak adlandırılmaktadır. "Heijunka" aynı üretim hattında farklı ürün çeşitlerini barındırmakta ve karışık yüklemeye izin vermektedir (İşler ve Güner, 2014, s. 261).

Heijunka, parti üretimini ortadan kaldırır. Üretimin müşterinin istediklerini verimli olarak karşılanmasını mümkün kılar (İnce, 2018, s.59). Dengeli üretim yani Heijunka ile birlikte çevrim sürelerine uyumlu bir üretim planlaması yapılır.

2.2. KISITLAR TEORİSİ (TOC)

2.2.1.Kısıt Kavramı

Kısıtlar Teorisinin daha iyi anlayabilmesi için öncelikli olarak kısıt kavramının tanımlanması gerekir. Kısıtlar Teorisinin odak noktası sistemi sürekli geliştirmedir. Sistem zincir şeklinde birbirine bağlı ve aynı hedefi gerçekleştirmeyi amaçlayan süreçler olarak tanımlanmaktadır. Bu süreçler içerisindeki en zayıf halka ise kısıt olarak kabul edilmektedir (Nergis, 2018, s.24) Diğer bir kısıt tanımında ise;.kısıtlar karşılaşılan ve çözülmesi gereken her türlü sorun olarak tanımlanabilir (Taşçı, 2005, s. 73-74). Bir kısıt, kuruluşun uğraştığı iş kolundan daha fazla kazanmasını sınırlayan herhangi bir faktör şeklinde ifade edilebilmektedir (Ceylan Alpar, 2018, s.30). Kısıt tanımları incelendiğinde tanımlardan ulaşılan ortak sonuç kısıtların İşletmelerin hareketlerini yavaşlatan, nihayetinde sorun yaratan kapsamları ifade etmesidir. Kısıtlar İşletmelerin faaliyet alanlarına göre değişkenlik göstermektedir. Organizasyondaki kısıtların %99'u politik kısıtlardır (Erel, 2019, s.5).

2.2.2.Kısıtlar Teorisi

Kısıtlar Teorisi Dr. Eliyahu M. Goldratt'ın The Goal adlı kitabında anlatılan yeni nesil yönetim felsefelerinden birisidir. Her süreçte en az bir tane kısıt vardır. Süreçlerin hızını bu kısıtlar belirlemektedir. Tollington ve Ruhl gibi öncülere göre ana görüş, kısıtların bir kuruluşun performansını belirlediği ve her sistemin en az bir tane kısıta sahip olduğudur (Kaygusuz, 2005, s.134). Kısıtlar Teorisinin ortaya çıkışı 1970'lere dayanmaktadır. Teorinin tanınması Dr. Goldratt'ın 1984 yılında The Goal adlı kitabının yayınlanması ile gerçekleşmiştir.

Ham madde, işgücü ve sermaye literatürde temel işletme girdileri olarak kabul edilir. Son yıllardaki değişimle bu girdiler arasında zaman kavramı da girdiler arasında yerini almıştır. Kalite yönetimi, üretim performansı, kalite, verim gibi konuların tam merkezinde zaman kavramı yer almaktadır. Zaman her iki taraf için de stratejik önem arz etmektedir. Hem satıcı hem de alıcı zamanın belirleyici olduğunu kabul etmektedir.

İşletme verimliliğinin sağlanabilmesi zamanı düzgün kullanmayla sağlanabilmektedir. Nitekim bu sayede daha kısa zamanda üretim ve teslimat yapılabilecektir. Bunun sonucunda müşteri sadakati sağlanacaktır. Rekabet gücü artmış olacaktır (Aydın, 2018, s.14).

Kısıtlar Teorisi, Dar boğaz Teorisi olarak da bilinmektedir. Dar boğaz Teorisi olarak da adlandırılan Kısıtlar Teorisi, Altı Sigma'ya benzer ve tamamlayıcı özellikler taşıyan bir

yaklaşımdır. Teori Eliyahu Goldratt ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Filiz, 2008, s.182). Otomotiv sektöründeki üretim süreçlerine bakıldığında çoğunlukla dar boğazın boyahane süreçlerinde olduğu gözlemlenmiştir. Diğer süreçler incelendiğinde, iskelet- kaynak, boyahane, montaj ve son kontrol süreçlerinden oluştuğu görülmektedir. Sırasıyla incelenecek olursa; iskelet-kaynak sürecinde kaynak yöntemi değiştirilebilir, çalışan sayısı artırılabilir, montaj süreçlerinde eksik doğrultusunda ekipman, işgücü dengelemesi yapılabilir. Son kontrolde iş gücü kapasitesi artırılabilir. Ancak boyahanede, astar, boya ve kürlenme aşamaları belirli bir sürenin altına düşürülememektedir. Üretim planlamaları boyahane süreci temel alınarak yapılmaktadır.

Goldratt, 1984 yılında yazdığı "The Goal" adlı kitaptan sonra, Kısıtlar Teorisi felsefesinin daha iyi anlaşılması ve tanınması amacıyla konuyla ilgili birçok kitap yazmıştır. Bunlara örnek olarak, proje yönetimindeki kısıtları ve bu kısıtların proje yönetimi çerçevesinde nasıl yönetileceğini ele aldığı "The Critical Chain (1997)", işletme yönetiminin aldığı kararlar neticesinde ortaya çıkan kısıtların tanımlanmasına yönelik olarak yazılan "The Haystack Syndrome (1990)", Kısıtlar Teorisi'nin temel alındığı düşünme süreci ve bu süreçle ilgili olarak sürecin adımları ile süreçte kullanılacak araçların anlatıldığı ve "The Goal-Amaç (1984)" kitabının bir devamı niteliğinde olan "It's Not Luck (1994)" ve son olarak imalât işletmelerindeki stok ve lojistik yönetiminin ele alındığı "The Race (1986)" adlı kitabı örnek olarak verilebilir (Ertan, 2014, s.5).

Kısıtlar teorisinin sistem kısıtlarına odaklanıp, ortadan kaldırarak fırsatlara çevirmesi ve performans arttırıcı özelliği, teorinin iş dünyasında karşılaşılan birçok problemin çözümünde tercih edilen bir yöntem olmasını sağlamıştır. Kısıtlar teorisine göre kısıt pozitiftir. Kısıtlar sistem performansını belirtir ve sistemin kısıtlarının sona erdirilmesiyle sistem performansı artar. (Akman ve Karakoç, 2005, s.103-121).

2.2.2.1.Kısıtlar Teorisinin Amaç Kitabında Anlatımı

Dr. Goldratt The Goal kitabında bir işletmeyi ve bu işletmenin yöneticisinin hayatını temel alarak bir hikâye ile Kısıtlar Teorisini açıklamak istemiştir. Kitap Bay Alex Rogo'nun fabrika müdürlüğünü yaptığı bir işletmenin hikâyesini anlatmaktadır. Bay Rogo kitapta adı geçen şirketin müdürü olmasının yanı sıra evli ve iki çocuk babasıdır. Hikâye bir siparişin zamanında müşteriye teslim edilememesiyle başlamaktadır. Sipariş bazlı çalışılan işletmelerin tümünde en önemli parametre siparişin zamanında karşılanmasıdır. Problem tanımlanmıştır. Kök neden arayışına gidilmeden, suçun arayışına gidilmiştir. İlk suçlu

ustabaşı, sonraki aşamada üretim müdürü Bay Donovan olarak karar verilmiştir. Ancak bu suçlu arayışında asıl probleme odaklanmama sorunu tekrar devreye girmiştir. Bu sorun ile kısıtlar teorisine dikkat çekilmesi sağlanmaktadır. Hikâye de kısıtlar zaman, nitelikli iş gücü ve arızalar sebebiyle ekipmandır. Ekipmanın tedariği, acemi çalışanın yaptığı hatalar ve fazla mesaiye rağmen siparişin sevkiyatı gün içerisinde gerçekleşmemiştir. Hatanın faturası fabrika yöneticisi olan Bay Rogo'ya kesilmiştir. Bay Rogo'ya 3 ay gibi bir zamanda fabrikanın düzeltilmesi gibi bir süre tanınmıştır. Bu noktada zaman kısıtı tekrar devreye girmiştir.

Bay Rogo'nun fabrika yönetim anlayışı gelenekselci bir yapıdır. Tüm tezgâhlar tam kapasite çalışmalıdır. Tüm çalışanlar boşta kalmadan çalışmaya devam etmelidir. Verimlilik anlayışı olarak tam kapasite çalışmayı öngörmektedir. Bu sebeple tüm kaynaklar – ona göre verimli-kullanılırken gecikmelerin sebebi ekipman, işgücü eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Rogo'nun bu kısıtlı süresinde şirketin maddi durumu kötü olduğu için sermaye de ilave bir kısıt olarak devreye girmektedir. Bu sebeple yeni bir ekipman veya çalışan alınamamaktadır. Bay Rogo bu sıkıntıları konusunda Bay Jonah ile iletişime geçmektedir. Bay Jonah yenilikçi üretim yaklaşımlarına işaret etmektedir. Burada üretkenlik, hat dengeleme, akım-fayda ve dar boğaz kavramları devreye girmektedir.

Üretim sahasında her zaman uygun değer koşulların sağlanması ne yazık ki mümkün olamamaktadır. Sipariş dalgalanmaları, öngörülmeyen sorunlar ortaya çıkmaktadır. Tüm koşulları sağlasa da bazen sistemleri kısıtlayan, bazı etkenlerin olduğuna dikkat çekilmiştir. Bunlar da imalâtta dar boğaz noktalarını oluşturmaktadır. Dar boğazlar sistemlerin en zayıf halkalarını oluşturmaktadır. Darboğaz felsefesini açıklamak adına; Bay Rogo'nun oğlunun izci grubunun yürüyüş temposu temel alarak örnekleme yoluna gidilmiştir. Yürüyüşün hızını yükü en fazla olanlar ve en yavaş yürüyen çocuk belirlemektedir. Ekibin hızını artırabilmek adına ilk olarak çocukların çantalarındaki yükler dağıtılmıştır. Üretimde ise benzer uygulamalar ile dar boğazlar ortadan kaldırılabilir. İlk aşamada dar boğaza sebep olan tezgâh, istasyon vb belirlenmelidir. İkinci aşamada bu alandaki yüklerin hafifletilmesi gerekmektedir. Yeni iş dağılımları yapıldığında başka bir tezgâhın, istasyonun vb… üretim süresinin fazla olduğu görülecektir. Bu yeni kısıtı oluşturacaktır. Kısıtlar Teorisi genel anlamda; sorunu tespit et, kısıt olacak etmenleri ayıkla ve kaldır ve ihtiyaç olursa yeni kısıt olacak kapsam için çalışmaların tekrarlanmasını anlatan teoriye verilen isimdir. Süreç dar boğaz yaratan tezgâh veya istasyon kadar hızlıdır.

2.2.3.Kısıtlar Teorisinin Tarihsel Gelişimi

Kısıtlar Teorisi Dr. Goldratt'ın 1984 yılında yayınladığı The Goal kitabı ile tanınmıştır. Her ne kadar teori bu tarihten itibaren tanınıyor olsa da teorinin ortaya çıkışı daha eski tarihlere dayanmaktadır. Kısıtlar Teorisinin tarihsel gelişimi Şekil 2.4'da verilmiştir. Teoriye yönelik ilk araştırmayı 1963 yılında Alman Ekonomist Wolfgang Mewes'in Power- Oriented Management Theory adlı yayınlarında bahsedilmektedir. Yazar daha sonraki süreçte Energo-Kybernetic System isimli yayınlarında teoriden bahsetmiştir. 1970'lerin sonlarına kadar Bay Mewes'in araştırması tekrar gündeme gelmemiştir. Kısıtlar Teorisinin tarihsel değerlendirmesini daha iyi anlamak için değerlendirmesini beş dönem halinde ayırmanın yararlı olabileceğini belirtilmiştir (Akkaya, 2015, s.7);

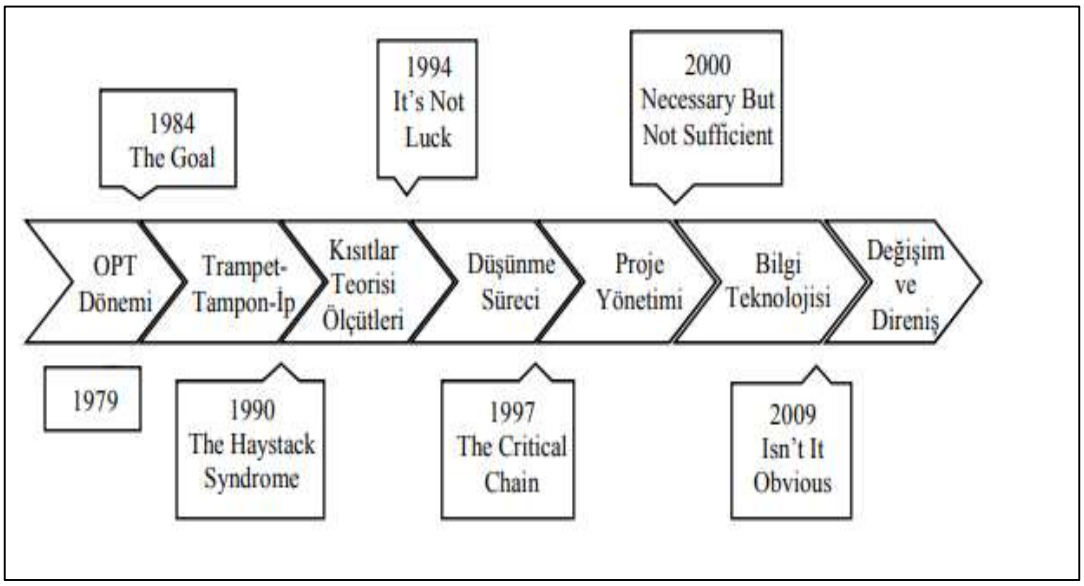
• Optimize üretim teknolojisi dönemi,

• Amaç dönemi,

• Haystack sendromu dönemi,

• It's not luck dönemi

• Kritik zincir dönemi



Şekil 2.4. Kısıtlar Teorisi Gelişimi (Akkaya. 2015, s.7)

Kısıtlar Teorisi çoğu üretim felsefesinin aksine ihtiyaçtan dolayı tekrar gündeme gelmiştir. Goldratt'ın bir komşusu, fizikçi olan Goldratt'tan, üretimde planlama ve programlama konusunda, ürün çıktısını artırmak için yardım istemiştir. Bu yardım isteği karşısında,

Goldratt, ilk zamanlar Optimize Edilmiş Üretim Zaman Çizelgesi (Optimized Production Timetables) olarak adlandırılan ve daha sonraları Optimize Edilmiş Üretim Teknolojisi (Optimized Production Technology-OPT) adı verilen, kısa sürede çıktıyı artıracak bir yazılım ortaya koymuştur. Bu yazılımın dayandığı temel varsayımlar ışığında, Goldratt, Kısıtlar Teorisi'ni geliştirmiş ve bu teoriye "The Goal" kitabında yer vermiştir (Ertan, 2014, s4). Kısıtlar Teorisinin tanınması 1984 baskılı bu kitabın yayınlanması ile gerçekleşmiştir.

Haystack Sendromu dönemi 1990-1994 yılları arasındadır. KT etkili bir yaklaşım olmasına rağmen performans ölçüm sistemi ile desteklenme ihtiyacının altında yatan sebep, işletmelerin uyguladıkları geliştirmelerin etkilerini sistem üzerindeki etkisini ölçmek istemesidir. Bu ana fikir çerçevesinde süreç odaklı bir performans ölçüm sisteminin geliştirilmesine yol açmıştır. Literatürde "Katkı Muhasebesi" adı verilen bu çerçeve organizasyona genel finansal performansı iyileştiren eylemlere odaklanmaktadır (Nergis, 2018, s.24).

Dr. Goldratt, 1990'lı yıllardan sonra ise, sürekli iyileştirme sürecinin etkinliği için politikalara ilişkin kısıtların belirlenebilmesinde "düşünme süreci" olan bir yaklaşımla, kısıtlar teorisinin bugünkü bakış açısını ortaya koymuştur. 1994'te yayınladığı "It Is Not Luck" adlı kitapta, kısıtlar teorisinin sürekli gelişme amacıyla nasıl kullanılacağına yer verilmiştir (Musabeyli, 2017, s.37).

2.2.4.Kısıtlar Teorisi'nin Temel Özellikleri

Kısıtlar Teorisi tüm sektörlerde uygulanabilmektedir. Teorinin ilk özelliği her işletmenin bir kısıtı olduğu kabul edilir. Dettmer; Goldratt'ın Kısıtlar Teorisinin daha iyi işleyebilmesi için birçok ilkeyi bir arada kullandığını savunarak bu ilkeleri şöyle açıklamıştır (Gürgen ve Gençyılmaz, 2008, s. 24-25):

- Kısıtı olmayan birimin geliştirilmesi kısıtı olan birime etki etmez, organizasyona faydalı olmaz.
- Önemli aksaklıklar organizasyonun bağlantıları içinde oluşan umulmayan reaksiyonlar sonunda tespit edilir.
- Önemli sorunlar gelişi güzel değildir. Organizasyonlar neden sonuç ilişkilerine dayanır.
- Kısıtlar maddesel ya da siyasal olabilir. Maddesel kısıtların belirlenmesi kolay olur ve ortadan kaldırılması da basittir.

- Siyasal kısıtların tespit edilmesi ve ortadan kaldırılması çok daha zordur. Fakat siyasal kısıtlar ortadan kaldırıldığı takdirde organizasyon için çok daha faydalı sonuçlar doğurduğu görülmektedir.
- Kısıtı ortadan kaldıran yöntemin randımanlı olması için yöntemle ilgili sürekli gelişime yapılmalıdır.
- Değiştirilecek yönteme karar verirken organizasyonun iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Organizasyonun Misyon - Vizyon'unun iyi anlaşılması ve organizasyonun büyüklüğü iyi bilinmelidir.
- Sorunlar genellikle saklı paradokslar sayesinde kendini gösterir. Bu tür sorunları çözebilmek için bu paradoksların hipotezinin yapılmasını gerekli kılar.
- Sabit kalmak iyileştirmenin baş düşmanıdır. Kısıtlara bulunan çareler, yapılabilecek farklılaştırmalar için öğrenme kabiliyeti sağlar.
- Hayata geçirilmemiş düşünceler organizasyonlar için çözüm olamaz.
- Organizasyonlar zincir gibi düşünüldüğünde her zincirin bir zayıf halkası olduğu da bilinir.
- Verimliliğin artırılabilmesi esas kısıtın doru şekilde tespit edilmesiyle başarılır.
- Organizasyonlarda ki verimsizliğin sebebi birden fazla kısıt olabilir.

Kısıtlar Teorisi bir zincir sistemi olarak ifade edilir. Zincirdeki en zayıf halka güçlendirildikten sonra sonra yeni bir kısıt oluşmakta ve iyileştirme süreci bu yeni kısıta odaklanarak sürekli olarak devam etmektedir (Nergis, 2018,s.25)

Kısıtlar Teorisi her sistemin, amaçları açısından sistemin yüksek performans seviyesine ulaşmasını engelleyen herhangi bir durum olarak tanımlanabilecek en az bir darboğaza sahip olduğu fikrine dayanmaktadır (Goldratt, 2004). Her sistem ayrı ayrı incelenmelidir. Sorun çözülmedikçe diğer istasyonlardaki iyileştirmeleri olumlu sonuca etkisi olmayacaktır.

2.2.5.Kısıtlar Teorisi'nin Odaklanılması Gereken 5 Adımı

Kısıtlar Teorisi, bir sistemin çıktısını artırma yeteneğini sınırlayan kısıtlamayı yönetmek için beş odaklama adımına dayalı metodolojiye dayanmaktadır. (Nergis, 2018, s.28). Kısıtlar Teorisinin başarılı olabilmesi için hedef odaklı bir sistem kurulması gerekmektedir. Goldratt (2004)'e göre sistemlerin en az bir kısıtı olmalıdır.

Kısıtlar Teorisi, sistemi bir zincir olarak görür ve bu zincirdeki en zayıf halkayı da kısıt olarak tanımlamaktadır. Zincirin bir bütün olarak gücünü temsil eden bu zayıf halkanın tespit

edilmesi, zincirin gücünü artıracaktır. Bu bağlamda, bir sistemde kısıtın tespit edilip tanımlanması, kısıtın sistemin performansına olan etkisinin tanımlaması anlamına gelmektedir. Dolasıyla kısıt tanımlandığında ve ortadan kaldırıldığında sistemin performansını artırıcı etkisi ortaya çıkacaktır (Kaygusuz, 2006, s.137).

Reductio ad absurdum diğer adıyla saçma olana indirgeme adlı sisteme göre; eğer sistemin yüksek çıktılara ulaşmasını engelleyen bir şey yok ise, çıktılar sınırlıdır- gerçek hayatta bu imkânsız bir durumdur. Sistem içinde kısıtların ne tür kısıtlar olduğu belirlenmesine karşın, yine de sistem istenilen düzeyde performans göstermeyebilir. Dolayısıyla, sistem içinde sadece kısıtların belirlenmesi yeterli bir çözüm ortaya koymazken, belirlenen bu kısıtların performans üzerindeki etkisi de dikkate alınarak kısıtlar tespit edilmeli ve uygun kontrol mekanizmaları geliştirilmelidir (Akman ve Karakoç 2005, 106).

Bir sistemin hedefine karar verildikten sonra ölçülebilir hedefler belirlenir. Takip edilmesi gereken süreç aşağıda belirtildiği gibi 5 adımdan oluşmaktadır (Cox, 2004, s. 81):

1. **Sistem kısıtları belirlenir.** Tüm sistemlerin kısıtları bulunmaktadır. Teorinin uygulanabilmesi için ilk aşamada kısıtların belirlenmesi gerekmektedir.
   Sistemin kısıtlaması sistem performansını belirlediğinden, maksimum sistem performansının ancak organizasyonel kısıtlamanın nerede olduğunu bilmesiyle elde edilebileceği mantıklı bir şekilde izler (Nergis, 2018, s.29).
2. **Sistem kısıtlarının nasıl değerlendirileceğine karar verilir.** Kısıtlar iyileştirme potansiyelinin olduğu bölgelerdir. Bu bölgeler için analizlerin doğru yapılması gerekmektedir. Sermaye ortaya konulmadan önce büyük farklılıklar gerçekleştirilmeden önce sistem üzerinde kısıtlılık yaratan elamanlardan en üst düzeyde nasıl performans alınacağına dair karar verme sürecidir. Örnek verecek olursak firma için kısıt yaratan unsur pazar talebi ise sunulan malın albenisinin nasıl arttırılacağının belirlenmesi lazımdır (Mızrak, 2017, s.27).
3. **Kısıtlar dışında kalan kapsamlar hedefe ulaşmak konusunda sıralanır.** Teorinin uygulanması aşamasında kısıta odaklanılır. Kısıt dışında kalan işletmedeki tüm etmenler hedefe ulaşmayı desteleyecek şekilde organize edilmelidir. Bir sistemdeki kısıt belirlendikten ve bu kısıtın nasıl düzeltileceğine karar verildikten sonra sistemdeki diğer tüm unsurların, kısıtlı olmayan kaynakların etkinliğini düşürse bile, kısıtı destekleyecek şekilde yapılandırılması gerekmektedir (Ünal vd. 2007, s.29).

Sistemin geriye kalan unsurlarının performansının, ikinci süreçte verilen karara destek olacak biçimde optimize edilmesi gereklidir. Bu esnada belirlenen ana kısıt yok olur yâda ana kısıt olma özelliğini kaybederse 1. aşamaya geri dönülmektedir (Mızrak, 2017, s.27).

Bu aşama, kolay bir şekilde belirtilmesine rağmen, yönetimsel düşüncede değişiklikler gerektirdiğinden dolayı, uygulanması en güç olan sürekli iyileştirme süreci adımıdır (Reid, 2006, s.215).

4. **Kısıtlar ortadan kaldırılır.** İlk üç aşamada problemin tariflenmesi, kısıt veya kısıtların belirlenmesi ve fayda analizi yapılır. Bu üçüncü aşamanın son adımını, diğer parametrelerin kısıtlarının kaldırılmasına yönelik yapılacak adımların planlanması oluşturur. Dördüncü aşamada ise kısıtların ortadan kaldırılması için planlanan faaliyetler hayata geçirilecektir. Üçüncü süreçteki tedbir ve faaliyetlere karşın kısıt hala sistem performansına etki ediyorsa kısıtlayıcı unsurun kapasitesini yükselterek veya sistemin bu unsur üstündeki yüklerini minimum yatırımlar uygulayarak bu kısıt yok edilmeye çalışılmaktadır (Mızrak, 2017, s.27-28).
5. **İlk aşamaya geri dönülür. Sistem kısıtı ortadan kaldırıldıktan sonra, yeni kısıtlar oluşturacaktır.** Her sistem kendi kısıtını oluşturur. Sistem kısıtı kaldırıldıktan sonra yeni kısıtlar meydana gelecektir. 2 Sistemlerin sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir. İstikrar sağlanabilmesi için 5 aşamalı odaklanma döngüsünün sürekli devam etmesi gerekmektedir.

   Kaldırılan kısıt için geliştirilen stratejiler, sistemdeki yeni kısıtlar için uygulanabilir nitelikte olmayabilir ve bu durumda yeni kısıt için birinci aşamaya dönülerek sürecin yeniden başlatılması gerekmektedir (Kaygusuz, 2005, s.140).

Kısıt Teorisinin bu beş aşaması Kısıt Teorisi Mantık Ağaçları Düşünme Süreçleri ile beraber kullanılmaktadır. Kısıt Teorisi Mantık Ağacı Düşünme Süreçleri en komplike sorunlara bile dizgesel bir şekilde yaklaşım sağlamaktadır. Bu şekilde bu beş aşamaya etkin bir prosedürsel destek sağlanmaktadır (Mızrak, 2017, s.28).

Kısıtlar Teorisine ait Odaklanma adımları ve bu adımlardaki yönetimsel adımlar Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Tablo 2.2.Kısıtlar Teorisi Odaklanma Adımları

Kısıtlar Teorisi Beş Odaklanma Adımı	Yönetimsel Uygulamalar
1. Kısıtların Belirlenmesi: Örneğin; talepten daha az kapasiteyle çalışan faaliyet yerinin belirlenmesi.	Kısıtlar içsel (kaynak ya da politika gibi) kısıtlar olabileceği gibi dışsal (yetersiz talep miktar vb.) kısıtlarda olabilir. Bu kısıtı belirlemek için sorulacak soru: "Hangi kaynak sistemin amacına ulaşma başarını artırmaya olanak sağlayacak?
2. Kısıttan fayda sağlamak ve ortadan kaldırmak için karar vermek: Kısıtın bulunduğu yerde maksimum verimlilik ve etkinliği sağlamak.	Kısıtın bulunduğu yerdeki, tüm boşa harcanan zamanı veya verimsiz faaliyetleri elimine etmek gerekmektedir. Belirlenecek yeni yönetim anlayışıyla sistemin kapasitesinde ya da katkı payında %10-20 aralığında artış sağlanmalıdır.
3. Sistemin tüm imkânlarını bu karar için seferber etmek: Tüm sistem bileşenlerini ve operasyonlarını kısıt için senkronize etmek.	Yeni politikalar ve prosedürlerle, kısıtın olmadığı sistem faaliyetlerinin, kısıtın bulunduğu yere yönlendirilmesi, böylelikle sistem kapasitesinde %5-10 artış sağlanması hedeflenir.
4. Kısıtı ortadan kaldırmak: Kısıtın bulunduğu yerdeki kapasiteyi artırmak.	Kısıtın bulunduğu alanda, sistem kapasitesinin artırılması gerekir. Örneğin, sistemde Pazar kısıtı varsa, yeni pazarlama stratejileri geliştirilmelidir.
5. 1. Adıma geri dönmek: Sistemde sürekli gelişim için tembelliğe yer vermeden yeni kısıtlar aramak.	Bir kısıtın ortadan kaldırılmasıyla sistemin sürekli kontrol edilmesi ve bu yeni uygulamayla birlikte sistemin sürekli gelişim sürecine adapte edilerek konfigüre edilmesi gerekir.

Kaynak: (Ertan, 2014. s.25)

Kısıtlar Teorisi (KT) beş aşamalı odaklanma süreci ile işletmelere güvenilir ve yönetimi kolay bir üretim süreci oluşturma, geliştirme ve iyileştirme çabalarını işletme kârı üzerinde en büyük katkıyı oluşturacak yere odaklanma, bir problem çözme ve yaratıcı düşünce sistemi olarak işletmelere yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır (Arslan, 2012, s.3).

2.2.6. Kısıtlar Teorisi'nde Karşılaşılan Kısıt Türleri

Kısıtlar Teorisinin ilk kabulü tüm sistemlerin en az bir kısıtı vardır. Burada sistem kavramını biraz daha açarsak; üretim ve hizmet sektörleri dâhil tüm sektörlerde yer alan sistemlerden bahsedilmektedir. Bununla birlikte sistem, değişik formlardaki kısıtlarla karşı karşıya kalabilir. Sektörler farklılık gösterdiği için, kısıt türleri de farklılık göstermektedir. Kısıtlar işletmenin bünyesinden (örneğin işletmede kolaylıkla kontrol edilebilen veya değiştirilebilen bir unsur) veya işletmenin haricinde dış çevreden (örneğin işletmenin kontrol

edemediği, fakat çözmek için orta ve uzun vadede çeşitli önlemler alacağı bir kısıt) kaynaklanabilir (Akman ve Ural, 2011, s.19). Örneğin bir üretim işletmesi, dış ticaret ile uğraşan bir firma veya temizlik sektöründe faaliyet gösteren firmaların kısıtları aynı olmayacaktır. Üretim sektöründe kısıt tezgâh kapasitesi olurken, dış ticaret firmasında mevzuatlar, temizlik sektöründe çalışan iş gücü olabilir. Belirtilen ve benzer farklılıklardan dolayı kısıtların sınıflandırılması ihtiyacı hissedilmiştir.

Kısıtlar için çeşitli sınıflandırmalar yapılmaktadır. Organizasyonlardaki kısıtlar genelde "fiziksel" ve "politik" olarak ikiye ayrılırlar. Fiziksel kısıtlar makine, malzeme, insan, kapasite sınırlamaları, teçhizat, talep vs. gibi kısıtlar iken politik kısıtlar prosedürler, işletme politikaları, şirketi etkileyen dışsal kurallar ve yönetim şekillerini oluştururlar. (Mızrak, 2017, s.25). Fiziksel kısıtlar çoğunlukla üretim işletmelerinde gözlemlenmektedir. Üretim işletmelerinde kısıtlar için dar boğaz tabiri de kullanılmaktadır. Tezgâhlardaki işlem sürelerinin farklı olması durumunda uzun süreli tezgâh süreç kısıtıdır. Tezgâhların üretim kapasitesi, çalışan sayısı, üretim/ stok alanı, malzemenin taşınacağı sepetler ve taşıma konusunda kullanılan forklift vb. ekipmanlar fiziksel kısıtları oluşturmaktadır.

Bir diğer sınıflandırma şekli de iç ve dış kısıtlar şeklinde yapılmıştır. Sistem kısıtlarını sınıflandırmak adına ilk yapılan sınıflama iç ve dış etkenler kaynaklı kısıtlamalar olarak yapılmıştır. Bu durumda, kısıtlar sistemin içinden veya dışından kaynaklanabilir (Simatupang, 2004, s.62).

Scheinkopf (1999) ve Hutchin (2002)'e göre kısıtları üç ana kategoriye ayırmak mümkündür. Bu sınıflandırmaya göre kısıtlar; politika kısıtları, fiziksel kısıtlar ve paradigma (davranışsal) kısıtlarından oluşmaktadır ve bu üç tür kısıt birbiriyle yakından ilişkilidir. Şöyle ki; bu üç tür kısıttan herhangi biri bir sistemde ortaya çıktığında, bir diğer kısıtın oluşmasına neden olabilmektedir. Paradigma kısıtı, politika kısıtına neden olabilmekte, bu politika kısıta da iyi yönetilmediği takdirde fiziksel bir kısıt ortaya çıkabilmektedir (Ertan, 2014, s.32).

2.2.6.1.Davranış (Paradigma) Kısıtları

Davranışlar, insanların eğitim seviyeleri, ailelerinden aldığı kültür ve zihinsel kapasitelerine göre gelişir. Oluşan bir davranış realite ile zıtlaşma içerisinde ise ve organizasyonun küresel ölçümleri üzerinde tam tersi bir etki oluşturursa davranışsal kısıt ortaya çıkar (Kartal, 2006, s. 30). Kısıtların ilk sınıflandırılma aşamasında yönetsel ve fiziksel olarak ikiye ayrılmıştır. Fiziksel kısıtlar daha nesnel özellik gösterirken, yönetsel kısıtlar aksine psikolojik özellikler

sergilemektedir. İşletmedeki her aşamadaki çalışanların davranışları, yöneticilerde dâhil olmak üzere yönetsel kısıtlara örnek gösterilebilmektedir. Davranış, belli bir ortamda meydana gelen özel durumlara karşı verilen tepkiler olarak tanımlanabilmektedir. İnsanların özellikle işletmenin tüm personeli için davranışlar, eğitim, mantıksal yaklaşım, tecrübe, performans ölçme sistemleri gibi faktörlere göre değişiklikler gösterebilmektedir (Ertan, 2014, s.36) .

Davranışsal kısıtlar, işletmelerdeki sorunların ana nedenleri olmayabilir, ancak bir işletmede davranışsal kısıtlar söz konusu ise, kısıtların ortadan kaldırılması oldukça güçtür ve üretim sürecinin iyileştirilmesinde temel bir zorluk olarak görülmektedirler (Aydın, 2018, s.22).

Kişilerin davranışları kültürel alt yapı, eğitim, deneyim ve düşünce yapısına göre değişkenlik göstermektedir. Bir çalışanın davranışı işletmenin genel kültürü ile uyumlu gitmediği takdirde davranışsal kısıt olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda çalışanlarda performans düşüklüğüne neden olan davranışlar ve iş alışkanlıkları işletmelerde bir kısıta neden olmaktadır (Ertan, 2014, s.5).

Değiştirilmesi en zor davranışlardan biri, belki de en zararlısı, kaynakların sürekli meşgul tutulması yaklaşımıdır. Bu durum işçileri her zaman meşgul tutmanın üretkenlik sayılmasından kaynaklanmaktadır. Bu varsayım, tüm kaynaklar yüksek oranlarda kullanılmalıdır, aksi halde zarar ederiz fikrinden doğan kullanım yüzdesi ölçümlerince de desteklenmektedir. Bu kavram aynı sebeplerden olmasa da hem yönetim hem de çalışanlar tarafından kabul görür. Bu davranışın sonucunun bir uzantısı olarak stok miktarları artar, ürün karmaları dengesiz hale gelir, çizelgeler kayar ve malzeme açıkları meydana gelir. Davranışsal kısıtın bir başka örneği ise hazırlık aşamasında, ayrıntılı sonuçlarını değerlendirmeden en çok tasarrufu gerçekleştirme eğilimidir (Şahin, 2012, s.15).

Davranışsal kısıtlar, organizasyonun içindeki diğer sıkıntıların majör sebebi değilseler bile yok edilmeleri işletmenin performans artırımı açısından önemidirler. Bu sebepten bu tür kısıtları temel bir engel olarak nitelendirmek mümkündür. Ortadan kaldırılmaları oldukça zordur (Utku, 2007, s. 1634).

2.2.6.2.Yönetimsel Kısıtlar

Yönetimsel kısıtlar bazı kaynaklarda politik kısıtlar olarak da sınıflandırılmıştır. Yönetimsel kısıtlar içsel kısıtlardır. Çoğunlukla KOBİ'lerde ve kurumsal olmayan şirketlerde gözlemlenir. İşletmelerde görülen kısıtların çoğu yönetsel kısıtlardır. Politik kısıtların

dışında kalan kısıtların tespiti ve giderilmesi daha kolaydır; fakat Politik kısıtların giderilmesi işletmelere çok daha fazla yararlı olmaktadır (Rahman, 2002, s. 809-828).

Kaynakların etkin kullanılamaması yönetsel kısıtların başlıca etkilerindendir. Büyüme yeteneğini engelleyerek düzgün çalışan sistemin sağlıklı kullanılmasını engellerler (Kartal, 2006, s. 8).

İşletmelerde gelenekselleşmiş politika ve prosedürler, çevresel koşullar değiştiğinde aynı kalarak işletmelerin sürekliliğini ve gelişmesini engellemektedir. İşletmelerde gerçek anlamda kapasite kısıtından daha çok, kapasite yönetim politika kısıtı; pazar kısıtı yerine de pazarlama politikası kısıtı olduğu görülmektedir. Çoğunlukla pazarlama, muhasebe ve finansman alanlarında ortaya çıkan yönetsel kısıtların belirlenmesi ve kaldırılması fiziksel kısıtlara göre daha zor olmasına rağmen, işletmeye sağladıkları yarar daha fazla olmaktadır(Musabeyli, 2018, s.48).

Yöneticiler, sistemin herhangi bir yerinde bir kısıtın bulunduğunu, nasıl tespit edecekler ve bunu nasıl tanımlayacaklardır. Sistemin bir elemanından başka bir elemanına, kendini aktarabilen kısıt veya kısıtların olduğu her zaman görülmeyebilir. Bu durum çoğu zaman, sistemin planlanmasından veya yönetimsel politikalardan ortaya çıkmış olabilir (Şahin, 2012, s.20).Yöneticiler eski yöntemler ile yeni sorunları çözmeye çalışmaktadır. Eski yöntemler ile sorunların çözülme çabalarında iki farklı sonuç ile karşılaşılmaktadır. İlkinde sorunlar çözülememektedir. İkincisinde ise eski hataların tekrar ettiği gözlemlenmektedir.

Yöneticiler, şirketin fırsatları değerlendirmesini önleyecek kurallar koymuş olabilir. Yanlış yönetim şekilleri sistemin önüne çıkan fırsatları engelleyerek kısıta yol açabilir. Bir başka açıdan bakıldığında tasarlanan yönetim şekilleri kısıtları yönetmekte başarısız olurken düzgün çalışan bir sistemde kısıta da yol açabilir (Kaygusuz, 2005, s. 133-156).

2.2.6.3.Malzeme Kısıtları

İşletmelerde üretimin devam edebilmesi için ham maddelere ve malzemelere ihtiyaç vardır. Bu durumda üretimin durmaması için gerekli ham madde ve malzeme tedarikçiler tarafından zamanında ve istenilen kalite de sunulması gerekmektedir. (Arslan, 2012, s. 14).

Üretim için gerekli malzeme girdileri tedarik edilemediğinde, malzeme kısıtları oluşabilmekte ve üretim faaliyetleri durabilmektedir (Musabeyli, 2017, s.49). Üretim faaliyetlerinin gerçekleştirmek için ham

maddelere ve malzemelere gereksinim duyulmaktadır. Malzemelerin ihtiyaçtan fazla tedarik edilerek stokta beklemesi malzeme kısıt sorununu çözüyor gibi görünebilir. Bu aşamada başka bir sorun karşımıza çıkmaktadır. Stokta duran malzeme, sermayenin stoğa bağlanması demektir. Bu durumda sermaye kısıtı ortaya çıkmaktadır. Kısıtlar teorisinin 5 odaklanma sürecinde yer alan; kısıt ortadan kaldırıldığında, sistem yeni kısıtını oluşturacaktır maddesi bu kapsamı desteklemektedir. Malzemenin olmaması veya eksik olması üretimin yapılamayacağı anlamına gelmektedir. Ham maddeye ihtiyaç duyulan zamanda ulaşılamaması, malzemelerin kusurlu çıkması (kısa dönemlik kısıtlar) veya pazarda bulunamaması (uzun dönemlik kısıtlar) şeklinde ortaya çıkan malzeme kısıtları, ham madde için katlanılan maliyeti arttırmaktadır. Üretimde işletmeleri zorlayan stok yetersizliği sistemim devamını güçleştirir. Stok yetersizliğini ortadan kaldırmak için yeni tedarikçilerle anlaşılmalı veya mevcut tedarikçiler ile tarafları mutlu edebilecek yeni anlaşma yoluna gidilmelidir (Ünal vd., 2007, s. 26).

Malzeme kısıtlarını k ısa veya uzun dönemli kısıtlar olarak ikiye ayırmak mümkündür. Kısa dönemli malzeme kısıtları, tedarikçi tarafından işletmeye teslim edilecek ürünün belirlenen zamanda teslim edilmemesi ya da teslim edilen malzemenin hatalı ve kusurlu çıkmasından dolayı meydana gelen kısıttır. Uzun dönemli malzeme kısıtı ise, piyasadaki malzeme sıkıntısı ortaya çıktığında oluşan kısıttır (Utku, 2007, s.16).

Malzeme kısıtlarının öngörülemeyen bir kısmı da planlanamayan durumların ortaya çıkması sonucunda gerçekleşmektedir. Tedarikçi firmaların yaşadığı ham madde tedarik sorunu, doğal afetler, firma iflasları ve buna benzer sebepler neticesinde, ham madde ve malzeme siparişleri zamanında sevk edilemeyebilir. Benzer durumlar öngörülemeyen malzeme kısıtlarına örnek teşkil etmektedir. Her iki durum için işletmeler alternatif tedarikçi bulma yöntemini tercih etmelidir. Dikkat edilmesi gereken husus sorun ile karşılaşılmadan, B planı olarak alternatif tedarikçi listesi oluşturmalıdır. Elektronik eşya üreten bir grup firması kendi bünyesinde buzdolabı bir alt parçasını üretirken, herhangi bir risk durumuna karşı ihtiyacının %10'luk kısmını tedarikçiden sağlamaktadır. Bu durum işletme de bir problem ile karşılaşılmadan önlem alınmasına ve kısıtın ortadan kaldırılmasına güzel bir örnektir.

2.2.6.4.Kapasite Kısıtları

Özellikle üretim işletmelerinde en çok karşılaşılan kısıt türüdür. Kapasite kısıtı, firmanın piyasada oluşan talebin karşılanmasında bir eksikliğe neden olan ve işletmenin herhangi bir kaynağında olabilen bir kısıt türüdür (Erol, 2008, s.103).

Kapasite kısıtları makineler veya insanları içerebilir ve çıktının yaratılmasını sınırlar. Birincil kısıtlar tüm işletmenin çıktı üretimini sınırlayan kısıtlardır. İkincil kısıtlar, birincil kısıta uygun şekilde tabi olmayı engelleyen kısıtlardır. Diğer bir deyişle, birincil kısıtı istenen düzeyde beslememe olasılığı oluşacak noktaya kadar kaynaklara yüklenen talep artış gösterirse, bu problem ikincil kısıt olarak adlandırılabilir (Tezcan, 2001, s.12).

Firmaların pazarlardan gelen isteklere yeterince cevap verememesi kapasitelerinin pazarın altında olduğunu göstermektedir. Bu da kapasite yetersizliği yani kapasite kısıtı olarak adlandırılabilir. İnsan kaynağının zayıf olması veya kullanılan makinelerin teknolojilerinin eski olması kapasite kısıtlarındandır (Kaygusuz, 2005, s. 133-156).

İşletmenin etkin olabilmesi için bu kısıtları ve sınırlamaları, diğer bir anlamla, dar boğazları tam faydaya dönüştürmek durumundadır. Bir üretim işletmesindeki kısıt yetersiz kısıt ise; destekleyici ekipmanlar, fazla mesailer, nitelikli iş gücü, ürün ya da süreci yeniden düzenlemek gibi yollarla bu kısıt yok edilebilir (Musabeyli, 2017, s.47).

Kapasite kısıtları sistemin verimliliğini direkt olarak etkileyecektir. Kapasite kısıtlı kaynaklar ise, tam kapasiteye yakın olarak çalışan, bu durumda işletme için bir olumsuzluk teşkil etmese de iyi bir şekilde planlanıp yönetilmediği takdirde darboğaza dönüşüp sistemin çıktısını etkileyebilecek kaynaklar olarak tanımlanmaktadır (Ünal vd., 2007, s.26). Kısıt ortadan kaldırıldığında, sistem yeni kısıtını yaratana kadar ki süreçte sistemin kapasitesi artmaktadır. Sistemin verimliliğini artırmak için ilk hedef kısıtı belirlemek gibi görünse de bu doğru bir yaklaşım değildir. Kısıt olmayan kaynaklarında tespit edilmesi yani sürecin doğru planlanabilmesi için tüm kaynakların doğru tespit edilmesi gerekmektedir.

Bir ürünün üretim aşamasında ortaya çıkan ilk kısıt kapasite kısıtıdır. Bütün. (Aydın, 2018, s. 11).

Üretim sürecindeki kısıtlar söz konusu olduğunda ilk akla gelen kısıt, her işletmenin ürün akışının düzgünlüğünü engelleyebilecek, kapasitesi dar olan belirli kaynaklara sahip olması neticesinde meydana gelen kapasite ile ilgili kısıttır (Büyükyılmaz ve Gürkan, 2009, s.182).

2.2.6.5.Lojistik Kısıtlar

Lojistik kısıtlar genel anlamda üretimde kullanılan malzemeleri ilgilendiren kısıtlardır. Bir işletmenin ürünü üretme aşamalarına göre kurgulanmış sipariş sistemi ile tedarikçi ağı arasında paralel bir çalışma gerçekleşmiyorsa, bu olumsuzluk işletme için lojistik kısıt oluşturmaktadır (Büyükyılmaz ve Gürkan, 2009, s.184). Lojistik kavramı çok geniş bir

çalışma alanını içermektedir. Malzemenin tedariği, üretime ulaştırılması, fabrika içi nakliyeler, stoklanması ve hatta biten ürünün sevkiyatı lojistik kısıtlarını oluşturan süreç adımlarıdır.

Lojistik kısıt örnekleri (Çolak, 2013, s.19);

- Lojistik operasyonlarda yaşanabilecek sıkıntılar,
- Envanterdeki hatalar,
- Planlamadaki hatalar,
- Akışlarda kontrol noktalarında yaşanabilecek sıkıntılar örnek olarak verilebilir.

Lojistik kısıt denildiğinde ilk akla gelen ham madde ve malzemenin tedarik edilemeyip, üretim hattına gelmemesi durumudur. İşletmelerde karşılaşılan problemlerin başlıca nedenleri; işletmelerin planlama ve kontrol sisteminin yetersizliği ya da bu sistemlerin etkin olarak kullanılmamasıdır. Lojistik kısıtları değerlendirirken, sadece üretim, planlama ve kontrol açısından değil, işletmenin lojistik hizmet aldığı işletme var ise o işletme açısından ve dolayısıyla tedarik zinciri açısından da olaya bakmak gerekmektedir (Büyükyılmaz ve Gürkan, 2009, s.184). Üretim yapılabilmesi için gerekli maddelerden eksik olanlar var ise ürün bu en az maddenin miktarı ile orantılı olacaktır. Stok alanları ve ambarların kapasiteleri tedarik edilecek malzeme miktarını belirlemektedir. Ambarların doluluk oranı arttıkça, ambarlarda kullanılabilecek alan miktarı azalacaktır. Bunun sonucunda gerek duyulan malzeme de belirli oranda, ambara sığabilecek kadar gelebilecektir. Firmaların kontrol ve planlama sistemlerinde oluşan problemler nedeniyle, lojistik kısıtların oluştuğu söylenebilir. Sistemde ihtiyaç olmayan malzemelerin planlanması kaynakların koordine edilmesinde kısıtlara yol açabilir. Bu sebepten üretim ve stok problemleri ortaya çıkabilir. Örneğin: satın alınacak malzemeler için birçok farklı tedarikçiden en ucuz olanının tespit edilerek satın alınması gibi ağır işleyen bir süreç üretimin yavaşlamasını veya istenilen zamana yetiştirilememesine yol açacaktır (Kartal, 2006, s. 30).

Bir diğer lojistik kısıtı malzemelerin taşımasında kullanılan ekipmanlara yöneliktir. Bunlar taşıma sepetleri, çekici ve forkliftler olabilir. Taşıma kapasiteleri ile doğru orantılı olarak malzemeler istasyonlara ulaştırılmaktadır. Şayet kapasite çok düşük ise, taşıyan ekipmanın taşıma kapasitesi ve hızı sistemin hızını belirleyecektir. Lojistik kaynaklar direkt etkiliyor gibi görünmese de sistem için önemli kısıtlar arasında yer almaktadır.

Lojistik kısıtlar ham maddenin üretim sürecine ulaştırılamaması, üretim süreci içerisinde yer alan ulaşım problemleri ve üretim sonrası ürünün tesliminde yaşanan lojistik süreçlerden kaynaklanan kısıtlardır (Nergis, 2018, s.18). Bir diğer lojistik kısıt ise ürünün müşteriye ulaştırılmasını kapsar. Bu alışkın olunan sürekli işletme için olan faaliyetlerden biraz daha farklıdır. Ürünün nakliyesi, işletmeyi terk etmesi, müşteriye ulaştırılması lojistik kısıtlara örnektir. Çoğu işletme müşteriye sevkiyatı kolay ve ucuz olsun diye; sırasıyla liman şehirlerini, tren istasyonu olan ve sonraki aşamada havalimanı olan şehirleri tercih etmektedir. Marmara bölgesinin tercih nedeni olmasında limanları ve diğer ulaşım olanakları etkili olmuştur.

2.2.6.6.Pazar (Piyasa) Kısıtları

Yapılan mal ve hizmetin çıktılarının satılabilmesi için pazarda yeterli kapasite yok ise karşımıza çıkan kısıt türüdür. Dış faktörler kaynaklı kısıtlara girmektedir. Ortadan kaldırılmasında işletmelerin yetkisi bulunmamaktadır. Bir işletmenin hayatını sürdürebilmesi için üretilen mal veya sunulan hizmetin bir pazar talebinin bulunması zorunluluğu nedeniyle işletmeler için en temel kısıt genellikle pazar kısıtı olabilmektedir (Büyükyılmaz ve Gürkan 2009, s. 182). İşletmelerin temel amacı kâr elde etmektir. Satış yapamayan bir firmanın kâr elde etmesi mümkün olmayacaktır.

Pazar kısıtı örnekleri (Çolak, 2013, s.13);

- Hedef pazarın yetersizliği: Hedef pazar çeşitli faktörlere bağlı olarak yetersiz gelebilir, bu durumda aynı ürün için yeni hedef pazarlar eklenebileceği gibi, farklı ürünlerle yeni hedef pazarlara da yönele bilinir.
- Pazar payının yetersizliği: Rekabetten kaynaklı olarak, rekabet halinde bulunan firmaların pazar payları daha yüksek olabilir. Bu durumda yeni hedef pazarlar seçilebileceği gibi, mevcut hedef pazarda rekabette firmayı geride bıraktıran faktörlerde ciddi iyileştirmelere gidilebilir.

Diğer kısıtlar gibi Pazar kısıtları da ortadan kaldırılabilir. Pazar kısıtlarının giderilebilmesi şartı, firma yönetimlerinin piyasadaki alıcı talebini arttırmaya, yeni pazarlar bulmaya ve ürün çeşitliliğini artırmaya yönelik çalışma yapması zorunludur (Ünal vd., 2007, s. 26).

2.2.7. Kısıtlar Teorisinde Mantıksal Düşünme Süreçleri

Kısıtlar Teorisinin uygulanması aşamasında belirli bir plan dâhilinde ilerlemek uygun olacaktır. Kısıtların ortadan kaldırılması için çeşitli çözüm önerileri sunan birtakım araçlar

kullanılmaktadır. Kısıtlar teorisindeki bu araçlara düşünce süreçleri denilmektedir (Musabeyli, 2018, s.60). Sistemi tanıdıktan sonraki ilk aşama kısıtları belirlemektir. Teorinin uygulanırken temel amaç bu kısıtları tespit ederek ortadan kaldırmak olmalıdır. Kısıtların ortadan kaldırılması için çeşitli aşamalar, yöntemler takip edilmektedir. Kısıtların ortadan kaldırılması için uygulanan bu yöntemlere düşünce süreçleri denmektedir. Düşünce süreçleri, kısıtın belirlenmesi, ortadan kaldırılması için gerekli adımların tanmlanması ve son olarak kısıtın ortadan kaldırılmasını içermektedir. Düşünce süreçlerinde kullanılan yöntem kısıt türüne göre değişir. Uygulamanın başarılı olabilmesi için uygun düşünce süreci yaklaşımlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Süreç yaklaşımlarının amacı ve teorinin uygulanması aynı amaç doğrultusunda ilerlemelidir.

Mantıksal süreç yaklaşımı ile yapılan çalışmaların tespit edilen faydaları aşağıda verilmiştir (McMullen, (1998)'dan aktaran Çolak, 2013, s.56-57):

- Kısıt teorisi mantık ağaçlarını kullanan kişiler ya da firmalar bu yapıları stratejik planlamaları, politik formüllerde, proses ve proje yönetimlerinde ve günlük problem çözmelerinde kullanabilmektedirler.
- Bu düşünce prosesleri bir takımın ya da fertlerin bir problemi doğru şekilde kavramasını, önerilen çözüm yollarına ve planlara ortak bir anlayış ve kavrayış getirmesini sağlar.
- Neden sonuç diyagramları ve proseslerindeki katılık ve proseslerin bir dizi kurallarla kuvvetlendirilmesi yapılacak analizlere ve tartışmalara rehberlik etmesini sağlamaktadırlar. Bu rehberlik ise kişilerin odaklanmasına ve bir projedeki tüm kişilerin rütbe ve seviyelerinin ne olduğuna bakmaksızın olaylara katılmalarını sağlamaktadır. Bu sayede en sağlıklı kararın çıkmasında etkin rol oynamaktadır.
- Bu prosesler bir geliştirme prosesindeki net ve net olmayan kabullerin ortaya çıkarılmasında sistematik bir yaklaşım sunarlar. Bu ise can alıcı çözümlerin daha hızlı bir şekilde ortaya çıkartılmasına rehberlik eder.
- Kişisel uygulamalarının netleştirilmesini ve takımdaki uzlaşmanın hızlı bir şekilde sağlanmasını ve ön koşullar mantık ağacı ile geçiş mantık ağacının kullanılması ile gelecekte uygulanması planlanan çözüm yollarının geliştirilmesi ve yine sonuçlarının ölçülmesine imkân sağlamaktadır.
- Popüler en iyi uygulama örnekleri ile firmalar bu düşünme prosesleri araçları vasıtasıyla kendi buldukları ortak anlayış ve çözüm yöntemlerini sürekli

karşılaştırma imkânı bulurlar ve bu suretle birer öğrenen organizasyon haline dönüşürler. Kişiler ise etraflarındaki dünyayı daha iyi ve derin anlarlar.

- Öğrenen organizasyonlardaki takımlar organizasyonlarındaki sürekli edinilen bilgi ve becerileri kayda geçirmek ve muhafaza etmek için neden sonuç diyagramlarını kullanırlar. Öğrenen bir şirketin bu kütüphanesi bir sayfa olabileceği gibi sürekli çoğalarak bir grafik ya da bilişim ağı ortamında da bulundurulabilir.

Mantıksal düşünme süreçlerini Dr. Goldratt kurgulayıp devreye almıştır. Uygulama aşamasında 3 temel soruya odaklanılmaktadır. Bunlar (İlhan, 2014, s.33);

1. Sistemdeki kısıtın (Değişim Ne?)
2. Çözümün ne olduğunu (ne ile değiştirilecek?)
3. Çözümün nasıl uygulanacağını (Değişiklik nasıl yapılır?),

sorularından oluşmaktadır. Soruların cevapları doğrultusunda süreç ilerletilir. Belirtilen 3 temel sorunun uygulanmasında beş araç önerilmektedir. Bu araçlar (Utku, 2007, s.47);

- Mevcut Gerçekler Ağacı (CRT- Current Reality Tree)
- Buharlaşma Bulutu (EC – Evaporating Cloud)
- Gelecekteki Gerçeklik Ağacı (FRT - Future Reality Tree))
- Ön Koşul Ağacı (PrT - Prerequisites Tree)
- Geçiş Ağacı (TrT- Transition Tree)

Goldratt'ın geliştirdiği 5 araç düşünme süreçleri içinde birlikte ve ayrı ayrı kullanılabilir. Mantıksal düşünme süreçleri araçları ve rolleri arasındaki bağlantı Tablo 2.3'de verilmiştir.

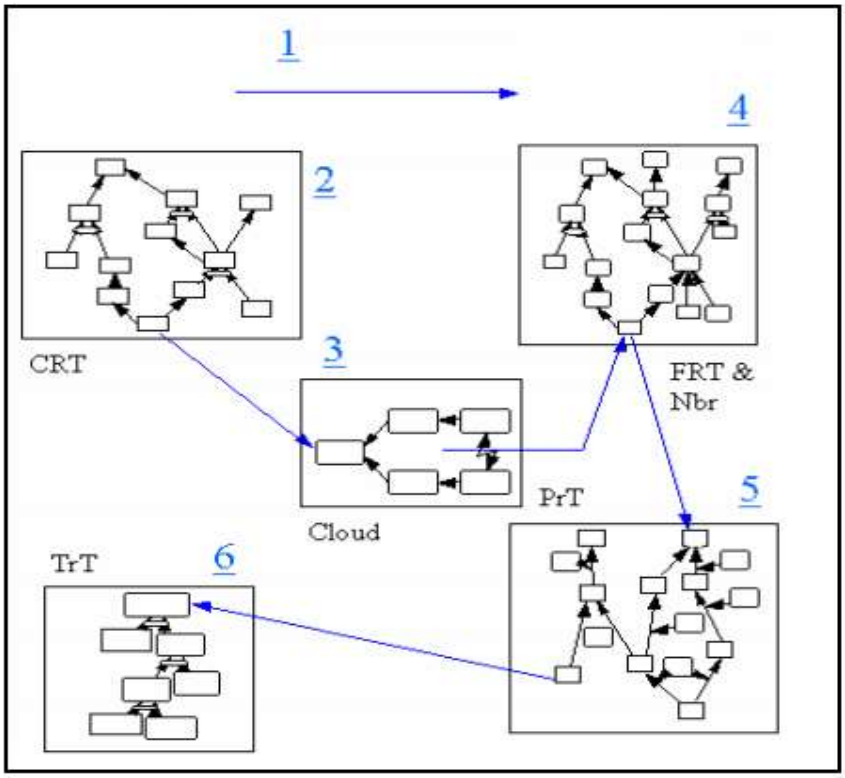
Tablo 2.3. Mantıksal Düşünme Süreçleri Araçları ve Rolleri

Sorular	Amaç	TP araçları
Ne değişecek?	Ana problemleri teşhis etmek	Bugünkü gerçeklik ağacı (CRT)
Ne ile değişecek?	Basit-pratik çözümler geliştirmek	Buharlaşan Bulutlar (EC)
		Gelecekteki Gerçeklik Ağacı (FRT)
Nasıl değişecek?	Çözüm araçları bulmak	Ön Şart Ağacı (PT)
		Geçiş Ağacı (TT)

Kaynak: (Utku,2007, s.47)

Aşağıdaki harita Dr. Goldratt tarafından ortaya konan Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçlerinin birbirleriyle olan ilişkilerini gösterilmiştir. Bu haritada her süreç her zaman kullanılacak veya her zaman bu sırada olacak diye bir kısıtlama yoktur (Gaga, 2009, s. 32).

Tablo 2.4. Düşünce Süreçleri Haritası



Kaynak: (Gaga, 2009)

Mantıksal düşünme süreci araçları arasındaki ilişkilerin de mantıksal temellere dayandırılması önemlidir. Bu mantıksal ilişkinin sağlanabilmesi için aşağıdaki araştırma listesi kullanılabilir (Utku, 2007, s.49-50):

1. Açıklık - Ağaçlar oluşturulurken sözlü açıklamalar eklenmeli mi ?

- Sözcüklerin anlamları anlaşılır mı ?

- Neden-sonuç arasındaki bağlantı tatmin edici mi ?

- Ara adımlar tam mı ?

2. Varlığın Mevcudiyeti

- Cümle tam bir cümle mi ?

- Anlamlı mı ?

- Tek bir fikir ifade ediyor mu ?

- Gerçekten var mı ?

3. Nedenselliğin Mevcudiyeti

- Bir "if….then… - eğer …. sonra ….." bağlantısı gerçekten var mı ?

- Neden sonuca ulaştırıyor mu ?

- Yüksek sesle okunduğunda anlamlı geliyor mu ?

- Neden elle tutulabilir mi ?

4. Neden Yetersizliği - Neden, tek başına sonuca ulaşmaya yetiyor mu?

- Başka önemli nedenler var mı ?

- Yazılan nedenler, sonuçların tüm yönlerini karşılıyor mu ?

5. Ek Neden

- Tek başına sonuca neden olan başka bir neden var mı ?

- Eğer neden ortadan kaldırılırsa, sonuç da tamamen ortadan kalkacak mı ?

6. Neden ile Sonucun Yer Değiştirmesi

- Belirtilen sonuç gerçekten sonuç mu yoksa nedenin nedeni mi?

7. Beklenen Sonucun Varlığı

- Neden elle tutulamaz mı ?

- Belirtilen bir etkinin yanında başka engellenemez çıktılar da oluşuyor mu ?

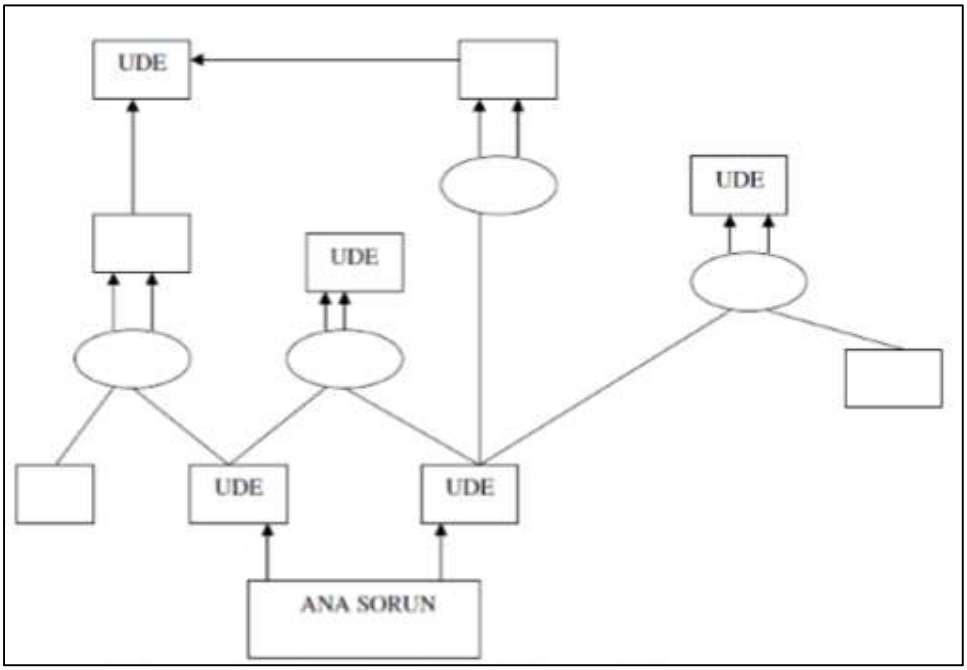
2.2.7.1. Mevcut Gerçeklik Ağacı (CRT- Current Reality Tree)

Mevcut gerçeklik ağacı, sürecin mevcut durumunu görselleştirmek adına düzenlenmiş bir düşünce sistemidir. Gerçeklik ağacı yapısında süreçte sebep-sonuç ilişkisi yaratabilecek tüm etkenler bulunmaktadır. Mevcut gerçeklik ağacı yardımıyla tüm etkenler net bir şekilde görülebilmektedir. Mevcut gerçeklik ağacı, karmaşık yapıların kolayca anlaşılabilir hale gelmesini sağlayarak, arzu edilmeyen durumların ana sebeplerine inilebilmesini

sağlamaktadır. Bunun yanında kök nedenlerin yetki alanı dâhilinde meydana gelmediğini de göstermiş olmaktadır (Sadıç vd., 2006, s.102).

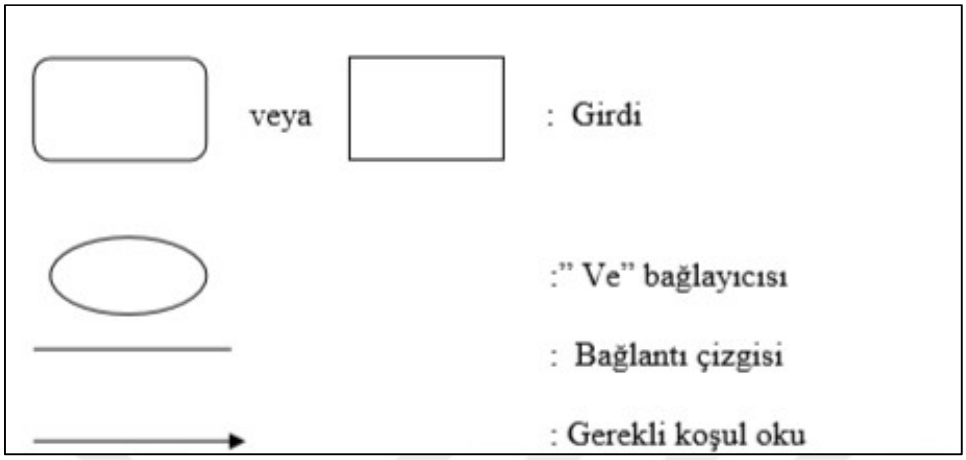
Mevcut gerçeklik ağacının oluşturulmasındaki ilk aşama istenmeyen tüm durumların listelenmesi ile başlamaktadır. Listede yer alan veriler yardımıyla mevcut gerçeklik ağacı hazırlanır. Sistemdeki mevcut durumun analiziyle birlikte, performansı olumsuz etkileyen ana problemi bulmak için kullanılır. Bu araçla, sistem içinde istenmeyen etkilere yol açan temel problem tanımlanır. (Ertan, 2014, s.22). Uygulamada bir sonraki aşama problem veya problemlerin kök neden analizini yapmak olacaktır.

Mevcut gerçeklik ağacı ile istenmeyen etkileri, sonuç-neden-sonuç ilişkisine odaklanılmakta ve istenmeyen etkilerin arasındaki ilişkiler belirlenerek, Mevcut gerçeklik ağacı, yukarıdan aşağıya doğru oluşturulmaktadır. Tüm ağaç oluşturulduktan sonra ağacın en altında istenmeyen tek bir etki kalacaktır ve bu sistemin kök problemidir (Aytekin vd. 2012, s.42). Şekil 2.5.'de Detmer'in 1997'de düzenlediği mevcut gerçekler ağacına bir örnek verilmektedir. Burada İstenmeyen Etkiler (UDE)'in sürecin herhangi bir aşamasında karşımıza çıkabileceği gözlenmektedir.



Şekil 2.5. Mevcut Gerçekler Ağacı (Dettmer,1997, s.22)

Mevcut gerçekler ağacının çizilmesi aşamasında kullanılan semboller Şekil 2.6'de verilmiştir.



Şekil 2.6. Mevcut Gerçekler Ağacı Sembolleri (Erel, 2019, s.24)

Mevcut Gerçekler Ağacı tasarımı ile ulaşılmak istenen hedefler aşağıda sıralanmıştır (Gaga,2009 s.33):

• Karışık sistemleri anlaşır hâle getirmek.

• Sistemde var olan istenilmeyen etkileri (UDEs) tanımlamak.

• Sistem üzerinde sebep- sonuç ilişkisini kurmak.

• Kök neden analizini yapabilmek.

• Sistem performansını en çok etkileyen parametreleri belirlemek

• Sisteme en büyük olumlu etkiyi yapacak en basit değişimi belirtmek

"Mevcut Gerçeklik Ağacı" arzu edilmeyen bir durumdan kök nedene ulaşıncaya kadar neden-sonuç ilişkilerinin bağlandığı yöntemdir (Kartal, 2006, s. 30). Mevcut Gerçeklik Ağacı oluşturulurken bazı varsayımlarda bulunmak gerekir. Bunlardan bazıları sırayla şu şekilde açıklanmıştır (Gaga, 2009, s.33).

• Sebep ve sonuçların ilişki oranları farklılık gösterebilir.

• Sistemlerin kısıtları, istenmeyen etkileri bir sonraki adımı etkilemektedir. Sistemler kendi içinde bağımlıdır.

• Tüm süreçler değişimlere açıktır.

• Sistemler, planlanan (istenen) ve planlanmayan (istenen ya da istenmeyen) etkiler üretir

• Etki ve tepki, akla uygun şüphe sınıfları (CLR-Categories of Legitimate Reservation) tarafından yönlendirilir ve CLR ile doğrulanır.

• Doğrulanabilir etki ve tepkiye bağlı olaylar tekrarlanabilir. Zincirdeki bir diğer iterasyon, eğer sistemde bir değişiklik yoksa aynı etkileri vermelidir.

2.2.7.2. Buharlaşma Bulutu (EC – Evaporating Cloud)

Buharlaşma bulutu (evaporating cloud-EC), kök problemi ortadan kaldırmak için önerilen fikirlerle temel gereksinimlerin tanımlandığı, çözümler arasındaki çatışmanın ortaya konduğu ve bu çatışmanın yok edilmesi için enjeksiyonların yapıldığı bir yöntemdir (Aytekin vd. 2012, s.42). Buharlaşma bulutu yönteminin en önemli özelliği süreçte bir sonraki aşamaya geçmeden önce sorun yaratan etkenin ortadan kaldırılmasını sağlamasıdır. Sonraki aşamaya geçtiğimizde problem ortadan kalktığı için, buharlaşarak yok olmaya benzetilmiştir. Bu sebeple buharlaşma bulutu olarak isimlendirilmiştir. Etkili bir çözüm yöntemidir.

Düşünce süreci, 5 kutulu küme yapısındadır. İstenmeyen etkilerden oluşan 5 ana problem bulutlar ile simgelenmektedir. Çoğu zaman çatışmada ortaya atılan varsayımlar sözlü hale getirildiğinde, çatışan taraflar yanlış varsayımlar altında çatıştıklarını fark ederler ve çatışma bir buhar bulutu gibi dağılır (Akman ve Karakoç 2005, s.105). Buharlaşma bulutu oluşturulurken ilk kutuda amaç belirtilir. Amaca ulaşmak için 2 tane koşul bulunmaktadır. Bu koşulların oluşabilmesi içinde 2 adet ön koşul bulunmalıdır. Ön koşulların ikisinin çatışacağı öngörülmektedir. Şekil 2.7'da sistemde D ve D' olarak belirtilen maddeler ön koşulları ifade etmektedir. Yapılan analiz ile birlikte ön koşullardan bir tanesi ortadan kaldırılacaktır. Bu uygulama ile çözüm yöntemi araştırmaya gerek kalmadan, tespit edilen sorun analiz aşamasında ortadan kaldırılacaktır.

EC'nin aşağıda sıralanan amaçları başarmak için tasarlandığını belirtmiştir (Mabin, 2001, s.173).

• Çatışmanın varlığını teyit etmek

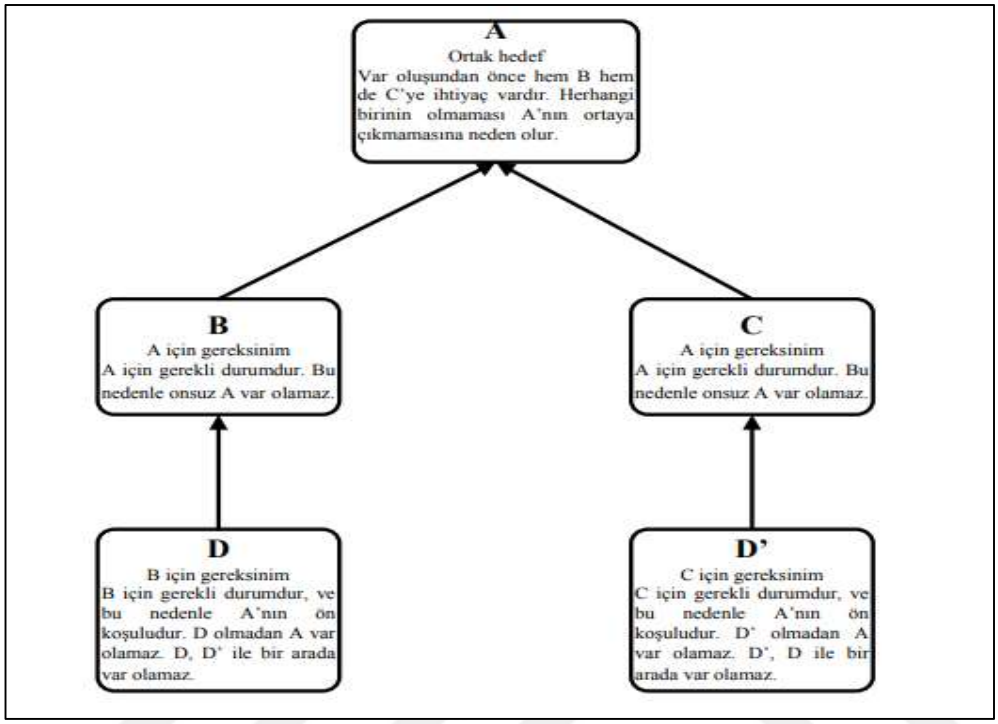
• Çatışmanın ana problemini teşhis etmek

• Çatışmayı çözmek

• Çatışmada ki her iki tarafında kazanması için çözümler yaratmak

• Problemin niçin var olduğunu ifade etmek

• Çatışma ile ilgili olan tüm varsayımları teşhis etmek.



Şekil 2.7. Buharlaşan Bulut'un Yapısı (Mızrak, 2017, s.33)

2.2.7.3. Gelecek Gerçeklik Ağacı (FRT)

Mevcut durum gerçeklik ağacı ile var olan durumun analizi yapılmaktadır. Gelecek Gerçeklik Ağacı ise gelecekte olabilecek risklerin tespit edilerek, önlem alınabilmesine olanak sağlamaktadır. Gelecekteki Gerçeklik Ağacı organizasyondaki değişiklikler ile oluşan sonuçlar arasındaki ilişkiyi gösterir(Erel, 2019, s. 19). Mevcut durumda kesin bilgiler vardır. Gelecekte ise öngörüler, temel alınmaktadır. İki yöntemin en temel farkı bu şekildedir. Gelecek yönteminin iki önemli faydası gözlemlenmiştir. Süreç daha kötüleşmeden önlem alınabilir, ikinci durum ise ekip üyelerinin analiz yeteneği anlaşılacaktır.

Gelecek Gerçeklik Ağacı amaçları (Karabacak, 2015, s.35):

- Kaynakları tahsis etmeden önce yeni fikirlerin nasıl bir etkinlik sağlayacağını test etmemizi sağlar.
- Sistemde önerdiğimiz değişikliklerin negatif etki yaratmadan istenilen düzeyde etkiler yaratıp yaratmayacağını belirler.

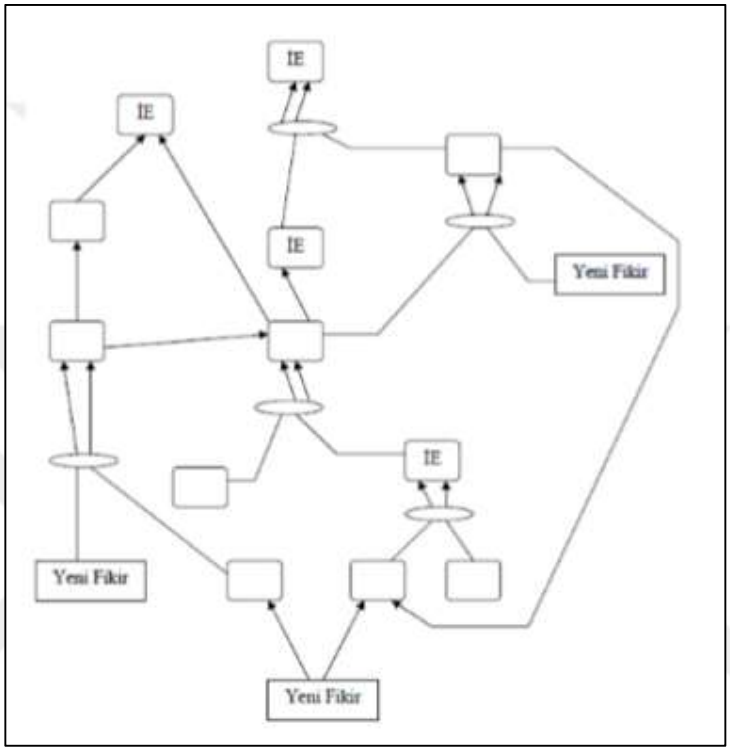
- Önerilen değişikliklerin eski problemleri çözerken yeni problemler karşımıza çıkartıp çıkarmayacağı ve hangi ek faaliyetler uygulayarak bu negatif etkilerin etkisini azaltabileceğimizde bize yön gösterir.
- Tüm sistemin yerelleştirilen kararlarının etkilerinin neler olduğunu saptamayı sağlar.
- Bireysel bir planlama aracı olarak kullanılır.

Gelecek gerçeklik ağacı (FRT), gelecekte olası senaryoların tahmin edilmesini sağlamayan bir araçtır. Gelecek gerçeklik ağacı, mevcut sistemde yapılacak değişiklikler ile meydana gelebilecek sonuçlar arasındaki neden sonuç ilişkisini gösterir. Gelecek gerçeklik ağacı, bir "eğer-(öyle olsa)sonra?" uygulamasıdır. Gelecek gerçeklik ağacı, bir organizasyon için strateji, vizyon veya bir planın resminin görülmesini sağlar. Önerilen değişimin yararlarını, doğuracağı olumsuz etkileri ve bu etkilerin nasıl ortadan kaldırılacağını belirlemeye çalışır. Gelecek gerçeklik ağacı, aşağıdaki amaçlar için oluşturulur (Kıncal, 2007, s.366):

- Kaynakları tahsis etmeden önce yeni fikirlerin etkinliğini test etmeyi sağlar.
- Önerilen sistem değişikliklerinin negatif taraf etkileri yaratmaksızın istenen etkileri üretip üretmeyeceğini belirler.
- Negatif dalların, önerilen değişimin eski problemleri çözerken yeni problemler yaratıp yaratmayacağını ve hangi ek faaliyetlerin, negatif taraf etkisini önlemek için gerekli olduğunu ortaya çıkarır.
- Pozitif güçlendirici döngülerin birleşiminde kendini güçlendiren yararlı etkilerin oluşturulmasını sağlar.
- Tüm sistemin yerelleştirilen kararlarının etkilerini saptamayı sağlar.
- Faaliyetin istenen bir bölümünü desteklemede karar vericileri inandırmak için etkili bir araç sağlar.
- Bireysel bir planlama aracı olarak kullanılır.

Gelecekteki Gerçeklik ağacı yapısı Mevcut Gerçeklik ağacı yapısı ile benzemektedir. İstenen sonuca ulaşabilmek için olması gereken mantıksal adımları ortaya koymaktadır. . Mevcut Gerçeklik Ağacı, sorunların ifade edilmesiyle başlarken, Gelecek Gerçeklik Ağacı çözüm önerisiyle başlayıp arzu edilen sonuçlarla son bulmaktadır (Aksoy, 2001, s.37). İkisini birbirinden ayıran bir diğer unsur ise, Mevcut Gerçeklik Ağacı, istenmeyen sonuçları ilişkilendirirken; Gelecek Gerçeklik Ağacı tercih ettiğimiz çözümle istenen sonuçları ilişkilendirir. Uygulamaya başlamadan önce çözümün değerlendirilmesine ve

iyileştirilmesine olanak sağlar (İlhan, 2014, s.37). Şekil 2.8. Gelecek Gerçeklik Ağacına örnek gösterilebilir.



Şekil 2.8. Gelecek Gerçeklik Ağacı (Dettmer,1997; s.22)

2.2.7.4. Ön koşul Ağacı (PRT)

Ön koşul ağacı (prerequisite tree-prt), gelecek gerçeklik ağacı hazırlandıktan sonraki süreçte uygulanan yöntemdir. Bu sistem çözüm önerilerini engelleyen unsurları ortadan kaldırılmasında kullanılabilecek olan çözümlerin oluşturulması mantıksal bir yol arar. Ön şart ağacı istenilen sonuçlara engel olan sebepleri belirler. Bu engelleri kaldırmayı sağlayacak amaçları belirler (Kartal, 2006, s.30). Gelecek gerçeklik ağacı ile hedeflenen senaryolar belirlenmiştir. Ön koşul ağacı ile Gelecek Gerçeklik ağacında belirlenen hedeflere ulaşmak adına sağlanması gereken koşullar tanımlanmaktadır. Buharlaşma bulutu ile benzer mantıkta ilerlemektedir.

Ön Koşul Ağacı, bir amaca ulaşılması için gerekli tüm ara basamakların tanımlanmasını ve sıralanmasını sağlar. Ön Koşul Ağacının oluşturulmasına organizasyon ve amacı arasındaki engellerin listelenmesi ile başlanır. Daha sonra her bir engelin aşılması için gerekli ara çözüm bulunur. Bu araç "değişim nasıl gerçekleştirilecek?" sorusuna verilecek yanıtın ilk kısmını oluşturur (İlhan, 2014, s.39). Amaca ulaşılmasında bizim için engel olan veya olabilecek tüm adımlar tespit edilir. Bu uygulamada amaç, oluşabilecek engelleri tespit

etmektir. Buharlaşma bulutu uygulamasındaki gibi engeller bu aşamada ortadan kaldırılmamaktadır. Ancak engellerin kaldırılması için gerekli çözüm önerileri bu aşamada belirlenmektedir.

PRT kurma adımları aşağıda sıralanmıştır (Utku, 2007, s.60-61):

1. adım: Bir liste yaratın.

- PRT' nin amacını kısa ve tam bir cümle halinde sayfanın en üstüne yazın.

2. adım: İki kolon oluşturun.

- Sol kolona Engeller adını verin.

- Sağ kolona Ara Amaçlar adını verin.

3. adım: Engelleri listeleyin.

- Sol kolona amaca ulaşmanızı engellediğini düşündüğünüz tüm engelleri yazın.

- Engelleri gereksinimler olarak değil, durumlar olarak ifade edin.

4. adım: Ara amaçlar geliştirin.

- Her amacın üstesinden gelebilecek fikirler yaratın.

- Her engel için bulabildiğiniz kadar ara amaç listeleyin.

- Gerekliyse karşıt durumları kullanın.

- Gerekliyse ara amaçları bulmak için EC kullanın.

5. adım: Tamamlanan listeyi sadeleştirin.

- Bulduğunuz ara amaçlar içinden en basitini ve en ucuzunu seçin.

- Üstesinden gelmek için 2 ara amaç gerektiren engelleri belirleyin.

- Eğer 3 ya da daha fazla ara amaç gerektiğini düşünüyorsanız gizli engeller arayın.

- Karşıt durumlar olarak ifade edilmiş ara amaç sayısını en aza indirin.

6. adım: PRT' ye başlayın.

- Büyük bir kağıt alın.

- PRT amacını en yukarıya yerleştirin

7. adım: Engel-ara amaç çiftleri oluşturun

- Engellerinizi ve ara amaçlarınızı post-it notlara geçirin.

- Engeller ve ara amaçlar için farklı renkte post-it kullanın.

- Ara amaçları ilgili engellere yapıştırın.

- Eğer birden fazla varsa tüm ara amaçları ekleyin.

8. adım: Engel-ara amaç çiftlerini dizin.

- Engel-ara amaç çiftlerini dizin.

- Rastgele sırada olabilirler.

- Gerekiyorsa iki sıra dizebilirsiniz.

9. adım: Engel-ara amaç çiftlerini zaman sırasına koyun.

- Sonra çiftlerini üste, önce çiftlerini alta yerleştirin.

- Engellerden çok ara amaçları zaman sırasına koyun.

- Açıkça görülen dikey birleşimlere bakın, hizalayın ve kesikli çizgilerle birleştirin.

- Dikey gruplamaların mümkün olduğunca az dalda olmasını sağlayın.

10. adım: Boşlukları doldurun.

- Her dalı aşağıdan yukarıya doğru mantıksal açıdan inceleyin.

- Bulduğunuz mantıksal boşlukları daha fazla engel-ara amaç çifti geliştirerek doldurun.

11. adım: Kesikli çizgileri kaldırın.

- Tüm bileşimleri inceleyin.

- İnceleme tamamlandığında tüm kesikli çizgileri tam çizgiler haline getirin.

12. adım: Yatay bağlantıları arayın.

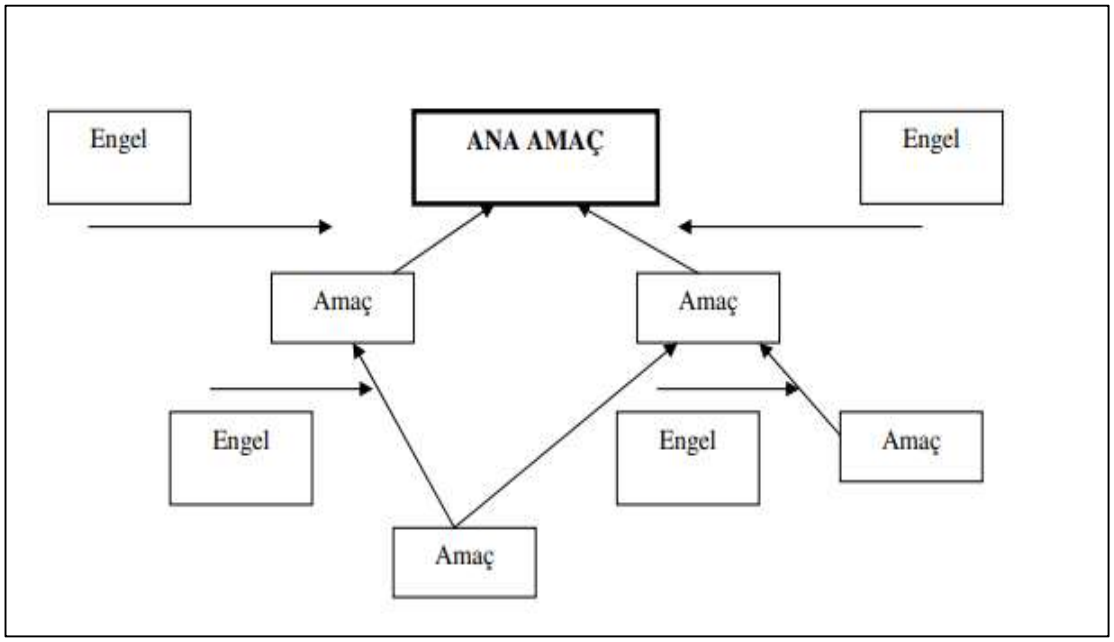
- Dikey dallar arasında ağ yapısına benzeyen yatay bağlantılar arayın.

13. adım: Son bağlantıları yapın.

- En üstteki ara amaçları PRT' nin amacına bağlayın.

- Eğer mantıksal bağ kurulamıyorsa, yeni engel-ara amaç çiftleri ekleyin.

Şekil 2.9.' da örnek bir ön koşul ağacına yer verilmiştir. Ağaç incelendiğinde ana amaç ve bu amaca ulaşmak için alt amaçların tamamlanması gerektiği gözlemlenmektedir. Alt amaçların tamamlanması için gereken koşullar ise engeller olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2.9. Ön Koşul Ağacı (Dettmer, 1997, s.22)

Detmer'e (1997) göre, Ön koşul ağacı'nın gerekli olup olmadığını belirlemede şu iki kritik sorunun sorulması gerektiğini belirtmiştir (Yüksel, 2011, s.3627-3628).

1. Amaç, karmaşık bir durumda mı? Cevap evet ise, ön koşul ağacı, bu durumun başarılmasında ara aşamaların sıralanması için gerekli olabilmektedir.
2. Bunun nasıl başarılacağını kesin olarak bilmekte miyim? Cevap hayır ise, olası engellerin ortaya konulmasında ve üstesinden gelinmesinde gerekli olan aşamaların sıralanmasında ön koşul ağacı yardımcı olacaktır.

Ön koşul ağacı mevcut ve gelecek gerçeklik ağacı arasında bir köprü görevi görmektedir. Mevcut durumdan hareket ile gelecekte karşılabilecek engeller hakkında öngörü sahibi olunabilecektir. Bu özelliği sebebiyle işletmelerin yatırım kararı alabilmesinde bir karar kısıtı özelliği de sağlamaktadır.

2.2.7.5. Geçiş Ağacı (TrT)

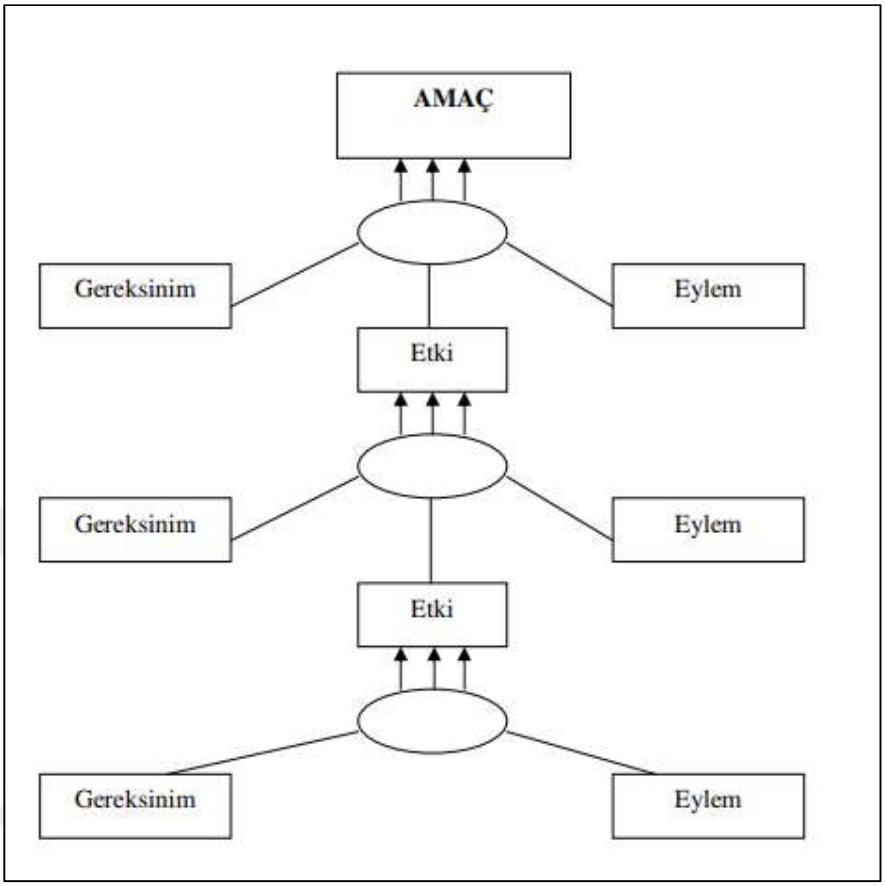
Geçiş ağacı (transition tree-tt), amaca ulaşmak için gerekli olan faaliyetlerin uygulanmasında detaylı bir planı ortaya koymaktadır (Aytekin vd. 2012, s.43). Geçiş ağacında ön koşul

ağacında tespit edilen koşullar uygulanmaktadır. Mantıksal değişim sürecinin en son aşaması gibi düşünülebilir. Bu yöntem "değişim nasıl gerçekleştirilecek?" sorusuna verilecek cevaptır (Kartal, 2006, s. 30). Ön koşullar ile belirlenen adımların sonuca ulaştırılabilmesi için yapılması gereken adımlar geçiş ağacında tanımlanmaktadır. Ağacın bu şekilde yapılanması uygulanması gereken iş adımlarının süreçte faaliyet gösteren tüm çalısanlar tarafından rahatlıkla anlaşılmasını sağlamaktadır. Gelecek gerçeklik ağacı, stratejik bir araç iken; geçiş ağacı, işlemsel veya taktiksel bir araçtır ve geçiş ağacı'nın oluşturulması ile buharlaşma bulutu ve gelecek gerçeklik ağacın'da geliştirilen enjeksiyonların uygulanması gerçekleşmekte, stratejik planlar için taktik faaliyet planlarını oluşturulmaktadır (Yüksel 2011, s.3628).

Şekil 2.10.'de geçiş ağacı yapısına örnek verilmiştir. Bu diyagramda ilk olarak hedefin belirlendiği görülmektedir. Bu hedefe ulaşabilmek adına yapılması gereken faaliyetler ve ihtiyaçlar, faaliyetlerin sonucunda yer alan etkilerin her aşamada tanımlandığı görülmektedir. Geçiş ağacının uygulamasında ilk adım tanımlanmadan sonrakine geçilmesi mümkün olamamaktadır. Bu yöntem yardımıyla sürecin aşamaları tamamlandığında hedeflenen duruma geçiş sağlanmış olacaktır. Geçiş ağacı sürecin tamamlanmasında hem rehberlik hem de kontrol özelliği sağlamaktadır.

Geçiş Ağacının birtakım amaçları başarmak işin tasarlanmış olup Dettmer (1997) bunları şöyle sıralamıştır (Utku, 2007, s.61-62):

• Faaliyetlerin yerine getirilmesi için adım adım uygulanan bir yöntem sağlamak
• Sınırlı bir amaca karşı süreçteki sapmayı ortaya çıkarmak
• FRT ya da EC deki gelişmeleri yürürlüğe koymak
• PRT de teşhis edilmiş amaçlara ulaşmak
• Stratejik planlar için, taktik faaliyet planları geliştirmek
• Uygulamalardan kaynaklanan istenmeyen etkileri (UDE) engellemek



Şekil 2.10. Geçiş Ağacı (Dettmer, 1997, s.22)

2.2.8.Kısıtlar Teorisinin Faydaları

Kısıtlar teorisinin işletmelere sağladığı faydaların başında temel amacı olan süreçteki kısıtların tespit edilerek, ortadan kaldırılması gelmektedir. Bu şekilde sistemdeki israf ortadan kaldırılarak, sistemin verimliliği artacaktır. Kısıtlar bir sistemin performansını tanımlayıp, sistemin kısıtlarının aşama aşama ortadan kaldırılması ile sistemin performansını arttırır (Atay, 2009, s.14-15).

Kısıtlar Teorisi karşılaşılacak olan fırsatları değerlendirerek, daha iyi çalışma koşulları yaratmak, sistem iç ilişkilerini güçlendirmek, yani büyük ve küçük sorunları halletmek için hizmet şirketleri, üretim şirketleri, vakıflar, askeri operasyonlar, aileler ve tüm bireyler tarafından kullanılır (Şahin, 2012, s.34)

İşletmelerin verimliliğinin artması ile birlikte kâr marjı da artar. İşletmelerin öncelikli hedefi maliyetleri azaltarak, kârlarını artırmaktır. Kısıtlar Teorisi'nin işletmelere sağladığı en önemli avantaj, kısıtların belirlenip ortadan kaldırılması ile sistemde sürekli bir gelişmenin sağlanmasıdır (Şahin, 2012, s.34). Girdi maliyetleri azalarak, en yüksek çıktıya ulaşılması

sağlanacaktır. İşletme en yüksek oranda kârlılığı yakalamış olacaktır. Bu yöndem ile en yüksek envanter kontrolü yapılacaktır.

Kısıtlar Teorisi'nin uygulamadaki biçimi olan dönüşüm muhasebesi (throughput accounting) raporları diğer maliyet raporlarına nispetle daha çabuk kavranabilir özellikte ve oransal olarak da daha ucuzdur. İşletme sahipleri ve çalışanlar açıkça ortaya koyulan bu rapor sonucunda üzerlerine düşen görevi daha iyi anlamaktadır. Sistem içerisindeki herkesin üzerine düşen vazifeyi bilmesi de sistemin bir bütün olarak çalışmasını sağlamaktadır.

Shoemaker ve Reid (2006), Kısıtlar Teorisi'nin işletme yöneticilerine, disiplin ve yapısal açıdan çeşitli faydalar sağladığını şu şekilde belirtmişlerdir:

• Organizasyonun bugünkü yapısını derinlemesine inceleme imkânı,

• Uygulama sonuçları ile ortaya çıkabilecek durumların analizi,

• İstenilmeyen sonuçların temel nedenlerinin belirlenmesi,

• Sistem performansının çeşitli açılardan ne şekilde değişeceğinin ve sonuçların tahminidir , (Büyükyılmaz ve Gürkan 2009, s.189-190).

Süreç sürekli kendi kısıtlarını oluşturmaktadır. Sistemin başarılı olabilmesi için bu kısıtların düzenli şekilde ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu da sistemin sürekli iyileşmesi anlamına gelmektedir. Kısıtlar teorisi ile yönetilen sistemler, dinamik sistemlerdir. Yeniliklere her zaman açıktır. Kısıtlar Teorisi'nin diğer teorilerden oldukça farklı olduğu ve yöneticilere sunduğu esneklik sayesinde işletmelerde daha verimli sonuçların ortaya çıkmasına yardımcı olduğu, gerçekleştirilen analizlerle ortaya konulmaktadır (Şahin, 2012, s.34).

2.2.9. Türkiye'de Kısıtlar Teorisi Uygulamaları

Kısıtlar teorisi Eliyahu M. Goldratt'ın 1980'lerin başında yaynladığı Amaç kitabı ile tanınmıştır. Kapasite planlamasının temelini oluşturan, işletmelerin devamlılığını, verimliliğini ve kârlılığını artıran bu sistem dünyada hızlı bir şekilde benimsenmiştir. Türkiye'de ise kısıtlar teorisi ile ilgili kaynaklara 2005 yılından itibaren ulaşılabilmektedir.

Türkiye'de 2005-2015 yılları arasında kısıtlar teorisi ile ilgili toplam 31 adet makaleye ulaşılmıştır (Akman ve Özcan, 2017, s.269). Bu makaleler 5 başlık altında gruplanmıştır. Bunlar:

1. Kısıtlar teorisi felsefesini açıklayan çalışmalar,

2. Kısıtlar teorisi'ne dayalı bir yönetim muhasebesi yöntemi olan katkı muhasebesi ile geleneksel muhasebe sistemlerini ve diğer yönetim sistemlerini karşılaştıran çalışmalar,

3. Kısıtlar teorisi düşünce süreçlerinin kullanıldığı çalışmalar,

4. Ürün karmasının belirlenmesine yönelik çalışmalar,

5. Beş odaklanma adımının uygulamalarını açıklayan çalışmalardan oluşmaktadır.

Tablo 2.5'de Türkiye'de Kısıtlar Teorisi alanında yapılan çalışmaların dağılımları verilmiştir.

Tablo 2.5. Türkiye'de Kısıtlar Teorisi Alanında Yapılan Çalışmaların Dağılımları

Konu	**Sayı**	**Yazarlar**
KT'ne dayalı katkı muhasebesi ile geleneksel muhasebe sistemlerini karşılaştıran çalışmalar	7	Atmaca ve Terzi (2007), Erol (2008), Utku ve Ersoy (2008), Demircioğlu vd. (2010), Kaygusuz (2011), Akbulut ve Ertan (2015), Demircioğlu ve Demircioğlu (2016)
Kısıtlar teorisi düşünce süreçlerinin kullanıldığı çalışmalar	10	Akman ve Karakoç (2005), Sadıç vd (2006), Kıncal (2007), İncekırık (2007), Dalan ve Yaralıoğlu (2009), Akman vd. (2011), Akman ve Ural (2011) Aytekin vd. (2012), Öner ve Şahbaz, (2013), Taştan ve Demircioğlu (2014)
Ürün karmasının belirlenmesine yönelik çalışmalar	8	Ünal vd. (2005), Kaygusuz (2005), Kaygusuz (2006), Ünal vd. (2006), Ekergil (2008), Kırlı ve Kayalı (2010), Utku vd (2011), Kaplan ve Kasapoğlu, (2013)
Kısıtlar teorisi felsefesi	2	Büyükyılmaz ve Gürkan, (2009), Taştan ve Demircioğlu (2015)
Beş odaklanma adımı	4	Tekin ve Şahin, (2014), Yükçü ve Yüksel (2015), Ayanoğlu ve Şakar (2015), Demircioğlu ve Akkaya (2016)

2.3. ÇEVİK ÜRETİM

2.3.1. Çevik Üretim Tanımı

Yeni üretim yöntemlerinin oluşmasında temelde iki etken yer almaktadır. Bunları değişen dünya koşulları ve müşterilerin istekleri oluşturmaktadır. Yalın üretim bu yöntemlere ek olarak kendine has bir felsefeye sahiptir. Yalın felsefesi üretim alanının dışına çıkarak, hizmet sektöründe de yerini almıştır. Her ne kadar yalın üretimin etkinliği sürüyor olsa da değişen ve gelişen koşullar ve daha bilinçli bir müşteri grubunun oluşması ile birlikte yeni akımlar ortaya çıkmaktadır. Müşteri taleplerine hızlı cevap verenler kazanmaktadır. Talebi çabuk anlayıp, hızlı bir şekilde çözüme ulaştırıp, müşteriye cevap veren yeni bir akım oluşmaktadır. Bu yapı İngilizce'de Agile, Türkçe'de çevik isimleri ile adlandırılmaktadır. Hormozi çevikliği; işlemlerin, süreçlerin ve iş ilişkilerinin etkin bir şekilde yeniden yapılandırılırken aynı zamanda sürekli değişen bir çevrede gelişebilme yeteneği olarak tanımlamaktadır (Hormozi, 2001, s. 132). Çevik, takımınızın daha etkili düşünmesine, daha verimli çalışmasına ve daha iyi kararlar vermesine yardımcı olan bir dizi metot ve metodolojidir (Stellman ve Greene, 2014, s.2). Çeviklik kavramı için çeşitli tanımlar yapılmıştır. Her birinin ortak noktası, esnek çalışma, hızlı olabilme ve müşteri taleplerine doğru yanıt verme konularında birleşmektedir.

Çevik bir şirket değişimi kucaklayan ve ona çok çabuk ve kolaylıkla adapte olabilen şirkettir. Çevik kelimesi şirketler açısından, sürekli bir değişim ortamında gelişirken operasyon, proses ve iş ilişkilerini yeniden düzenleyebilmesini ifade eder. Bu tip bir üretim sistemini uygulamak isteyen şirketler stratejileri çok hızlı uygulamamak hususunda çok dikkatli olmalıdırlar. Bu yeni üretim teknikleri üzerinde iyice düşünülmüş uzun dönem stratejileri olmalıdır (Özparlak, 2003, s.27).

Aynı zamanda olabilme, adaptasyonu sağlama, bilgi sistemlerin ve teknolojin kullanılması kavramları ve tüm bu kavramların bir kombinasyonu, çevik üretimi tanımlamak için kullanılan ifadelerdir (Sharifi ve Zhang, 2001, s.773).

Üretim açısından çeviklik, üretimde, teknolojinin önemli bir rol oynadığını kabul eder; ancak, çok ileri teknolojiyi geliştirmeyi değil, teknolojiyi yoğun ve verimli biçimde kullanmayı hedefler. Bu bağlamda çevik işletmeler ise, belirsiz pazar koşulları altında en uygun tepkiyi verebilme yeteneğine sahip işletmelerdir (Sevindirici, 2009, s. 295). Çevik çalışma prensiblerinin en çok uygulandığı alanlardan bir tanesi yazılım sektörüdür. Çevik takımlar kurulur bir koç eşliğinde müşteri taleplerine en hızlı cevap verme hedef alınarak çalışılır. İşletmelerin sektörlerine görede sınıflandırılmaktadır. Bir işletmenin çevikliği,

ayrıca, o işletmenin hem iç yeteneklerine (kurum içi uzmanlık) hem de dış yeteneklerine (müşteriler, tedarikçiler, acenteler, danışmanlar vb. konusunda uzmanlığı) bağlıdır. Bu açıdan Çeviklik, İç ve Dış Çeviklik olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır (İlhan, 2007, s. 5). İç çeviklik; yeni ürünler ve ürün özellikleri konusunda müşteri isteklerine ve pazara çok çabuk yanıt verebilme yeteneğidir. Dış çeviklik ise kurumun ortaklar, tedarikçiler, dağıtımcılar ve hatta müşteriler gibi dış parçalarını iş ortamındaki öngörülemeyen olaylara, belirsizliğe ve değişime karşı yeniden yapılandırma ve değiştirme yeteneği olarak tanımlanır.

Kidd (1994)e göre çevik üretim 3 basit kaynağa dayanır;

- Yenilikçi yönetim organizasyonu ve yapısı
- Yetenekli bilgili ve yetkin kılınmış insan gücü
- Esnek ve akıllı teknolojiler

Çeviklik birbirine bağlı ve koordineli sistemde bu 3 kaynağın bütünleşmesiyle yakalanır (Zerenler, 2007, s. 544).

Çevikliğe etki eden ana unsurları (Apilioğulları, 2016, s.22);

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

Çevikliğin temel karakteristiği;

- Hız
- Esneklik
- Adaptasyon, şeklinde tanımlanmıştır.

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

2.3.2. Çevik Üretimin Tarihsel Gelişimi

Çevik üretimin tarihsel gelişimine bakmak için; Üretim Yönetiminin tarihsel gelişimine göz atmak gerekir. Üretim Yönetiminde 3 ana dönem mevcuttur (İlhan, 2007, s. 14):

- İlk dönem 1776-1980 yılları arasındadır. Bu dönem de kendi içinde 2 alt dönemde incelenebilir: 1880-1910 yılları arasındaki "Bilimsel Yönetim Çağı" ve 1911-1980 yılları arasındaki "Kitle Üretimi Çağı".

- İkinci dönem, 1981-1995 yılları arasındadır. Bu dönemde kalite odaklı gelişmeler (Yalın Üretim, Bilgisayar Destekli Tasarım, Toplam Kalite Yönetimi vb.) söz konudur.
- Üçüncü dönem, 1996~2010 yılları arasındadır. Bu dönemde kişiselleştirme (customization) odaklı gelişmeler (Hızlı prototipleme, Küreselleşme, Internet, ERP, Öğrenen Organizasyonlar, e-öğrenme, e-ticaret ve kitlesel kişiselleştirme (mass customization) vb.) söz konudur. Tüm bu gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan nihai kavram ise Çevik Üretimdir.

Kitlesel üretimle birlikte küresel pazarda büyük pay sahibi olan Amerikan endüstrisi, bu üstünlüğünü Japonların geliştirdiği yalın üretim modeline uyum sağlayamamaları nedeniyle kaybetmiştir(Tanoğlu, 2018, s.34). Pazar payını yeniden kazanmak adına yeni çalışmalar yürütmeye başlanmıştır. Çevik üretim kavramının ortaya çıkmaıs bu döneme denk gelmektedir.

Çevik üretim kavramı, ilk kez Iacocca Institute tarafından 1991 yılında yayınlanan "21st Century Manufacturing Enterprise Strategy" adlı raporda yer almıştır. Bu raporda, içinde bulunulan durumun tespiti yapılmış ve öneriler sunulmuştur. Raporda, şu üç ana nokta vurgulanmıştır (Kasap ve Peker, 2009, s.63):

1. Üretimde, değişimin öncü gücü olarak faaliyet gösteren yeni bir rekabetçi çevre ortaya çıkmaktadır.
2. Yüksek kaliteye sahip, kişiselleştirilmiş ürünlere olan taleplere hızla cevap verme yeteneğini geliştiren işletmelerin rekabet üstünlüğü artacaktır.
3. Çevik olabilmek için esnek teknolojilerin yüksek yeteneklerle donatılmış, bilgi birikimine sahip, motive edilmiş ve yetkilendirilmiş işgücü ile entegre edilmesi gerekmektedir.

Yalın üretimle birlikte, farklı ürünlerin uygun fiyatlara kaliteli bir şekilde üretilebileceğini gören bu endüstri, kendi üretim tesislerine bu üretim yönetimini entegre etse de eski konumuna ulaşamamıştır (Tanoğlu, 2018, s. 35). Çevik üretim kavramı oluşturulurken yalın üretimden etkilenmiştir. Yalın üretimde işlerin standartlaştırılması tercih edilmektedir. Ancak çevik üretimde adından da anlaşılacağı gibi daha hızlı ve esnek şekilde taleplere cevap verilebilecek bir sistem oluşturulmuştur.

2.3.3. Çevik Üretimin Bileşenleri

Çeviklikle ilgili anahtar kelime olarak belirtebileceğimiz çevik bir yapıda olması gereken temel bileşenler şunlardır:

- Hız

– Tepki vermedeki yüksek hız. Örneğin, yeni iş olanaklarına

- Uyarlanabilirlik

– Farklı bir yöne doğru ilerlendiğinde kolayca adapte olma. Örneğin, tamamıyla farklı bir pazara ya ürün grubuna girme

- Sağlamlık

– Değişimlerden ve rahatsız edici durumlardan kaçınma ve dayanıklılık. Örneğin, müşteri tercihlerinde meydana gelen değişiklikler nedeniyle pazar çekiciliğini yitiren ürünler

- Sanal Şirketler

– Kısa vadeli ortak girişimlerle farklı firmaların sahip olduğu farklı yeteneklerin birleştirilmesi.

- Yeniden yapılanma

– Sık oluşan "beklenmedik" ve muhtemelen "kısa bir süre sonra geçecek olan" pazar fırsatlarında yapılarını, insanlarını, tesislerini, organizasyonunu ve sahip olduğu teknolojisini çok hızlı bir şekilde yeniden düzenleme yeteneği

- Dinamik ekip

– Ekip üyelerinin süreç içinde yer almasa dahi yaratıcı ve yenilikçi yeteneklerinden yararlanmak

- Bilgi gelişimi

– Fikirleri ürün ve hizmetlerde somut olarak uygulayabilmek İşletmelerin ürünlerinin ve hizmetlerine kattıkları değer oranları, tercih edilebilmesi için en önemli unsurdur (Tanoğlu, 2018, s.35)

Müşterilerinin beklentilerini daha hızlı anlayarak daha hızlı bir şekilde cevap verilmesi gerekmektedir. Bu çeviklik kavramının en basit tarifi olarak düşünülebilir. Müşteriler, kişiselleştirilmiş ürünlerin anında kendilerine teslim edilmesini istemektedirler. Bu durum, müşteri ihtiyaçlarının çok iyi anlaşılmasını/ bilinmesini gerektirir. Ayrıca müşteri, ürün tasarım sürecine dâhil edilerek ihtiyaçlarının karşılanması daha etkin bir şekilde sağlanabilir (Gunasekaran, 2001, s.11). Birçok işletme, doğrudan rakipleri olmasa bile, rekabet üstünlüklerini kaybetme korkusuyla başka işletmelerle bilgilerini paylaşmaktan çekinir (Hormozi, 2001, s. 139). İşletmelerin içinde bulundukları çevre hızla değişmektedir.

Özellikle müşteri isteklerindeki değişiklikler, işletmelerin eskisinden daha fazla esnek olmalarını gerektirmektedir. İşletmeler, yaşanan değişikliklere hızla cevap verebilmek için çalışanların bilgi ve becerilerine ihtiyaç duyar. Bunun nedeni, yaşanan değişikliklerle ilgili olarak gelen bilgilerin çalışan kişiler tarafından kullanılacak, yorumlanacak ve bu doğrultuda hareket edilecek olmasıdır. Bundan dolayı çalışanlar, ürünler hakkında bilgi ve tecrübeye sahip olmalarının yanı sıra müşterilerin ihtiyaçları, endişeleri ve servis gereksinimleri ile ilgili bir bilgi birikimine de sahip olmalıdırlar (Gunasekaran, 2001, s. 47).

Diğer işletmeler ile güç birliği oluşturulmasından sonraki en önemli aşama teknolojiden faydalanmasıdır. Teknoloji başlangıçta yeni makine ve ekipmanlar gibi düşünülebilir. Yeni taleplerin öğrenmek, araştırmak ve hatta cevap vermek adına iletişim teknolojilerininde takip edilmesi gerekmektedir.

2.3.4. Çevik Üretim Modeli

Çevik üretimin ortaya çıkmasındaki en büyük etken Amerikan sanayisinin kaybettiği Pazar payıdır. Yeniden Pazar payı kazanma çabaları devam ederken karşımıza çıkan en büyük sorun belirsizliktir. Belirsizlik anında yapılması gerekenleri Sharifi ve Zhang 2001 yılında hazırladıkları model ile en doğru şekilde tarif etmişlerdir. Çevik üretim kavramını net bir şekilde anlayabilmek için Şekil 2.11.'de yer alan çeviklik modelinin incelenmesi uygun olacaktır. Model incelediğinde çeviklik kavramı 3 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla: çeviklik sürücüleri, çeviklik yetenekleri ve ve çeviklik sağlayıcılarıdır (Sharfi ve Zhang, 2001, s. 774-775).

1. Çeviklik Sürücüleri: Bir işletmenin çevik olmasını gerektiren ve çevikliğini sürdürebilmesi konusunda yeni yollar aramasına neden olan durumlardır.

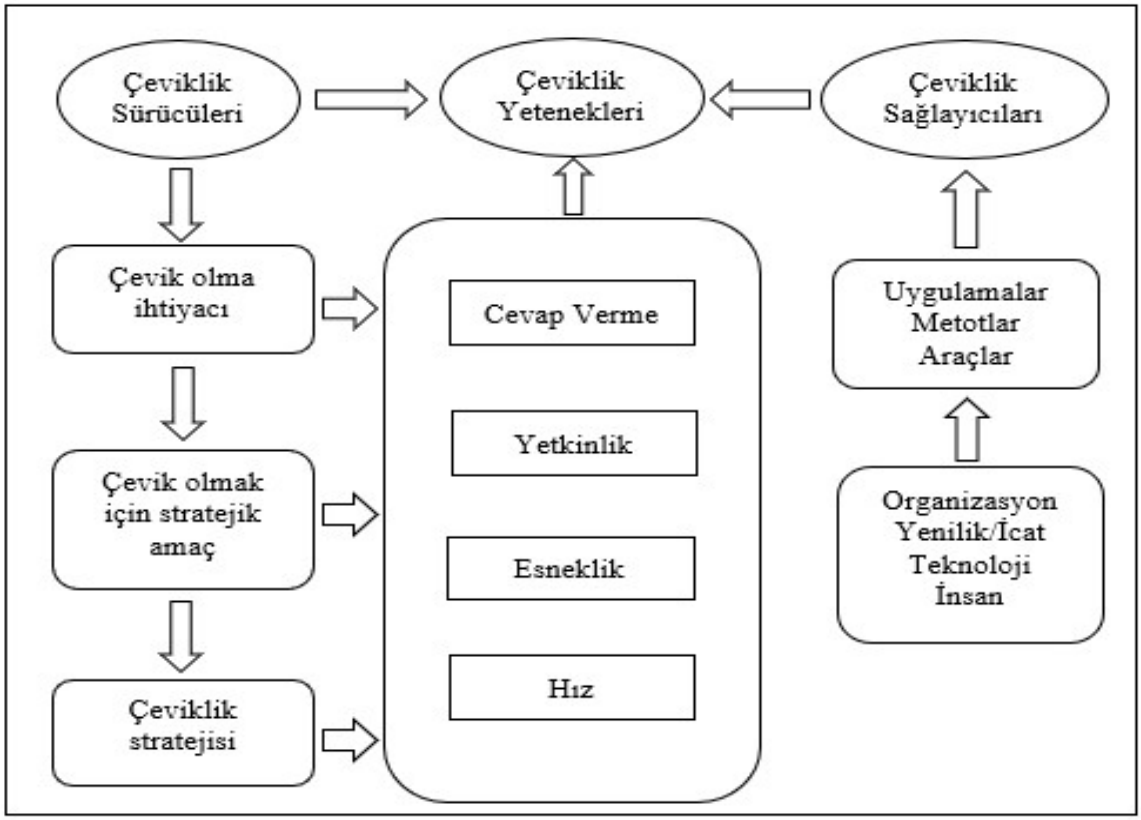
2. Çeviklik Yetenekleri: Bir işletmenin çevik olma kapasitesini ölçen durumlardır.

3. Çeviklik Sağlayıcıları: Bir işletmenin çevik olabilmesi için kullandığı araç, metot uygulama gibi gerekli yardımcılardır.

Bir üretim işletmesi, bulunduğu iş çevresinde çeşitli "çeviklik sürücüleri"ni, yani çeşitli değişiklikleri ve baskıları tecrübe eder. Bu durum, işletmeleri "çeviklik yetenekleri"ni araştırmaya sevk eder. Daha açık bir ifadeyle; işletme, yeteneklerini geliştirmek için veya ihtiyaç duyduğu yeteneklere sahip olabilmek için çeşitli araçlar ve yollar araştırır (Kasap ve Peker, 2009, s.67).

Bu durumda çeviklik sürücüleri daha çok, üretim işletmesinin etrafında bulunduğu durum olarak değerlendirebilir (Tanoğlu, 2018, s.50). İşletmelerin her zaman çevik olmalarına ihtiyaç duyulmayabilir. Üretim sınıfına göre daha standart bir üretim grubu ile devam ediyorsa yalın üretim yöntemine veya hız gerektirmeden benzer koşula uyum sağlayıp bir KOBİ çalışma şekli olarak esnek üretime devam edebilir. Karar verme noktasında talep ve zaman kısıtları oluşturmaktadır.

Çeviklik sürücülerinde, taleplerin türü, zaman firmanın amacını oluşturmaktadır. Bu amaca göre firma çeviklik kararı verecek ve çeviklik stratejisini oluşturacaktır.



Şekil 2.11. Çeviklik Modeli (Sharifi ve Zhang, 2001, s.775)

Bu durumu şu şekilde adımlayabiliriz:

- Belirsizliği, değişimi, baskıyı vb. durumu belirle ya da öngör,

- Firmanın bu duruma karşı kapasitesini incele,

- Firmanın zayıf ve güçlü noktalarını belirt,

- Firmanın mevcut yeteneklerini de göz önüne alarak stratejisini belirle

- Uygulama için ne gibi sağlayıcılar kullanılacağını tanımla (Tanoğlu, 2018, s.51).

Sharifi ve Zhang'a ait Çeviklik modeli incelenmeye devam edildiğinde, çevik bir işletmede varolması gereken çeviklik yetenekleri dört başlık altında sınıflandırılmıştır. Bunlar; cevap verme, yetkinlik, esneklik ve hızdır.

Cevap verme yeteneği: İşletmelerin cevap verme yeteneği işletmeleri ayakta tutan ve rekabet avantajını sağlayan temel unsurlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Akkaya ve Tabak, 2018, s.187). Müşteriden gelen taleplere olumlu veya olumsuz şekilde bir geri bildirimde bulunabilme yeteneğidir. Tercih edilen durum talep gelmeden hazırlıklı olunması ve olumlu şekilde mümkün olan en kısa zamanda cevap verilebilmesi senaryosudur. Ne kadar hızlı şekilde tepki verilirse, pazarda o kadar rekabetçi olunacaktır.

Yetkinlik yeteneği: İşletmelerinin, yetkinlik düzeylerinin artırmaları gerekmektedir. Diğer bir konuda yetkinlik düzeyinin olmadığı bir alanda müşteri taleplerine cevap vermesi uygun olmayacaktır. Örneğin plastik enjeksiyon üzerine çalışan bir firma Pazar analizi yapar ve cam ürünleri satışlarına yönelik pazar payının yüksek olduğunu tespit eder. İşletmenin cam sektörüne yönelmesi doğru bir harekete gibi görünebilir. Ancak bu alanda yatırım ve ek olarak uzun bir devreye alma zamanı gerekecektir. Bu uzun dönem planlama ve yatırım gerektiren kapsamlar çeviklik anlayışı ile örtüşmemektedir. İşletme kendi alanında plastik enjeksiyon ile ilgili talep olan bir ürüne yönelmesi çeviklik özelliğini göstermektedir Bu yetenek, günümüz işletmelerinde örgütsel çevikliğin tesis edilmesi açısından önemli rol oynamaktadır (Hoyt, 2007, s.1587).

Esneklik yeteneği: Esneklik yeteneği KOBİ'lerin üretim özelliği olarak bilinmektedir. Koşullara çabuk uyum sağlayabilme özelliği olarak bilinmektedir. Örgütsel çevikliğin unsurlarından birisi olan esneklik, yöneticilerin işletmelerde örgütsel çevikliği sağlarken amaca ulaşmak için farklı süreç ve alternatifleri kullanabilme becerisidir. Esneklik özelliği çevik üretimin en önemli yetenekleri arasında yer almaktadır. KOBİ'lerden farklı olmasının en temel özelliği daha proaktif yaklaşıp, olay olmadan ve hızlı şekilde cevap verilebilme yeteneğidir. Sonuç olarak, bir işletmenin esnekliği, bir taraftan işletmenin değişen çevreye ve müşteri istek ve ihtiyaçlarına cevap vermesi diğer taraftan ise yönetimde dinamikliği gerektiren etkileşim olgusu olarak ifade edilebilir çıkmaktadır (Akkaya ve Tabak, 2018, s.188).

Hız yeteneği: En önemli çeviklik özelliğidir. Bu yetenek ise, işletmenin çevikliğe karşı diğer yeteneklerini istenilen kısa zamanda gerçekleştirmesi durumudur. Hız yeteneğini de, ürünün üretimi, teslimatı, pazara girişinin hızı gibi unsurlarda belirtebiliriz (Tanoğlu, 2018, s.51). İşletmenin talepleri en kısa zamanda anlayıp cevap verebilmesi gerekmektedir. Bu sürenin kısalığı bir nevi işletmenin çeviklik ölçütüdür. Hız talebin algılanması, cevaplanması, üretim başlaması ve hatta teslimatın en kısa zamanda yapılabilmesi gibi sürecin tüm aşamlarında en önemli parametredir. Örgütsel çevikliğin hız boyutu, bir işletmenin üretimden nihai hedefe kadar ürettiği ürünü veya sunduğu hizmeti en etkili ve en kısa zamanda gerçekleştirme yeteneği olarak ifade edilebilir (Akkaya ve Tabak, 2018, s.189).

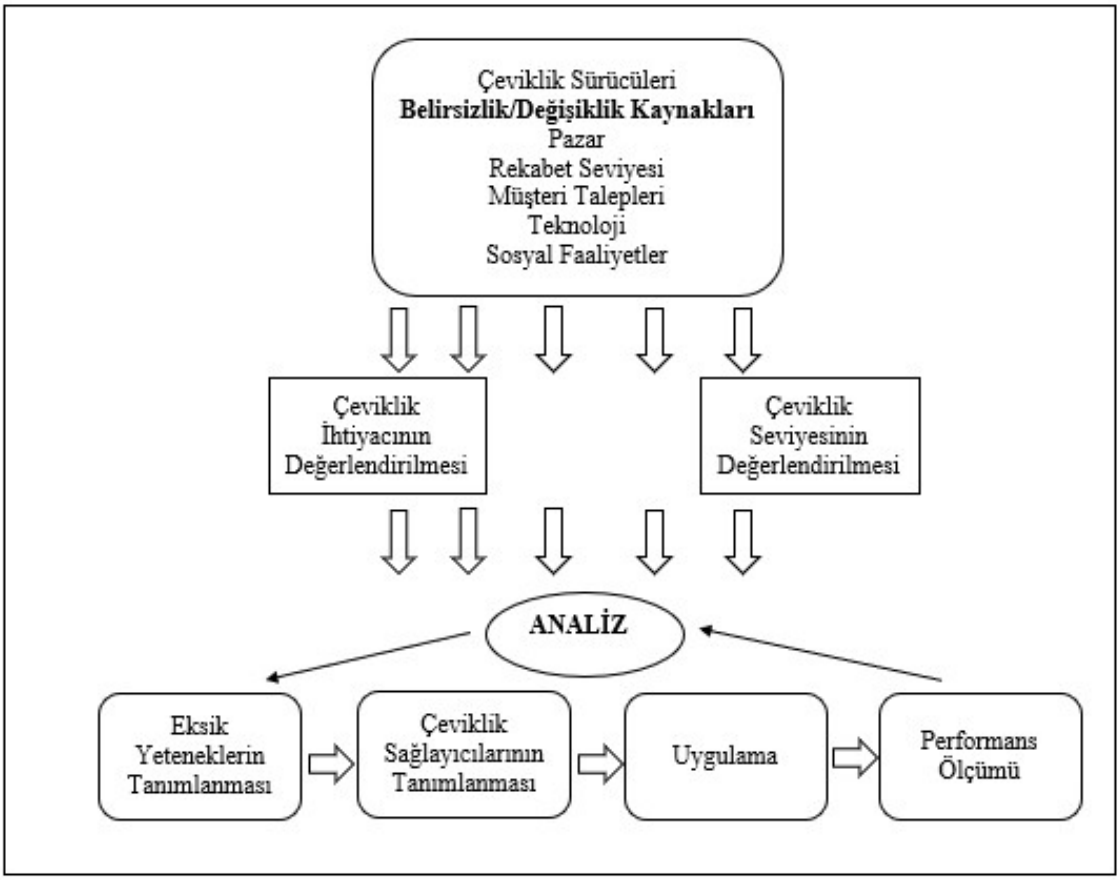
Çeviklik ihtiyaç seviyesi, her işletme için aynı olmayabilir. Bu nedenle şartların değerlendirilmesi her firma için ayrıca yapılmalıdır. Daha önce de belirttiğimiz gibi, çeviklik sürücüleri belirlendikten sonra firmanın çeviklik durumu incelenmelidir. Söz konusu çeviklik ihtiyaç seviyesine göre, çeviklik durumunun tespitinden sonra bir sonraki aşamanın ne olacağı konusunda bir analiz yapılmalıdır. Bu analiz sonucunda firmanın ne gibi bir karar vermesi gerektiği ve çeviklik ihtiyaçları belirlenir. Belirlenen ihtiyaçlara göre çeviklik sağlayıcıları tanımlanır. Daha sonra uygulama ile yapılan yeni modelle çevikliğe ulaşmak hedeflenir (Tanoğlu, 2018, s. 52).

Çeviklik yeteneklerini oluşturan bir diğer faktör ise çeviklik sağlayıcılarıdır. Bir şirkete çeviklik yeteneklerini elde etmekte yardımcı olacak her türlü iş uygulamaları, metodları, araçları ve teknikleri genel olarak çeviklik sağlayıcılar olarak adlandırılır. Bunlar şimdiye kadar denenmiş ve kullanıma hazır olan araç ve uygulamalar olabileceği gibi araştırma gruplarınca halen üzerinde çalışılan araç ve uygulamalar da olabilir. Çeviklik sağlayıcıların çeviklik yeteneklerini elde etmedeki etkinliği anket çalışmalarından ve vaka analizlerinden elde edilen istatistiksel verilerle belirlenmiştir.(Özparlak, 2003, s.78).

Çeviklik sağlayıcıları iki şekilde sınıflandırılmıştır. Bunlardan ilk sınıfı uygulamalar metotlar ve araçlar oluşturmaktadır. Burada işletmenin var olan kaynakları, makine ve ekipmanları, çalışan kalifikasyonları ve işgücü potansiyeli oluşturmaktadır. İkinci sınıfı; organizasyon, yenilik ve icatlar, teknoloji ve insan bileşenleri oluşturmaktadır. Çeviklik potansiyelini artırabilmek adına bu kapsamı gelişen teknolojinin takibi ve işletmeye yansıtılması önemli rol oynamaktadır. Çevik üretimin ortaya çıkmasında en önemli

etkenlerin başında internetin dünya genelinde yayılması gelmektedir. Bu sebeple teknolojinin çevik üretim modelindeki yeri yadsınmamalıdır.

Sharifi ve Zhang 2001 yılında yaptığı araştırmada çevikliği sağlamak adına Şekil 2.12.'deki modeli düzenlemiştir. Bu modele göre; Çeviklik sürücülerini oluşturan faktörler diğer adıyla belirsizlik kaynaklarını oluşturan etkenler; Pazar talepleri, rekabet seviyesi, müşteri talepleri, teknoloji ve sosyal faktörlerdir.



Şekil 2.12. Çevikliği Sağlamak için Önerilen Metodoloji (Sharifi ve Zhang,2001, s. 776)

Bu faktörler incelenerek öncelikli olarak çeviklik ihtiyacının gerekliliği değerlendirilir. Bu çeviklik modeli doğrultusunda üretim işletmeleri için çevik üretime sahip olabilmeleri adına stratejik politikalarını belirlemeye yönelik bir metodoloji geliştirilmiştir. Bu metodoloji, üç aşamadan oluşmaktadır (Sharifi ve Zhang, 2001, s. 776):

1. Bir işletmenin çeviklik ihtiyacının ve şu anki çeviklik seviyesinin belirlenmesi,

2. İşletmenin çevik hale gelebilmesi için gerekli çeviklik yeteneklerinin belirlenmesi,

3. İşletmenin fark edilebilir yeteneklerini ortaya çıkarmak için çeviklik sağlayıcılarının belirlenmesi.(Kasap, 2009, s.69).

Sonraki aşamada ise çeviklik seviyesinin değerlendirilmesine karar verilmelidir. Burada en önemli konu doğru analizi en kısa zamanda yapmaktır. Analiz sonucunda işletme devam etme kararı alırsa eksik yeteneklerin tamamlanması gerekmektedir. Bu işi yapabilme yetkinliğine karar verilip, müşteriye hızlı şekilde cevap verilmesi gerekmektedir. Sonraki aşama çeviklik sağlayıcılarının tanımlanması gerekmektedir. Burada en önemli konu ise yatırım yapma gereksinimi olarak ortaya çıkmaktadır. Bir analiz gereksinimi de bu noktada oluşmaktadır. Verilen karara istinaden, kararın olumlu olması durumunda uygulama adımına geçilir. Sonraki aşamada performans ölçümü yapılır ve sonuca göre yeni bir analiz gereksinimi ortaya çıkabilmektedir.

2.3.5.Çevik Üretimin Özellikleri

Çevik üretim kavramı ilk olarak Iaccocca Enstitüsü'nün 1991 yılında yaptığı araştırma raporunda kullanılmıştır. Iaccocca Enstitüsü'nün raporuna göre çevik üretimin özellikleri (Kidd (1994)'dan aktaran Çetin, 2006, s.67):

• Tüm aktivitelerde uyum,

• Tüm çalışanlar için sürekli eğitim,

• Müşteri isteklerine hızlı cevap verme,

• Hızlı bir şekilde ortaklıklara girebilme,

• Çalışanları en önemli kaynak olarak gören bir organizasyon yapısı,

• Takım halinde çalışan yetkilendirilmiş personel,

• Çevresel duyarlılık ve öngörücü (proaktif) yaklaşım,

• Kullanışlı ve ulaşılabilir bilgi,

• Yetenekli ve bilgili seçkin personel,

• Açık sistem mimarisi,

• İlk seferde doğru dizayn,

• Toplam kalite felsefesi ,

• Kısa çevrim zamanları,

• Teknolojik liderlik,

• İşletme bütünleşmesi,

• Vizyona dayalı yönetim.

2.3.6. Çevik Üretim- Yalın Üretim Karşılaştırması

Öncelikle şunu belirtmek gerekir ki yalın üretim ve çevik üretim asla birbirinin alternatifi olarak görülmemelidir. Çevik üretim ve yalın üretim temel felsefede farklılaşmaktadırlar. Ortaya çıkış noktaları açısından farklılaşmaları aslında temel felsefede ne gibi farklılık olduğunu da açıklamaktadır (Çetin, 2006, s.61).

Yalınlık ve çeviklik arasındaki temel farkı ifade etmek istersek şu benzetmeden yararlanabiliriz: Yalın üretim yapan şirket bir makineye benzer; sadece kendisi için öngörülen görevleri yaptığı ve gereksiz hiçbir birimi bünyesinde barındırmadığı için büyük bir yalınlık içerisindedir, ancak öngörülmeyen bir taleple karşılaşıldığında artık görevini yapamaz ve yenisiyle değiştirilmesi gerekir. Çevik üretim yapan şirketi ise canlı bir organizmaya benzetmek mümkündür; çünkü organizmaların öğrenme yetenekleri vardır ve çevrelerinde kendi ihtiyaçlarına uygun değişimlere yol açabilir ve çevrede meydana gelen değişimlere uyum sağlayabilirler (Özparlak, 2003, s.61).

Iaccocca Enstitüsü'nün 1991 yılında hazırladığı rapor incelediğinde çevik üretim için belirtilen özelliklerin yalın üretim özellikleri ile çok benzer olduğu görülmektedir. Yalın üretim, çevik üretim için gereklidir ancak yeterli değildir (Sevindirici, 2009, s.300). Çevik üretim kavramının doğduğu dönemde yalın üretim felsefesi küresel anlamda kabul görmüş ve başarılı bir şekilde sonuca ulaşmasından dolayı tercih sebebi olmuştur. Bu sebeple çevik üretimin yalın üretim felsefesinden etkilenmesi doğal bir sonuçtur. Ancak iki felsefenin ortaya çıkış süreci çok farklıdır. Yalın felsefe bir ihtiyaç sebebiyle ortaya çıkmıştır. Biraz daha doğal bir sürecin ürünüdür. Çevik Üretim felsefesi ise pazar kaybeden Amerikan Endüstrisinin yeniden ayağa kalkma çabaları sonucunda oluşturulmuştur. İki felsefenin karşılaştırılması aşamasında bu gerçeğin gözardı edilmemesi gerekmektedir.

Yalın üretim, eldeki kısıtlı kaynakların kullanılması ile yarış ve rekabet halindeki pazardaki gelişmelere tepki verebilen, ayak uydurabilen bir üretim sistemini oluşturan teknik ve yöntemleri kapsar. Kayıpları ve fazlalıkları en aza indirmek temel amaçtır. Bununla birlikte,

çevik üretim, sürekli değişiklikler nedeniyle ortaya çıkan kaos ve zorluklara karşı çözümler üretmeyi amaçlar. Yalınlık, kaynakların üretken ve etkili bir biçimde kullanılmasına yoğunlaşır ve bunu başarmak için bazı operasyonel teknikler kullanır. Bununla beraber, çeviklik, daha önceden tahmin edilemeyen, kestirilemeyen ortamlarda kullanılabilecek genel bir strateji olarak tanımlanmaktadır (Baykasoğlu ve Dereli, 2001, s132-136).

Yalın üretim daha çok mevcut talebe yönelik üretim yapmakta ve müşterilerin potansiyel taleplerini göz ardı etmektedir. Üretim her zaman için birinci planda tutulmaktadır. Müşteri için de maliyet birinci derecede önemli olduğundan firmanın sadece üretime dönük olması onu çok da fazla rahatsız etmemektedir. Çevik üretim de ise müşteri en önde gelen unsurdur. Müşteri için gerektiğinde özel üretim yapılabilmeli, müşterinin ileride oluşabilecek beklentileri önceden tahmin edilerek ürünler ona göre geliştirilmeli böylece pazar avantajı elde edilmeye çalışılmalıdır. Müşterilerin talepleri de yönlendirilmeye çalışılarak rakipler karşısında üstünlük elde etmek çevik üretimin en önemli hedeflerindendir (Özparlak, 2003, s.63).

Yalın üretim genel olarak kitlesel üretim metodlarının geliştirilmesi olarak görülürken, çevik üretim kitlesel üretimden tamamen farklı olarak kişiselleştirilmiş ürünler üzerinde durur. Çevik üretimin uygulanması daha stratejik bir karar iken, yalın üretim uygulamaları daha çok imalât tesisi ile ilgilidir. Yalın işletmenin karakteristik özellikleri çok verimli ve etkin imalâtçı olmak iken çevik bir işletmenin karakteristik özellikleri çok hızlı, etkin bir öğrenen organizasyon olmasıdır (Jin-Hai vd, 2003, s.8-9).

Sanayi devriminde 2. dönemi kitlesel üretim, 3. dönemi ise yalın üretim oluşturmaktadır. Hormozi 4. dönemin çevik üretim olduğunu kabul eden bilim adamaları arasında yer almaktadır. 2001 yılında bu üç üretim felsefesinin karşılaştırmasını yapmıştır. Tablo 2.6.'de de bu 3 üretim felsefesinin mukayese tablosu yer almaktadır. Tablo incelendiğinde israftan kaçınmanın ve organizasyonel iletişimin, kitlesel üretimin aksine; yalın ve çevik üretimde yüksek olduğunu görebiliriz. Müşteri isteklerine duyarlılık, kalifiye işgören ihtiyacı, işletmeler arası işbirliliği, esneklik derecesi, çalışanların yaratıcılığı gibi faktörlerin önemi her felsefede önem kazanmıştır. Maliyetler, ürün seçenekleri, prosesler ve tedarikçilere ait önem düzeyleri ihtiyaçlar doğrultusunda her süreçte farklılık göstermektedir.

Tablo 2.6. Kitlesel Üretim, Yalın Üretim, Çevik Üretim Mukayese Tablosu

Kriterler	Kitlesel Üretim	Yalın Üretim	Çevik Üretim
İsrafın önlenmesine verilen önem	Düşük	Yüksek	Yüksek
Organizasyonel iletişim derecesi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Müşteri isteklerine duyarlılık	Düşük	Orta	Yüksek
Kalifiye işgören ihtiyacı	Düşük	Orta	Yüksek
İşletmeler arası işbilirliğinin derecesi	Düşük	Orta	Yüksek
Küçük parti üretiminde birim maliyetin büyük parti üretiminde birim maliyete oranı	Çok Yüksek	Yüksek	Hemen hemen eşit
Mevcut ürünler için teslim süresi	Kısa	Kısa	Kısa
Ürün çeşitliliği	Düşük	Orta	Yüksek
Esneklik derecesi	Düşük	Orta	Yüksek
Çalışanların yaratıcılığı	Düşük	Orta	Yüksek
Ürün seçeneği	Düşük	Orta	Kişiselleşmiş
Prosesler	Katı	Esnek	Uyumlu
Tedarikçiler	Çok sayıda, rakip olarak görülür	Az sayıda uzun süreli, işbirliğine gidilir	Çok sayıda, değişken,kısa süreli, çabuk oluşturulabilen,sanal tedarikçi ağı

Kaynak: (Hormozi, 2001, s.135-138)

2.3.7. Türkiyede Çevik Üretim

KOBİ Stratejisi Eylem Planı 2015-2018'ten alınan verilere göre; 2018 yılında Türkiye'de KOBİ'ler toplam işletmelerin %99.9'unu oluşturmaktadır. (http://www.kobi.org.tr/index.php/bilgibankasi/statistikler). Çevik üretim koşullarının uygulanmasın için en uygun koşulları KOBi'ler oluşturmaktadır. Proaktif yaklaşımlar, hızlı cevap verme ve sonuca ulaşma, internetin aktif kullanımı gibi temel gereksinimlerin hepsi bu işletmelerde uygulanmaktadır. Çevik üretimin yeni bir kavram olması ve ülkemizde çok tanınmaması sebebiyle, bir uygulanma oranına/ verisine ulaşmak mümkün olmamaktadır.

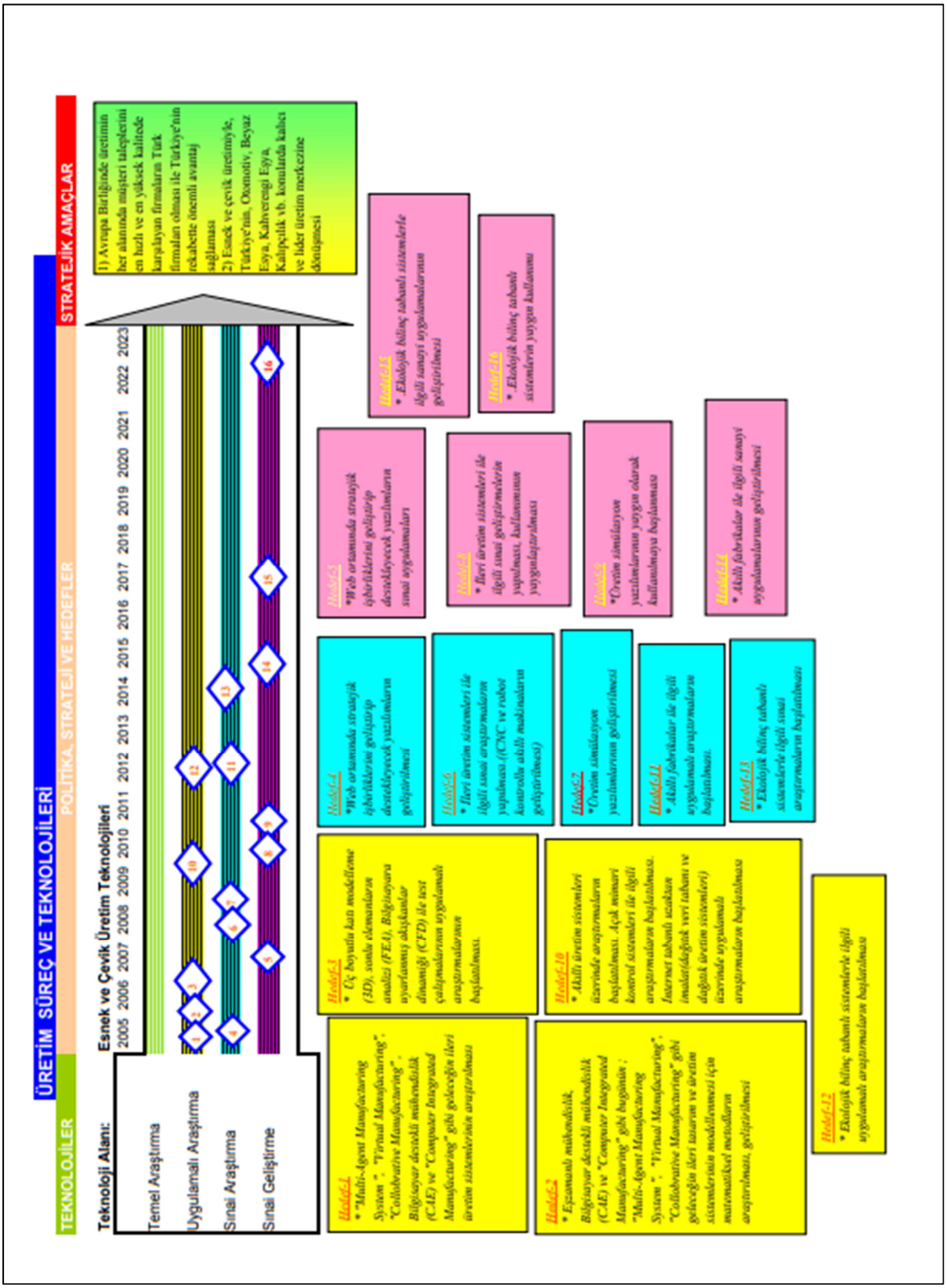
Tübitak'ın 2003-2013 Strateji belgesinde belirlenen hedeflerden bir tanesinde çevik üretim strateji olarak belirlenmiştir. Tübitak Vizyon 2023 Projesi Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları Strateji Belgesi'nde yer alan stratejik teknolojik alanlarından bir tanesi çevik ve esnek üretim teknolojileridir. Stratejik teknoloji alanları da Teknoloji Öngörü Projesinde bu

yaklaşımla belirlenmiş öncelikli teknolojik faaliyet konularını gerçekleştirmeyi sağlayacak olan alanlardır (Tübitak, 2004, s.21) :

- Esnek, Çevik Üretim Teknolojileri
- Hızlı Prototipleme Teknolojileri
- Yüzey / Arayüzey, İnce Film ve Vakum Teknolojileri
- Metal Şekillendirme Teknolojileri
- Plastik Parça Üretim Teknolojileri
- Kaynak Teknolojileri
- Talaşlı İmalat Teknolojileri

Tablo 2.7. de Ülkemizde esnek ve çevik üretim teknolojileri yol haritasına yer verilmiştir. Çevik üretim ile ilgili akademik araştırmalar ülkemizde üniversiteler tarafından devam etmektedir.

Tablo.2.7. 2003-2023 Strateji Belgesi Ülkemizde Esnek ve Çevik Üretim Teknolojileri Yol Haritası (2003-2023 Strateji Belgesi, 2004)



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KAPASİTE PLANLAMA

3.1. Kapasite Kavramı

Kapasite bir işletmenin varolan kaynaklarını kullanarak belirli bir zamanda meydana getirebileceği üretim miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanında kapasitenin tanımlanması için belirli bir zaman diliminin tanımlanması önemlidir. Verimli bir kapasite oluşturmak için yapılan yatırımlar; örneğin iş gücü, ekipman yatırımları siparişlerin zamanında oluşturulması için yeterli değildir (Denkena, 2020, s.1).

Kapasitenin sözlük anlamı; bir şeyi oluşturma, içine alma, kapsama, depolama yeteneğidir. Genel anlamda, bir sistemin belirli bir zamanda elde edebileceği en fazla çıktı miktarıdır. Üretim alanında ise, bir sürecin üretebileceği en yüksek üretim miktarı olarak tanımlanabilir (Etçioğlu, 2009, s.17).

Kapasite kavramı ilk olarak üretim işletmelerinde karşımıza çıkmıştır. Kapasite kavramını açıklamada çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları; "Bir işletmede belli bir dönemde ulaşılabilecek çıktı hacmi", ya da "belli bir dönemde işletmede kullanılan üretim faktörleri" şeklinde tanımlanabilir (Üreten, 2004, s.284).

Kapasite oluşturulma konsepti çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır. Bu konsept çeşitli perspektifler veya multidisipliner yaklaşımlar ile açıklanmıştır. Bu açıklamalara göre; hem kamu hem de özel sektör kuruluşlarında kurumları etkin ve verimli yönetme çabasıdır (Darmi, 2020, s.691).

Üretimin birim zamanda yapılan çalışmalar sonucundaki çıktı oranının bilinmesi gerekliliği kapasitenin belirlenmesi zorunluluğunu doğurmuştur. Bu bağlamda bir işletmenin üretim kapasitesi, işletmenin belirli bir süre içerisinde mevcut üretim faktörlerini rasyonel biçimde

kullanarak meydana getirebileceği üretim miktarı olarak ifade edilmektedir (Bulut, 2004, s.2).

Kapasite, bir işletmenin belirli bir zaman dilimi içerisinde sahip olduğu tüm öğelerin - emek, sermaye, arazi, malzeme, enerji, bilgi - üretme yeteneklerini kullanarak, elde edebileceği istenen nitelikteki mal ve hizmet miktarıdır (Ayaz, 2007, s.2)

Öncelikle işletmenin genel bir kapasitesinin belirlenmesi ve daha sonra ek olarak özel durumlarda karşılaşılacak kapasitenin belirlenmesi gerekmektedir. Genel kapasite kavramı; belirlenmiş bir ürünün belirlenen bir zaman aralığında, belirli üretim koşullarında üretilebilme kabiliyeti olarak tanımlanmıştır. Araştırmacıların bir kısmı ise kapasitenin tanımlanmasında sadece bir ürün grubunun yeterli olmayacağını işletmede faaliyet gösteren tüm ürün gruplarının temel alınarak tanımlamanın yapılması gerektiğini savunmaktadır

Kapasite kavramı 1920'li yıllardan sonra ortaya çıkmıştır ve o dönemden beri önemini korumaktadır. 1920'lerin sonlarında başlayarak günümüze kadar gelen dönem "Bilgi ve Teknolojideki Gelişmeler ve Küresel Rekabet Dönemi" olarak kabul edilmektedir. 1970 yılında başlayan petrol krizi dünya ekonomisini en zor dönemlerinden birini oluşturmuştur. Bu dönemde işletmeler ekonomik bunalımdan çıkabilmek adına yeni eğilimlere yönelmişlerdir. Bu eğilimlere; Küresel rekabet ve teknolojik değişimlere paralel olarak kapasite yönetimi, performans, etkinlik, sürekli iyileştirme çalışmaları örnek gösterilebilir. Toyota fabrikasının dünyada tanınması bu döneme denk gelmektedir. 1970 ekonomik bunalım sonrası ortaya çıkan önemli gelişmeler aşağıda verilmiştir:

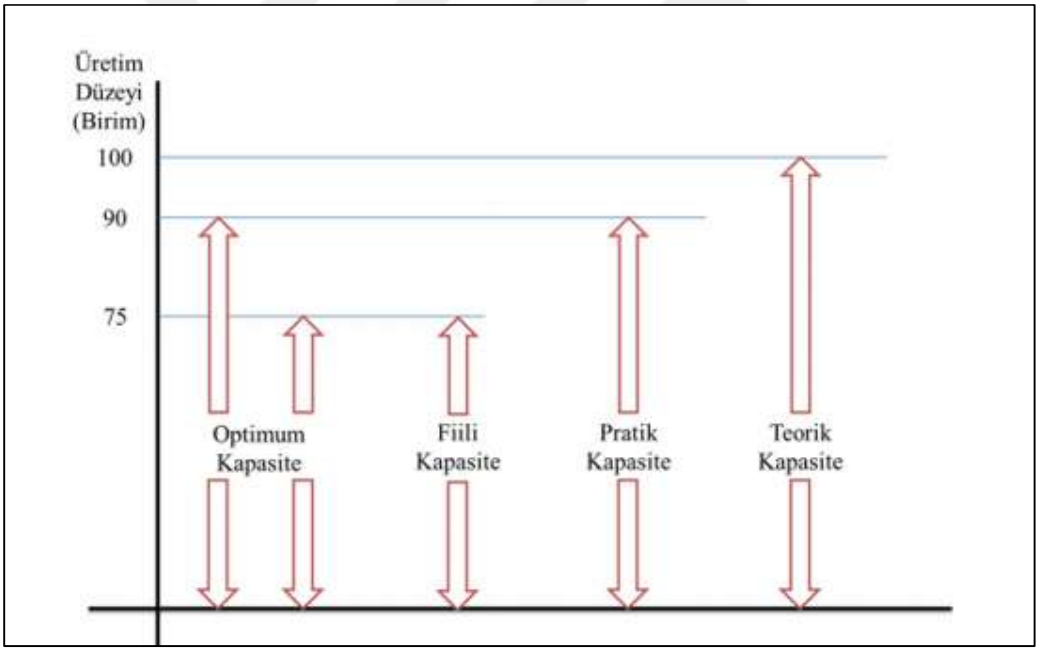
1970 sonrası dönemin önemli gelişmelerini ve akımlarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz (Hatinoğlu, 2014, s.3):

- 1970-1980 döneminde Toyota Co, tam zamanında üretim ile kapalı devre MRP sistemlerinin geliştirilmesi,
- 1980-1990 yıllarında; Japon işletmelerinin ve araştırmacılarının TKY, JIT ve verimlilik arttırma tekniklerini geliştirmesi, mühendislik disiplinlerinin sisteme entegre edilmesi, Eliyahu Goldratt' ın üretim sistemlerinde darboğazların çözümü ve kısıtlar teorisi yaklaşımı, Xerox Co. kıyaslama (benchmarking) çalışmaları,
- 1990-2000 yıllarında; Lehigh Üniversitesi araştırmacılarının çevik üretim sistemini geliştirmesi, Gartner Group'un ERP sistemini geliştirmesi, eş zamanlı üretim ve hücresel üretim gibi diğer modern üretim sistemlerinin geliştirilmesi,

Günümüzde kapasite, işletmelerin tepkiselliği ile doğru orantılıdır. Üretim sisteminin pazara tepki hızını belirleyen kapasite, maliyet yapısı, kaynakların verimliliği, teknoloji düzeyi, stok stratejileri, işgücü gereksinimleri gibi kavramları belirlerken bir yandan da müşteriye verilecek hizmetin kalitesini belirler (Etçioğlu, 2009, s.18).

3.2. Kapasite Türleri

İşletmelerin üretim metotlarının ve ürün gruplarının farklı olması sebebiyle kapasite hesaplamasında farklı yöntemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Gereksinimler doğrultusunda kapasite çeşitleri ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu kapasite çeşitleri; Teorik (Kurumsal) Kapasite, Pratik Kapasite, Fiili (Gerçek) Kapasite, Âtıl Kapasite, Optimum Kapasite, Minimum Kapasite, Normal Kapasite ve Tam Kapasite olarak sınıflandırılır (Hatinoğlu, 2014, s.4) . Kapasite tipleri arasındaki ilişki Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Kapasite Çeşitleri Arasındaki İlişkiler (Tekin, 2012)

Fazla çalışma saatlerinin değişkenliği ve tahmin edilebilirliği kapasite planlama konusunun önemli hale gelmiştir. Talep, çıktılar ve kullanım oranı kapasite planlamanın, gelen talepleri doğru yönetmek için kaldıraçları olarak kullanılır (Pandey, 2018, s.13).

Kapasite planlamanın başarısı iç ve dış faktörlere bağlıdır. Kapasite tasarlanması aşamasında örgüte uyumlu olmalıdır, bu örgütün liderliği konusuduri bununla birlikte kapasitede liderliğin rolünün artışı da önemlidir (Darmi, 2020, s.691-692)

3.2.1. Teorik Kapasite (Kuramsal Kapasite) veya Maksimum Kapasite

Makine ve diğer üretim araçlarının hiçbir duraklama olmaksızın çalışmasıyla ve üretim sürecinde yetenekli işgücü kullanılmasıyla ulaşılabilecek maksimum üretim miktarına teorik kapasite ya da tasarım kapasitesi denir (Üreten, 2004, s. 273). İşletmenin belirli zamanda 1 işgünü, 1 ay veya 1 yıl gibi…, makine ve ekipmanların hiç duraklama olmadan, %100 verim ile çalışmaları sonucunda belirtilen zaman aralığında ulaşılabilecekleri en yüksek ürün miktarına Kuramsal Kapasite ya da Teorik Kapasite denir. İşletmenin maksimum üretebilme miktarıdır.

İşletmenin birim zaman (gün, hafta, ay, yıl, vb.) içerisinde durmadan ve dinlenmeden üretebileceği üretim miktarıdır. Böyle bir kapasite ile çalışmak uygulamada mümkün değildir (Ekmekçi, 2015, s.30).

Teorik kapasitenin hesaplanmasında arızalar, lojistik eksiklikler; malzeme tedarik problemleri gibi… Eksik işgücü, resmî tatiller gibi işletme tatilleri, düşük kaliteli ürünlerin oluşması gibi faktörlerin hiçbirinin olmadığı varsayılmaktadır.

Teorik kapasitenin kullanılması mümkün olamamaktadır. Soyut bir kavram olup ulaşılması oldukça zordur. Ulaşılmasındaki güçlüklere rağmen kurumsal kapasitenin bilinmesi üretim öğeleri ve ararlarından en iyi biçimde yararlanma konusunda işletme yönetimine yol göstermesi bakımından yararlıdır (Ayaz, 2007, s.2). İşletmelerin hedefi pratikte teorik kapasiteye en yakın oranda kapasite kullanımını hedeflemektedir. İşletme kapasitesinin maksimumda kullanılması her zaman kârlılığın çok yüksek olduğu anlamına gelmemelidir.

3.2.2. Pratik Kapasite

Maksimum kapasiteden duruşlar çıkarılırsa, normal veya pratik kapasiteye ulaşılır. Teorik kapasite hesaplanırken tüm koşulların optimum olduğu varsayılmaktadır. Teorik koşullardan duraksamalara sebep olan kayıpların çıkarılması sonucunda ortaya çıkan kapasite oranına pratik kapasite olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle teorik kapasiteden çeşitli duraklamalar sonucu meydana gelen kayıplar çıkarılarak bulunan kapasite, bir işletmenin, çeşitli sınırlamalar çerçevesinde ulaşabileceği çıktı düzeyidir ve pratik ya da etkin kapasite olarak anılır (Üreten, 2004, s.273-274). Pratik kapasite etkin kapasite olarak da tanımlanmaktadır. İşletmelerin kapasite planlanmasının ve verimliliğinin hesaplanmasında baz alınması gereken kapasite türüdür. Üretimde duraksamalara sebep olabilecek en çok karşılaşılan faktörleri şu şekilde sınıflandırabilir:

- Makine ve ekipman arızaları,
- Üretim hataları,
- Bakım faaliyetleri,
- Makinalar arasındaki kapasite farklılıkları,
- İşgücü eksikliği, eksik planlama veya devamsızlık gibi,
- Resmî tatiller sebebiyle işgünü kayıpları,
- Kalıp ayar (Set-up) süreleri
- Zorunlu eğitimler; genellikle iş güvenliği eğitimlerini kapsar.

Pratik kapasitede her zaman iyileştirme potansiyeli bulunmaktadır. Tesis değiştirilmediği/genişletilmediği veya işgücü kaynağı artırılmadığı sürece, teorik kapasitenin artması mümkün değildir (Etçioğlu, 2009, s.19). Teorik kapasiteyi artırmak için her zaman yatırım gerekmektedir. Pratik kapasiteyi arttırmak için uygulanabilecek yöntemlerden bazıları şu şekilde sıralanabilir (Kobu, 2013, s. 263-266):

- İş akışlarının (ham maddenin işletme içi dolaşımı) en asgari düzeyde yol kat edecek şekilde revize edilmesi,
- İş yöntemlerini iyileştirerek makine hazırlık süreleri düşürülmesi,
- İş değişimlerinde ya da tip değişimlerinde makinelerin ayar ve hazırlık sürelerinin kısaltılması,
- Çalışanlardan kaynaklanan devamsızlık, sık rapor alma gibi sorunların giderilmesi asgari düzeye indirilmesi,
- Süreçlerde iş etütleri yapılarak, katma değer katmayan ancak yapılması zorunlu olmayan bir takım işler ortadan kaldırılabilir, ya da çok zaman alan bu tip işler için daha kısa metotlar geliştirilebilir.
- İşletmeye giren ham maddelerin hatasız ve kullanılabilir olmasının sağlanması,
- 5n1k, Yalın 6 Sigma, Kaizen gibi metotlar kullanılarak süreç iyileştirmelerinin sürekliliği sağlanmalı, işletme verileri sağlıklı ölçülerek mutlaka rakamlar ile net ifade edilebilmeli.
- Üretimde kullanılacak malzeme ve ham maddelerin işletmeye zamanında gelmesi için önlem alınması,
- Koruyucu bakım faaliyetleri doğru zamanlanması gerekmektedir,
- Süreç bazlı performans kriterlerinin belirlenerek, bunların sağlıklı ölçülmesi ve geribildirimlerin yapılması gerekmektedir,

- İkinci işleme maliyetlerinin ve ikinci kalite üretimlerinin asgari seviyeye indirilmesi;

Yukarıda verilen konulara odaklanılması durumunda pratik kapasite oranında artış olduğu gözlemlenecektir.

3.2.3. Fiili Kapasite

Pratik kapasite işletmenin her zaman üretebileceği mamül miktarını göstermektedir. İşletmelerin belirli bir sürede elde ettiği üretim miktarının yeterli talep olması durumunda satılan kısmına fiili kapasite denir (Tekin, 2012, s. 188). Fiili kapasite her zaman teorik kapasitenin altındadır. Ancak pratik kapasitenin altında veya üzerinde olabilir. Üretim esnasında duraksamalara neden olan faktörler; ham madde kayıpları, işgücü kayıpları vb… gibi kayıplar ne kadar düşükse fiili kapasite o kadar yüksek olacaktır.

İşletmelerin pratik kapasite ile fiili kapasite oranının yakın olması, pratik kapasite hesabının bir o kadar doğru yapıldığı anlamına gelmektedir. Pratik kapasitenin kullanılan kısmını ifade etmek üzere çalışma derecesi kavramı kullanılır.

Çalışma derecesi=Fiili kapasite/Pratik kapasite

Çalışma derecesi işletmenin kapasite kullanım oranının bir ölçüsüdür. İşletmenin tam kapasiteyle üretim yapması, yani kullanılmayan âtıl bir kapasitesinin bulunamaması halinde çalışma derecesi “1” olacaktır (Üreten, 2004, s.293). İşletmeler fiili kapasite çıktılarını pratik kapasite oranları ile karşılaştırarak süreç bazlı sapmalarını tespit edebilirler. İyileştirmelerde bu noktalara odaklanabilirler. Ancak bu kıyaslamada fiili dönemdeki çalışma şekilleri de göz önüne alınmalıdır. Örneğin fazla mesailer, mevsimsel sipariş artışları, üretilen ürün grupları bu kıyaslama aşamasında baz alınmalıdır.

İşletmenin belirli bir süre içerisinde elde ettiği üretim miktarına verilen addır. Fiili kapasite pratik kapasitenin üstüne ya da altına çıkabilir. Talep düşmesi, tedarikte karşılaşılan zorluklar ve gecikmeler gibi durumlarda fiili kapasite pratik kapasitenin altına düşebilir. Öte yandan, mevsimsel talep artışları, fiyat yükselişleri gibi durumlarda da fiili kapasite pratik kapasitenin üstüne çıkarak teorik kapasiteye yaklaşır (Ekmekçi, 2015, s.30).

3.2.4. Âtıl Kapasite

İşletmenin kullanılmayan kapasitesi âtıl kapasite olarak ifade edilmektedir. Kullanılabilir kapasite ile kullanılan kapasite arasındaki farka eşit olan kapasitedir. Atıl kapasite teknik bakımdan elde edilebilir üretim ile elde edilen üretim arasındaki farktır. (Ayaz, 2007, s.3).

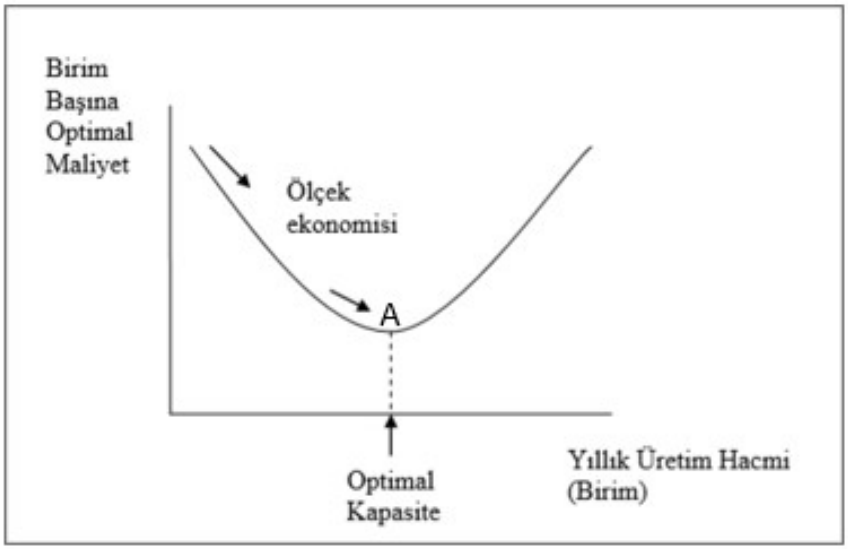
Optimal kapasitenin kullanılmayan kısmıdır. İşletmenin belirli bir dönemdeki üretim miktarı normal kapasitenin altında ise aradaki fark atıl kapasitedir ve bu durum maliyetleri yükseltir, fazla stok bulunmasını gerektirebilir veya işletme atıl kapasiteden kurtulmak için daha az karlı ürünlerin üretimine yönelebilir. Atıl kapasite, üretim maliyetlerini arttıracağında işletmeci tarafından arzu edilmez (Ekmekçi, 2015, s.30).

İşletmeler açısından fiili olarak gerçekleşen çıktılarını, pratik kapasiteleri ile karşılaştırarak proses bazlı sapmaları tespit edebilmek önem arz etmektedir. İşletmelerin pratik kapasitede yapabilecekleri üretim miktarı ile reel çıktı düzeyleri arasındaki farklar öncelikli olarak odaklanma noktalarını belirleyecektir (Hatinoğlu, 2014, s.7).

3.2.5. Optimal Kapasite

İşletmenin minimum ortalama birim maliyet ile çalışabileceği üretim hacmi optimal kapasite olarak ifade edilir (Üreten, 2004, s.294). Üretim birimi başına düşen toplam maliyetin en düşük olduğu kapasitedir. Optimum kapasite pratik kapasiteye yakın olmaktadır. İşletmenin üretim kapasitesi optimum kapasiteden uzaklaştığı sürece, üretim birimi başına düşen değişken ve sabit maliyetler artmaktadır(Ekmekçi, 2015, s.30).

İşletmelerin faaliyetlerine devam edebilmesi adına karşılaması gereken bir maliyet vardır. Bu maliyetin aşılmadığı ya da en düşük olduğu düzey, bizim için optimal kapasite ile sağlanır. Yeni bir ürün grubunun üretimine başlanıldığında maliyetler artacaktır. Üretim sayısı arttıkça bu maliyetler düşmektedir. Ölçeğe göre artan getiri ya da ölçek ekonomisi olarak ifade edilen bu durum belirli bir süre devam eder. Makine ve ekipman maliyetlerinin artması, lojistik sorunlar, verimliliğin düşmesi vb. nedenler maliyetlerin artmasına sebep olur.



Şekil 3.2. Ortalama Birim Maliyet Eğrisi (Üreten, 2004, s.294)

Şekil 3.2'de A noktası işletmenin ortalama maliyetinin en düşük olduğu noktayı göstermektedir. Bu noktada yapılan üretimde kar maksimizasyonu sağlanabilir. İşletmenin A noktasına kadar yaptığı üretimde; üretim miktarı arttıkça marjinal maliyet azalır, ölçeğe göre artan getiri söz konusudur (Hatinoğlu, 2014, s.10). A işletmenin ortalama maliyetinin en düşük olduğu noktayı göstermektedir. Bu noktada yapılan üretim miktarı ile en yüksek kâr oranı sağlanabilir. Ancak A noktasından sonraki üretim miktarlarında ilave birim maliyet artmaya başlayacaktır, ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur. Diğer bir ifade ile kârlılık azalacaktır. A seviyesi optimal kapasite seviyesi olarak kabul edilmelidir.

3.3. İşletme Kapasitesine Etki Eden Faktörler

İşletmelerin kurulma amaçları kâr elde etmektir. Bu amaca ulaşabilmek için optimum kapasitede üretim yapmayı hedeflemektedir. Optimum kapasitede en önemli parametre en uygun birim fiyat olmasıdır. Ancak bir işletmenin kapasitesin belirlenmesinde sadece maliyet etken değildir. İşletmelerin kapasiteleri belirlerken göz önünde bulundurulması gereken başka etkenlerde vardır. Bu etkenler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

3.3.1. Maliyetler

İşletme kapasitesine en çok etki eden faktörler maliyetlerdir. Üretim kapasitesinin arttırılmasıyla birlikte üretim hızında da meydana gelen artış, üretim maliyetlerindeki artıştan fazla ya da düşük olabileceği için üretim maliyetlerinin hangi oranlarda ve yönde etkilendiğinin bilinmesi kapasite büyüklüğünün belirlenmesinde önemlidir (Seval, 2018,

s.53). İşletme maliyetlerini ölçek ekonomisi belirlemektedir. Üretim miktarı belirli bir seviyeye gelene kadar birim maliyetler düşer. Belirli bir seviyeden sonra maliyetler tekrar artmaya başlar. Bu maliyetleri verimlerdeki düşüşler, amortisman bedelleri, işgücü kayıplarının artması etkilemektedir. İşletmenin kapasitesi artırılarak maliyetlerde azalma sağlanabilir. İşletmelerdeki maliyetler iki başlık altında sınıflandırılabilir. Bunlar sabit, değişken maliyetlerdir. Sabit maliyetler bina bedeli, kira ve işçi maaşları gibi giderlerden oluşmaktadır. İşletmelerin sabit maliyetleri kapasite artışı ile doğru orantılı olarak artmayabilir, bu da toplam birim maliyetin düşmesini sağlayabilir. Bununla birlikte toplam ham madde maliyetleri kapasiteyle doğru orantılı bir artış göstermektedir (Tekin, 2012, s.194). Değişken maliyetler malzeme maliyeti ve birim maliyet gibi maliyetlerden oluşmaktadır.

Maliyetlere dayalı kapasite planlama aşamasında uzun ve kısa dönem olarak iki başlıkta sınıflandırma yapılır. Kapasite seçimi üzerindeki etkileri kısa ve uzun dönemde farklıdır. Uzun dönem kapasite planlamasında, yatırım kararlarına odaklanılır. Yeni bir makine, tezgâh alınması veya yenilenmesi kararı örnek gösterilebilir. Yenilenen ekipman ile kapasite artacağından birim başına ortalama maliyetler azalır. Kısa dönem kapasite planlamasında ise yatırım yapısında ve kadrolaşmada bir değişiklik bulunmamaktadır. Çoğunlukla temel ihtiyaçların tedariği ile ilgili kararlar verilmektedir.

Genel anlamda işletme kapasitesinin artması maliyetlerin azalmasına sebep olacağından kârlılığın artmasını sağlayacaktır. İşletmenin üretim kapasitesinin arttırılması durumunda; üretim hızında elde edilen artı hız, üretim maliyetlerindeki artıştan az veya çok olabilir. Bu amaçla kapasitede yapılacak artış ve azalışların üretim maliyetlerini hangi oranlarda ve hangi yönde etkilediğinin bilinmesi, kapasite büyüklüğünün tespitinde önemli olmaktadır (Hatinoğlu, 2014, s.17).

3.3.2. Talep

Kapasite belirlenmesindeki en önemli faktörlerden bir diğeri de taleptir. Küresel anlamda rekabetin yoğunlaşması, bu bağlamda rekabet eden işletmelerin artması, teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ve ekonomik anlamda yaşanan dalgalanmalar günümüzde işletmelerin stratejilerini etkileyen en önemli gelişmelerdir. Mevcut kaynaklar ve çevre koşulları göz önüne alınarak dikkatle hazırlanmış gerçekçi işletme stratejileri, işletmenin uzun dönem başarısında önemli bir paya sahiptir (Aracıoğlu, 2008, s.34).

İşletme kapasitesinin belirlenmesi için en önemli faktörlerden birisidir. Mevcut ve gelecekteki talep göz önünde bulundurularak, bu talebi en uygun şekilde karşılamak üzere kapasite planlaması yapılır. Talep faktörü dikkate alınarak kapasite planlaması aşağıda verilen üç şekilde yapılabilir (Seval, 2018, s.52):

1. Talep en düşük kapasiteyle çalışma olanağı sağlamalı.

2. Talep en düşük kapasitenin altında kalabilir.

3. Talep hacmi kapasiteyi sınırlar

Talep tahmini ile gerçekleşmesi öngörülen talep, kapasite sınırlaması yapılması gerektirmeyecek kadar fazlaysa, yüksek miktarda üretim yapılarak, kapasite büyüklüğünün sağladığı avantajlardan yararlanılabilir. İşletmelerin kapasitelerini oluşturulması aşamasında belirli bir talep öngörüsü ile planlama yapılmaktadır. Ancak talep sabit bir değişken değildir. İşletmelerin bunu düşünerek esnek bir kapasite planlama yapması uygun olacaktır

3.3.3. Finansal Kaynaklar

Kapasite seçimindeki faktörlerden bir diğeri de finansal kaynaklardır. Finansal kaynaklar işletme kapasitesinin belirlenmesi aşamasında en başta yer alan faktörlerdendir. Kapasite yönetiminde finansal kaynaklar arasındaki ilişkiler iki açıdan ele alınmaktadır. Birincisi, finansal kaynaklar ve kapasite arasındaki fonksiyonel ilişki durumuna göre kapasite büyüklüğü hesaplanabilir. İkincisi, işletmenin optimum kapasite düzeyinde üretim yapabilmesi için finansal kaynakların yeterli olduğu durumdur (Hatinoğlu, 2014, s.19). Finansal şirketin ekonomik yapısını doğrudan etkilediği için kapasite planlaması aşamasında çok dikkatli davranmak doğru olacaktır. İkinci durumdaki finansal kaynakların yeterli olduğu durumun çok fazla avantajı bulunmaktadır.

Optimum koşullarda olması, birim maliyetlerin en düşükte olması, âtıl kapasitenin ya hiç olmaması veya eser miktarda olması anlamına gelmektedir. Ortalama ve marjinal maliyetlerin birbirine eşit olduğu kapasite düzeyinde, finansal kaynakların yeterli olması durumunda üretim yapılması avantajlıdır. Herhangi bir atıl kapasite ortaya çıkmadan, var olan talebe uygun üretilen mallar satılır (Seval, 2018, s.52). Finansal kaynakların büyüklüğüne göre işletme ilk aşamada düşük kapasite ile kurulabilir. Ancak talep ve kaynakların potansiyeline göre işletmede potansiyel artışına gidilmektedir.

Değişik kapasite düzeyleri bu kapasite düzeyindeki yatırımın finansmanı arasında fonksiyonel bir ilişki bulunmaktadır. Bu durumda yatırım, kapasitenin bağımlı değişkeni olmaktadır. Yatırım tutarı Y ve X kapasite büyüklüğünü ifade etmekte olup, bu fonksiyonel ilişki Y= a + bx denklemiyle gösterilebilir. Burada a ve b denklemin parametreleri olup, denklem değerleri regresyon metoduna göre hesaplanabilmektedir (Hatinoğlu, 2014, s.19).

İşletmenin kapasite büyüklüğünü hesaplayabilmek için büyüklüğün sağlayacağı tasarrufların ölçülmesi gerekir. Bu nedenle kapasite ve yatırım arasındaki ilişkiyi belirlemek gerekir. Bu ilişki aşağıda gösterilen esneklik formülüyle ifade edilebilir (Bulut, 2004, s.11):

$$\frac{I' / I}{P' / P} = \frac{P}{I} \times \frac{I'}{P'}$$

E = Esneklik Katsayısı
I = Yatırım maliyeti
I'= Yatırım artışı
P = Kapasite
P'= Kapasite artışı

Kapasite artışıyla yatırım arasında doğrusal bir ilişki bulunduğu takdirde; E = 1 olacaktır. Yatırım artışı kapasite artışından daha küçük oranda artış gösterir ise E < 1, daha fazla oranda artış gösterirse E ≥ 1 olacaktır. E > 1 olması durumunda, kapasite büyüklüğünün sağlayacağı herhangi bir tasarruf söz konusu olmayıp bu durumda büyüklüğün bir faydası yoktur. E < 1 durumunda ise kapasite büyüklüğü belirli bir tasarruf ve fayda sağlamaktadır. Bu durumda kapasite avantajlarından yararlanmak için kapasite artışı yapılmalıdır.

3.3.4. İşletmenin Kuruluş Yeri

İşletmelerin kuruluş aşamasında kurulduğu yer kapasitenin belirlenmesine etki eden faktörlerdendir. Ürteim sisteminin tasarımında öncelikle, tesis içi yerleşim düzeni, yatırım ve işletme maliyeti üzerinde önemli etkilere sahip kuruluş yeri seçiminin yapılması gerekmektedir. Bir işletmenin üretim içinfaaliyette bulunduğu mekân olarak kuruluş yeri, üretim maliyetlerini ve pazarlama etkinliğimi doğrıdan etkilediği için işletmenin gelecekteki başarısında rol oynar.(Aracıoğlu, 2008, s.44). Kuruluş yeri çift yönlü kapasiteyi etkilemektedir. Pazara yakın olması; hem pazardan pay edinmek adına avantaj sağlayacaktır hem de üretilen malların sevkiyatında lojistik maliyetlerin azaltılmasına destek olacaktır.

Kapasite seçimine etki eden önemli faktörlerden biri de kuruluş yeri seçimidir. İşletmenin üretim kapasitesinin büyümesine bağlı olarak ham madde ihtiyacının artması ve bulunduğu bölgenin bu konuda yetersiz kalması, bir başka faktör olarak da üretilen malların daha uzak bölgelerdeki pazarlara taşınması söz konusu olabilir. Bu duruma bağlı olarak taşıma maliyetleri sürekli artarak, kapasite büyüklüğünün sağladığı avantajlar azalmaya başlayabilir. Örneğin; bir dokuma fabrikasının kapasitesi fabrika yerinin bulunduğu bölgenin iplik üretim durumuyla ilgili olmaktadır. Bu durumda bölgenin iplik üretimi kapasite seçiminde sınırlayıcı bir şart olarak ortaya çıkar (Hatinoğlu, 2014, s.20).

Firma kapasitelerinin büyümesine bağlı olarak ham madde, yarı mamul ve mamul ihtiyacı artar. Yakın bölgeler bu konuda yetersiz kalabilir ve üretilen malların daha uzak bölgelere taşınması gerekebilir. Bu nedenle taşıma maliyetleri sürekli artar ve kapasite büyüklüğünün sağladığı avantajlar azalır. Ancak gelişen teknolojiyle birlikte ulaşım araçlarının taşıma kapasitelerindeki artış, taşımanın daha kolay ve hızlı yapılması da göz önünde bulundurulmalıdır (Seval, 2018, s.53).

Weber kuruluş yeri seçimi ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Weber bir işletmenin kuruluş yeri seçimini etkileyen faktörleri üç grupta toplamaktadır (Müftüoğlu, (1999)'dan aktaran Hatinoğlu, 2014, s.20):

- Geçerlilik alanına göre kuruluş yeri faktörleri; tüm sektörler için geçerli olan genel kuruluş yeri faktörleri ve sadece belirli sektörler için geçerli olan özel kuruluş yeri faktörleri şeklinde ikili,
- Mekânsal etki alanına göre; işletmeleri belirli bölgelere doğru çeken bölgesel kuruluş yeri faktörleri ve belirli bölgeler içinde etkili olan yığılma avantajları ve yayılma avantajları şeklinde ikili,
- Faktörlerin yapısına göre de; tabii-teknik kuruluş yeri faktörleri ve sosyokültürel kuruluş yeri faktörleri şeklinde yine ikili bir ayırıma gidilmektedir.

3.3.5. Teknik İmkânlar ve Teknoloji

İşletmenin sahip olduğu makine ve ekipmanlar diğer bir ifade ile teknik imkânlar kapasiteyi direkt olarak etkilemektedir. Kapasite planlanırken teknolojik olanaklar iki açıdan değerlendirilir (Seval, 2018, s.54):

1. Kapasite büyüklüğünün belirli bir düzeyde kalması, uygulanan üretim teknolojisiyle sınırlanır. Bu sınırın altında yapılan üretimin maliyet yüksekliği nedeniyle hiçbir avantajı yoktur.

2. Belirli bir kapasite düzeyinin üzerinde üretim yapabilecek otomatik makineler üretilememesi durumunda, teknolojik faktör kapasitenin sınırlanmasına neden olur.

Üretim/işlemler yönetimi kapsamında verilen diğer stratejik kararlarda olduğu gibi süreçler ve süreçlerde kullanılan teknolojiler uygun şekilde oluşturulduğu ve yönetildiğinde işletmeler açısından rekabet avantajı sağlanacaktır (Aracıoğlu, 2008, s.44).

Kapasite hesaplanması aşamasında firmanın sahip olduğu teknoloji temel alınarak hesaplama yapılmalıdır. Kapasite hesaplamasında dikkat edilmesi gereken ilk durumda mevcut teknoloji miktarı temel alınarak, optimum kapasite planlanmalıdır. Bu oranın altında kalması durumunda zarar edileceği için üretim kararı alınmamalıdır. Diğer durumda ise; bazı ürün grupları için teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin sınırlı sayıda üretim yapılabildiği unutulmamalıdır. İkinci durumda, bazı sanayi kollarında otomatik ve teknolojik yönden gelişmiş makineleri üreten işletmeler, belirli bir kapasite düzeyinin üstünde üretim yapabilecek otomatik makineler üretemedikleri için, teknolojik faktör kapasiteyi sınırlayıcı bir etki yapmaktadır (Bulut, 2004, s.12). Yani yeni bir yatırım kararı alınsa dahi kapasite artışında buna değecek bir değişiklik olmayacaktır.

3.3.6. Diğer Etkenler

Yukarıda verilen faktörler ile işletme kapasitesine etki eden temel faktörleri oluşturmaktadır. Bu faktörlere ek olarak diğerleri kadar etkin olmayan etkenler bulunmaktadır. Bunlardan kısaca bahsedecek olursak (Tanoğlu, 2018, s. 22) ;

- Yönetimin ve Örgütlenmenin Etkisi; İşletmenin geleceğiyle ilgili tüm kararları yönetim vermektedir. Her zaman kâr amaçlı kararlar verilmeyebilir. Burada stratejik yaklaşımlar olduğu görebilir. Zararına da olsa pazara girmek adına yeni yatırım kararı alınabilir. Ek olarak yeni personel alınması gibi, iş gücünü etkileyen kararlar yönetimin sorumluğundadır.
- İnsan Gücü Kapasitesinin Etkisi; İşletmede faaliyet gösteren nitelikli eleman sayısı arttıkça işletmenin kapasitesi artış göstermektedir. Üretimin getirdiği nitelik ve nicelikte, ham madde ve iş gücü istenilen düzeyde işgücü miktarının gerçekleştirilmesini doğrudan etkileyan faktörlerdir (Aracıoğlu, 2008, s.91).

- İş Kolunun Özelliklerinin Etkisi; Bazı sektörlerde mevsimsel talep değişiklikleri olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, klima endüstrisi, tarım endüstrisi gibi sektörler de kapasiteler değişkenlik göstermektedir.
- Kârlılık; İşletmelerin temel amacı kâr elde etmektir.

3.4. Kapasite Karar Tipleri

Kapasite Planlama, geleceğe dönük davranış biçimleri içerisinde amaca ulaşmak için mevcut alternatiflerin değerlendirilerek en uygun olanını seçme sürecidir. Planlama sürecinde sistematik olarak problemlerin sınırları ile ilgili faktörler belirlenirken geleceğe dönük teşhisler koyularak çözüme ulaşılmaya çalışılmaktadır. Geleceği yönetme ve kaynakları etkin dağıtma aracı olan planlama; neyin yapılacağının, nasıl yapılacağının, ne zaman harekete geçileceğinin, çalışmalarda kimlerin sorumlu olacağının belirlenmesi ve saptanmasını amaçlamaktadır (Hatinoğlu, 2104, s.24).

Üretim planlamasında kullanılan teknikler, insan gücü planlama gibi konular planlama zaman aralığıyla yakından ilgili bulunmaktadır. Üretim planlama sürecinde zaman aralığının bilinmesi gerekir. İşletmenin içinde bulunduğu sanayi kolu, işletmenin büyüklüğü ve talebin mevsimlik olması gibi faktörler işletme zaman aralığını etkilemektedir. İşletmenin talebinin mevsimlerden etkilenmesi durumunda planlama zaman aralığı mevsimlik değişimlere uygun olarak planlanmalıdır (Ekmekçi, 2015, s.22).

Kapasite Planlama Prosesi hiyerarşik olarak takip eden planlama aşamalarından oluşmaktadır: stratejik, taktiksel ve operasyonel. Stratejik planlama uzun dönem planlamadır ve sınırları kısa dönemli operasyonel planlama ile belirlenen orta dönemli taktiksel planlama ile belirlenmektedir (Fredrikssoni vd., 2018 s.2).

Biliyoruz ki yüksek düzey planlama fonksiyonlarında (taslak kapasite planlamaları gibi), hızlı analitik araçların kullanımı tercih edilir. Bu araçlar ile külfetli ve kavramsal olarak açıklanması ve anlaşılması zor olan karmaşık bir yöntem yerine karar vericilerin durum analizi yapmasına olanak tanınır (Gel vd., 2015, s.16).

Şimdiki ve gelecekteki pazarını saptamaya çalışmayan firmaların başarılı olmaları beklenemez. Firma; kendi talebini, özellikle piyasa talebi ile firma talebi arasındaki ilişkiyi iyi bilmeli, hem mevcut, hem de potansiyel talebi ile ilgilenmelidir (Etçioğlu, 2009; s.25). İşletmelerin kapasite planlaması aşamasında 3 aşama temel alınmaktadır. Üretim yönetimi anlayışı, kapasitenin zaman boyutuna da önem vermektedir. Yani, kapasite bazı zaman

periyotlarına göre ele alınmalıdır. Bu durum uzun vadeli, orta vadeli ve kısa vadeli kapasite planlamaları arasında genel bir ayrım olduğunun göstergesidir. Bunlar kısa vadeli, orta vadeli ve uzun vadeli dönemleri kapsamaktadır. Tablo 3.1' de kapasite planlamasının düzeyleri ve yapılabilecek değişiklikler hakkında bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.1 Kapasite Planlamasının Düzeyleri ve Yapılabilecek Değişiklikler

Planlama Düzeyleri	**Zaman Boyutu**	**Plan**	**Yapılabilecek Değişiklik Seçenekleri**
Kaynak Planlaması	Uzun dönem	Üretim planı	Arazi, tesis, ekipman, işgücü
Taslak Kapasite Planlaması	Orta – uzun dönem	Ana üretim programı	İş gücü, rotalama, yapma veya satın alma, taşeron kullanımı
Kapasite ihtiyaç Planlaması (CRP)	Kısa – orta dönem	Malzeme ihtiyaç planlaması	İş gücü, rotalama, fazla mesai, taşeron kullanımı

Kaynak : (Etçioğlu,2009, s.28)

Sistematik bir kapasite planlaması çerçevesi, uyarlanabilir kapasite planlamasında verimliliği ve kullanımı iyileştirmek için etkili bir rol oynayabilir (Youn, 2019, s.3).

Maliyet hesaplama kombinasyonu ve üretim planlama gerekli kapasite artışlarındaki, ör. fazla mesai, vardiyalar, gibi ek fiyatların veya teslim tarihlerinin kısa sürede belirlenerek, bir teklif fiyatı düzenlenmesini ve müşterinin ikna edilmesini sağlar (Denkena, 2020, s.1).

Kapasite planlamalarının 3 boyuttta yapıldığı belirtilmiştir. Bu planlama boyutları ve planlanma dönemleri genel olarak şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Uzun vadeli kapasite planlaması: 1 yıl ve 10 yıl arası
- Orta vadeli kapasite planlaması: 0 ve 6 ay arası
- Kısa vadeli kapasite planlaması: 0 ve 4 ay arası

3.4.1. Uzun Vadeli Kapasite Planlama (Kaynak İhtiyaç Planlaması)

İşletmelerin uzun vadeli yaptığı planlama faaliyetleridir. Uzun vade de, 1–10 yıl arasında diyebiliriz, üretim planlama; gerekli alan, olanaklar, ekipmanlar ve yetişmiş insan gücünün kullanılabilmesi için gerekli kaynakları hesaba katmalıdır. Çok uzun vadeli planlama, "Kaynak İhtiyaç Planlaması" olarak bilinir (Etçioğlu, 2009, s.31).

Depolama kapasitesi optimizasyonu fizibiliteyi artırmak amacıyla yapılan doğrudan planlama modelidir. Depolama kapasitesi genelde uzun deönem kapasite planlaması olarak bilinir (Chattopadhyay vd., 2020, s. 2).

Yatırım kararları; yeni tesis yeri seçimi, makine ve teçhizat tedariği, işgücü potansiyelinin artırılması gibi konuları kapsamaktadır. Genellikle 1 yıl ve 10 yıl arasındaki süreleri kapsamaktadır. Stratejik planlama olarak da bilinmektedir. İşletmenin devamlılığı açısından önemlidir. Analizlerin doğru yapılması gerekmektedir.

Özellikle uzun dönem planlama prosesinde algoritmik karar destekleyiciler ne kadar önemli olsa da, ticari ve politik beklentiler, insan faktörü süreç boyunca önemini koruyacaktır (Kaspar, 2020, s.2).

Amaç kurulmadan önce üretim planını değerlendirmektir. Üretim firmasının üretim planını uygulama becerisi incelenerek, yöneticiler kritik kaynakların öngörülen program üzerindeki etkisini analiz edebilirler (Sütçü, 2019, s.25).

Uzun vadede planlama yapılabilmesi için talep tahminlerine ek olarak; üretim sürecinin de çok iyi tanınması gerekmektedir. Hedeflenen her bir ürün için;

- İşlem göreceği tüm makine ve teçhizatlar,
- İşlem süreleri,
- Kullanılan ham madde ve malzemeler ve tüketim miktarları,
- Bekleyen/ bağımlı işler, şeklinde tanımlanmalıdır.

İşletme orta ya da uzun dönemler planlar ile vizyonu ortaya koyarken, üretim sürecinin doğasında olan bir takım problemler karşısında programlarına küçük müdahalelerde bulunması gerekebilir (Hatinoğlu, 2014, s.24-25).

Amaç kurulmadan önce üretim planını değerlendirmektir. Üretim firmasının üretim planını uygulama becerisi incelenerek, yöneticiler kritik kaynakların öngörülen program üzerindeki etkisini analiz edebilirler. Bu ana üretim planının ne kadar gerçekçi olduğunu belirleme

fırsatını sağlar. Kaynak ihtiyaç planlaması, kısa dönem planlamanın daha genel bir şeklidir, çünkü esas amacı kısa dönem planlamandaki gibi münferit kaynaklar üzerindeki mevcut yükü tespit etmekten ziyade bir üretim programının etkisini değerlendirmektir (Sütçü, 2019, s.25).

Uzun dönemde kapasite planlaması bir örnek ile açıklanacak olursa; Araştırmanın yapıldığı işletmede sipariş miktarında artış olacağı öngörülmektedir. İşletmenin mevcut kapasite ile bu siparişi karşılamayacağı bilinmektedir. Siparişin karşılanabilmesi için analizler yapılmıştır. Siparişlerin karşılanabilmesi için olası 2 adet yöntem bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi makine parkurunun ve işgücünün genişletilmesi olacaktır. 2. yöntem ise vardiya sistemine geçilmesi olacaktır. Analiz aşamasında tüm maliyetler göz önünde bulundurularak karar verilmesi gerekmektedir. Tablo 3.2 de vardiya ve yatırım yapılması durumunda gözönüne alınması gereken maliyetler verilmiştir. Tablo işletmedeki araştırma baz alınarak hazırlanmıştır.

Tablo 3.2. Uzun Dönem Kapasite Planlama Örneği

Çözüm Yöntemi	**Yatırım**	**2. Vardiya**
Makine/ Ekipman	Var	Yok
İşgücü	Var (vardiyaya göre düşük)	Var
Ek üretim alanı	Var	Yok
Servis/yol maliyeti	Var (vardiyaya göre düşük)	Var
Bina giderleri	Var (vardiyaya göre düşük)	Var
TOPLAM	Maliyet 1	Maliyet 2

Yapılan analiz sonucunda Maliyet 1> Maliyet 2 olursa yatırım kararı alınır. Maliyet 1 <Maliyet 2 olursa 2. vardiya uygulamasına geçilir.

3.4.2. Orta Vadeli Kapasite Planlama (Malzeme İhtiyaç Planlaması)

Orta vadeli kapasite planlama süreçleri 0- 6 ay arası dönemleri kapsamaktadır. Malzeme İhtiyaç Planlaması olarak da bilinmektedir. Üretim açısından en kritik planlama aşamasıdır. Orta süreli planlamada, uzun süreli planlamaya göre yapılması gerekli işlemlerin

uygulanması öngörülmektedir. Bu durumda uzun süreli planlama amaçlarına uygun olarak orta süreli planlama yapılmaktadır (Ekmekçi, 2015, s.23).

Orta dönemdeki kapasite planlaması uzun dönemdekinden farklılık gösterir. Talep sabitse, kapasite planlamasında bir sorunla karşılaşılmayacaktır. Ancak gerek orta dönemde, gerekse kısa dönemdeki talepler sürekli olarak değiştiğinden, kapasite planlaması yapmak oldukça karmaşık bir hale gelmektedir. Talep bazen kapasitenin üstüne çıkmakta, bazen de altına inmektedir. Talebin aşırı olduğu durumlarda fazla mesai, geçici işçi çalıştırma, taşeron kullanma, stok bulundurma, vardiya ilavesi, ek tesis vb. uygulamalar yapılabilir (Doğruer, 2015. s.171). Kısa dönem ve uzun dönemdeki sipariş adetlerinin değişmesi olasılığı her zaman bulunmaktadır. Bu değişiklikler göz önüne alınarak kapasitenin planlanması gerekmektedir. Orta vadeli kapasite planlanmasının en önemli konusu üretim malzemelerinin siparişlerinin bu aşamada iletilmesidir. Tedarikçilerin siparişleri hazırlaması ve sevk etmesi için gereken süreler değişiklik göstermektedir. İşletmelerin tedarik süresi uzun olan malzeme siparişlerini önceden vermesi bir alternatif olarak gözükmektedir. Ancak bu işletmeler için stok maliyeti anlamına gelmektedir. Geç veya eksik tedarikçiye iletilmiş siparişlerin üretimi durdurma riski bulunmaktadır. Otomotiv ana sanayi ile tedarikçileri arasında üretim bandını durdurulmasında ödenmesi gereken ücretler sözleşmelerde madde olarak eklenmiştir. Ana sanayiler yaptırımlarını önceden belirlemiştir. Söz konusu meblağlar işletmelerin geleceklerini riske sokacak boyuttadır. Bu sebeple orta vadede planlama çok büyük önem arz etmektedir.

Taslak kapasite planlaması kullanılabilir kapasite ve gerekli kapasitenin kıyaslamasını gösteren bir yöntemdir. Bu şekilde işletme müşteri talebi ile doğru kapasite planlamasnı yapabilir. Taslak kapasite planlaması aynı zamanda fazla mesai gereksinimini, sözleşme, ilave tesis veya iş gücü gereksinimlerini, taleple karşılaştırılarak, belirlememize yardımcı olan bir yöntemdir (Sugarindra, 2020,s.2) .

Taslak kapasite planlaması, Zaman dilimleri ve gözden geçirme süreleri ise genellikle haftalık ve aylıktır. Yükleme, iş istasyonlarındaki adam ve/veya makine saatlerine göre yapılmaktadır. Taslak kapasite planlaması, kapasite ihtiyaç planlamasına göre daha az ayrıntılı bilgileri ve daha basit kapasite planlama tekniklerini kullanmaktadır. Kaba Kapasite Planlama olarak da adlandırılabilir (Etçioğlu, 2009, s.30).

Orta vadeli kapasite planlamada tek parametre üretim malzemelerinin tedarik edilmesi değildir. Bu plan hâlihazırda üretilmekte olan birimlerin stoklarını dikkate almadığı için kısa dönemli kapasite ihtiyaçlarının belirlenmesinde hata payı yüksektir (Sütçü, 2019, s.26) .

3.4.3. Kısa Vadeli Kapasite Planlama (Malzeme İhtiyaç Planlaması)

Orta ve uzun vadeli kapasite planlamaları tahminlere yönelik yapılmaktadır. Kısa vadeli planlamanın en temel farkı somut verilere sahip olunmasıdır. 0 aydan 4 aya kadar bir dönemi kapsamaktadır. Orta ve uzun dönemli kapasite planları gelecekle ilgili yapılan tahminlere dayanırken, kısa dönemli planlar, müşteri siparişlerinden dolayı bilinen talebe dayanmaktadır (Etçioğlu, 2009, s.32).

Kısa vadeli kapasite planlamaya örnek olarak üretim planlama uygulamaları örnek gösterebilir. Üretim planlamada en çok uygulanan kapasite planlama yöntemi çizelgeleme yöntemidir. Siparişler adetleri ve teslimat tarihleri temel alınarak sıralanır. Mevcut işletme makine ve iş gücü kapasitesi kayıt altına alınır. Ürünün üretimdeki süreç akışı hazırlanır; iskelet, boyahane, montaj gibi… Tüm bu veriler çizelge üzerinde yerleştirilir. İşlerin çalışanlara ve makinalara ataması yapılır. Günlük ya da haftalık çizelgeleme sürecine bağlıdır ve planlanan ile gerçek çıktı arasındaki değişkenliği ortadan kaldırmak için ayarlamalar yapmayı içerir. Fazla mesai, personel nakli ve alternatif üretim rotaları gibi alternatifleri içermektedir (Ekmekçi, 2015, s.33).

Kapasite ihtiyaç planlama hesabı yapılırken, kaba kapasite planlamaya benzer şekilde yapılmaktadır. Fakat RCCP den farklı olarak hesaplama yapılırken ana üretim planı yerine MRP ile oluşturulan iş emirleri kullanılmaktadır. Kapasite ihtiyaç planlaması, her malzeme için (Gündoğar, 2017; s.26-27);

- Malzemenin geçeceği üretim hatlarını
- İşlemler için ihtiyaç duyulan zamanları
- Kullanılacak kaynak hesaplamalarını yapan süreçtir.
- Kapasite ihtiyaç planlaması ile kuyrukta bekleyen işler analiz edilir.

Kısa vadede kapasite planlamasının hedefi siparişlerin karşılanmasıdır. Fiili kapasitenin gözlemlendiği zaman aralığı olarak düşünülebilir. Fiili kapasitenin tespit edilmesi ile birlikte âtıl kapasiteye ulaşılır. İşletmenin sorunları net olarak görebileceği ve iyileştirmeleri yapabileceği aşama olarak kabul edilir.

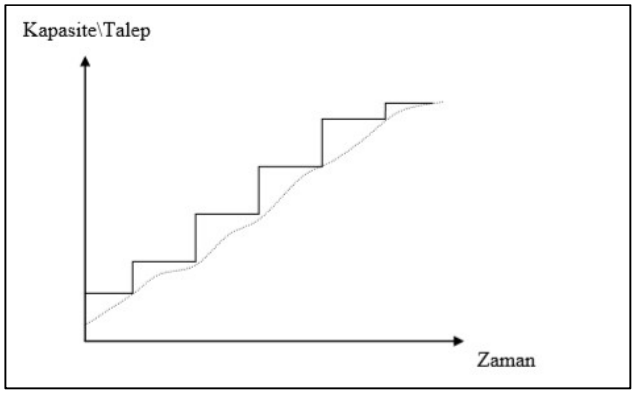
3.5. Kapasite Planlama Stratejileri

İşletme kapasitesine yönelik karar verilmeden önce gözönüne alınması gereken stratejiler bulunmaktadır. Bu stratejiler 4 başlık altında sınıflandırılmıştır. Sırasıyla fazla kapasite oluşturma, maksimum kapasite kullanımı, talebe yaklaştırma ve talebi izleme stratejileridir (Üreten, 2004, s. 295).

3.5.1. Fazla Kapasite Oluşturma Stratejisi

Bu stratejide, kapasite talepten fazladır. (Etçioğlu, 2004, s.34). Şekil 3.3'de fazla kapasite oluşturma stratejisinde kapasite ve talebin zamana göre değişimi gösterilmektedir. Talep belirli dönemlerde kapasiteye yaklaşmaktır. Bu dönemlerde firma yeniden kapasite artışına gitmektedir. Kapasite artırımının miktarı; talebin artış hızı, işletmenin bir sonraki kapasite artırımına gitmeyi planladığı süre ve kapasite artırımı için ayrılan sermaye ile ilişkilidir (http://kisi.deu.edu.tr/mert.topoyan/dosyalar/uiy7.pdf).

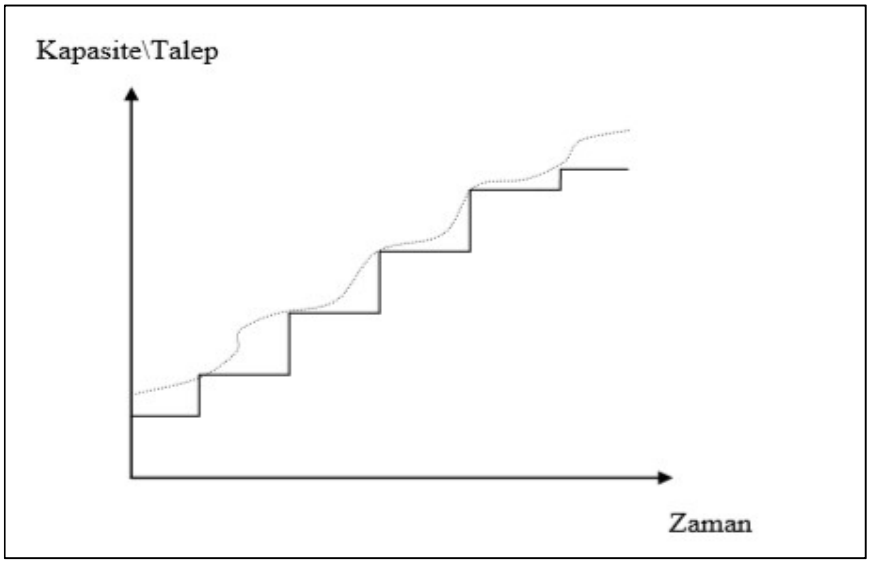
İşletmeler bazen isteyerek bazen de istek dışı aşırı kapasite oluşturur. Aşırı kapasite istenmeyen kapasitenin bertaraf edilmesinin maliyetleriyle bağlantılı olarak refaha etkisi olur. Tam kapasite, rekabetçi koşullarda uzun dönemde ortaya çıkabilir. Tam kapasite ile çalışma uzun dönemde marjinal ve ortalama maliyetin eşit olmasıdır. Aşırı kapasitede birim maliyet fazladır ve tam kapasitede ise minimumdur. İkinci aşırı kapasite nedeni pazar gücüdür, ilke olarak pazar gücüne sahip olan ve kârını maksimumlaştırmak isteyen işletme eksik kapasite ile çalışır. Karı maksimumlaştırmak için marjinal maliyetin üzerinde fiyatlandırma yapabilen işletme eksik kapasite ile çalışır. Özellikle tekelci işletmelerde bu durum ortaya çıkabilir. Yerel piyasaya hâkim veya büyük teşebbüsler bilinçli aşırı kapasite yaratarak pazara yeni girişleri caydırıcı stratejiler izlerler. Rekabet baskısı olduğu zaman ölçeğe göre, azalan maliyet artan getiri olmasında aşırı kapasite doğar. Ancak artan maliyet azalan getiri olduğunda rekabet imkânlarını sınırlayıcı unsurdur. Aşırı kapasite hızlı arz kaymasına neden olup fiyatlar düşebilir. Bazı işletmeler böyle durumlarda kapasiteyi sınırlayıcı anlaşmalar yapabilir. Kartelleşme yolu ile kapasite sınırlama kararlarını caydırıcı önlemeler alınabilir. Üçüncü olarak, yerel ve uluslararası piyasalardaki belirsizlik, durgunluk, istikrarsızlık aşırı kapasiteye neden olabilir. "Ölçek ekonomilerin bulunmadığı piyasalarda küçük ve orta boy işletmelerin yoğun bir şekilde pazara girme cazibesine kapılması ile aşırı kapasite oluşabilir. KOBİ aşırı kapasite oranının %50 olması gibi" (Yıldıztekin, 2010, s.206).



Şekil 3.3. Fazla Kapasite Oluşturma Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi (Etçioğlu, 2009, s.34)

3.5.2. Maksimum Kapasite Kullanımı

Maksimum kapasite kullanımı stratejisinde işletme tüm kaynaklarını tam kapasitede kullanmaktadır. İşletmenin maksimum kapasitesi talep seviyesinin altında kalmaktadır. Üretilen mal ve hizmetlerin kaliteli bir şekilde üretilirken, üretim sürecinin etkin ve verimli bir şekilde düzenlenmesi, üretim kapasitesinin de maksimum seviyeye yakın kullanılması için uygulanan stratejilerinden oluşmaktadır (Sağır, 2010, s.318) . Şekil 3.4' de maksimum kapasite kullanımı stratejisinde kapasite ve talebin zamana göre değişimi görülmektedir. Belirli dönemlerde kapasite talep miktarına yaklaşmaktadır. Ancak çoğunlukla seviye olarak altında kalmaktadır. Özetle bu strateji de yetersiz kapasite bulunmaktadır.



Şekil 3.4. Maksimum Kapasite Kullanımı Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi (Etçioğlu, 2009, s.35)

Maksimum kapasite kullanımında tesis ve ekipman maliyetleri en düşük düzeydedir. Maliyet bakımından avantajlı olan bu uygulamada kapasite kıtlığı bulunmaktadır. Maksimum kapasite kullanılmasının sakıncaları (Etçioğlu, 2009, s.35):

- Yeni ve beklenmedik talep karşılanamaz.
- Talebin yüksek olduğu noktalarda müşteriye teslim ve tepkisellik düşüktür.
- Fazla mesai ve taşıma maliyeti yüksektir.

Çoğunlukla teslimat tarihlerinde siparişler tamamlanamaz. Müşteri tatminsizliği oluşur. Müşteri memnuniyeti düşüktür. Siparişleri tamamlamak adına fazla mesai, gibi... istenmeyen maliyetler yüksektir.

Firmalar için genel olarak tanımlanan kapasite ölçümleri için üretim programları hesaplanırken fabrikadaki makinaların fiili ve maksimum kapasitelerinin hesaplanması gerekmektedir. Maksimum kapasite ile firma kapasitesini tam kapasite ile çalıştırmaktadır. Fiili makine kapasite genellikle maksimum makine kapasitesinin altında çalışmaktadır. Kapasite ölçümlerinde karşılaşılan ana zorluğun sebebi ise, üretim çeşitliliğinin çok fazla olmasıdır. Ürün çeşitliliğinin çok olması durumunda, kapasitenin hangi ürüne göre yapılması sorunu ortaya çıkmaktadır (Sütçü, 2019, s.23).

3.5.3. Talebe Yaklaştırma Stratejisi

Talebe yaklaştırma stratejisinde; kapasite talebe göre belirlenir. İşletmeler mevsimlik veya sezonluk talepleri tahmin ederek gerekli olan ürünleri sezona başlamadan belli bir dönem öncesinden hazırlamak zorundadırlar. Dolayısıyla üretim ve iş akışı stratejisinin işletme tarafından iyi belirlemesi gerekir (Sağır, 2010, s.318).

Talep miktarı arttıkça, kapasite miktarı orantılı olarak artırılır. Üretim kapasitesi belirli imkânlar içerisinde limitler dâhilinde değiştirilebilir. Kaynakların etkin kullanımı ile kapasite artışı sağlanabilir. Bu üretim süreçleri arasında kaynak transferleriyle sağlanabileceği gibi, kaynakların etkin ve verimli şekilde kullanımını sağlamakla elde edilebilir. Geçici kapasite azaltma ise, yine kullanılmayan üretim kaynaklarının süreçler arası transferleri ile sağlanabilir (Tosunoğlu, 2006, s.30).

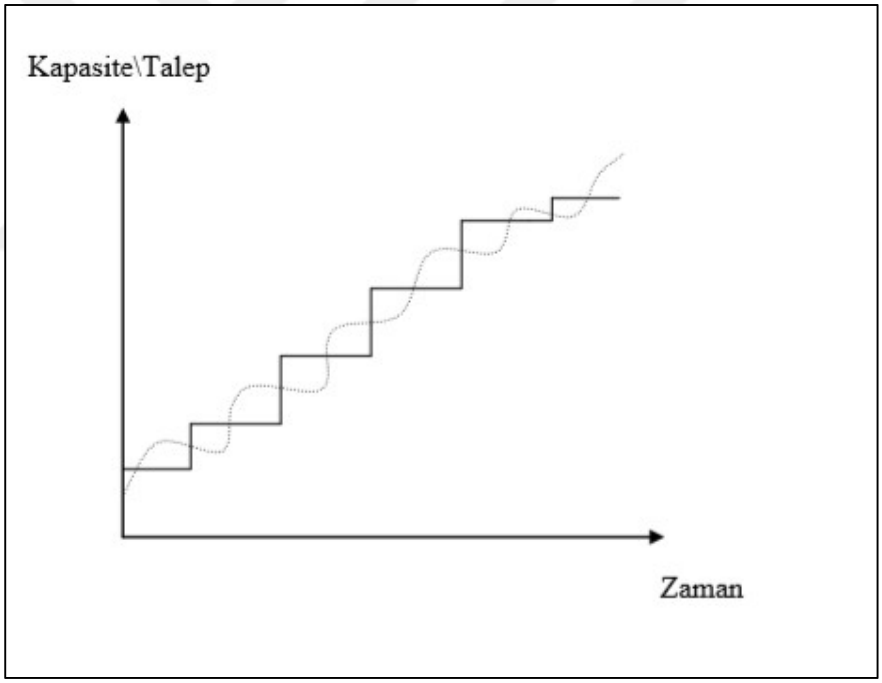
Şekil 3.5.'de talebe yaklaştırma stratejisinde kapasite ve talebin zamana göre değişimi görülmektedir. Bu stratejide işletmenin planlama yetenekleri önemlidir. Gelen taleplere göre hızlı tepkiler verilebilmektedir. Bu müşteri memnuniyeti yüksek bir planlama

yöntemidir. Bu stratejinin dezavantajları ise; taleplerin sabit olduğu durumlarda uygulanması durumunda başarılı sonuçlar verebilecektir. Değişken taleplerde tercih edilmemelidir. İşletmenin planlama ilgisinin çok iyi düzeyde olması gerekmektedir. Bu stratejinin faydaları (Etçioğlu, 2009, s.36);

- Kapasite ve diğer maliyetler dengelenir.
- Beklenmedik talebe tepki verme yeteneğiyle güvenilir hizmet sağlanır.

Sakıncaları;

- Talep iyi tahmin edilmelidir
- Talep oldukça sabit olmalıdır.

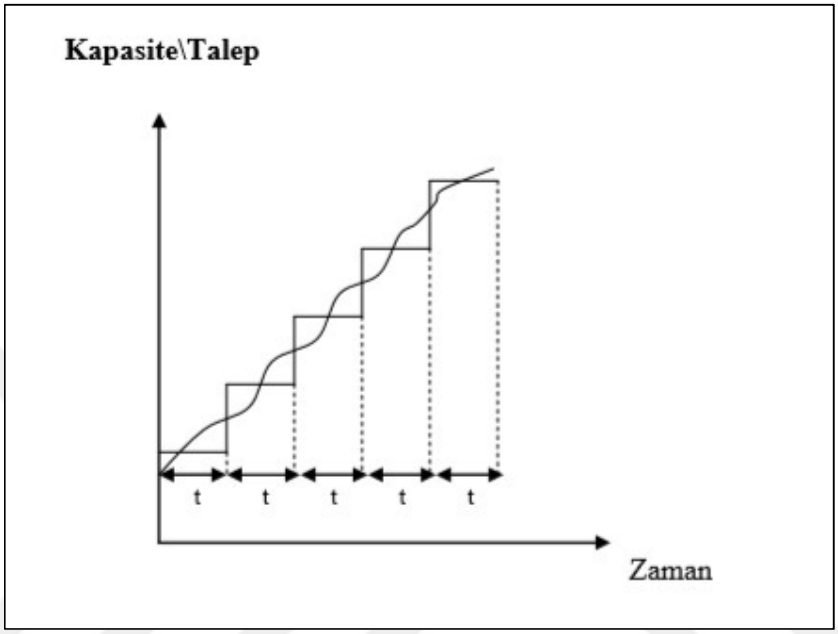


Şekil 3.5. Talebe Yaklaştırma Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi (Etçioğlu, 2009, s.36).

3.5.4. Talebi İzleme Stratejisi

Talebi izleme stratejisinde talep düzenli olarak takip edilir. İşletme, belirli bir süre içinde ortalama talep düzeyini karşılayabilecek kadar kapasite belirlemektedir. Buna bağlı olarak iki kapasite genişleme arasında geçen sürenin bir bölümünde fazlalık kapasite söz konusu iken geri kalan sürede ise eksik kapasite durumu ortaya çıkmaktadır ((http://kisi.deu.edu.tr/mert.topoyan/dosyalar/uiy7.pdf). Talepteki değişikliklere göre

kapasite miktarında artış yapılır. Şekil 3.6.'de talep ve kapasitenin eş zamanlı artış gösterdiği görülmektedir. Bu stratejide, düzenli zaman aralıkları ile kapasite ekleme yapılır. Buna kararı geliştirme stratejisi de denilebilir. (Etçioğlu, 2009, s.37).



Şekil 3.6. Talebi İzleme Stratejisinde Kapasite ve Talebin Zamana Göre Değişimi. (Etçioğlu, 2009, s.37).

İzleme stratejisi üretim planını talep yapısına eşleştirir ve talepteki değişiklikleri genellikle işe alım ve işten çıkarmalarla giderir. Talebin düşük olduğu dönemlerde üretim kesilir ve çalışanlar işten çıkarılır. Talebin yüksek olduğu dönemlerde üretim arttırılır ve ek çalışanlar alınır. Bu stratejinin maliyeti işe alma ve işten çıkarma maliyetidir (Yılman, 2007, s.149).

Bu stratejiyi uygulamanın avantajları; Ek kapasite artışı gereken durumlara karşı önlem alındığında dolayı, bu tür maliyetler ile karşılaşılmaz. Pazar analizi düzenli yapıldığından, rakiplerin kapasiteleri takip edilmektedir. Dezavantajı ise talep artışı her zaman artan bir eğilim göstermemektedir. Talep miktarı düşerse kapasite fazlası oluşur.

3.6. Kapasite Planlama

3.6.1. Kapasite Planlama Kavramı ve Önemi

Bir işletmenin kuruluş aşamasında verilmesi gereken kararlardan bir tanesi de üretim kapasitesinin belirlenmesidir. Kuruluş yeri belirlenen bir üretim biriminin üretim miktarı açısından hangi büyüklükte veya kapasitede olması gerektiği, işletme literatüründe "kapasite

planlaması" konusuna girer (Çetindere, 2009, s.22). Kuruluş yeri, ürün grubu belirlenen bir işletmenin; hangi üründen ne kadar üretileceği konusu direkt olarak işletme kapasitesini tarif etmektedir. İşletme kapasite büyüklüğünün planlanmasında hareket noktası, işletmenin maddeci amacını oluşturan ve üretim konusunu teşkil eden ürün veya ürün çeşitlerinin belirlenmesidir (Ekmekçi, 2015, s.32). Kapasitenin hedeflenen üretim miktarını sağlaması adına yapılan faaliyetler de kapasite planlaması kavramını oluşturmaktadır. Kapasite planlaması sadece yeni devreye alınacak bir işletmenin kaynaklarının planlanmasına yönelik değildir. Devreye alınmış faaliyet gösteren bir işletmenin, sipariş miktarı, talep tahminleri doğrultusunda kapasitenin artırılması veya azaltılması faaliyetlerini de içermektedir.

Kapasite planlaması birbirine bağımlı iki planlama aşamasından oluşur. Bunlar, ortalama üretim seviyesinin belirlenmesi ve bu seviyeden sapmaları gerektiren durumların karşılanabilmesi için yapılan ayarlama planlamalarıdır. Genelde, kapasite planlaması su çalışmaları içerir (Çetindere, 2009, s.23):

• Mevcut kapasitenin tanımı,

• Uzun dönemli kapasite ihtiyacı tahminleri,

• Kapasite ayarlama yöntemlerinin belirlenmesi,

•Kapasite ayarlama yöntemlerinin finansman, ekonomik ve teknolojik yönden değerlendirilmesi,

• En uygun kapasite ayarlama yönteminin seçimi.

Sipariş miktarları dönemsel olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Müşteriler son kullanıcılardan oluşabildiği gibi başka işletmelerden de oluşabilmektedir. Değişkenliğin sebebi siparişi veren işletmelerin de müşteri taleplerinde değişkenlik olmasıdır. Talepleri karşılayabilmek adına belirli aralıklarda kapasite planlamasının gözden geçirilmesi gerekmektedir. İşletmeler olası risklere karşılık; uzun, orta ve kısa vadede kapasite planlamalarını yapmaktadır.

İşletme kapasite büyüklüğünün planlanmasında hareket noktası, işletmenin maddeci amacını oluşturan ve üretim konusunu teşkil eden ürün veya ürün çeşitlerinin belirlenmesidir. Bu ürünlerin piyasaya sunularak işletmenin biçimsel amacını gerçekleştirecek şekilde uygun bir fiyatla pazarlanması söz konusudur (Ekmekçi, 2015, s.32).

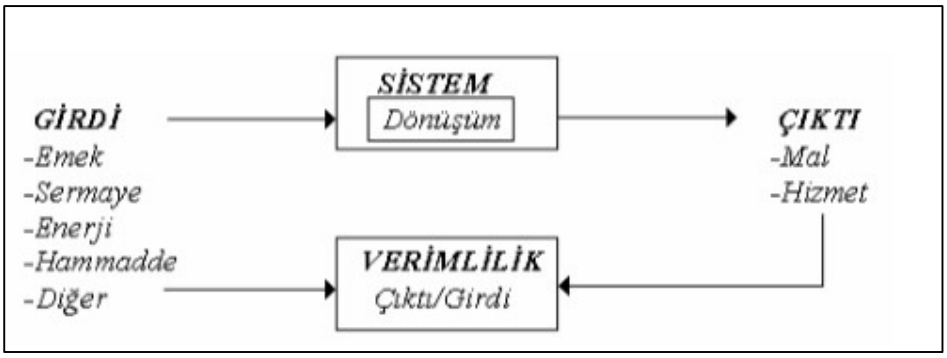
3.6.2. Verimlilik

Kapasite planlamasına başlamadan önce bilinmesi gereken en önemli kavramların başında verimlilik kavramı gelmektedir. Verimlilik, belirli bir ürünü, hizmeti genel anlamda çıktıyı elde etmek için kullanılan kaynakları yani girdilerin oranlanmasına verilen isimdir. Bir diğer verimlilik tanımı; Üretilen mal ve hizmet miktarı ile bu mal ve hizmetlerin üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009, s.4). Verimlilik ile kaynakların etken kullanılması hedeflenmektedir. Bu bilgilere ek olarak faklı verimlilik tanımlamaları yapılmıştır. Bunlardan bazıları; belirli miktar kaynakla daha yüksek çıktı elde etmektir. Verimlilik aynı zamanda girdinin çıktıya oranı olarak tanımlanır. Verimlilik için aşağıdaki formül kullanabilir.

Verimlilik = Çıktı / Girdi

Verimlilik ile ilgili çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki kısıtlı kaynakların – emek, sermaye, arazi, malzeme, enerji, bilgi - etken kullanımıdır. Verimlilik aynı zamanda sonuçlarla, bu sonucu elde etmek için harcanan zaman arasındaki ilişki olarak da tanımlanabilir(Ayaz, 2007, s.4).

Hepsinin ortak özelliği kullanılan girdiler ile birlikte maksimum çıktıya ulaşmaktır. Verimlilik hesabında dikkat edilmesi gereken husus kaynakların, belirli bir zaman, makine-ekipman ve işgücünün sabit tutulmasıdır. İşletmelerde verimlilik modeli şekil 3.7.' da verilmiştir. Verimlilik modelini bir şemada gösterilecek olursa:



Şekil 3.7. Genel Verimlilik Modeli (Ayaz, 2007, s.5)

Yukarıdaki şekilde üretim faktörlerinin bir üretim sürecine girip nasıl mal ve hizmet haline dönüştürüldüğü görülmektedir. Bu dönüşümden ne kadar fayda edildiği ise verimliliğimizi ortaya çıkarmaktadır. Üretim unsurları hiç israf edilmeden ne derece etkili kullanılırsa,

verimlilik o derece yüksek olacaktır. Bu modelde eldeki girdilerin etkin bir şekilde, en az fire ve harcama ile mal ve hizmet şekline dönüştürülmesi ve bu sayede maksimum kar elde edilmesi hedeflenmektedir (Ayaz, 2007, s.5).

Üretim sistemi sistem girdilerinin bir fayda yaratacak şekilde hizmete ve mamule dönüşüm sürecidir. Üretim sürecini niteleyen 4 önemli kriter verimlilik, etkinlik, kapasite ve esnekliktir (Etçioğlu, 2009, s.6).

Genel verimlilik modeli incelendiğinde; sistem girdilerini emek işgücü, sermaye, enerji ve ham maddenin oluşturduğu görülmektedir. Çıktılar sektörün türüne göre mal yani ürün veya hizmet olarak sınıflanmaktadır. Sistemden kastedilen sektöre göre yapılan süreç çalışmalarını kapsar, imâlat sektöründe sırasıyla kaynak, tezgâhta işlemeler, boyama vb… olabilirken, hizmet sektöründe iletişim hizmetleri, bankacılık faaliyetleri veya sağlık sektöründe uygulanan çeşitli faaliyetlerden oluşmaktadır. Verimlilik ise çıktıların girdilere göre oranını oluşturmaktadır.

3.6.2.1. Kapasite Planlamada Verimliliğin Önemi

Dünya kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Üretim ve hizmet sektörlerine ek olarak insanların da var olan kaynakları israf etme lüksü kalmamıştır. Üretim unsurları hiç israf edilmeden ne derece etkili kullanılırsa, verimlilik o derece yüksek olacaktır (Ayaz, 2007, s.5).

İsrafı sadece üretimde düşünmek doğru olmayacaktır. Hizmet sektörü içinde israftan kaçılması gerekmektedir. Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler bu sorunun bilincine varmıştır. Verimlilik amaçlı örgütlenmelere gidilmektedir. Günümüzde verimlilik bir prestij meselesi haline gelmiştir. Ülke ekonomisi bakımından incelenirse, ithalatın en düşük, ihracatın en yüksek olduğu durumlarda ekonomiler gelişmektedir. Verimliliğin ülke ekonomisine direk etkisi bulunmaktadır. Üretim sistemi sistem girdilerinin bir fayda yaratacak şekilde hizmete ve mamule dönüşüm sürecidir. Üretim sürecini niteleyen 4 önemli kriter verimlilik, etkinlik, kapasite ve esnekliktir (Etçioğlu, 2009, s.6).

İşletmede kullanılan üretim yöntemi kapasite büyüklüğü üzerinde doğrudan etkilidir. Genel olarak sermaye yoğun üretim yöntemlerinin kapasite olarak daha yüksek olduğu söylenebilir. İşletmeler açısından bakılırsa, israf ne kadar az olursa, verim ne kadar yüksek olursa işletme ekonomisi o kadar çok gelişecektir. Üretim yönetimi; üretim maliyetleri, kalite ve stokların kontrolü sağlanarak üretim fonksiyonunun optimizasyonunu hedefler.

Üretim sistemlerinin karmaşıklığından dolayı, tam bir optimizasyon genellikle mümkün olmaz ancak sistemdeki bazı unsurların optimizasyonu için matematiksel modelleri ve sayısal teknikleri kullanmak faydalı olacaktır (Kobu, 2013, s.31).

Bahsedilen matematiksel modeller ile hedeflenen maksimum verim değerine ulaşmaktır. En basit ifade ile aynı ürüne ulaşabilmek adına ne kadar az ham madde maliyetinde harcama yapılırsa, şirketin net kazancı o kadar yüksek olacaktır. Aynı koşullarda ürün miktarının daha yüksek olması, daha çok Pazar payı elde etmeyi ifade etmektedir. Bu da işletmeye daha çok sermaye girişi anlamına gelmektedir. İşletmelerin ekonomik anlamda büyümesiyle doğrudan orantılıdır.

İşletme verimliliğini etkileyen faktörlerin herbirinin farklı etki dereceleri vardır. Ancak hiçbirinin etkisi yok sayılmamalıdır. Verimlilik için etki eden faktörler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Ayaz, 2007, s.20) :

1. İşgücü
2. Malzeme
3. Yönetim-Organizasyon
4. İletişim
5. Sözleşme ve Anlaşmalar
6. Finans
7. Teknolojik metot ve ekipmanlar
8. Bilişim Teknolojileri

3.6.3. Kapasite Kullanım Oranı ve Ölçülmesi

3.6.3.1. Kapasite Kullanım Oranı (KKO)

Kapasite kullanım oranı, bir işletmenin fiili kapasite kullanım oranının pratik kapasitesine oranı olarak tanımlanabilir (Etçioğlu, 2009, s.74). İşletmelerin teorik kapasitesi tüm kaynaklar için en iyi koşulların sağlanması durumunda gerçekleşecek kapasite oranıdır. Ancak gerçekçi olmak gerekirse bu koşulların her zaman sağlanması mümkün olamamaktadır. Üretimde çeşitli duraklamalar oluşabilir. Bunlar; arızalar, devamsızlıklar, elektrik kesilmeleri, planlı bakımlar, resmî tatiller, grevler, kalıp değiştirme süreleri gibi sorunlardan oluşabilir. Belirtilen sebeplerden dolayı teorik kapasite yerine şirketin pratik kapasitesi hesaplanır. İşletmeler daima kapasite kullanım oranını artırmayı hedeflemektedir.

Kapasite kullanım oranı (KKO) sanayideki üretim düzeyinin bir yansıması olup, ülke genelindeki iç talep ve yurt dışı talep ile yatırım düzeyleri hakkında ayrıntılı bilgiler sunmaktadır. Kapasite kullanımının yüksek olduğu dönemlerde, genel seyir olarak sanayi üretiminin de arttığı görülmektedir. Ekonomik büyüme sürecinin hızlı olduğu dönemlerde Kapasite kullanım oranının artıyor olması enflasyon baskısını arttırdığı söylenebilir (Hatinoğlu, 2014, s.11). Kapasite kullanım oranı sadece işletmeler için değil, ülke ekonomisi açısından da önemli bir parametredir.

Üretim sektöründe kapasite kullanım oranının artması üretim sektörünün gelişmekte olduğu hakkında bilgi vermektedir. Tercih edilen bir durumdur. Kapasite kullanım oranındaki düşüş ise üretim sektöründe azalma olduğuna işaret etmektedir. Bu analiz genel anlamda doğru olsa da; kesin bir karar vermek adına sanayi üretim endeksi ile birlikte değerlendirilmesi uygun olmaktadır.

Kapasite kullanım oranı hesaplanırken kullanılan kapasitenin gerçek kapasiteye oranı alınır. Bu oran pratik kapasitenin yüzde cinsinden kullanım oranını gösterir. Kapasite kullanım oranının %100 olması, kapasitenin hepsinin kullanıldığı anlamına gelmektedir.

Kapasite Kullanım Oranı: Fiili Kapasite/ Pratik Kapasite

İşletme pratik kapasitenin kullanım oranın % 100 olmasını istemektedir. Bu oran % ile deyimlendirilir. Kapasite kullanım oranının % 100 olduğu durumlarda, başarılı bir üretim programı uygulanabiliyor demektir. % 100 değerinin altında kalması durumunda işletme kapasitesine düşük kapasite denilmektedir. Düşük kapasite kullanımı işletmeler bakımından tercih edilen bir durum değildir. Düşük kapasite kullanımının olduğu durumlarda her zaman verimsizlik durumunun gerçekleştiği söylenebilir.

3.6.3.2 Kapasite Belirleme Yöntemleri

İşletme kapasitesinin belirlenmesinde tek boyutlu düşünerek doğru sonuca ulaşılması imkânsızdır. Kapasiteye etki eden tüm faktörler göz önüne alınmalıdır. Kapasite planlama iki tür işletmede yapılmaktadır. İlki yeni devreye alınacak işletmelerdir. Bu grup için kurulum aşamasında ürün grubuna ve hedeflenen ürün miktarına karar verilir. Daha sonra sistemi oluşturan diğer bileşenler tedarik edilir. Faaliyet gösteren işletmelerde kapasite planlaması daha zor olacaktır. Bazı durumlarda, iş görenlerin geç kalması malzeme akışındaki aksaklıklar, bakım ve onarım gibi nedenlerle kayıp zamanlar söz konusu

olabilmekte, bu da kapasite ölçümünde güçlük yaratabilmektedir. Kapasitenin, bütün bu belirsizlikler ve değişkenler göz önüne alınarak planlanması gerekir (Tekin, 2012, s. 186).

Faaliyet gösteren işletmelerde iki aşamada planlama yapılabilir. İlk aşama işletmenin pratik kapasitesinin planlanmasıdır. İkinci aşama ise işgücü ile makine parkurunun planlaması olmaktadır. Devamsızlıklar, arızalar ve bakım faaliyetleri gibi duraksamalara sebep olabilecek faktörlerin göz önüne alınarak kullanılabilir kapasitenin planlanması gerekmektedir.

Kapasite planlamasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanları Bayes karar kuralı, başabaş analizi, dinamik programlama ve karar ağacı ile kapasite planlama yöntemleridir.

- Bayes Karar Kuralı

Bayes karar kuralı, beklenen en büyük ödeme ölçütü veya Bayesian analizi diye bilinmektedir. İstatistik verilere dayanarak kapasite planlaması kuralıdır. Bayes Teoremi, genellikle sonrasal olasılıkları hesaplamakta kullanılan ve iki tesadüfi olayın koşullu ve marjinal olasılıklarını ilişkilendiren bir teoremdir (Başdoğan ve Önel, 2013, s.518). Tüm olasılıklar değerlendirilir bu doğrultuda talep tahminleri yapılır. Çoğunlukla önceki dönem verileri baz alınarak; sonraki dönemlere yönelik satışların tahminleri yapılır. İşletmeler satış öngörülerine göre kapasite planlaması yapmaktadır.

Bayes analizi diye de bilinen bu yöntem olasılıkların gözden geçirilmesine ilişkin bir teoremdir. Aslında olasılıkların gözden geçirilmesi günlük yaşantımızda da kullandığımız bir kavramdır (Çetindere, 2009, s.25).

Aslında olasılıkların gözden geçirilmesi günlük yaşantımızda da kullandığımız bir kavramdır. Örneğin, sabah işe giderken şemsiyesiz kapıdan çıktığımızda gökyüzündeki kara bulutları görerek geriye dönüp şemsiye almamız; daha önce küçük bir olasılık atadığımız yağmur yağması durumunun yeniden gözden geçirilip bu duruma daha yüksek bir olasılık atanmasına bağlıdır (Tütek ve Gümüşoğlu, 2004, s.16).

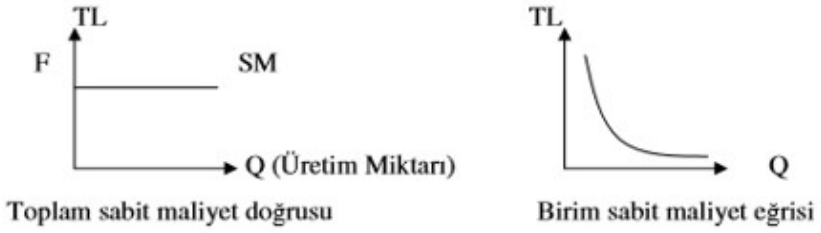
- Başabaş Noktası Analizi

İşletmelerin toplam maliyetlerini sabit ve değişken maliyetler oluşturmaktadır. Ürün miktarı arttıkça değişken maliyetler düşecektir, eş zamanlı satış gelirleri artacaktır. İşletmelerde gelirler ve maliyetler; toplam gelir ve toplam maliyetler, her birim çıktı için gerekli ortalama

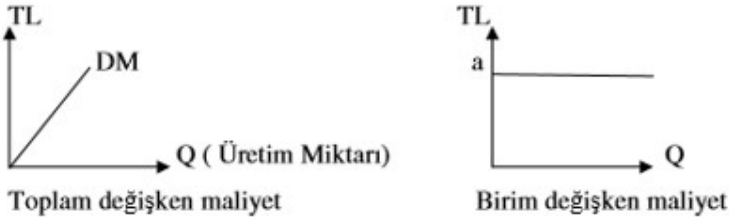
gelir ve ortalama maliyet ile gelir ve giderlerdeki değişikliklere bakılarak incelenir. Bu analize göre faaliyetlerin belli bir noktasında toplam gelirler toplam maliyetlere eşittir. Bu noktaya başabaş noktası adı verilir (Çetindere, 2009, s.27).

Kapasite-kar ilişkisi için başabaş satış tahminlerinden yararlanılır. Başabaş satış noktası altındaki bir kapasite üzerinden düzenlenen yatırım projesinde kar sağlanamayacak olup kar sağlanabilmesi için kapasitenin başabaş satış noktasının üzerinde belirlenmesi gerekir. Birim fiyatı yüksek tutarak, kapasitenin olumsuz etkinlerinden kurtulmak mümkün olmayacaktır, satış fiyatlarının çok yüksek olması veya satış fiyatlarında piyasa şartları dışında yapılan artışlar talep seviyesini düşürecektir (Kaygusuz, 2005, s.72).

Başabaş noktasından itibaren işletme kâr elde etmeye başlayacaktır. Bu kırılım noktası başabaş noktası olarak bilinmektedir. Sabit maliyetler; kira, vergi vb…gibi maliyet türlerinden oluşmaktadır. Şekil 3.8.'de sabit maliyetler verilmiştir. Üretim miktarından etkilenmez. Değişken maliyetlere örnek, birim maliyetler gösterilebilir. Üretim miktarı artıkça; birim başına düşen maliyet azalacaktır. Değişken maliyetlerin davranış tipi Şekil 3.9' da verilmiştir.



Şekil 3.8. Sabit Maliyet Grafikleri (Çetindere, 2009, s.26)



Şekil 3.9. Değişken Maliyet Grafikleri (Çetindere, 2009 s.27)

Başabaş noktasının matematiksel modelinde kullanılan formülde geçerli bileşenler:

a : Birim değişken maliyeti b : Birim satış fiyatı

Q : Üretim miktarı F : Sabit maliyet

TG : Toplam gelir TM: Toplam maliyet

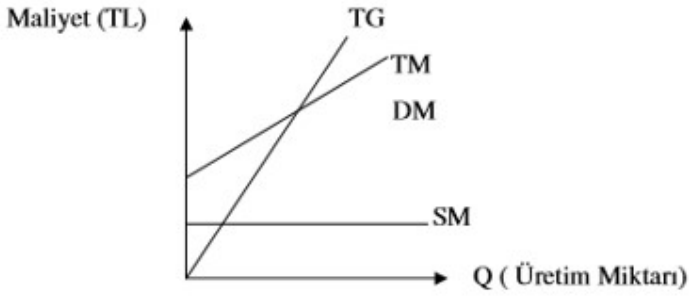
DM: Değişken maliyet SM: Sabit maliyet

Q_b: Başabaş noktası

Toplam gelir üretim miktarı ile birim satış fiyatının çarpılması ile bulunmaktadır. Başabaş noktası hesaplanırken; Başabaş noktasında, toplam gelir ile toplam maliyetin eşitliğinden yola çıkılarak; b.Q0 = F+a. Q0 yazılabilir. Buradan Q0 yani başabaş noktasındaki üretim miktarı çekilirse, Q_b miktarı aşağıdaki formül ile bulunur.

$$Q_0 = \frac{F}{b-a}$$

Başabaş noktasını çizimle bulabilmek için, bir ürüne ait olan toplam gelir ve toplam maliyet doğrularının birlikte bir grafik üzerinde temsil edilmesi yeterli olacaktır (Çetindere, 2009, s.28).



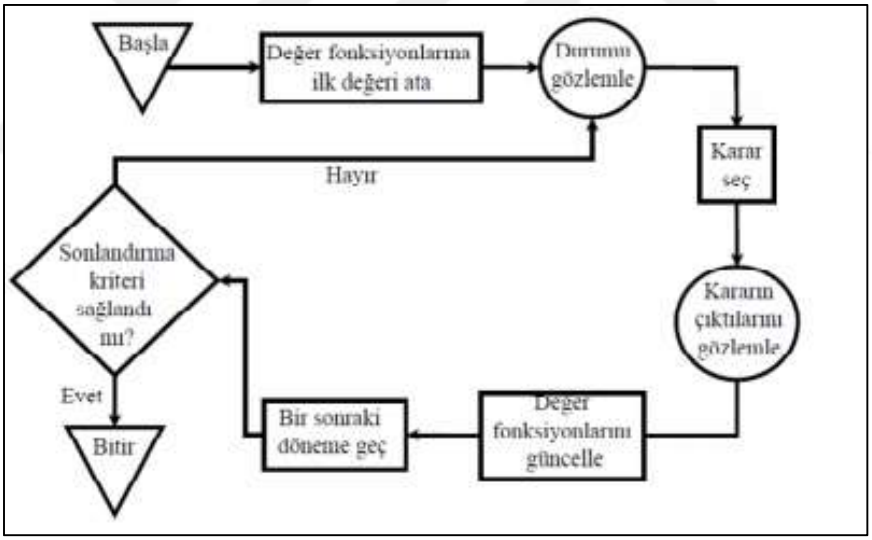
Şekil 3.10. Başabaş Noktası Modeli (Çetindere, 2009 s.28)

İşletmelerin başabaş noktasını hesaplarken tüm sabit ve değişken maliyetleri ve birim satış fiyatının doğru hesaplanması gerekmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda minimum üretilmesi gereken ürün miktarı yani başabaş noktası hesaplanacaktır. İşletmeler kapasite planlamasında zarara uğramamak adına bu miktarın altında kalmayacak şekilde kapasite planlayacaktır.

- Dinamik Programlama

Dinamik programlama, büyük ve çok sayıda karar değişkeni olan sorunları, ardışık küçük sorunlara bölerek çözmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Yöntemin birçok uygulamasında zaman içinde ardışık kararlar bulunması, diğer bir deyişle, modelde zaman değişkeninin açık olarak ele alınması, yönteme "dinamik" adının verilmesine neden olmuştur. Dinamik programlamada her alt sorun ayrı ayrı izlenerek ele alınır ve sonuçta tüm sorun optimal olacak biçimde çözülür (Tütek ve Gümüşoğlu,2004, s. 333).

Problem büyüdükçe ihtiyaç duyulan zaman ve hafıza, karar vericinin sahip olduğu kaynakları aşabilir. Böyle durumlar ile baş edebilmek için optimale yakın sonuçlar elde edebilen sezgisel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sezgisel yöntemlerden biri de Benzetimsel Dinamik Programlama (Approximate Dynamic Programming; ADP) algoritmasıdır (Çimen vd., 2016, s.45-46). Şekil 3.11.'de genel bir ADP algoritması verilmiştir.



Şekil 3.11. Genel bir ADP Algoritması (Çimen vd., 2016, s.45-46)

- Karar Ağacı Kullanarak Kapasite Planlama

Karar ağaçları parametrik olmayan bir veri analizi yöntemidir. Parametrik yöntemlerin sahip olması gereken homojen varyans, normal dağılım, gözlemlerin birbirinden bağımsız olması en azından aralıklı ölçek olması varsayımlarının her zaman sağlanması zor olduğu için ilgili şart ve/veya varsayımlarının sağlanamadığı durumlarda parametrik olmayan veri analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Yani karar ağaçları parametrik yöntemlerin sahip olması gereken varsayımlara dayanmamaktadır. Bu da başka bir tercih nedeni olmaktadır (Saitoğlu, 2015, s. 7).

Karar ağaçlarının yapısına bakıldığı zaman kök, dallar ve yapraklardan oluşmaktadır. Bu yapısı ile ağaç görünümüne benzemektedir. Kök düğümle başlayan karar ağaçları aşağı doğru inildikçe çok sayıdaki veri kümesini küçük gruplara bölerek dallara ayırmaktadır. Bu kökten başlayıp dallara doğru büyüyen ağaç yapısında ki her boğuma düğüm, oluşan bu ağaçlarda homojen olmayan düğümlere çocuk düğüm, homojen düğümlere ise terminal düğüm denir (Pehlivan, 2006, s. 17).

Karar ağaçları düzenlenirken soldan sağa doğru bir yapı ile hazırlanır. Sağ tarafta olaylara ait sonuçlar ve gerçekleşme olasılıkları yer almaktadır. Olasılıklar ve olayın sonuçları için belirlenen değerler çarpılarak sonuçlar elde edilir. Karar ağaçlarındaki düğüm noktalarındaki en yüksek sonuçlara göre talep kararı verilir.

Karar ağaçlarının avantajları ve dezavantajları aşağıda verilmiştir (Tokalaçoğlu, 2020, s.32-33):

Avantajlar:

• Modelin yorumlanması ve açıklanması kolaydır.

• Hem kategorik hem de sayısal belirleyici değişkenler üzerine işlem yapılabilir.

• Hedef değişkenler ile belirleyici değişkenler arasındaki ilişkide yüksek derecede doğrusal olmama durumunu modelleyebilmek mümkündür.

• Diğer algoritmalara kıyasla karar ağaçları ön işleme sırasında veri hazırlama için daha az çaba gerektirir, dolayısıyla eğitilmesi hızlıdır.

• Karar ağacı verilerin normalleştirilmesini ya da ölçeklendirilmesini gerektirmez.

• Verilerdeki eksik değerler aynı zamanda karar ağacı oluşturma sürecini önemli ölçüde etkilemez.

Dezavantajlar :

• Aşırı uyum göstermeye (Over fitting) eğilimlidir (Çeşitli budama - pruning yöntemleri bu sorunu azaltabilir)

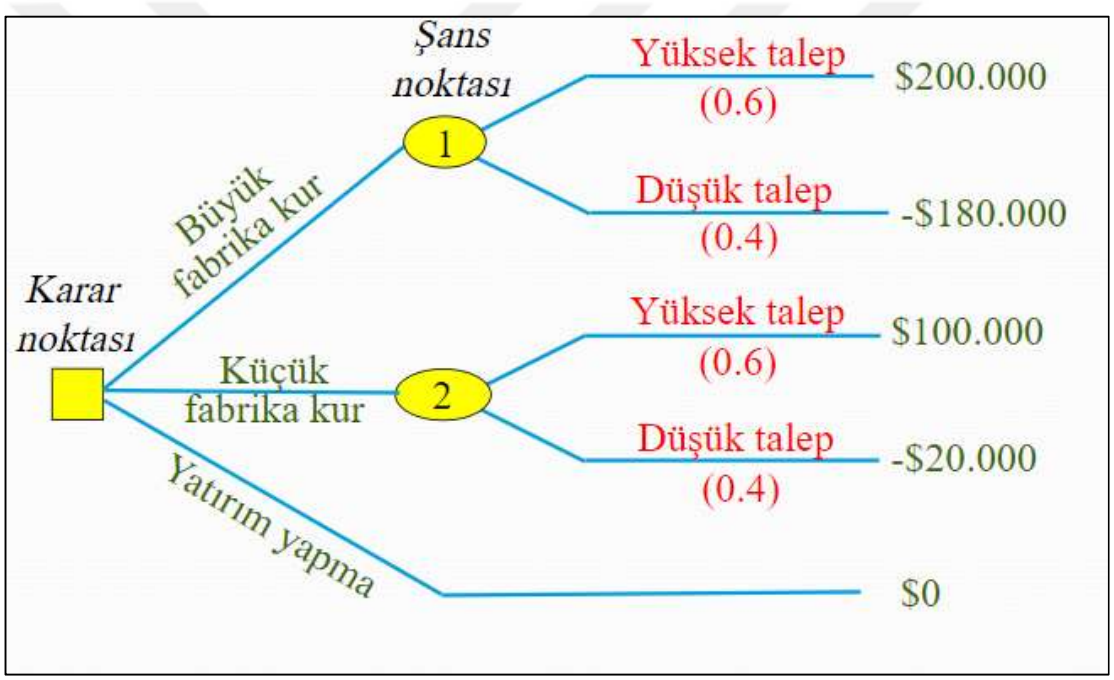
• Birden fazla çıktı sınıfını sınıflandırmada zorluk çekebilir.

• Verilerdeki küçük bir değişiklik karar ağacının yapısında büyük bir değişikliğe neden olarak kararsızlığa neden olabilir.

• Bir Karar ağacı için bazen hesaplama diğer algoritmalara kıyasla çok daha karmaşık olabilir.

• Karar ağacı genellikle modeli eğitmek için daha uzun zaman gerektirir.

Kapasite planlamasında karar verilen sipariş miktarı baz alınır. Şekil 3.12.'de örnek bir karar ağacı verilmiştir.



Şekil 3.12. Örnek Karar Ağacı Tablosu
(https://web.itu.edu.tr/topcuil/ya/KV2KararAgaci.pdf)

3.7. Yalın Üretim ve Kapasite Planlaması

Yalın firmalara, çeviklik, teknik ve çevresel sorunlara ve zorluklara hızlı tepki verme özelliği sağlayarak, sürekli iyileşmeyi sağlayan değişiklikler ile yüzleşmesini sağlar. Çevresel olaylara karalı proaktif yaklaşmak, motivasyonu yüksek tutarak iyileştirmeler önerilir. Bu nedenle, yalın uygulamanın ve dolayısıyla yalın kapasitelerin tanımlanmasının önündeki engellerin üstesinden gelmek için belirli kapasitelerin dikkatlice tanımlanması gerekir. Şirketler yatırımlarından getiri elde etmek için mevcut kapasitelerini olabildiğince kullanmak isterler. Gereken yalın kapasite; kullanılır kapasite ile tanımlı kapasitenin mukayesesidir. Kaynakların kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın, değer katmak için

mevcut üretim kaynakları maliyetlerle ilişkilendirildiğinden kapasite dengesizliklerinden kaçınmak önemlidir (Ranadewa, 2017, s.490).

Gelişmiş modelleme israfı belirlemeye yardımcı olur, böylece çalışanları güçlendirir ve yalın problem çözmenin destekleyebileceği yeni sınırlar açar ve sürekli gelişmeyi destekler. Güçlü veriye dayalı analizleri ayrıca şu konulara da yardımcı olabilir: önceden çözülemeyen (ve hatta bilinmeyen) sorunları çözmeye yardımcı olmak, karmaşık üretim ortamlarında verimliliği baltalayan: gizli darboğazlar, operasyonel dirençler ve aşırı değişkenlik gösteren alanlar. Benzer şekilde, verilerin gücü ilgili alanlardaki iyileştirmeleri destekler; kalite ve üretim planlama gibi, gelişen şirketler depolama, paylaşma, entegre etme ve verilerini daha hızlı ve kolay analizi alanlarında daha iyi hâle gelecektir (Dhavan vd., 2014, s.1).

Önceki yayınlarda, önceki Yalın organizasyonlara hazırlık; iyileştimeye yönelik stratejiye sahip olmak, ekibin eğitilmesi, müşteri gereksinimlerinin anlaşılması, güçlü liderlik, taleplerin anlaşılması, kapasitenin doğru planlanması ve değişkenlerin belirlenmesi şeklinde tariflenmiştir (Radnor, 2011, s.4).

3.8. Çevik Üretim ve Kapasite Planlaması

Çevik üretim veya çeviklik her ne kadar hızlı olmak gibi bir algı yaratsa da bu prensibin sahip olduğu özelliklerden sadece bir tanesini temsil etmektedir. Taleplerin hızlı öğrenilmesi ve hızlı yanıt verilmesi gerekmektedir. Bu çevikliğin en temel özelliğidir. Talepler kapasite planlanmasının girdileridir. Çevik üretim de tıpkı yalın üretim gibi, kapasite planlamanın alt yapısını oluşturmaktadır. Doğru ve verimli planlama yapabilmek adına destek görevi sağlamaktadır. Ancak, "çevik" olmak önemsiz değildir ve yalnızca şirketlerin birkaçı çevik uygulamalarda ustalaşabilir. Çevik yaklaşımın doğru şekilde uygulanmaması yarardan çok zarar verebilir ve çevik bir yöntemin faydalarını tehlikeye atabilir. Bir kuruluşun bir çeviklik değerlendirme aracı kullanarak çevik uygulamaları uygulama becerisi kritiktir (Telemaco, 2020, s.1).

Örgütsel uyum aşamasında oluşan başkaldırılar, kültürel konular, çevik metodlara kültürel uyum sağlanamaması, yöneticilerin istekli olmaması, yönetimizin yeterince desteklememesi ve kapasite ayrılmaması gibi konularını içerir (Stray vd, 2020, s.2).

Çevik üretimin, kapasite planlamaya ilk katkısı talebe hızlı ulaşabilme yetkinliğidir. Çevik üretimin doğuşunda en büyük etken internetin 1990'lı yılların sonunda dünyaya yayılması ile başlamaktadır. Dünyanın her yerinden bilgi akışı çok hızlı bir şekilde sağlanabilmektedir.

Talep verilerinin doğru ve hızlı şekilde ulaşması planlamanın doğru yapılmasını sağlayacaktır. Çevik üretimin kapasite planlamasına bir diğer katkısı, ekibin esnek çalışabiliyor olmasıdır. Farklı taleplere uyum sağlayabilen bir ekip, kapasite planlaması için avantaj özelliğindedir. Çalışanların farklı kapsamlara çabuk ve tereddüt etmeden uyum sağlıyor olması, kapasite kullanım oranını artıracaktır.

Planlama sürecinde ekip kapasitesinin ve kullanılabilirliğinin açık bir şekilde dikkate alınması sadece bağımlılık perspektifi ile değil, aynı zamanda bir kaynağın bakış açısı ile de sonuçlanır. Girdiler ve tahminler gerektiren bir uygulama süreci, süreci daha fazla izlenebilir öğretilebilir ve tekrarlanabilir hale getirecektir (Miranda, 2020, s.2) .

3.9. Kısıtlar Teorisi ve Kapasite Planlaması

İşletme kapasitesinin planlanması aşamasında sürelerin net olarak tarif edilmesi gerekmektedir. Süreçlerdeki en önemli noktalar işletmenin kendi yapısından kaynaklı kısıt veya bilinen ismiyle darboğazlardır. Problemlerin analizleri darboğazları elimine edecek şekilde yapılır. Analizler birkaç aşamada yapılır, ürün talebi tahmin edilir, kapasite hesaplanır ve kapasite planlaması yapılır. Tahmin sonraki periyoddaki talebi tahmin etmek amacıyla yapılır. Kapasite planlaması ile kapasite ölçülürken, hangi istasyonlarda darboğaz olduğu gözlenir (Sari vd, 2019, s.2).

Kısıtlar Teorisi üretim kapasitesini artırmaya ve yardımcı olan verimi sınırlayan kısıtlamaları belirlemeye ve azaltmaya odaklanır (Fadnavis, 2020, s.8).

Kısıtlar Teorisi değerlendirme ve planlama operasyonlarına kullanılabilir bir çerçeve sağlamaktadır (Kelly, 2020, s.65).

Kapasite planlaması yapabilmek adına işletmedeki kısıtların çok iyi tanınması ve dikkate alınması gerekmektedir. Belirlenen hedefe ulaşabilmek adına kısıtların ortadan kaldırılması adına iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Kısıtlar Teorisi prensipleri kullanılmadan etkin bir kapasite planlaması yapılması mümkün olmayacaktır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR İŞLETMEDE KAPASİTE PLANLAMASI UYGULAMASI

Araştırmanın bu bölümünde araştırmanın hipotezleri, yöntemi, evren ve örneklemi, veri toplama teknikleri ve veri analiz yöntemlerine ilişkin açıklamalar yer almaktadır. Araştırma 2 fazda yapılmıştır. İlk aşamada işletmenin iyileştirme potansiyeli olan kapsamlarını analiz etmek için yalın üretim ilkelerine göre analizler yapılmıştır. Bu analizlere göre yalın üretim ve Kısıtlar Teorisi yöntemleri ile iyileştirmelere odaklanılmıştır. İyileştirmeler sonrasında ek kapasiteyi oluşturacak ekibin çeviklik seviyesi analiz edilmiştir. İkinci fazda ise örneklemi oluşturan ekibin kapasite planlaması için algoritmanın hazırlanması ve uygulanması konusunda yapılan çalışmalar yer almaktadır.

4.1.Araştırma Yöntemi

Araştırmanın 1. fazında yalın üretim Kısıtlar Teorisine ve çevik üretim prensiplerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yalın üretim ve Kısıtlar Teorisi uygulamaları nitel araştırma özelliği göstermektedir. Çevik üretim uygulamaları nicel araştırma özelliği göstermektedir. Bu özellikleri ile araştırma karma yöntem özelliği göstermektedir.

Karma yöntem çalışmalarında kuram kullanımı nicel kuramların tümden gelime dayalı olarak test edilmesi ya da geçerliliğinin sorgulanmasını, nitel bir kuram ya da modelin tüme varıma dayalı olarak geliştirilmesini kapsayabilir. Ayrıca araştırmacıların farklı karma yöntem desenleri kullanrak nitel ve nicel veriyi bir arada toplayıp analiz ettiği çeşitli özgün yöntemler de karma yöntem çalışmaları arasında yer alabilir. Bu yapı iki şekilde ele alınmaktadır:

(a) Bir sosyal bilimler çerçevesinin kullanılması

(b) Dönüştürücü bir çerçevenin kullanılması. Bu iki kullanım biçimi de, son 5-10 yıllık süreçte karma yöntem literatüründeki yerini almıştır (Creswell, 2016, s.68).

Nicel araştırma yöntemi sosyal bilimlerde kullanılan yapısal ve mantıksal, gözlem öncesi teorinin oluşturulması ile verilerin sonradan toplandığı, sonuçların genellenebildiği, değişkenler arasındaki farklılık ve ilişkinin nedensellik dışında ortaya konulabildiği, ilişki odaklı bir yöntemdir. Bir konu hakkında bilgi toplamak için kullanılan nicel veri toplama aracıdır. (Haydarlı vd., 2016, s.3). Bir araştımanın nicel olarak nitelendirilebilmesi için ilk olarak bir probleminin olması gerekmektedir. Bu probleme ait sonuçların sayısal verilere dayandırılabilmesi gerekmektedir. Bu probleme ait verilerin sayısal istatistiksel analiz yapılmaya uygun yapılarının olması gerekmektedir. Ek olarak çok miktardaki verinin toplanmasını gerektirmektedir.

Araştırma yöntemi belirlendikten sonra takip edilen iş adımları ve bu kapsamda yapılan çalışmalar Tablo 4.1.'de verilmiştir. Araştırmanın başlangıcında yalın üretim, kısıtlar teorisi, çevik üretim ve kapasite yönetimi alanlarında kapsamlı bir literatür taraması

Tablo 4.1. Araştırma Kapsamında Takip Edilen İş Adımları

İş Adımı	**Açıklama**
Araştırma Probleminin Belirlenmesi	Yeni kurulması planlanan tampon ekibin kapasite yönetimi modellemesinde; kısıtlar teoremi kuralları, yalın ve çevik imalât tekniklerinden yararlanarak kapasite planlanması oluşturmaktadır.
Araştırma türünün belirlenmesi	Nicel araştırma özelliği sergilemektedir.
Literatür taraması	Araştırmanın başlangıcında yalın üretim, kısıtlar teorisi, çevik üretim ve kapasite yönetimi alanlarında kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir.
Probleme yönelik verilerin toplanması	Sürecin yalınlaştırılması için gereken bilgilerin toplanması. Sistem kısıtlarının tespit edilmesi. Ek kapasiteyi oluşturacak, destek ekibi için olması gereken özellikler araştırılmıştır. Destek ekibinin çeviklik özelliği sağlaması gerekliliği tespit edilmiştir. Çeviklik anketi için veri toplanmıştır.
Modelin oluşturulması	Ekibin kapasite planlaması için gereken model oluşturulmuştur. Modelde sistemin girdileri, çıktıları ve yalın üretim, çevik üretim ile kısıtlar teorisinin etkileri gösterilmiştir.
Yalın Üretim Adımları	Yalın üretimin temel 5 adımı uygulanmıştır.
Kısıtlar Teorisi Adımları	Kısıtlar Teorisinin 5 odaklanma adımını takipe ederek; Kısıtlar Teorisinin temel 3 sorusuna cevap aranmıştır.
Çeviklik Anketinin Uygulanması	Destek ekibine çeviklik anketi uygulanmıştır ve analiz tamamlanmıştır.
Karar Modelinin Oluşturulması	Anket sonuçlarına göre araştırmanın karar modeli oluşturulmuştur.
Algoritmanın Hazırlanması	Karar modeline göre uygulanacak programın algoritması hazırlanmıştır ve IT bölümüne iletilmiştir.
Destek Ekibinin Kurulması	Üretimin gereksinimlerine göre ekip üyelerinin kalifikasyonları belirlenmiştir. Belirlenen kalifikasyonlarda üyelerden destek ekibi oluşturulmuştur.
Programın Yazılması	Programın yazımı işletmenin IT programı sorumluluğundadır. Algoritma IT'ye teslim edilmiştir. Programın geliştirme çalışmaları devam etmektedir.
Tez Yazımı	Literatür taraması verilerine ve araştırma sonuçlarına göre tez yazılmıştır.

İşletmenin çevikliğini ölçebilmek adına kullanılacak anket içinde bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Ulaşılan verilere istinaden 2 bölümden oluşan bir anket formu oluşturulmuştur. Birinci bölümde işletmelerin demografik özelliklerine ilişkin beş soru yer almaktadır. İkinci bölümde ise Sharifi'nin çeviklik ölçeğinden yararlanılmıştır. İkinci kısımda kendi içinde iki bölüme ayrılmıştır. Bunlardan ilk kısım işletmenin çeviklik oranını, ikinci kısım ise işletmeyi çevikliğe yönlendiren potansiyel etkenleri analiz etmektedir. Ankette 5'li Likert ölçeği uygulanmıştır.

4.2. Araştırma Deseni

Araştırma deseni, araştırmanın hipotezlerini sorularını veya cevaplamak test etmek amacıyla hazırlanan plandır. Araştırma nitel ve nicel araştırma özelliği göstermektedir. Araştırma bu özelliği ile keşfedici sıralı karma yöntem deseni sınıfına girmektedir. Keşfedici sıralı karma yöntem yaklaşımında araştırmacı bir nitel araştırma ile başlar ve katılımcıların bakış açılarını keşfeder. Daha sonra veri analizi gerçekleştirilir ve elde edilen bilgiler ikinci basamakta yani nicel aşamayı oluşturmakta kullanılır. Nitel aşama inceleme altındaki örnekleme en uygun ölçme aracını yapılandırmada, takip eden nicel aşamada kullanılmak üzere uygun araçların belirlenmesinde ya da devam çalışması olarak yapılacak bir nicel araştırmada incelenmesi gereken değişkenleri belirlemek amacıyla kullanılır (Creswell, 2016, s.16).

4.3. Araştırmanın Kısıtları

Araştırma probleminin ortaya çıkma gerekçesi, işletmenin siparişlerden; müşteri özel isteklerinin yoğun olan otobüslerden bazılarını zamanında yetiştirememesidir. Araştırma yapıldığı işletmede art arda üretim süreçleri takip etmektedir. Tüm süreçlerde ilave iş gücüne ihtiyaç bulunmaktadır. Edinilen deneyimlere göre en fazla ilave işgücü ihtiyacının montaj hatlarında olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple araştırma montaj hatları ile sınırlandırılmıştır. Araştırmanın montaj hatları ile sınırlandırılmasındaki bir diğer etken zaman ve maddi kısıtlardır.

Projenin 2 faz halinde çalışılması yapılması planlanmıştır. Buna göre projenin 1. fazı verilerin toplanması, analizi ve modellemeyi ve 2. fazı olan algoritmanın hazırlanması kısmını kapsamaktadır.

İşletmenin çevrim süresi zaman kısıtını oluşturmaktadır. Çevrim zamanı veya takt süresi; bir operatörün kendisine tanımlı iş adımı veya adımlarını tamamlaması için verilen süredir. İşletmede çevrim süresi 45 dakika olarak belirlenmiştir. Bu işletmedeki zaman kısıtını

oluşturmaktadır. Çevrim süresi sipariş miktarı ve işletmenin kapasitesi baz alınarak hesaplanmaktadır.

İşletmede montaj hattının kısıtını belirleyen etkenlerin başında hatta çalışanların sayısı bulunmaktadır. Araştırmaya başlarken bu çalışan sayısının yetersiz olduğuna dair bir yargı bulunmaktadır. Bu sebeple ek kapasite arayışına gidilmeden önce montaj istasyonu çalışanları kısıt olarak kabul edilerek, yalın üretim çalışmaları yapılmıştır.

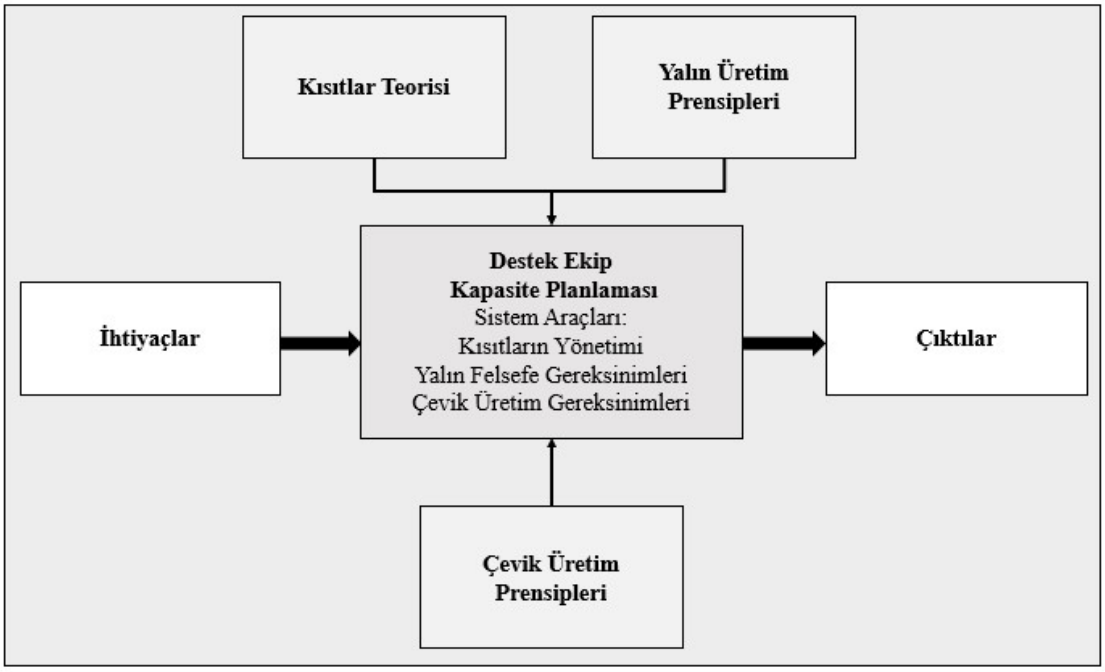
Yalın üretim çalışmaları sonucunda ek kapasite ihtiyacının gerektiği görülmüştür. Sonraki aşamada ek kapasite için yeni bir ekip kurulmasına karar verilmiştir. Araştırma kapsamında kurulan ve kapasite planlaması yapılan ekip geçmişte farklı bir otomotiv firmasında denenmiştir. Ancak uygulanamamıştır. Çevrim süresi 20 dakikanın altında olan, seri üretim yapabilen bir işletmede benzer uygulamanın yapılamayacağı gözlemlenmiştir. Destek ekibin uygulanması için ilk kısıtı çevrim süresinin 20 dakikanın üzerinde olması oluşturmuştur. İkinci kısıt ise ekibin katılımcı sayısı oluşturmaktadır.

Araştırma kapsamında oluşturulan ekipte çeviklik özelliklerininde sağlanması gerekmektedir. Çeviklik özelliğini test etmek için Sharifi'nin geliştirdiği anket uygulanmıştır. Anket uygulanan örneklemi destek ekibi üyeleri ile kısıtlanmıştır. Anketin uygulaması, verilerin toplanması ve analiz edilmesi için zaman bakımından projenin 1. ve 2. fazlarını kapsayan Mart 2018-Haziran 2019 tarihleri arasındaki dönemi belirlenmiştir.

4.4. Araştırma Modeli

Araştırma otobüs imalât yapan çok uluslu bir işletmede uygulanmıştır. Otobüs üretimi çeşitlilik bakımından diğer tüm otomotiv ürün gruplarına göre farklılık göstermektedir. Daha detaylı ifade etmek gerekirse; binek araç ve kamyonlarda üründe çeşitlilik oranı düşüktür. Bir binek araçta her zaman olabilecek koltuk sayısı bellidir. Araçların zemin kaplaması standart bir renkten oluşmaktadır. Araçların ön konsolu standarttır. Sadece birkaç tane fonksiyonel özellik getirebilen düğme eklenmektedir. İlave fonksiyonlara örnek olarak bluetooth özeliği, usb özelliği, cam tavan gibi özellikler verilebilir. Binek araçta verilen tüm bu özelliklerin teknik çalışmaları daha önceden tamamlanarak araçların seçilebilir kodlar listesine eklenmektedir. Kamyonlar da süreç benzer işlemektedir. Müşterilerin araç kod sistemine ekleyip çıkarılabilmektedir. Bu iki ürün grubunda müşterinin araçta çeşitlendirme yapabileceği kapsamlar sınırlıdır. Bu özellikler üretim tipi bakımından her iki modelin bir

konveyör bant üzerinde ilerletilerek, kısa bir çevrim süresinde üretilebilmesine imkân sağlamaktadır.



Şekil 4.1. Araştırma Modeli

Otobüs tip üretim sürecinde müşteri odaklılık ön plandadır. Her müşteri zemin kaplamasını, koltuk sayısını, aracın rengi, aracın yerleşimini değiştirebilir. Eğer ürün grubu belediye otobüsü ise çeşitlilik daha da artacaktır. Duracak düğmelerinin sayısı ve yerleri, tutamakların renkleri ve modelleri, hedef gösterge cihazları ve bunlar gibi ilave birçok cihazın araca takılma seçenekleri müşterinin tercihine bırakılmıştır. Üretim hattına sırayla giren her bir otobüsün zorluk derecesi farklılık göstermektedir. Araçların üretim bandını terk etmeleri gereken süre yani çevrim süresi eşit olmalıdır. Ancak istasyonda çalışan işçilerin sayılarının da sabit olduğu unutulmamalıdır. Araçlarda montaj yapılması gereken parçaların sayıları değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik montaj süreçlerinde kapasite planlaması zorluğunu beraberinde getirmektedir.

Araştırmanın amacı işletme kapasitesinin doğru yönetilmesidir. İşletmenin ürün profili incelendiğinde siparişteki özel taleplere göre anlık işgücü miktarının değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yüzden herhangi bir istasyonda işçi sayısında artış yapılması durumunda, istasyona gelen sonraki siparişte ilave işçi âtıl duruma düşecektir. Sırayla tüm istasyonlara gitmesi sendikal sebeplerle uygun değildir. Bir iş kapsamında uzmanlaşmak için

aynı kapsamın bir süre yapılması gerekmektedir. Süre kapsamın içeriğine göre değişkenlik göstermektedir. Araştırma kapsamında bu anlık kapasite sorununu çözmek adına destek bir ekip kurulması kararlaştırılmıştır. Bu ekibin kapasite planlanmasına odaklanılmaktır.

Yeni kurulacak destek ekipin ihtiyaçları karşılayabilmek adına 3 temel üretim yönetimi prensibinden yararlanması gerekmektedir. Şekil 4.1.'de araştırma modeli verilmiştir. Bunlar yalın üretim, çevik üretim ve kısıtlar teorisi felsefeleridir. Yalın üretim felsefesi gereksinimlerinin başında; Problemi yerinde çözme yaklaşımı (Jidoka) gelmektedir. Araştımanın asıl amacını bu konu oluşturmaktadır. Sırayla; israfı ortadan kaldırma (Gereksiz taşıma, işgücü gibi), tam zamanında üretim yaklaşımı (JIT), çalışanların eğitilmesi ve destek ekip kalifikasyonlarının artırılması (sürekli iyileştirme), üretimin kesintiye uğramadan devam etmesi (sürekli akış) ve son olarak talep tamamlanınca yeniden planlama (PUKO döngüsü) konularında ihtiyaçları kaşılaması gerekmektedir.

Çevik üretim gereksinimlerini sağlamak adına oluşturulacak ekibin; esnek çalışma, taleplere hızlı cevap verme, önceliklendirmeleri yapabilmek ve planlama döngüsünün tekrarlanması gereksinimlerini sağlaması gerekmektedir. Araştırmanın istenilen sonuca ulaşılabilmesi için oluşturulan ekibin çevik üretim koşullarını sağlayabiliyor olması gerekmektedir. Bu sebeple araştırmanın ilk adımı olarak ekibin çevikliğinin ölçülmesi planlanmıştır. Bu kapsamda Sharifi'nin çeviklik anketinden yararlanılmıştır.

Araştırma modelinin diğer felsefesini kısıtlar teorisi oluşturmaktadır. Kapasite planlaması yapılabilmesi için sistem kısıtlarının çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Hatta mümkün olduğu ölçüde bu kısıtların bertaraf edilmesi gerekmektedir. Sistemin kapasitesi sistem kısıtı yaratan etkenler kadar olacaktır. Konuyu bir örnek ile açıklarsak; aracın zemin kaplamasında uygulanan bir zemin kaplamasının yapışkanın kuruma süresi çevrim süresinden fazla ise bir kapasite kısıtıdır. Ancak bu sürenin kısaltılması mümkün olmamaktadır. Bunun yanında bir cıvatanın manuel 10 dk sürede bir işçi tarafından sıkıldığını düşünelim. Elektrikli sıkıcı bir ekipman ile 2 dk'de istenilen tork değerine ulaşabilmektedir. 2. durumda ekipman değiştirilerek kısıt ortadan kaldırılabilmektedir. Araştırma kapsamında kısıt yaratan konulara dönersek; destek ekip personel sayısı araştırmanın en önemli kısıtını oluşturmaktadır. Çalışanların uygun istasyonlara atanması konusu temel çözümü oluşturmaktadır. Çalışanların kalifikasyonları diğer kısıtımızdır. Örneğin; 2 tane âtıl durumda ekip çalışanı olduğunu düşünelim. Bunların uzmanlık alanları sırasıyla koltuk ve gösterge montajı olduğunu varsayalım. Gelen talep tutamak montajı için 1 işçi talebi olsun.

Bu durumda talebi karşılamamız mümkün olmayacaktır. Bir diğer kısıtımız zaman kısıtıdır. Problemleri zamanında çözmemiz gerekmektedir. Birbirini takip eden işler kısıtı biraz detaylandırılırsa daha net anlaşılacaktır. Otobüste montaj sıralaması bir lego oyuncağı kurulumuna benzemektedir. Şöyle ki; en altta olması gereken parçanın ilk takılması gerekmektedir. Otobüste zemin kaplamasını yapmadan koltuk montajı yapılamayacaktır. Eş zamanlı zemin kaplama ve koltuk için işçi talebi olması durumunda öncelikli atama zemin kaplama istasyonuna yapılmalıdır. Son kısıtlarımızı makine ve ekipmanlar oluşturmaktadır. Aynı ekipmanlar birkaç iş adımında kullanılması durumunda, zorunlu olarak ilk adımın tamamlanması gerekmektedir.

Araştırma modelinin çıktılarını; ilk olarak kapasite planlaması sorununda çalışan- istasyon ataması oluşturmaktadır. Sorunların zamanında ve istasyonunda çözülmesini sağlanması ile zamanında üretim (JIT) şartlarını sağlayacaktır. Bu çıktı yalın üretimin en temel felsefelerinden birini oluşturmaktadır. Talep miktarının analizine göre, işlerin aksadığı istasyonlar ve aksama sebepleri analiz edilmiştir. Bu durum modelde süreç eksiklerinin tespiti olarak verilmiştir. Sistem kısıtlarının tespiti ve doğru yönetilmesi sağlayacağı düşüncesi ile çalışma yürütülmüştür. Destek ekibin planlama algoritması oluşturulmuştur. Ekip üyelerinin kalifikasyon seviyeleri kayıt altında tutularak, ilerleyen zamanlarda seviyeyi artırabilmek adına eğitimler yapılacaktır. Bu sürekli iyileştirme prensibine örnek temsil etmektedir. İşletme de akış tipi üretim şekli devam etmektedir. Yeni uygulama ile ekip üyelerine art arda farklı görev kapsamları verilmiştir. Bu şekilde çalışanları hızlı şekilde yeni görevlerine adaptasyonu sağlanmıştır.

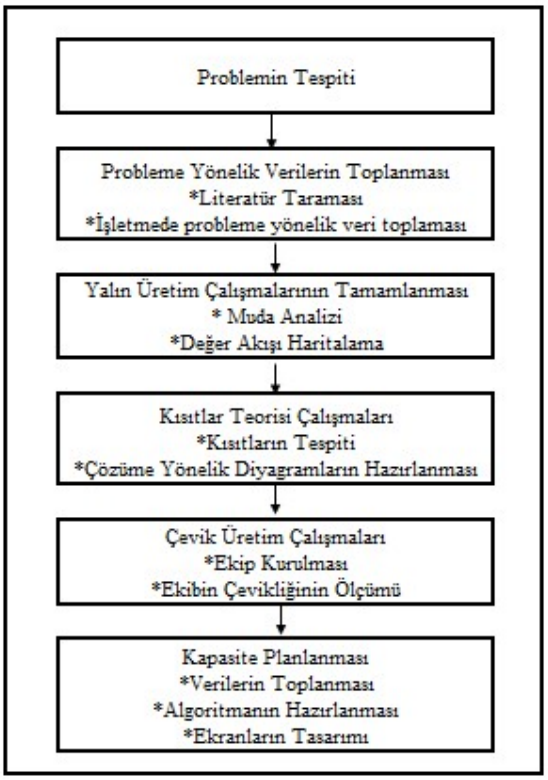
Çalışmanın diğer çıktılarını raporlar oluşturacaktır. Talepler bir veri tabanı üzerinden yürütülmesi planlanmıştır. Bu veri tabanı üzerinden bazı raporlara ulaşılabilecek şekilde yazılımlar yapılmıştır. Çalışanların verimliliği ilk rapor veri grubunu oluşturmaktadır. Çalışanların kalifikasyon seviyeleri, devamsızlık durumları ve hangi zamanda hangi istasyon da olduğunu görebileceğimiz çalışma takvimi de sistemden çekebilmemizi sağlayacak bir rapor seçeneği de modele eklenecektir.

4.5.Araştırma Modelinin Uygulanması

İşletme problemini tarif ederken farklı özelliklere sahip ürünlerin zamanında ve kendi istasyonunda üretilebilmesi için kapasite planlamasının düzgün yapılabilmesi olarak tarif etmiştir. Ürün grubunun tek olmasına rağmen, ürünümüz kendi içinde çok fazla varyasyonlara sahiptir. Seyahat, belediye ve lüks sınıftaki otobüsler, kendi içinde farklı yerleşim, koltuk, döşeme çeşitliliği, mutfaklı/ mutfaksız versiyonları veya tuvaletli/

tuvaletsiz vb… gibi varyantlara ait otobüsler aynı çevrim zamanında istasyonunda tamamlanmalıdır.

Araştırma problemi işletme tarafından belirlenmiştir. İşletmenin daha önce konuya yönelik çözüm önerileri olmuştur. Ek iş gücü kapasitesine ihtiyacın olduğu, kapasite oluşturmaya yönelik kaynak bulma çalışmaları iletilmiştir. Modelin uygulanmasında takip edilen iş akışı Şekil 4.2.'de verilmiştir. Problemin tespiti aşamasında her ne kadar ek kapasite talebi iletilmiş olsa da öncelikli olarak montaj hattındaki koşulların iyileştirilmesine odaklanılmıştır. Sonraki adımda ek kapasitenin gereksinimi gözlemlenmiştir. İşgücü oluşturmak adına destek ekip oluşturulmasına karar verilmiştir. Destek ekibinin işgücü kapasitesinin hesaplamasında; geçmişe dayalı belgeler, günlük talepler ve üretim adetleri baz alınmıştır. Her istasyonda çalışan sayısı farklılık göstermektedir. İş gücü atamasında personel sayısının %10'u kadar destek personel gönderilmesine karar verilmiştir.



Şekil 4.2. Modelin Uygulanmasındaki İş Akışı

Problem ilk incelendiğinde yalın üretim yaklaşımı ile kapasite planlama probleminin çözülmesi olarak görülmektedir. Kapasite planlaması yapılabilmesi için, sistem girdileri, uygulanan süreç ve çıktılar belirlenmiş olmalıdır. Tüm kapasite planlama çalışmalarının ortak noktası sisteme ait kısıtların bulunmasıdır. Sürecin çıktılarını belirleyen en büyük

etkenlerin başında sistem kısıtları gelmektedir. Araştırmanın doğru sonuç verebilmesi için kısıtların doğru belirlenmesi ve doğru yönetilmesi gerekliliği tespit edilmiştir. Bu karar aşamasından sonra sistemin, yalın üretim prensipleri ve kısıtlar teorisi ile kapasite planlaması problemi olduğu anlaşılmıştır.

Uygulamaya başlamadan önce sistem girdisini oluşturacak iş gücünün kapasitesi belirlenmek istenmiştir. İş gücü kapasitesi ve ek kapasitenin belli olması gerekmektedir. İşletme daha önce dönemlik ve kiralık işçi uygulamalarını denemiştir. Ancak çalışanlardan istediği performansı, istediği oranda ürün kalitesini bulamamıştır. Ek kapasiteyi oluşturacak çalışanların eğitimli, çok yönlü, değişikliklere hızlı uyum sağlayacak çalışanlardan oluşması gerektiğine karar verilmiştir. İşletmede ek iş gücü kapasitesi bir ekip oluşturulması fikrine odaklanılmıştır. Oluşturulan ekip üyelerinde olması gereken özelliklere odaklanılmıştır. Üyeler; kalifikasyon oranları yüksek, hızlı karar veren, değişikliklere hızlı uyum sağlayan, esnek çalışma özelliklerine sahip ek olarak kendini geliştirmeye açık olacaktır. Bu özellikler çevik üretim koşullarını göstermektedir. Oluşturulan modelin çeviklik koşullarını sağlaması gerektiği tespit edilmiştir.

4.6.İşletmede Yalın Üretim ve Kısıtlar Teorisinin Uygulanması

Araştırmanın karma bir araştırma yöntemine sahip olduğu belirtilmiştir. Araştırma deseni keşfedici sıralı karma yöntem desenine sahiptir. Bu desen uygulanarak yapılan çalışmalarda ilk adımda araştırmanın nitel kısmı, sonraki adımda nicel kısımları tamamlanmaktadır. Nitel araştırmanın sonucu nicel araştırmanın örneklemini ve ölçme araçlarını belirlemede yardımcı olmuştur.

4.6.1. Evren ve Örneklem

Araştırmalarda iki tür evren vardır. Birisi genel evren, öteki ise çalışma evrenidir. Çalışma evreni, ulaşılabilen evrendir. Bu yönü ile somuttur. Araştırmacının, ya doğrudan gözleyerek ya da ondan seçilmiş bir örnek küme üzerinde yapılan gözlemlerden yararlanarak, hakkında görüş bildirebileceği evrendir. Pratikte araştırmalar, çalışma evreni üzerinde yapılmakta olup sonuçların da, yalnızca bu sınırlı evrene genellenmesi kaçınılmazdır (Karasar, 2000, s.110) Bir araştırmanın uygulanma aşamasında, uygulamanın yapılacağı evrenin tanımlanması gerekmektedir.

Araştırmanın evrenini Ankara ilinde yer alan otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin üretim hatları oluşturmaktadır. İşletmenin üretim hatları incelendiğinde en fazla

gecikmenin montaj hatlarında olduğu gözlemlenmiştir. Bu gerekçe ile araştırmanın örneklemi montaj hattı olarak belirlenmiştir.

4.6.2. Veri Toplama Yöntemi

Araştırma nitel ve nicel yöntemleri içermektedir. Araştırmanın bu kısmında nitel yönteme yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Araştırmada kapasite planlaması aşamasına geçmeden önce sürecin israf yaratan noktalarına ve kısıtlarına ulaşılması hedeflenmiştir.

Verilen toplanması amacıyla nitel araştırmalardaki veri toplama yöntemlerinden gözlem, görüşme doküman teknikleri uygulanmıştır. Gözlem kapsamında montaj hatları incelenmiştir. Bu gözlemler sonucunda toplanan veriler ile montaj hattı yerleşimleri hazırlanmıştır.

Görüşmeler kapsamında ilk aşamada hat çalışanları ile yüz-yüze görüşmeler yapılmıştır. Sürecin tanınmasına yönelik yapılandırılmamış sorular sorularak çalışanların görüşleri alınmıştır. Görüşme kapsamında; değer akış haritalaması çalışması için bir ekip oluşturulmuştur. Oluşturulan ekibin ilgili bölümlerden olmasına özen gösterilmiştir. Bu oluşturulan ekip ile düzenli toplantılar yapılmıştır. Bu toplantılar sırasında beyin fırtınası tekniği uygulanarak veri toplanmıştır.

4.6.3. İşletmede Yalın Üretimin Uygulanması

Araştırmanın yapıldığı firmanın ticari unvanı kullanılmamıştır. Firmadan İşletme olarak bahsedilmektedir. İşletme sipariş bazlı üretim yapmaktadır. Siparişlerin konfigürasyonları müşterilerin talepleri doğrultusunda tamamlanmaktadır. Üretimin yapıldığı hat akışı ve iş gücü sayısı, sistemin sabitlerini oluşturmaktadır. Ancak siparişlerin konfigürasyonları değişkenlik göstermektedir. Siparişler zor ve kolay otobüsler olarak derecelendirilmektedir. Zor olan otobüslerin standart çevrim süresinde ve sabit iş gücü ile zamanında tamamlanmadığı durumlar gerçekleşmiştir. Bu durumlara ek olarak malzemelerin istasyonlara geç gelmesi, eksik iş gücü gibi sebepler ile siparişlerin zamanında tamamlanmadığı durumlar gerçekleşmektedir. İşletme siparişlerin zamanında gerçekleşmesini istemektedir. Gecikmelerin işletmenin imajına olumsuz etkisine ek olarak, bazı durumlarda müşterilere gecikme cezası da verilmektedir. Bu araştırmanın gerekçesini siparişlerin tam zamanında teslim edilmesi için kapasite planlanması oluşturmaktadır. İlk tespit edilen tam zamanlı üretim, gereksiz iş adımlarının kaldırılması diğer bir ifade ile israfın ortadan kaldırılması durumu gibi yalın üretimin temel prensiplerinin oluşturduğu

tespit edilmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında yalın üretim prensiplerinin etkin bir şekilde uygulanması gerekliliğine karar verilmiştir.

Araştırmaya yalın üretim uygulaması ile başlanmasının sebebi, doğru kapasite planlaması yapabilmek adına sistemin tüm israflarını tespit ederek bu noktalarda iyileştirmeler sağlamaktır. Bu iyileştirmelerin yapılması sonucunda, sürecin tasarımında hedeflenen teorik kapasiteye yaklaşabilmektedir. Teorik kapasiteye ne kadar yaklaşılırsa, o kadar verimli bir kapasite planlaması yapılabilmektedir.

Araştırma 2 faz halinde incelenmiştir. 1. fazında yalın üretim, Kısıtlar Teorisi ve çevik üretim prensiplerinin uygulanmasına yönelik adımlara yer verilmiştir. Yalın üretim kapsamında değer akışı haritalama yöntemine, Kısıtlar Teorisi kapsamında çözüm yöntemine yönelik modellemelere yer verilmiştir. Çevik üretim kapsamında anket uygulaması tamamlanmıştır. Bu kısımda anketin hazırlanması, uygulanması, yapılan analizler ve bulgular hakkında bilgiler verilecektir. 2.Fazda ise kapasite planlamaya yönelik çalışmalar yapılmıştır.

4.6.3.1.Yalın Üretim İş Adımları

Yalın üretimin ilkeleri olarak bilinen değer, değer akışı, akış, çekme ve mükemmellik prensipleri aynı zamanda bir işletmede yalın üretim uygulamalarının iş adımlarını da oluşturmaktadır. Yalın iş adımlarının uygulanmasında tek bir hedef vardır. Muda'yı yani israfı ortadan kaldırmak hedeflenmiştir. Muda, hurda parçalar ve malzemeler, aylak makina kapasitesi, fazla personel, tamir için, malzeme temini için kullanılan fazla zaman, fazla stoklar nedeniyle kullanılan fazla iş yeri alanları ve her türlü gereksiz işlemlerdir. Özellikle ihtiyaçtan fazla kullanılan her şey Muda'dır (Womack & Jones, 2003, s.15).

Muda'yı tespit edebilmek için incelenecek sürecin iyi tanınması gerekmektedir. Süreci tanımak sürecin sonundaki hedefi yani değeri tanımlamak ile başlar. Yalın üretimin ilkelerinin uygulanması aşamasında ilk adım değerin tanımlanmasıdır.

Yalın üretimin ikinci ilkesi değer akışı olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında değer akışını haritalaması yapılmıştır. Değer akışı haritalamasının ilk uygulandığı sektör de otomotiv sektörüdür. Bu sebeple işletmede uygulanmasının uygun olduğuna karar verilmiştir. Değer akış haritası ile işletmenin mevcut durum haritası çıkarılmıştır. Mevcut durum analizi yapılarak gelecek durum için değer akışı diyagramı hazırlanmıştır.

Değer akışı haritalamasının yapılabilmesi için öncelikli olarak çalışmanın yapılacağı ürün veya sürecin belirlenmesi gerekmektedir. Araştırma kapsamında işletmenin montaj hatlarında değer akış haritalaması yapılmıştır.

Süreci siparişler yönlendirmektedir. Sipariş için gereken malzemeler, iş gücü miktarının doğru yönetilmesi gerekmektedir. Akış belirlendikten sonra, sistemi bekleyecek kanban sistemi gözden geçirilmiştir. Çekme (Kanban) tipi bir üretimde bir sonraki işlem, bir önceki işlemden gereksinim duyduğu parçaları tam zamanında ve gereksinim duyduğu miktarda talep edilmesidir (Şeker, 2016, s.453).

Müşteri için değer tanımlandıktan ve değer akış haritası çıkarılıp israfa yol açan adımlar yok edildikten sonraki yalın düşüncenin bir sonraki aşama, değer yaratan adımların akışının sağlanması aşamasıdır (Womack & Jones, 2003, s.31). Değer akışı haritalaması yönteminin çıktılarına göre akış tasarımı yapılmıştır.

Mükemmellik aşamasında önceki adımlarda ulaşılan verilere göre iyileştirmelere yer verilmektedir. Sürecin hiçbir zaman mükemmel olmadığına inanıldığı için, sürecin tekrar gözden geçirilmesi bu aşamada olmaktadır. Deming çevrimi veya PUKÖ döngünün uygulandığı adım mükemmellik adımıdır.

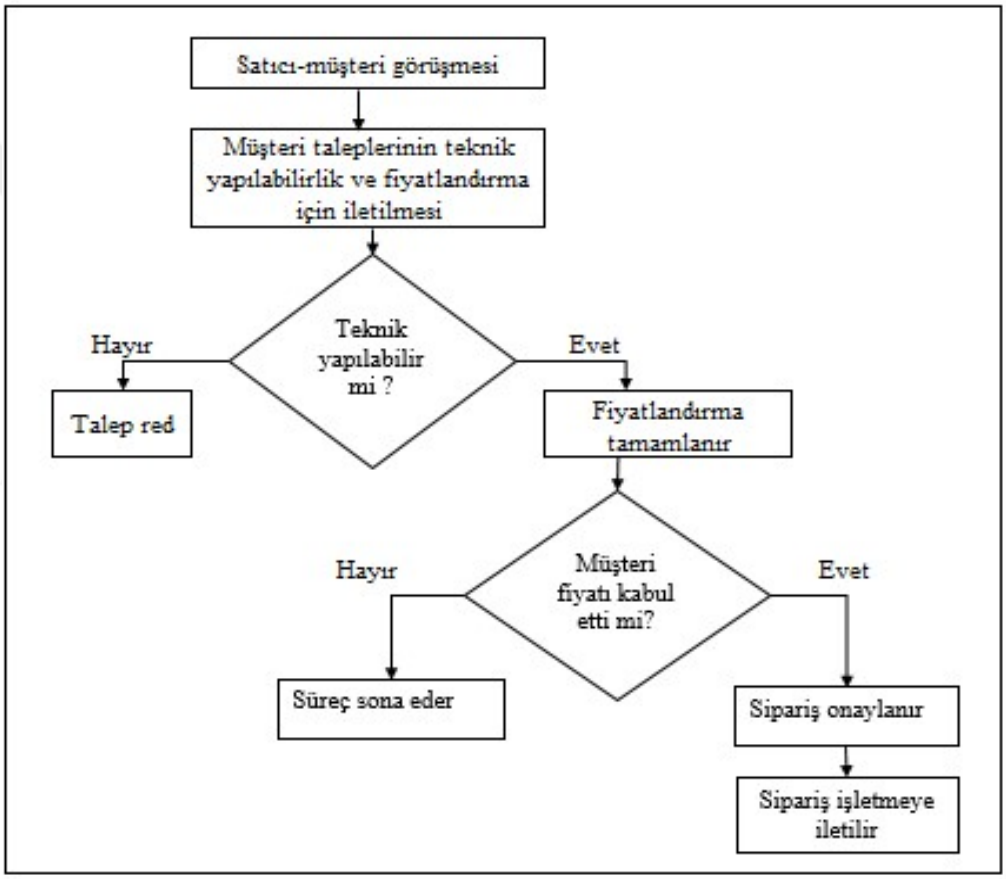
4.6.3.1.1.Değer

Değer kavramı yalın üretim uygulamaları için başlangıç noktasıdır. Değer kavramının tam bir açıklaması bulunmamaktadır. Değer; ürün ya da hizmet olarak uygun fiyattan, doğru zamanda ulaştırılan ve müşteri tarafından tanımlanan hizmet ya da ürünlerin tamamıdır (İnce, 2018, s.40). Değer kavramında önemli olan müşterin beklentisini karşılamaktır. Uygulamanın yapıldığı işletmede bir müşteri standart bir seyahat otobüsünü talep ederken, bir diğeri çok fazla ilave özelliği olan belediye otobüsü talep edebilmektedir. Her ikisinin ortak noktası siparişilerinin zamanında teslim edilmesidir. İlk müşteri için değer zamanında teslim edilen seyahat otobüsüyken, ikinci müşteri için zamanında teslim edilen belediye otobüsü olacaktır.

İşletmede değeri yaratan 2 durum vardır. Bunlar:

1.Müşterinin ürüne yönelik beklentisi: Değeri yaratan müşteridir. Müşterinin taleplerinin netleştirilmesi ile süreç başlamaktadır. İşletmede müşteriler ile satıcılar görüşmektedir. Değerin oluşturulması için gerçekleştirilen iş akışı Şekil 4.3.'de verilmiştir. Satıcılar sipariş oluşturulmadan önce müşteriler ile ön görüşme yapar. Müşteri taleplerini iletir. Satıcı

talepleri bilgisayar programı üzerinden teknik yapılabilirliği ve fiyatlandırmayı yapan ilgili bölüm olan satış teknik bölümüne iletir. Satış teknik bölümü fiyatlandırmayı tamamladıktan sonra aynı program üzerinden satışa geri bildirim yapar. Satıcı müşteri ile görüşmeleri tamamlar. Fiyat uygun bulunursa siparişe dönüştürülür. Bu sipariş tüm müşteri taleplerini içermektedir. Sipariş oluşturulduktan sonra İşletmenin sırasıyla satış, planlama bölümlerine sistem üzerinden iletilir.



Şekil 4.3. Değer'in Oluşturulması Aşamasında İş Akışı

2.Tasarım ve üretim yapısının doğası: bu durum müşteri beklentilerinin işletme tarafından karşılanabilmesine imkân sunmaktadır. Müşteri ile satıcının görüşmesine istinaden talepler belirlenir. Satıcı teknik yapılabilirliği kontrol ve eş zamanlı fiyatlandırma için satış teknik bölümüne talebi iletir. Bu aşama değerlendirme aşaması olarak da bilinmektedir. Yeni bir talep sözkonusu olduğunda tasarım ekibi talebin teknik yapılabilirliğini kontrol eder. Uygun olmayan kapsamlar bu aşamada red edilir. Fiyat hazırlama talebine olumsuz cevap verilir.

İşletmede değeri son ürün olan; zamanında tamamlanan, müşterin tüm taleplerini yerine getiren otobüsler oluşturmaktadır. Otobüsün üretimi aşamasında akışın parçası olduğu halde

değer katan ve değer katmayan faaliyetler bulunmaktadır. Genel anlamla değer katan ve katmayan faaliyetleri aşağıdaki gibi örneklendirebiliriz.

Değer Katan Faaliyetler: Koltuk montajında cıvatanın sıkılması, camın yapıştırılması, tutamakların montajı gibi üretimi direkt etkileyen faaliyetlerdir.

Değer Katmayan Faaliyetler: İstasyonda gereksiz malzeme taşıması, kalite kontrol işlemleri, arızalar gibi…

Araştırma kapsamında müşterinin taleplerine uyumlu otobüslerin tam zamanında üretilmesi için çalışma yapılmıştır.

4.6.3.1.2. Değer Akışı

Yalın üretimin uygulanması aşamasında 2. adımı değer akışı oluşturmaktadır. Değer akışı haritalama; değer akışının belirlenmesi ve devam ettirilmesi için üretimin nasıl işleyeceğini detaylı bir şekilde gösteren nitel bir yöntemdir. Öncelikleri ve acil durumları ifade eden verilerin olumlu yönde değişen rakamlar olabilmesi için değer akışı haritalama kullanılır (Dolgun, 2019, s.30). Kullanılan yöntem değer akış haritalama olarak bilinmektedir.

Değer akış haritasının hazırlanması aşamasında takip edilmesi gereken süreçler bulunmaktadır. Yalın üretimin standartlaşmayı benimsemiştir. Bu felsefe kapsamında yapılan tüm çalışmalar da standart bir akış ile uygulanmaktadır. Değer akışı haritalamasında uygulanması gereken adımlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

1.Adım Ürün Ailesinin Seçimi: Değer Akış Haritalama tek bir ürün ailesi için, kapıdan-kapıya, süreç adımlarını (malzeme ve bilgi) boyunca yürümek ve onları izlemek demektir (Özçelik ve Cinoğlu, 2013, s.83). Değer akış haritalaması çoğunlukla bir ürün ailesi için seçilmektedir. Bazı durumlarda süreçler içinde bu işlem yapılabilmektedir. İşletmede tek tip ürün üretildiği için en fazla gecikmenin yaşandığı montaj hattında haritalama yapılmasına karar verilmiştir. Araştırmada montaj hattında siparişin akışı için değer haritası oluşturulmuştur.

2. Adım Değer Akışı Haritalama Ekibi Oluşturma: Değer akışı haritasının yapılmasında ilk adım olarak tüm bölümlerden oluşan bir ekip kurulmuştur. Ekip üyeleri arasında değer akışı haritalamasında deneyimli çalışanlar da bulunmaktadır. Diğer ekip üyelerine uygulama ile ilgili eğitim verilmiştir. Farklı bölümlerde katılımcı sağlanmasının sebebi; farklı bakış açılarını bir araya getirerek, değer akış haritalamanın doğru yapılmasını sağlamaktadır.

Değer akış haritasında; değere ulaşmak için gerekli adımlar, bu adımlardaki süreler ve gecikmelere sebep olan diğer bölümlerdeki iş adımları tanımlanmıştır.

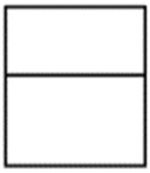
3. Adım Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi: Mevcut Durum Haritası, yalnızca bir tedarikçi ile başlayan ve bir müşteri ile biten bir dizi bağlı işlemi gösteren şablondur (Aykül, 2018, s.64). Uygulama kapsamında mekanik montaj prosesi tedarikçi, finish prosesi müşteri özeliğini sağlamaktadır. Mevcut durum haritasında akışta, süreç adımları ve akış sürelerine yer verilmektedir. Çevrim süresinin üzerinde olan akış süreleri iyileştirmeye açık olan adımların tespit edilmesini sağlamaktadır. Akış süresi > çevrim süresi olması durumunda, bu noktada dar boğaz olduğu anlamına gelmektedir.

Değer akış haritası hazırlanırken standart semboller kullanılmaktadır. Değer akışı haritalandırmada kullanılan semboller ve anlamları Tablo 4.2.'de açıklanmıştır (Aykül, 2018, s.58-60).

4. Adım Gelecek Durumun Çizilmesi: Gelecek durum haritası oluşturmanın amacı, yalın üretime geçiş sürecinde kullanılacak yalın üretim araç ve tekniklerinin değer akışının nerelerinde kullanılacağının tespit edilmesidir.

Mevcut durum değer akışı analizinde tespit edilen dar boğaz noktalarına iyileştirmeler yapılarak, olması gereken değer akış haritası hazırlanır. Gelecek durum değer akış haritasında bu yeni yerleşime yer verilir.

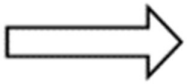
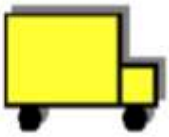
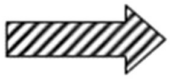
Tablo 4.2. Değer Akışı Sembolleri

Sembol	**Açıklaması**
	Fabrika: Malzeme akışının başlangıç noktası olan tedarikçi haritanın sol üst köşesine yerleştirilir, bitiş noktası olan müşteriyi göstermek için ise haritanın sağ üst köşesine yerleştirilir.
	**Süreç Kutusu:** Bir süreci göstermek amacıyla kullanılan kutudur. Kapıdan kapıya çizilen değer akışı haritasında her bir işlem için bir süreç kutusunun çizilmesi haritalama tekniğinin kullanılmasını zorlaştıracağı için, sadece sürekli akışın olduğu alanları göstermek amacıyla bir süreç kutusu çizilir.

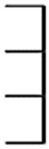
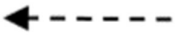
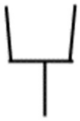
Tablo 4.2. Devam

	Bilgi Kutusu: Proses kutusu içerisinde her bir sürece ait bilgilerin yer aldığı kutudur. Gelecek durum haritasının oluşturulabilmesi için gerekli ve önemli olan verilerin toplanması gerekmektedir. Bu nedenle her bir sürecin altına bilgi kutusu çizilir. Kutu içerisine ise toplanan bilgiler yazılır. Bilgi kutusu içerisinde aşağıdaki veriler yer almaktadır: *ÇZ (Çevrim Zamanı)*: Bir süreçte işlemi tamamlanan ve ardı ardına çıkan iki ürün arasında geçen süredir. *HS (Hazırlık Süresi):* Bir ürünün üretimi tamamlandıktan sonra bir sonraki ürünün üretimine geçişi sağlamak için gerekli olan süredir. ÇS (Uptime/Çalışma Süresi)*: İmalât sürecinin çalışma süresini ifade eder. Yani, sürecin kullanılabilir çalışma* süresinin potansiyel çalışma süresine oranıdır. Makine kullanım oranı şeklinde de ifade edilebilmektedir. Bunların dışında imalât sürecinin çalıştığı vardiya sayısı, operatör sayısı ve çalışılan süre gibi bilgilerde yazılmaktadır.
	Operatör Sembolü: İmalât sürecinde çalışan işçi sayısını göstermek amacıyla kullanılan sembolü temsil eder.
	Stok Kutusu: Bir ürünün üretilmesi esnasında malzeme akışı boyunca aralarda stoklar oluşur. Bu stok alanları ürün akışının nerelerde durduğunu göstermesi nedeniyle mevcut durum haritasında bu noktaların gösterilmesi gerekmektedir. İki süreç arasında birden fazla yerde stok oluşumu varsa her birisi için ayrı ayrı stok sembolü çizilmelidir ve belirlenen stok miktarları ve bu stokların elde bulundurulma süreleri bu sembolün altına yazılmalıdır.

Tablo 4.2. Devam

	**Tedarikçiden İşletmeye ya da İşletmeden Müşteriye Malzeme Akışı:** Ham madde ve malzemelerin tedarikçiden fabrikanın teslim alma bölgesine gönderilme hareketini ve fabrikanın sevkiyat bölgesinden müşteriye gönderilen ürün hareketini gösterir.
	**Kamyonla Sevkiyat:** Tedarikçiden malzeme hareketinin, fabrika içerisinde malzeme taşımanın ve ürünün müşteriye sevkiyatının taşınmasının kamyonla yapıldığını gösterir.
	Elde Taşıma: Süreçler arasında malzeme taşıma işleminin küçük araçlarla işgören tarafından yapıldığını gösterir.
	**İtme Malzeme Akışı:** Bir imalât fabrikasında malzemenin bir süreçten diğerine itildiğini gösterir. İtme; işlem yapılan sürecin, müşterisi olan bir sonraki sürecin ihtiyacını dikkate almadan malzemeyi işleme tabi tutup göndermesi anlamındadır.
	Zaman Ekseni: Üretim akış süresini hesaplamak için süreç kutularının ve stok üçgenlerinin altına zaman ekseni çizilir. Üretim akış süresi, bir parçanın ham madde olarak ulaşımından müşteriye sevkiyata kadar atölyedeki hareketi boyunca geçen zamandır.

Tablo 4.2. Devam

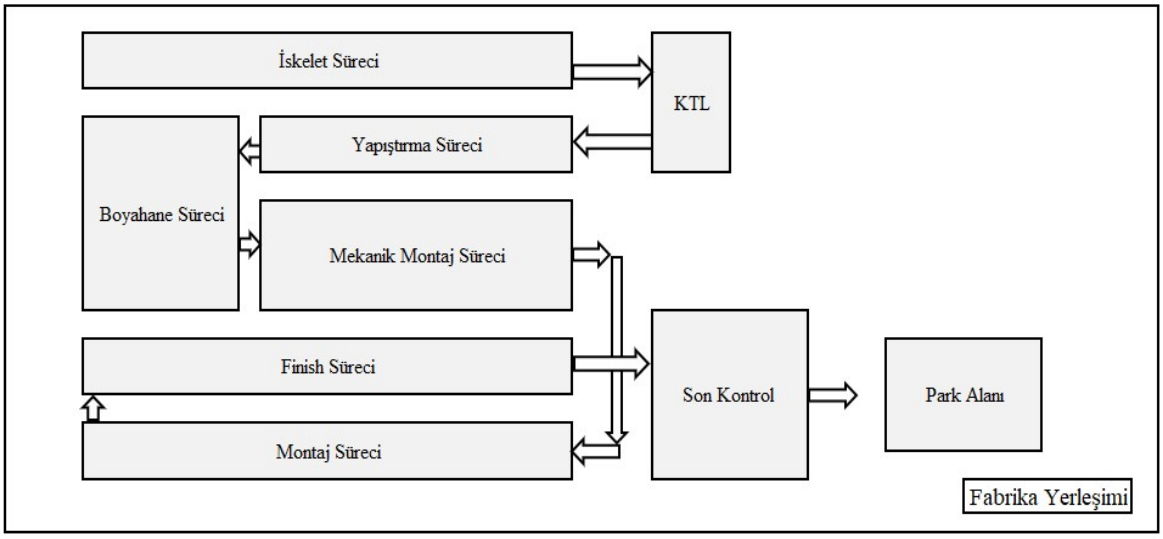
	**Süpermarket:** Üretim esnasında sürekli akışın yapılamadığı ve yığın üretimin gerekli olduğu alanların gösterilmesinde kullanılan semboldür. Sembol iki süreç arasına yerleştirilir ve fazla üretim durdurularak müşteri ihtiyacı hakkında görsel geri besleme sağlanır. Sembolün sol tarafının tedarikçi sürece bakacak şekilde açık olmasının nedeni ise tedarikçi sürece ait olmasıdır.
	Fiziksel Çekme: Malzeme akışının çekme sistemi ile yapıldığını gösterir. Süpermarket sembolü ile birlikte kullanılır
	**Manuel bilgi akışı:** Bu sembol değer akışı haritasındaki bilgi akışını gösterir. Genel bilgi akışı sembolü düz bir oktur. Ancak elektronik bilgi akışı durumunda zik zak ok kullanılır.
	**Kanban kutusu:** Kanban kartlarının yerleştirildiği kutuyu göstermek için kullanılan semboldür. Malzeme çeken sürece süpermarketten kanbanda belirtilen malzemeden belirtilen miktarda alır. İçi boş olarak gösterilen sembol üretim kanbanını, içi çizgili olarak gösterilen ise çekme kanbanını temsil eder.
	Kaizen Flaşı/ İyileştirmeler: Süreçlerin iyileştirme ihtiyaçlarını belirtmek ve kaizen uygulamalarını planlamak için bu sembol kullanılır.

Kaynak (Güzel, 2011, s.95-98).

5. Adım İş Planı ve Uygulama: Değer Akış Haritalamasında 5. Adım olarak belirlenen aşama eylem planını içermektedir. İyileştirmelerin yapılması için iş adımı başlıkları ve devreye alınması bu adımda tanımlanmaktadır. Uygulamalar neticesinde, elde edilen iyileştirmeler sayısal olarak ölçülmeli ve hedeflenen gelecek duruma ne derece ulaşıldığı izlenmelidir. Gerekli görülen noktalarda revizyonlar gerçekleştirilmelidir (Dağ, 2009, s.26).

4.6.3.1.3. Akış Prensibi

Yalın üretimin değer akışından sonraki adımını akış kavramı oluşturmaktadır. Müşteri için değer tanımlandıktan ve değer akış haritası çıkarılıp israfa yol açan adımlar yok edildikten sonraki yalın düşüncenin bir sonraki aşama, değer yaratan adımların akışının sağlanması aşamasıdır (Womack & Jones, 2003, s.31). Yalın felsefe ile istenen sürecin bir nehir gibi hiçbir engele takılmadan akıp gitmesidir.



Şekil 4.4. Fabrika yerleşimi

İşletme akış tipi bir yerleşimi benimsemiştir. Şekil 4.4.'de fabrika yerleşimi verilmiştir. Birbirini takip eden süreçler art arda yerleştirilmiştir. Muda analizi esnasında süreçte kesintiye uğrayan kapsamlar analiz edilmiştir. Burada en fazla süreci kesintiye uğratan kapsamlar eksik iş gücü ve eksik malzeme olduğu tespit edilmesine istinaden, bu kapsamların iyileştirilmesine yönelik çalışmalara odaklanılmıştır. Değer akışı haritalamasında akışı yavaşlatan iş adımları tespit edilmiştir. Bu sorunların çözümlerine yönelik aksiyonlar tariflenmiştir.

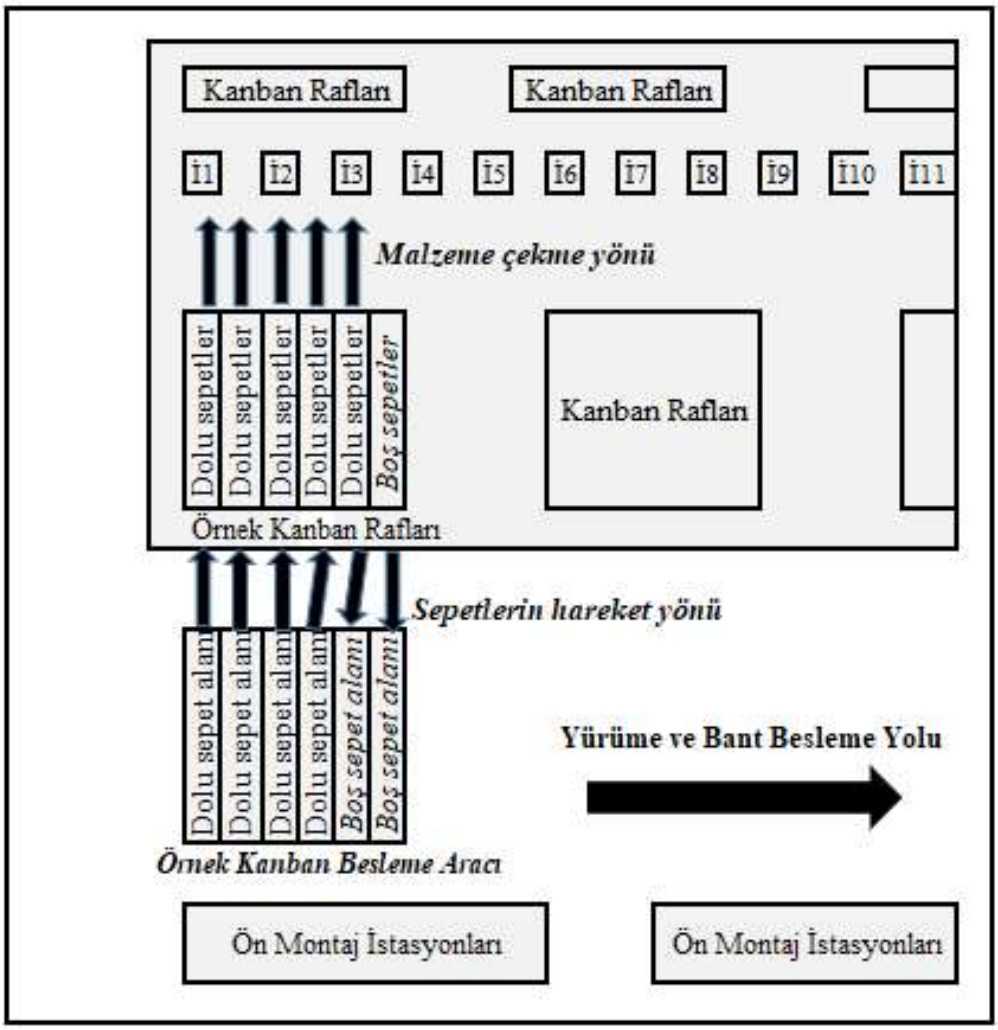
4.6.3.1.4. Çekme Prensibi

Hem üretim hem de yönetim anlamında, ortak bir ilke olarak değerlendirilebilecek olan çekme, genel olarak kurumun ihtiyacı olan hizmeti ya da üretimi ortaya koyması adına, gereklilik-gereksizlik ekseninde işleyen bir süreçtir. Özellikle üretim açısından ele alındığında, yalın yönetimde, gerekli olmayan hiçbir faaliyete izin verilmezken gerekli olan uygulamaların hemen hepsinin de sırasıyla ve zaman içerisinde ön plana çıkarılması söz konusudur. Bu yönetim ilkesinde önem arz eden husus, işletmenin hiçbir kaynağının, işletmenin herhangi bir anlamda ihtiyacı yokken ortaya çıkarılmaması ya da kullanılmamasıdır (Kılıç, 2016, s. 23).

Geleneksel üretim sistemlerinde tezgâhlar boş kalmasın düşüncesi ile sipariş olmasa da üretime devam edilmektedir. Yalın düşünce ile yapılan uygulama da ise müşterinin talep etmesi doğrultusunda üretim yapılmaktadır. Bu yalın üretimin dördüncü adımı olan çekme prensibini işaret etmektedir.

İşletme sipariş bazlı üretim yapmaktadır. Sipariş bazlı üretim; müşteri çektikçe üretim yapılması demektir. İşletmenin temel kurulma prensibi çekme prensibine uyumludur. İşletmenin aldığı sipariş tüm süreçleri tetiklemektedir. Sipariş yönetimi değer akışı haritasının başlangıcı; yeni sipariş ile talep edilen üretim malzemesinin talebi ile başlamaktadır. Sipariş yönetimi süreci çekme sistemi ile uyumlu çalışmaktadır. Bu uygulama ile gerekli malzeme miktarı takip edilerek siparişler planlanmaktadır. Bu uygulama ile ambarlardaki doluluk oranı da kontrol altında tutulmaktadır.

Çekme prensibinin montaj hatlarında uygulaması genellikle kanban kelimesi kullanarak gerçekleşmektedir. Montaj hatlarının etrafında üretimde kullanılacak malzemeler için raflar hazırlanmıştır. Bu raflar kanban rafları olarak bilinmektedir. Siparişlerin üretim planına göre montajlanması için yapılacak malzemeler kanban raflarına taşınmaktadır. Siparişlerin tedarik edilmesi, araç bazlı planlanması ve raflara taşınması lojistik bölümü tarafından yürütülmektedir. Bant besleme sırasında boş malzeme sepetleri lojistik çalışanları tarafından alınmaktadır. Dolu olan sepetler ile değiştirilmektedir. Şekil 4.5'de ise kanban raflarının yerleşimi ve beslenmesi gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Montaj Hattında Kanban Yerleşimi ve Beslemesi

Üretimde kullanılan malzemeler; müşteri özel isteklerine yönelik kullanılmak amacıyla özel tedarik edilen malzemeler ve standart her araçta kullanılan sarf malzemelerden oluşmaktadır. Sarf malzemelere örnek olarak cıvata, somun, vb… malzemeler gösterilebilir. Her malzeme grubu için dikkat edilmesi gereken konu sepetlerin etiketlenmesidir. Bu etiketler kanban kartları olarak bilinmektedir. Etikette parça numarası ve malzemenin adı yazılmaktadır. Sepetteki malzeme istasyon çalışanı tarafından kullanıldıktan sonra etiket sepet üzerinden alınarak, boş sepetin içine atılır. Boş sepetler için kanban raflarından yer tariflenmiştir. Boşalan sepetleri istasyon çalışanları bu tanımlı alanlara bırakır. Müşteri özel isteklerine yönelik malzemelerin takibi kolaydır. Ancak sarf malzemelerin raflarda bittiğini takip etmek biraz daha zor olmaktadır. İşletme bu uygulama ile boşalan sarf malzeme sepetlerine hızlı şekilde müdahele edebilmektedir.

4.6.3.1.5. Mükemmellik

Yalın üretimin son hedefi mükemmelliktir. Müşteri isteklerine cevap verebilmek için, hiç bitmeyen çalışma, zaman, mekân ve hataların azaltılması süreci olarak tanımlanabilir. Mükemmellik adımı iyileştirmelerin yapıldığı adım olarak bilinmektedir. Yalın üretimde mükemmellik hedeflenmektedir. Ancak sistemlerin sürekli iyileştirilebilir olduğuna inanılmaktadır. Bu sebeple sürekli olarak sistemlerin gözden geçirilmesi ve iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Mükemmelliğe giden yolda PUKÖ (Planla – Uygula -Kontrol et - Önlem al) çevrimi etkin olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşım toplam kalite sistemlerinde de mevcuttur. Ancak yalın üretimin farkı problemin tekrarını önlemeyi hızla mümkün kılmasıdır (Balcı, 2018, s.49).

4.6.3.2. İşletmede Değer Akışı Haritasının Oluşturulması

Değer akışı haritasının uygulanmasında ile aşamada ürün grubunun seçilmesi, sonraki aşamada ekibin oluşturulması aşaması belirlenmiştir. Çalışmanın daha verimli olması adına ilk aşamada çalışma ekibi belirlenmiştir. Ekip ile birlikte gecikmelerin ve dar boğazların analiz edilmesinin daha verimli olacağına karar verilmiştir.

4.6.3.2.1. Değer Akışı Haritalama Ekibi Oluşturması

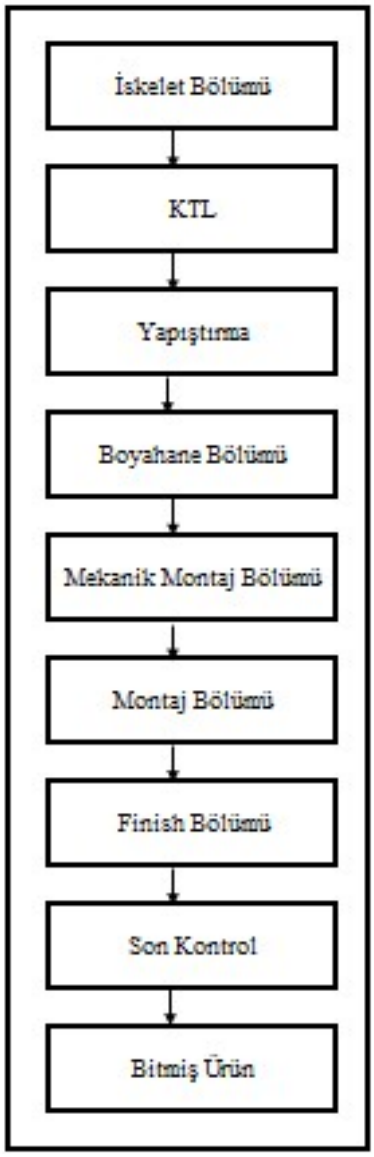
Değer akışı haritalamasının oluşturulmasında montaj sürecinde görev alan ile ilgili tüm bölümlerden birer katılımcı olmasına özen gösterilmiştir. Bu bölümler; üretim, teknik, iş hazırlama, satın alma, malzeme yönetim, sipariş yönetimi ve kalite bölümlerinden oluşmaktadır. Kısaca bölümlerin süreçteki görev ve sorumluluklarını açıklarsak;

- Üretim: Son kullanıcıdır. Gecikmelerin yaşandığı malzemelerin, daha sonra tedarik edilmesi durumunda ortaya çıkabilecek durumlar hakkında bilgiye sahiptir.
- Teknik: Yeni bir malzeme tedarik edilmesi için gerekli teknik dokümanları hazırlayan bölümdür. Malzemenin ham maddesinin yanlış seçilmesi, teknik dokümanlara yanlış eklenmesi tüm süreci uzatmaktadır.
- İş Hazırlama: Üretime montajı tariflemektedir. Üretim ve teknik süreçlerinin her ikisinde köprü görevi görmektedir.
- Satınalma: En kritik bölümdür. Tedarikçinin doğru seçilmesi en önemli adımdır. Tedarikçiler kaynaklı sorunlar hakkında destek olmuştur.
- Sipariş Yönetimi: Satınalma tarafından sözleşme yapılan firmalardan gerekli belgelerin tedarik edilerek onaylanmasından sorumludur. Haritalamada süreç problemleri hakkında destek olmuştur.

- Malzeme Yönetimi: Malzemenin sipariş edilerek, fabrikaya gelene kadar ki sürecinden sorumludur.
- Kalite: Malzemelerin kabul edilebilmesi için belirli standartlara sahip olması gerekmektedir. Onay için gereksinimler konusunda destek olmuştur.

4.6.3.2.2. Ürün Grubunun Belirlenmesi

Değer akışı haritalanması kapsamında montaj hattının seçildiği bilgisi önceki bölümlerde paylaşılmıştır. İşletmede üretim akış hattı tipi yerleşime sahiptir. Ürüne/değere ulaşabilmek için tamamlanması gereken süreçler Şekil 4.6. de verilmiştir.



Şekil 4.6.İşletme Üretim Süreçleri

İşletmede akış tipi yerleşim baz alınarak, tesis yerleşimi planlanmıştır. Fabrikanın yerleşimi Şekil 4.4' de verilmiştir.

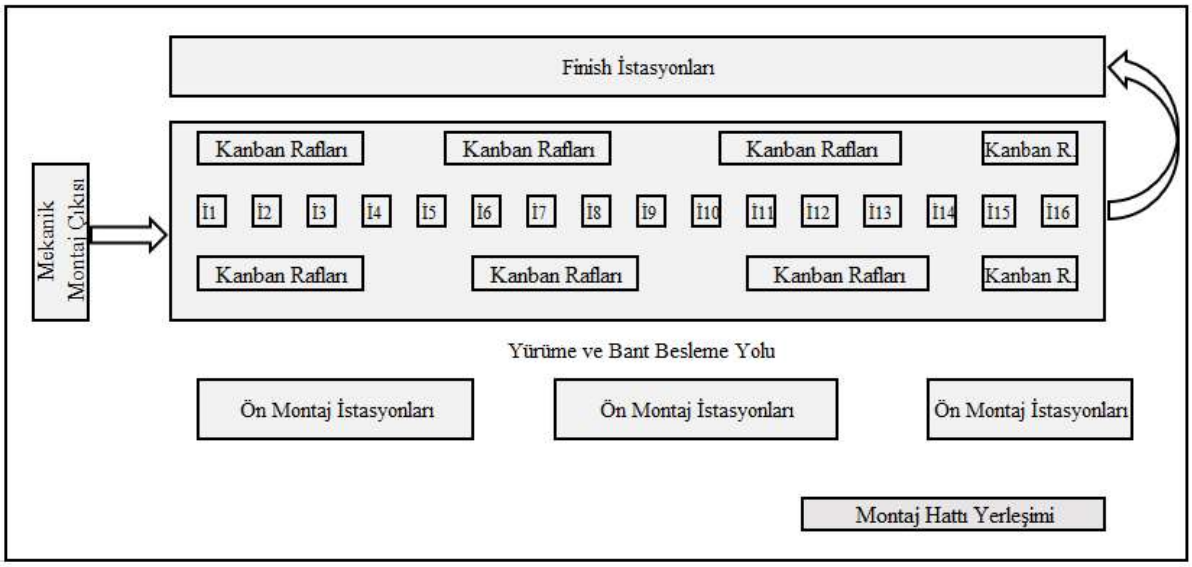
Araştırma kapsamında montaj hattının seçilme sebebi en fazla siparişin tamamlanma süresinde gecikmelerin bu hatta yaşanmasıdır. Bunun en önemli sebebi, en fazla parçanın montajının bu istasyonda yapılmasıdır. Çeşitliliğin çok fazla olması; parçaların montaj süresinin uzun olmasını, ilk denemelerde planlanan süreden uzun zamanda montaj yapılmasını; malzemelerin istasyona geç veya eksik gelmesi gibi olumsuz sonuçları beraberinde getirmektedir.

Değer akışı haritalaması çalışmasına başlamanın ilk adımı çalışma ekibinin kurulmadır. İkinci adımda işletmede araştırılması gereken bölümün montaj hattı olmasına karar verilmiştir. Montaj aşamasındaki israfların tespit edilmesi için Muda analizi yapılması ile başlanmıştır. Üretimin her aşamasında olduğu gibi montaj istasyonunda da tam zamanlı üretim (JIT) uygulanması istenilmektedir. Muda analizi ile birlikte bu istasyonda gecikmelere sebep olan kapsamlar tespit edilmiştir. Analizin yapılmasındaki amaç, bu kapsamların tespit edilerek, bir sonraki adımda ortadan kaldırılmasını sağlamaktır.

Muda analizi yapılırken uygulanan teknik çoğunlukla beyin fırtınası yöntemidir. Analiz ekibi oluşturulduktan sonra ihtiyaç olan ekipman beyaz bir pano ve kalemdir. Muda israf anlamına geldiği için uygulama esnasında israfa neden olan maddelerin panoya yazılması istenmektedir. Ekip katılımcıları sırayla veya rastgele aklına gelen maddeleri panoya yazar. Çalışmanın ortak yapılması ile çok fazla yeni fikirler kısa zamanda ortaya çıkmaktadır. Ek olarak çözüm önerilerine de daha hızlı ulaşılabilmektedir.

Montaj hattı 16 istasyondan oluşmaktadır. Mekanik montaj sürecince tamamlanan parçalar, montaj sürecine gelmektedir. Montaj sürecinden sonraki aşama otobüslerin son işçiliklerinin yapıldığı Finiş sürecidir. Montaj sürecine ait yerleşim Şekil 4.7.'de verilmiştir. Montaj bölümü 16 istasyondan oluşmaktadır. İşletmenin çevrim süresi 45 dakika olarak verilmiştir. İstasyonda bant beslemesi iki şekilde yapılabilmektedir. Bazı malzemeler direk ambarlardan sevk edilmektedir. Üretimde kullanılacak bazı malzemelerin doğrudan araca takılması mümkün olamamaktadır. Bu malzemeler için üretim hattına yakın, ön montaj istasyonu olarak belirlenen alanlar kullanılmaktadır. Malzemelerin ilk montajları, bilinen adı ile ön montajları bu istasyonlarda tamamlanır. Tamamlandıktan sonra kullanılacağı istasyona

iletilir. İkinci olarak bant besleme esnasında gelen malzemeleri bu tür yarımamüller oluşturmaktadır. Montaj hattının yanında ön montaj istasyonları da bulunmaktadır.



Şekil 4.7. Montaj İstasyonu Yerleşimi

İşletmede yapılan analize göre gecikmelere sebep olan etkenler sırasıyla verilmiştir.

Eksik İş gücü: Mevcut çalışanlar ile iş adımları tamamlanmaya çalışılmaktadır. İstasyonda eksik çalışan olmadığı durumlarda dahi işlerde aksamalar olmaktadır. Bu durum tam zamanında üretim felsefesine uygun değildir. İstasyonda çalışanların izin, hastalık gibi sebeplerle işe gelmemesi sonucunda işe gelmemesi kaynaklı oluşan iş gücü kayıplarıdır.

İşletmede ilave iş gücü gerektiren diğer kapsamlar; standart ilave işgücü gerektiren işler, 3 kapılı otobüsler gibi ve müşteri özel isteklerinin yoğun olduğu çok kapsamlı otobüslerin üretimi, gibi örneklendirilebilir.

Eksik Malzeme: Zamanında istasyona gelmeyen malzemelerin montajı başka istasyonlarda yapılmaktadır. Montajı yapılması için otobüs, malzeme ek işçilik istasyonuna gönderilecektir. Ek olarak montaj için çalışanın da bu istasyona iletilmesi gerekmektedir.

Malzemelerin zamanında gelmemesi veya hiç gelmemesi işletmenin üretim sürecini en çok etkileyen etkenler arasında yer almaktadır. İstasyona zamanında gelmeyen malzemeler için iki senaryo gerçekleşmektedir. İlkinde montajın farklı bir alanda yapılması gerekmektedir. Bu durumda hat çalışanı ilgili istasyona montaj için gönderilmektedir. Eksik montaj bu şekilde tamamlanır. İkinci durumda ise birbiri ile bağlantılı işlemleri kapsayan malzemelerin eksik olması durumudur. Örnek ile açıklamak gerekirse; önce koltuk ayakları montajı

yapılır. Sonraki adımda koltuklar bu ayaklara monte edilir. Şayet koltuk ayakları eksik olursa, koltuk montajı yapılamamaktadır. Bu durumda üretime ara verilmesi gerekmektedir. Malzeme gelene kadar otobüsün montaj hattından çıkarılması, bekleme alanına sevk edilmesi gerekmektedir. Malzemenin tedarik edilmesine istinaden, bir çalışan otobüsün bulunduğu bölgeye montaja gitmektedir. Her iki durumda da iş gücü kaybı oluşmaktadır.

Gereksiz Lojistik Faaliyetler: Eksik malzeme ile tekrar eden malzeme taşıması yapıldığı tespit edilmiştir. En büyük taşıma kaynaklı israf ise otobüsün banttan çıkarılmasıdır.

Zamanında Tamamlanamayan Siparişler: Yalın üretim için tam zamanlı üretim (JIT) hedeflenmektedir. Zamanında bitirilemeyen işler sonraki aşamaların aksamasına sebep olmaktadır. Bazı müşteriler ile yapılan sözleşmelerde siparişin zamanında teslim edilmemesi durumunda para cezası uygulanması konusunda anlaşılmıştır. Zamanında teslim edilmeyen siparişler ile firmaya ilave maliyet olarak dönmektedir.

Aksiyon, Hata Giderme, İlave Müşteri Talepleri ve Anlık Problemlerden Kaynaklı Gecikmeler: Plansız gerçekleşen bu gruptaki olaylardan kaynaklı zamanında tamamlanmayan siparişler, ilave lojistik maliyetler gerçekleşmektedir.

Sürekli Akışın Sağlanamaması: Yukarıda belirtilen, israf yaratan koşullar sebebiyle üretimde kesintiler oluşmaktadır. Yalın felsefede bu tercih edilen bir durum olmamaktadır.

Özel durumlar: İlk montaj denemesi, aksiyon, tamirat, ilave müşteri taleplerinin oluşması gibi özel durumunda ilave işgücü gerekmektedir.

Muda Analizi tamamlanmasına istinaden, israf yaratan kapsamların ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Etkenler israfa sebep oldukları başlıklara göre sınıflandırılmıştır. Tespit edilen maddeler ve bu kapsamlara yönelik uygulamalar aşağıda açıklanmaktadır.

Eksik İş gücü için Çözüm Yöntemleri:

- Müşteri özel isteklerinin yoğun olduğu çok kapsamlı otobüslerin üretimi: Bu kapsam için Üretim Hattı Dengeleme (Heijunka) prensibi uygulanmıştır. Uygulama aşamasında üretim planlama bölümü ile anlaşılmıştır. Üretim programına alınacak otobüslerin art arda yoğun kapsamlı olması yerine, yoğun kapsamlı sonrasında daha az yoğunlukta kapsamlıların takip edecek şekilde planlanmasına karar verilmiştir.

- İstasyon bazlı iş adımlarının doğru planlanması: İstasyon bazlı iş adımları incelenerek yeniden planlanmıştır. Yeni gelen siparişler için hat dengeleme çalışması yinelenmektedir. Bu kapsam sürekli iyileştirme diğer ifade ile PUKÖ döngüsünün uygulamasıdır.

Eksik Malzeme için Çözüm Yöntemleri:

- İstasyon bazlı iş adımları belirlenme adımı tamamlandıktan sonra eksik veya fazla malzeme ile istasyonda gereksiz yer kaplanmaması adına malzeme planlaması yapılmıştır. İstasyon için gerekli malzemeler uygun taşıma sepetlerinde; parça etiketini içeren kanban kartları hazırlanarak ihtiyaç miktarı kadar hatta ulaşması sağlanmıştır. Bu kanban sisteminin uygulanmasına işaret etmektedir.
- Tedarik edilememe kaynaklı eksik malzeme: Bu kapsam için değer akışı haritalaması yöntemi ile analiz edilmesine karar verilmiştir.

Gereksiz Lojistik Faaliyetler için Çözüm Yöntemleri:

- Bu kapsamın gerekçesini zamanında tedarik edilmeyen malzemeler oluşturmaktadır. Bu kapsam için değer akışı haritalaması yöntemi ile analiz edilmesine karar verilmiştir.

Ek Kapasite Gerektiren Etkenler için Çözüm Yöntemleri:

- İlk montaj denemesi, aksiyonlar, tamirat, ilave müşteri taleplerinin oluşması gibi üretimi kesintiye uğratan kapsamlar için kalıcı bir çözüm bulunamamaktadır. Bunun sebebi tedarikçiler, müşteriler, proje çalışmaları gibi dış etkenlerden oluşmaktadır. Bu kapsamlardan kaynaklı üretimin iş yoğunluğu artmaktadır. Bu tarz durumlarda çözüm arayışı sürekli akış prensibine uygun olacak şekilde bir çözüm önerisi bulmak yönünde olmuştur. Sürekli akışta üretimi destekleyecek olan kapsam ilave iş gücü olmaktadır. İş adımlarının gözden geçirilmesi ve istasyon bazlı dağıtılması, siparişlerin dengeli olarak planlanmasına rağmen ek işgücü gerektiren kapsamlar oluğu tespit edilmiştir. Destek ekip üyelerinin yalın üretimin getirdiği standartlıktan farklı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Çalışanların değişik istasyonlarda çalışabilecek kalifikasyonlara sahip, hızlı uyum sağlayabilecek ve esnek çalışma yeteneklerine sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler incelendiğinde çeviklik yeteneklerine de sahip olması gerektiği belirlenmiştir. Araştırma modeline bu özellik de entegre edilmiştir.

Sürekli Akışın Sağlanamaması için Çözüm Önerileri:

Muda analizi sonucunda akışın kesintiye uğramasında iki temel sebep görülmektedir. Bunlardan ilki iş gücü kapasitesinin yetersiz olduğu durumlardır. Bu sonunun çözümüne yönelik ek bir kapasite oluşturulmasına karar verilmiştir. İkinci etken ise lojistik kaynaklı

gecikmelerdir. Sipariş sürecinin doğru yürütülememesi durumunda malzemelerin zamanında tedarik edilmemesi üretim de gecikmelere, ilave iç lojistik masraflarının oluşmasına, hatta ilave iş gücü kapasitesine sebep olmaktadır. Bu kapsamı doğru analiz edebilmek için sipariş yönetimi için değer akışı haritalaması yapılmıştır.

4.6.3.2.3. Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi

Montaj hattında yapılan Muda analizi sonucunda en fazla israfın lojistik süreçlerde olduğu tespit edilmiştir. İşletmenin çalışma koşulları hakkında bilgi alınmıştır. Buna göre işletmenin çalışma süresi:

- Bir haftada 6 gün çalışılmaktadır.
- İşletme haftanın 5 günü 2 vardiya çalışmaktadır. Cumartesi tek vardiya çalışmaktadır.
- Vardiya süresi 8 saat planlanmıştır.
- Her vardiyada iki sefer 15 dk'lık mola ve yemek molası verilir.

Sipariş yönetimi değer akışı haritasının çizilmesi aşamasında tüm aşamaların yazılmasına dikka edilmiştir. Haritanın hazırlanması aşamasında hiçbir iş adımının atlanmamasına özen gösterilmiştir. Toplam 52 iş adımı ve 8 adet karar aşaması bulunmaktadır. Süreç yeni bir sipariş alınması ile birlikte; teknik bölümün otobüste kullanılacak parça listesini oluşturması ile başlamaktadır. Yeni oluşturulan parça listesi ilk sipariş yönetimi bölümüne iletilir. Sipariş yönetimi bölümü parçaların daha önce tedarik edilip, edilmedini kontrol eder. Parça tedarik edilmediyse, tedarik şekline karar verilir. Tedarik şekli karar verilmesine istinaden; parça listesi satınalma bölümüne iletilir. Bu malzemenin daha önce tedarik alınması durumunda süreç çok hızlı ilerlemektedir. Yeni bir parça ise; tedarikçi seçilmesi, tedarikçiden fiyat ve yapılabilirlik onayının alınması; kalite bölümü için belgeleri talep edilmesi gelen belgeler uygun ise ilk numune siparişinin firmaya iletilmesi iş adımlarını takip etmektedir. İlk numune uygun ise; sipariş verilir, gelen malzemeler kalite bölümü tarafından uygun bulunursa; istasyonlara iletilir. Tedarikçinin yanlış seçimi, taleplere geç veya hiç cevap vermemesi; malzemelerin uygun olmaması ve sipariş sürecinde yer alan herhangi bir bölümde aksama olması tüm süreci aksamaya uğratmaktadır.

Şekil 4.8.'de oluşturulan değer akışı tablosunun orijinal fotoğrafı yer almaktadır.

Şekil 4.8. Sipariş Yönetimi Değer Akışı Tablosu

Araştırmada sipariş akışı çıkarıldıktan sonraki aşama olarak iş adımlarının altına gerçekleşme süreleri eklenmiştir. Şekil 4.9.'de bu süreler verilmiştir. Değer akışı haritalarında süresi en uzun olan iş adımları iyileştirilmesi gereken adımları işaret etmektedir.

Şekil 4.9. Değer Akışında Sürelerin Gösterimi

Çalışmaya ait mevcut durum değer akış haritası hazırlanırken 52 iş adımı ilgili bölümlere ait iş adımlarına göre sınıflandırılmıştır. Buna göre tabloda görülen iş adımlarının sınıflandırılması ve ilgili bölümler aşağıda verilmiştir.

1. Parçanın yeni parça mı/ eskiden tedarik edilmiş bir parça mı olduğunun belirlenmesi (Sipariş Yönetimi)

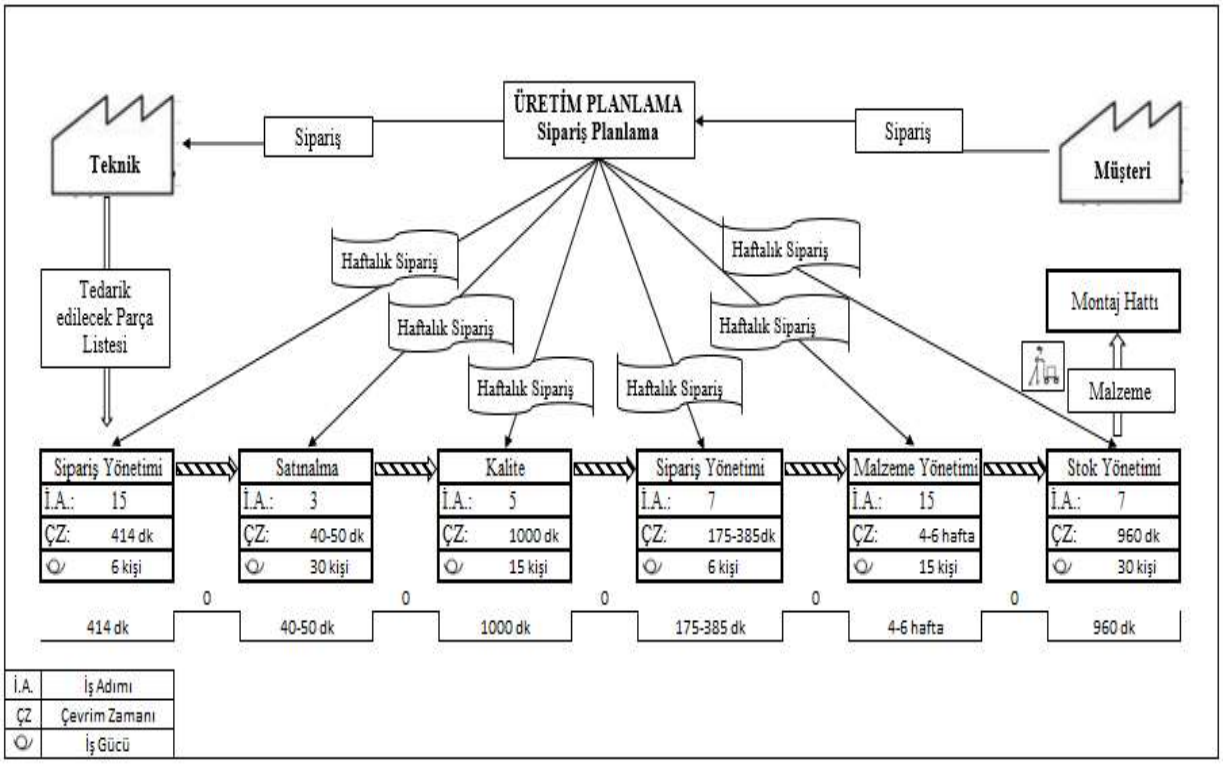
   Yeni Parçanın tedarik şeklinin belirlenmesi (Siparişi Yönetimi)

2. Kontratın yapılması(Satınalma)

3. İlk numune onay süreçleri (Kalite)
4. Yeni malzemenin tedariğinin onaylanması (Sipariş Yönetimi)
5. Malzemenin tedariği (Malzeme Yönetimi)
6. Malzemenin ambarlanması (Stok Yönetimi)

   Üretimde istasyonlara iletilmesi (Stok Yönetimi)

Şekil 4.10'da Mevcut durum değer akış haritası çizimi yapılmıştır.



Şekil 4.10. Mevcut Durum Değer Akış Haritası

Süreleri uzun olan iş adımlarına odaklanarak, çalışma esnasında problemler tariflenmiştir. İşlem süreleri göz önüne alınarak, bu süreleri etkileyen problemler tariflenmiştir. Problemlere ait veriler Tablo 4.3.'de verilmiştir. 6698 numaralı Kişisel Verileri Koruma Kanunu gereğince kişilerin yazılı onayı olmadan, şahıslara ait veriler kullanılamaktadır. Bu sebeple araştırmada kullanılan formlarda çalışanların isimleri kullanılmamıştır.

Tablo 4.3. Sipariş Yönetim Süreci Problem Takip Tablosu

SİPARİŞ YÖNETİMİ PROBLEM & ÇÖZÜM TABLOSU

No	Problem / Konu tanımı	Alınacak Önlemler / Yapılacak İşler:	Kazanç		Termin	Sorumlu	Durum*
			Sayısal	Nitel			
1	Satış grubu BOM dökümü ve kalem grubu kontrol süresinin uzun sürmesi	Verinin databaseden direkt alınması	150-x		11.09.2019		●
2	MB kontrolünde MB kodu doğru görünmezse ihtiyaç görünmez	BI raporlama yapılması (yada alternatif)		Hata Önleme	18.09.2019		●
3	Kalem grubu belirlenirken kalem grubunun yanlış tanımlması (eksik parça)	Checklist hazırlanması			12.09.2019		●
4	Satış Grubu Bom Sürecinin uzun sürmesi	SD53B Makro optimizasyonu	19 dk		18.09.2019		●
5	Merkez kalite mi verilen ayrı parça için çalışmalar	Kapsam Dışı					
6	Merkez kalite kontrol ve çalışma werklerinin belirtilmesi	Emoostan kontrol werkinin çekilmesi			8.09.2019		●
7	İlk numune seviyesi belirlenirken Kalite kendi kapsamında yapacak testler belirlemeli /Sipariş adetler kalite belirtmeli	Kalite ile workshop yaparak kapsam bazlı checklist belirleme / Numune süreçlerinde tasarım testi numune sayı ölçü belirlenmesi			19.09.2019		●
8	Kontrat için satınalmaya yapılırken Sap akışındaki aksaklıklardan dolayı kontratsız parçalar gelebiliyor.	Konunun 10 iş günü boyunca izlenip problem tespiti yapılmarak nedenlerin araştırılması Güncel kontrollerin yapılması			15.09.2019		●
9	Sorumlunun seviyeye göre parçayı tedarikçiden isterken tedarikçiden yanıt alınamaması / Geri dönüşlerin geç sağlanması	Sipariş sürecinde MRP üzerinden iletim ve VSRM kullanımı Sipariş takip prosesinin oluşturulması			15.09.2019		●
10	Emoosta İlgili adımlar kapatılırken tedarikçiden olumsuz yanıt alıp Satın Almaya dönmek	Haftalık satınalma ile toplantı planlanması			8.09.2019		●
11	Fiziksel numunenin Kaliteye teslim edilip edilmediğinin kontrol edilememesi	VSRM sisteminin entegrasyonu / Rapor için MIOS sistemine giriş / Tedarikçinin dokümanı gönderiminin VSRM entegrasyonu			1.10.2019		●
12	P34,35,36 adımlarında emoos üzerinden kapatılırken kalitede bekleyen ve 1 aylık süreyi geçen parçaların sorgulanmaması	Haftalık bu kapsama giren parçaların raporlanması & aksiyon alınması			4.09.2019		●
13	PET verilirken MET süresi mi Satın Alma termini mi dikkate alınıyor?	a) Sistemden sürelerin analiz edilmesi b) Satınalma ile toplantı yapılması c) Malzemelerin gruplandırılarak standart sürelerin belirlenmesi			4.09.2019 4.09.2019 25.09.2019		●
14	Siparişlerin emoos üzerinden manual takip edilmesi	VSRM sisteminin tedarikçiye entegrasyonu			15.09.2019		●
15	Kalite seviye belirlemesi (L0, L1, L2)	İlk numuneden bilginin (kural) alınması			4.09.2019		●
16	Numune ve PPAP gönderiminde manual adım çekme	Manual adım çekilmeyecek, durum değerlendirilmesi yapılacaktır			12.09.2019		●
17	PPAP eğitim dokümanı hazırlanması	PPAP eğitim dokümanı hazırlanması (checklist)			19.09.2019		●
18	Item mastardaki Ön seride olan referansa sorgusunun yapılabilmesi				10.05.2019		◑
19	İş Akışının çıkarılarak guideline hazırlanması	SIT hazırlanması			10.05.2019		◑

Problem / Sorun Tanımlandı — Yapılacak İşler / Önlemler Belirlendi — Gereken İşler Yapılıyor — Önlem Tamamlandı — Önlem Standartlaştırıldı, Garanti Altına Alındı

SS : SS — İG : İş Güvenliği — K : Kalite — M : Maliyet — T : Tesimat

Uygulama sırasında problemler tariflenirken aksiyonlarda tariflenmiştir. Problemlere odaklanmışken eş zamanlı konuya yönelik çözüm önerileri tariflenmiştir. Tablo 4.4.'de aksiyon takip çizelgesi yer almaktadır.

Tablo 4.4. Aksiyon Takip Çizelgesi

AKSİYON TAKİP ÇİZELGESİ

No	Problem / Konu tanımı	Alınacak Önlemler / Yapılacak İşler:	Bölüm : Termin	Sorumlu	Durum*
1	Kalite onayı olmayan ve bekleyen parçaların belirlenmesi.		26.06.2019		●
2	Geçmiş ve gelecek 6 aylık kullanımları ile verilerin karşılaştırılması	5200 parça var, 2800 kontratsız	19.06.2019		●
3	Değer akış ara adımların eklenmesi(hangi adımda kaç parça düşüyor ekleyelim)	(Sayısal bazda verilerin eklenmesi)	19.06.2019		●
4	Pet hangi adım itibarı ile kapanıyor, ne yapılıyor?	Emre--> Burcu ile görüşecek Met konusu ile bağlanıyor	19.06.2019		●
5	Sistemde ne kadar parça siparişi var?	Verilerin getirilmesi. 8515 (19.06.2019 itibarı ile)	19.06.2019		●
6	Proses sürelerinin çıkarılması.		26.06.2019		●
7	İş süreçlerinin eklenmesi (periyod)	kendi süreçlerinin çıkarılması	26.06.2019		●
8	FET ekibinin dahil olması		26.06.2019		●
9	KSW süreçlerinin işlenmesi		26.06.2019		●

Değer akışı haritasının hazırlanması ile birlikte tamamlanma süreleri yüksek kapsamlara odaklanılarak; problemler tespit edilmiştir. Bunlara yönelik aksiyonlar tariflenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda alınan aksiyonlar Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Değer Akışı Haritalama Yöntemi İle Alınan Aksiyonların Sonuçları

İlgili Bölüm	**Problem**	**Çözüm**
Sipariş Yönetimi	Yeni malzeme devreye alma aşamasında onay süreçlerinin uzun sürmesi.	• İş akışları yeniden tariflenerek, tüm çalışanlar için standart hale getirildi.
Sipariş Yönetimi	Günlük çekilen malzeme talep listesinin 3 saatte sistemden erişilmesi.	• Yeni program hazırlanmıştır. 1,5 saat kazanç elde edilmiştir. • Hata yapma oranı ortadan kalkmıştır.
Sipariş Yönetimi	Sipariş Yönetimi ve Malzeme Yönetiminin ortak yaptığı işler tespit edildi.	• Sipariş yönetimi ile malzeme yönetiminin benzer yaptığı çalışmalar tek bölümün iş kapsamı olarak toplandı. • Onay sürecinin hızlanması öngörülmektedir.
Kalite Bölümü	Tedarikçilerden talep edilen belgelerin uzun zamanda toplanması	• Tedarikçilerden talep edilen evraklar için bir doküman hazırlandı. • İlk numune talepte iletilerek süreçte daha hızlı ilerleme sağlanacağı öngörülmektedir

Tüm bu iyileştirmeler sonucunda toplam sürede **%5'lik** bir iyileşme olacağı hesaplanmıştır.

4.6.3.2.4. Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi

Değer akışını haritasının çizilme gerekçesi, süreçteki israfları tespit ederek ortadan kaldırılmasını sağlamaktır. İsraf kaynakları tespit edildikten sonraki aşama olarak gelecek durum değer akış haritası çizilir. Araştırmada montaj hattı istasyonlarında gecikme sebepleri arasında lojistik nedenlerin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple değer akış

haritalamasında lojistik süreçlerin başlangıç aşamasında yer alan siparişi yönetimi süreçlerine odaklanılmıştır.

Lojistik gerekçelere bakıldığında en çok göz önünde olan kısım ambardaki malzemenin istasyona sevk edilmesi sürecidir. Malzeme ambara ulaştıktan sonra üretime sevk edilmesinde bir sorun gözlemlenmemiştir. Süreçte sorun yaratan kısım yeni malzemenin ihtiyacının tespit edilmesinden; sipariş edilmesine kadar gerçekleşen süreçlerde olduğu tespit edilmektedir.

Yeni malzeme talebinin sipariş yönetimi bölümüne ulaştığında onay süreçlerinin uzun sürdüğü tespit edilmiştir. Bu aşamada yeni malzeme talep listesinin oluşturulmasının günlük 3-4 saat sürdüğü tespit edilmiştir. Kullanılan programda iyileştirme yapılarak günlük hazırlık süresi 1,5 saate indirilmiştir.

Süreçte iyileştirmeye odaklanılan kısımlar malzeme yönetim süreçlerine kadar kısımdır. Bu bölüme kadar; İşlemlere ait çevrim süreleri toplamı en iyi ve en kötü senaryoya göre 1629 dk ile 1849 dk arasında değişiklik göstermektedir. Yeni yapılan program ile 1,5 saat (90 dakika) kazanç edilmiştir.

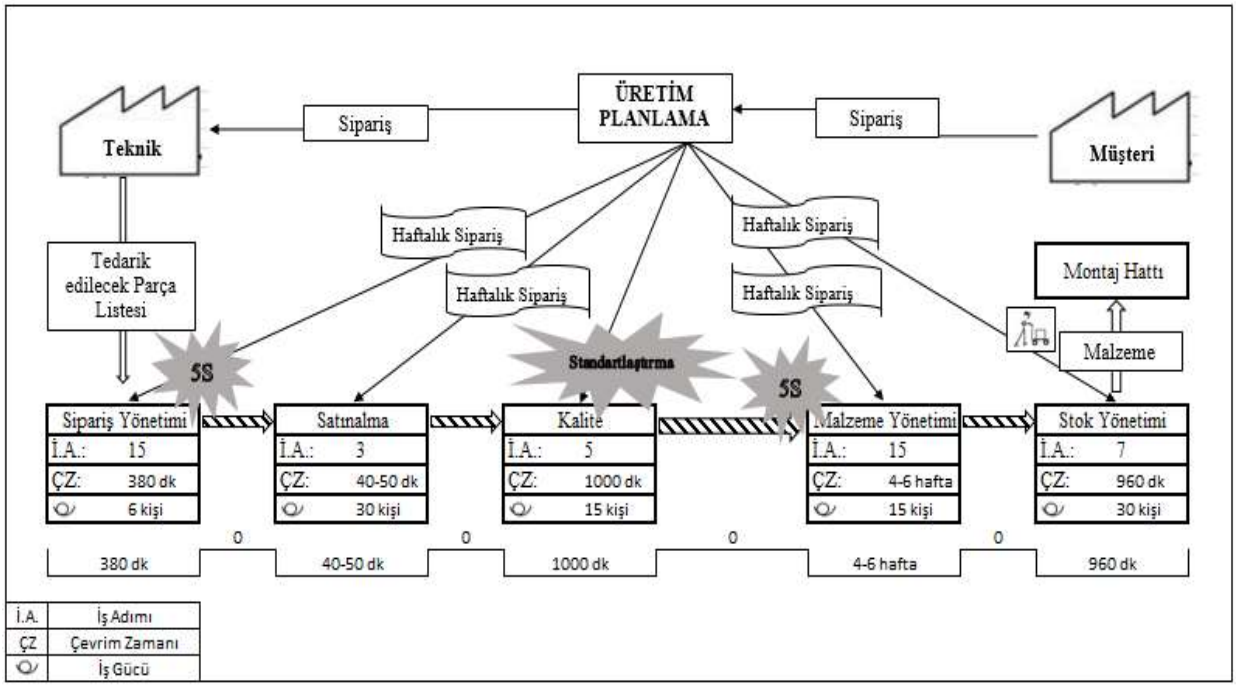
90 dk kazanç/ 1629 dk toplam süre koşulunda; 90/1629=0,055 =>% 5,5 kazanç en iyi koşullarda veya

90 dk kazanç/ 1849 dk toplam süre koşulunda; 90/1849=0,048 =>% 4,8 kazanç en kötü koşullarda elde edilmiştir. Ortalama % 5'lik kazanç elde edilmiştir.

Sipariş yönetimi bölümünün, kalite bölümü onay adımından sonra ikinci bir onay sürecinde görev aldığı tespit edilmiştir. Bu onay malzeme yönetim ekibi tarafından da yapılabilmektedir. İkinci onay adımı sipariş yönetimi bölümünden alınarak malzeme yönetimi bölümüne devredilecektir. Süreçte tekrar edilen iş adımları ortadan kaldırılacaktır. Sipariş yönetimi ekibinin çalışma verimliliği de artacaktır.

Tespit edilen bir diğer konu da yeni malzeme tedariğinde kalite onay süreçlerinin uzun sürmektedir. Bu kapsamda iyileştirme yapmak adına tedarikçiler için eğitim dokümanı hazırlanmıştır. Sürecin iyileştirmesindeki oranı gözlemlenecektir.

Yapılan iyileştirmeler ışığında oluşturulan gelecek durum haritasının en son hali Şekil.4. 11' da oluşturulmuştur.



Şekil 4.11. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

İşletmede yapılan iyileştirmeler Muda analizi ve değer akışı haritalamasının çıktıları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.6. de işletmede yapılan iyileştirmeler, tespit edilmesini sağlayan yalın üretim tekniği hakkında bilgi verilmiştir.

Tablo 4.6. İşletmede Yapılan İyileştirmeler

Kapsam	**Uygulanan Yalın Teknikleri**	**Çözüm Yöntemi**
Tedarikçilerden talep edilen dokümanlarda yaşanan sorunlar	Değer Akış Haritalama, Standartlaştırma	Talep edilecek belgeler için doküman düzenlendi. Tedarikçi ile ilk iletişimde bu evraklar iletilecektir.
Siparişlere eksiksiz erişim	Değer Akış Haritalama, Standartlaştırma, PUKO	Bilgisayar programında iyileştirme yapıldı
Sipariş yönetimi ile malzeme yönetiminin benzer yaptığı iş adımları	Değer Akış Haritalama, Standartlaştırma	Benzer işler tek bölümün iş kapsamına tariflenmiştir.

Tablo 4.6. Devam

Kapsam	Uygulanan Yalın Teknikleri	Çözüm Yöntemi
Problemin yerinde çözümü	Muda, Jidoka	Destek işgücü kapasitesi oluşturulması
İsrafın ortadan kaldırılması (gereksiz taşıma, işgücü)	Muda, Kanban	Eksik işgücü ve eksik malzeme oluşturan sebeplerin tespiti ve ortadan kaldırılması
Tam zamanında üretim yaklaşımı	Muda, Değer Akış Haritalama, JIT	Destek işgücü kapasitesi oluşturulması
Çalışanların eğitilmesi	Kaizen, PUKO	Kalifikasyon matrislerinin hazırlanması ve eğitim planlanması
Üretimin kesintiye uğramadan devam etmesi	Muda, Değer Akış Haritalama; Sürekli Akış	Muda analizi ile belirlenen tüm çözüm yöntemleri
Talep tamamlanınca yeniden planlama	PUKO	Sipariş alındığında malzeme ve süreç planlama gözden geçirilir
Zamanında tamamlanamayan işler	Muda, Heijunka, JIT, PUKO	İş adımlarına göre yeniden hat dengelemesi yapılmıştır.
Eksik malzeme kaynaklı gecikmeler	Değer Akış Haritalama	Sipariş yönetim süreci için değer akış haritalama yapılmıştır.
Ek kapasite gerektiren etkenler (İlk montaj denemesi, aksiyonlar, tamirat, ilave müşteri taleplerinin oluşması gibi)	Muda	Destek işgücü kapasitesi oluşturulması
Katma değersiz yapılan işler	Değer Akış Haritalama	Sipariş yönetiminde katma değersiz yapılan işler kaldırıldı ve çalışanlar için standart hale getirildi.

4.6.4. İşletmede Kısıtlar Teorisinin Uygulanması

Kapasite planlaması sürecinde sistem girdi ve çıktıları kadar sistem kısıtları da önem arz etmektedir. Sürecin işlem süresini belirleyen en büyük etken sistem kısıtlarıdır. En uzun iş adımından daha kısa sürede bir sürecin tamamlanması mümkün değildir. Bu sebeple bir kapasite yönetimi problemi çalışırken odaklanılması gereken ilk konu sistem kısıtlarıdır.

İşletmede israfları tespit etmek amacıyla Muda analizi yapılmıştır. Muda analizinde işletmede dar boğaz yaratan kapsamlar tespit edilmiştir. Bu dar boğaz noktaları kısıt olarak da bilinmektedir. İşletmede Kısıtlar Teorisi çalışmaları ile yalın üretim çalışmaları birlikte yürütülmüştür. Bu yaklaşımla birlikte araştırma kapsamında veri toplanırken sistem kısıtları tespit edilmiştir.

4.6.4.1. Kısıtlar Teorisinde Odaklanması Gereken 5 Adımın Uygulanması

Kısıtların belirlenmesi aşamasında kısıtlar Teorisi'nin odaklanılması gereken 5 adımı uygulanmıştır. Tablo 4.7.'de uygulama adımlarına yer verilmektedir. Araştırma kapsamında ortadan kaldırılabilecek kısıtların kaldırılması veya iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Tablo 4.7. Kısıtlar Teorisi'nin Odaklanılması Gereken 5 Adım Tablosu

Kısıtlar Teorisi'nin Odaklanılması Gereken 5 Adımın Uygulanması
1.Sistem kısıtları belirlenir.
2.Sistem kısıtlarının nasıl değerlendirileceğine karar verilir.
3.Kısıtlar dışında kalan kapsamlar hedefe ulaşmak konusunda sıralanır
4. Kısıtlar ortadan kaldırılır.
5.İlk Aşamaya geri dönülür.

4.6.4.1.1. 1. Adım Sistem Kısıtlarının Belirlenmesi

Sistem kısıtlarının belirlenmesinin yalın üretim çalışmaları ile birlikte yürütülmüştür. Üretimde performansı etkileyen iki önemli nokta vardır. Bunlar israf yaratan noktalar ve sistem kısıtlarıdır. Her iki kapsamda yapılan iyileştirmeler sistem verimliliğini artırmaktadır. Montaj hatlarının kısıtları muda analizi sırasında tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında tespit edilen kısıtlar aşağıda verilmiştir. Bunlar:

- ***Zaman Kısıtı:*** Her bir otobüsün üretim aşamasında istasyonu terk etmesi gereken süreye çevrim süresi veya takt süresi denilmektedir. Takt süresi denilen bu süre montaj istasyonunda zaman kısıtını oluşturmaktadır. Bu kısıt ortadan kaldırılamaz. Sürenin değiştirilmesi planlama ekibinin kararı ile oluşmaktadır.
- ***Destek Ekibin İşgücü Kapasitesi:*** Kapasite planlamasında iş istasyonu- çalışan ataması araştırmanın temel problemini oluşturmuştur. Destek ekibinin işgücü kapasitesinin hesaplamasında; geçmişe dayalı belgeler, günlük talepler ve üretim adetleri temel alınmıştır. Her istasyonda çalışan sayısı farklılık göstermektedir. İş gücü atamasında personel sayısının %10'u kadar destek personel gönderilmesine karar verilmiştir. Sürecin incelemesi aşamasında günlük 65-75 arasında ilave iş gücüne ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. En son kapasite 70 kişi olarak sabitlenmiştir.
- ***Çalışanların Kalifikasyonları:*** Çalışanlar farklı kalifikasyonlara sahiptir. İş atamasının yapılabilmesi adına kalifikasyon ve talep örtüşmelidir. Örneğin uygun kapasitede mekanik uzmanlığına ait 2 çalışanımız olsun. Üretimin elektrik alanında 1 adet çalışan talebi olsun. Bu durumda talep karşılanamayacaktır.
- ***Makine ve Ekipmanlar:*** Bu kapsamlar sistemin önemli kısıtları arasında yer almıştır. Kısıtlar belirlenmiştir. Ancak bu kapsamlara yönelik yatırım kararı verilmelidir.
- ***Birbirini Takip Eden İşler:*** İş ataması yapılırken hangi işin daha öncelikle tamamlanması gerektiğine karar verilmesi gerekmektedir. Örneğin; zemindeki bir kaplama, her zaman koltuk montajından ve mutfak montajından önemlidir. Bu sebeple zemin istasyonu için iş gücü ataması yapılmasının planlamada önceliği olmalıdır. Kapasite planlama aşamasında bu önceliğin belirlenmesine imkân sağlanmıştır.
- ***Lojistik Kısıtlar:*** Üretimde kullanan ham madde ve malzemeleri oluşturmaktadır. Bu malzemelerin zamanında doğru istasyonda olması gerekmektedir.

4.6.4.1.2. 2. Adım Sistem Kısıtlarının Nasıl Değerlendirileceğine Karar Verilmesi

Kısıtların bulunduğu noktalar sistemin iyileştirmeye açık olduğu noktalardır. İşletme kısıtları analiz edilmiştir. Kısıtlar ve alınacak önlemler:

Zaman kısıtı: Sipariş miktarına göre üretimin çevrim süresi belirlenmektedir. İşletmenin çevrim süresi 45 dakika olarak belirlenmiştir. Bu süre bir otobüsün bir istasyondaki işleminin tamamlanıp ilerletilmesi için gereken süredir. Çevrim süresi şiparişler doğrultusunda fabrika üretim planlama ekibi tarafından belirlenmiştir. Çevrim süresini olan zaman kısıtı ortadan kaldırılamayacaktır.

Destek ekibin işgücü kapasitesi: Süreç talepleri takip edilmiştir. Her istasyona çalışan oranının maximum %10'u olacak şekilde destek personeli gönderilecektir. Buna göre ekip üyesi sayısı belirlenmiştir. 70 kişilik kısıt oluşmuştur.

Çalışanların kalifikasyonları: Destek ekip üyelerinin kalifikasyonları işlerin atamasındaki kısıtları oluşturmaktadır. Ekip üyelerinin kalifikasyon matrisi hazırlanmıştır. Çalışanlara eksik kapsamlarda eğitimlerin planlanması gerekmektedir.

Makine ve ekipmanlar: Makine ve ekipmanların sayısı ve uygulama süresi sistem kısıtlarını oluşturmaktadır. İşletmede kısıt olan makine ve ekipmanlar tespit edilmiştir.

Birbirini takip eden işler: Üretim prensibine göre birbirini takip eden işler üretimde kısıtları oluşturmaktadır. Bu kısıtlar ortadan kaldırılamamaktadır.

Lojistik Kısıtlar: Üretim malzemelerinin doğru zamanda doğru istasyonda olması gerekmektedir.

4.6.4.1.3. 3. Adım Kısıtlar dışında kalan kapsamlar hedefe ulaşmak konusunda sıralanması

Kısıtların oluşmasını engellemek adına destek amaçlı işletmede iyileştirmeler yapılmıştır.

Yalın üretim felsefesine göre iş adımları yeniden belirlenmiştir. Sistemde en fazla gecikmelerin yeni malzemelerin devreye alınıp, tedarik edilmesi aşamasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölgede iyileştirmeler yapılması için " değer akış haritalama yapılmıştır. Bu şekilde çevrim süresine göre kısıt yaratacak kapsamlar en aza indirilmiştir.

Birbirini takip eden işlerin istasyonlara dengeli şekilde dağıtılmasına önem verilmiştir.

İlk üretim uygulamalarına, eğitimlere istasyondaki işçilerin katılmasına önem verilmiştir. Bu şekilde destek ekibinin her yeni uygulamada talep edilmesi durumu ortadan kaldırılmıştır. İlk uygulamalarda zamanı verimli kullanmak için iş hazırlama bölümünün istasyondaki çalışanlar için eğitim dokümanları hazırlayarak, zaman kayıpları oluşmasını önlemektedir.

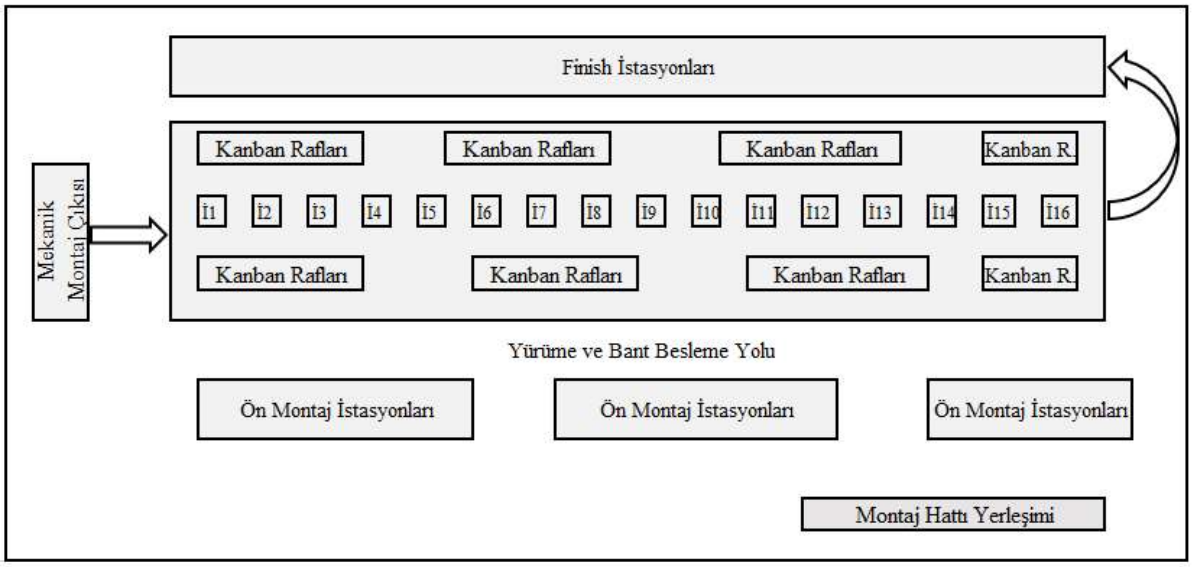
Lojistik süreçlerin yeni malzeme devreye alınması aşaması için ortak " değer akış haritalaması" çalışması yürütülmüştür. Geri kalan ambar yönetimi diye tabir ettiğimiz malzeme kabulden; stoklanması ve istasyona sevk edilmesi süreçleri için bir çalışma yapılmamıştır. Bu kapsamlar Lojistik biriminin takibinde yürütülmektedir.

4.6.4.1.4. 4. Adım Kısıtların Ortadan Kaldırılması

2. adımda kısıtların kaldırılması için kararlar verilmiştir. Çözüm aşamasında bu kararlar uygulanmıştır. Kısıtların ortadan kaldırılması için mantıksal düşünce süreçleri yöntemleri de uygulanmıştır.

Zaman kısıtı yaratan çevrim süresi ortadan kaldırılamamıştır. Çalışmanın yapıldığı sırada çevrim süresi 45 dk olarak belirlenmiştir. Bu kısıt ortadan kaldırılamadığı için istasyonların yüklerini hafifletme yönelinmiştir. İstasyonlarda iş adımları – birbirini takip eden işleri de göz önüne alarak-dengelenerek, toplam sürelerde dengelemeler yapılmıştır.

Montaj hattı 16 istasyondan oluşmaktadır. İstasyonlardaki iş yükünü hafifletmek için iki yöntem uygulanmaktadır. İstasyon sayısı artırılabilir veya istasyonlarda uzun süreli iş adımları önmontaj istasyonlarına dağıtılabilir. Bu işletmede uzun süreli iş adımları ön montaj istasyonlarına taşınmıştır. Montaj hatları ve ön montaj istasyonları yerleşimi Şekil 4.6.'da verilmiştir.



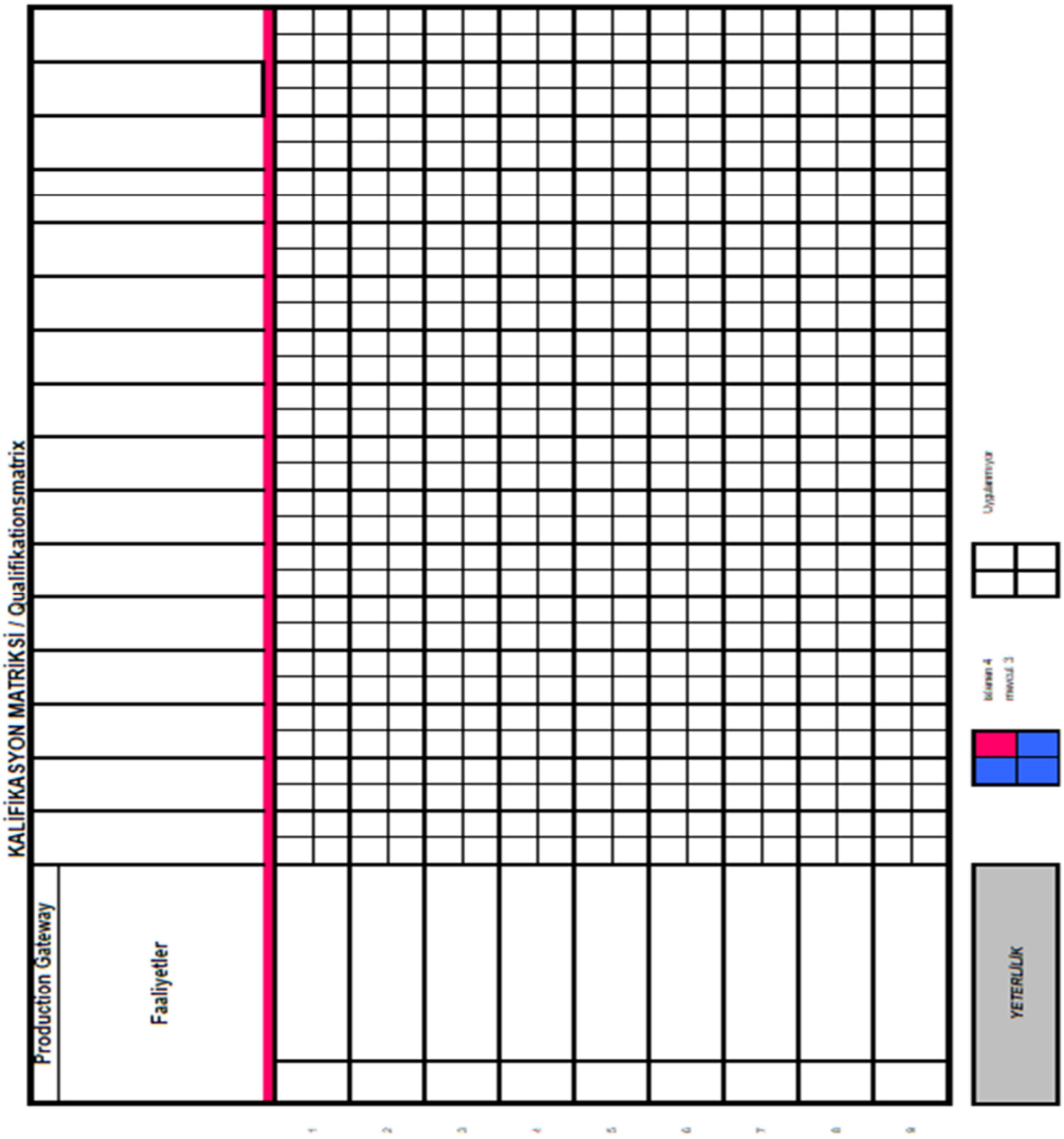
Şekil 4.7. Montaj İstasyonu Yerleşimi

Çalışanların yetkinlik düzeyleri de çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır. Çalışanın hangi alanda eğitimli olduğu ve eğitim düzeyi çalışanın iş atamasını yapılabilmesi için gerekli bir bilgidir. Çalışanların yetkinlik alanları kapasite planlamasında bir kısıt özelliği taşımaktadır. Bu kısıtı doğru yönetebilmek için çalışanların kalifikasyon matrisi oluşturulmuştur. Tablo 4.7.'de çalışanların kalifikasyon matriksinin oluşturulmasında kullanılan form verilmiştir. Kalifikasyonlarını artırmak için çalışanlara eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Eğitimler İnsan Kaynakları bölümü tarafınca planlanmaktadır.

Montaja hatlarında destek olması amacı ile bir destek ekip kurulamasına karar verilmiştir. Ekip sayısı hesaplanırken Destek ekibinin sayısı 70 kişi olarak sabitlenmiştir.

Araştırma kapsamındaki bütçe olmaması sebebi ile yeni makine ve ekipmanlar için yatırım kararı alınmamıştır.

Tablo 4.8. Çalışan Kalifikasyon Matriksi Formu



4.6.4.1.5. 5. Adım İlk Aşamaya geri dönülmesi

Kısıtlar Teorisine göre kısıtlar ortadan kaldırılınca; sistem yeni kısıtları yeniden oluşturmaktadır. Bu sebeple süreç sürekli takip edilmelidir.

Araştırma kapsamında iyileştirmeler ve iyileştirme önerileri tamamlandıktan sonra ikinci bir kısıtların analiz edilmesine yönelik çalışma yapılmamıştır.

4.6.4.2.Kısıtlar Teorisinde Mantıksal Düşünme Süreçlerinin Uygulanması

Araştırmada Kısıtlar Sürecinin analizi aşamasında mantıksal düşünme süreçleri uygulanmıştır. Dr. Goldratt mantıksal düşünme süreçlerin uygulanması aşamasında 3 temel soruya odaklanılması gerektiğini belirtmiştir. Bu sorular ve uygulamada takip edilen yöntemler sırasıyla açıklanmıştır.

1. Sistemdeki kısıtın ne olduğu (Değişim Ne?)
2. Çözümün ne olduğunu (ne ile değiştirilecek?)
3. Çözümün nasıl uygulanacağını (Değişiklik nasıl yapılır?),

sorularından oluşmaktadır. Soruların cevapları doğrultusunda süreç ilerletilir. Belirtilen 3 temel sorunun cevaplanmasında beş farklı çözüm yöntemi uygulanmaktadır.

1. Sistemdeki kısıtın ne olduğu (Değişim Ne?):

Bu sorunun cevaplanmasında tek bir yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntem Mevcut Gerçekler Ağacı (CRT- Current Reality Tree) olarak bilinmektedir.

2. Çözümün ne olduğunu (ne ile değiştirilecek?):

Çözüm için iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Bunlar; Buharlaşma Bulutu (EC – Evaporating Cloud) ve Gelecekteki Gerçeklik Ağacı (FRT - Future Reality Tree) yöntemleridir.

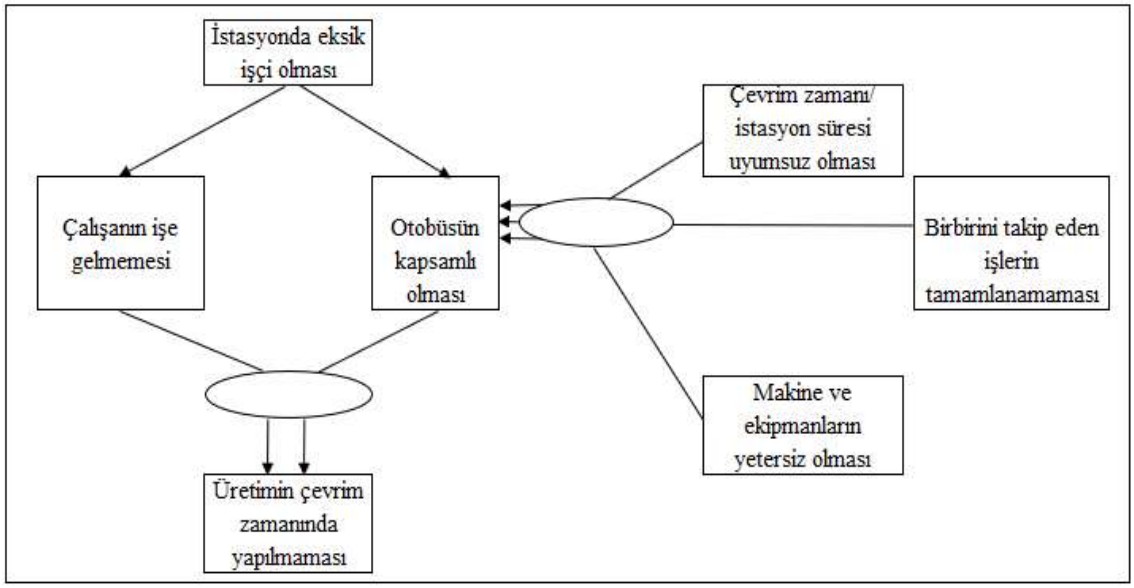
3. Çözümün nasıl uygulanacağını (Değişiklik nasıl yapılır?):

Bu aşamada problemin çözümüne yönelinmektedir. İki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler Ön Koşul Ağacı (PrT - Prerequisites Tree) ve Geçiş Ağacı (TrT- Transition Tree) olarak bilinmektedir.

4.6.4.2.1. Mevcut Gerçekler Ağacının Çizilmesi

Kısıtlar Teorisinin 5 odaklanma adımlarında kısıtlar belirlenmiştir. İlk aşamada mevcut durum analizi yapılmıştır. Burada işletmenin temel problemi baz alınarak, bunun temel sebepleri ve bu sebeplere etki eden durumlar analiz edilmiştir. Kısıtlar Teorisi mantıksal düşünce süreçlerinin ilk adımı “Değişim Ne?” sorusu ile başlar. Değişim ne? Aşamasında uygulanan yöntem; Mevcut Gerçekler Ağacı (CRT- Current Reality Tree) olarak belirlenmiştir.

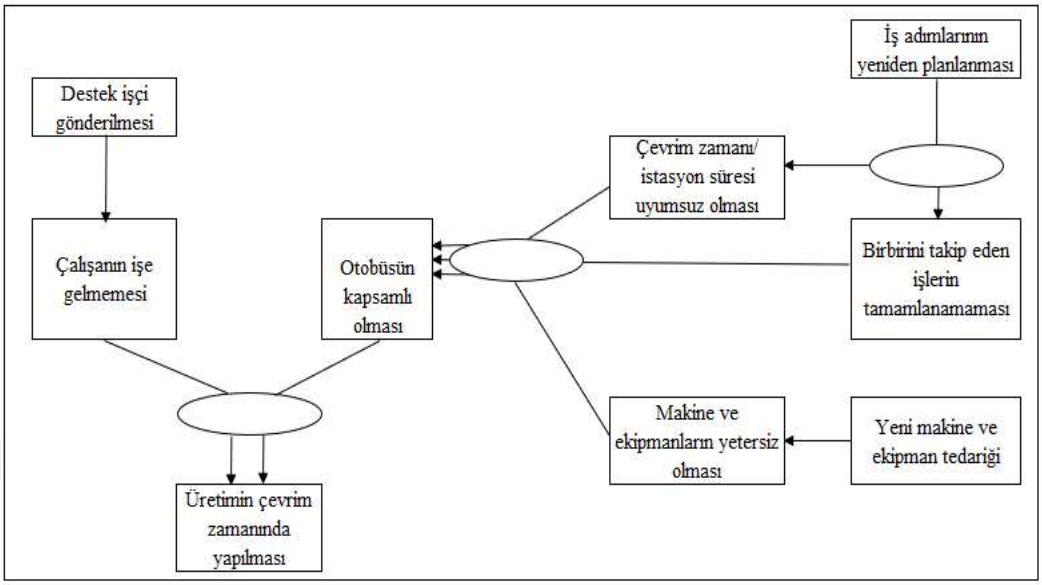
Araştırma kapsamındaki kısıtlar tespit edilmiştir. Mevcut gerçekler ağacında ana sorun belirlenerek çizime başlanmıştır. İstenmeyen etkiler akışta gösterilmektedir. Araştırma hazırlanan Mevcut Gerçekler Ağacı Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. İşletmede Hazırlanan Mevcut Gerçekler Ağacı

4.6.4.2.2. Gelecek Gerçekler Ağacının Çizilmesi

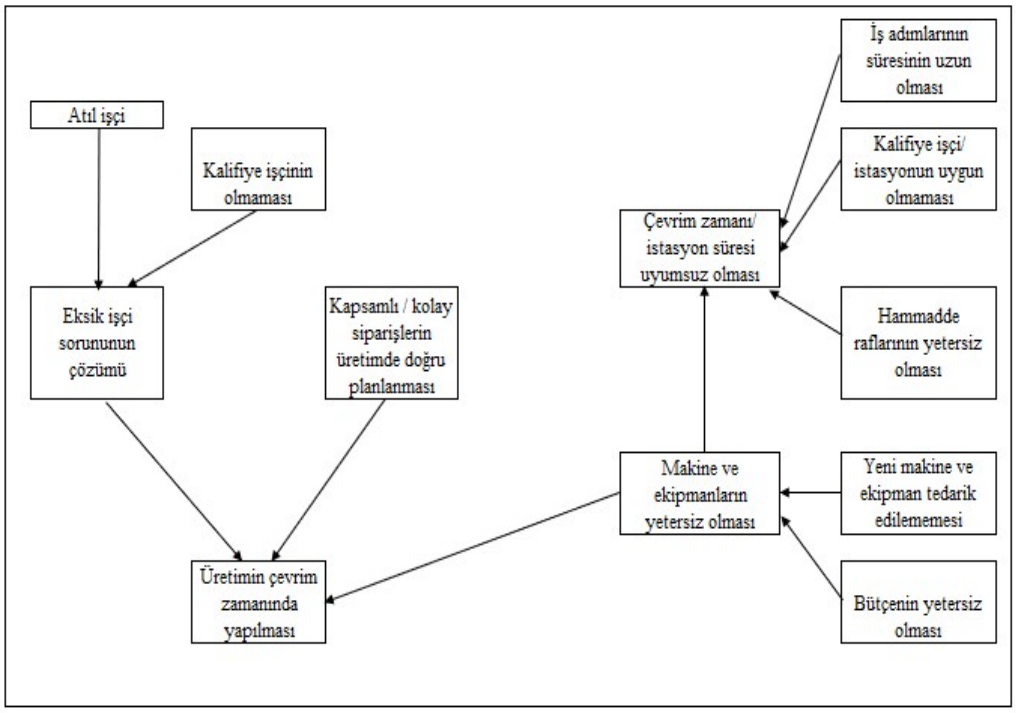
Mantıksal düşünce süreçlerinin ikinci aşaması "Ne ile değiştirilecek?" sorusuna cevap aranmaktadır. Bu aşamada temel sorunu çözmek için, nasıl bir yol izlenmesi gerektiği irdelenmiştir. Geçici çözüm önerileri verilmektedir. Ana sorunun yerine istenilen çözüm olarak akış oluşturulmaktadır. Çözüme ulaşmak için, yeni çözüm önerileri belirlenmektedir. Kısıtların kaldırılması gereken yöntemler odaklanma süreci 2. adımında belirlenmiştir. Değiştirilme yönteminde uygulanmakta olan 2 basit çözüm yöntemi bulunmaktadır. Bunlar; Buharlaşma Bulutu (EC – Evaporating Cloud) ve Gelecekteki Gerçeklik Ağacı (FRT- Future Reality Tree) diyagramlarıdır. İşletmede Gelecekteki Gerçeklik Ağacı (FRT- Future Reality Tree) yöntemi uygulanmıştır. Şekil 4.13'de bu yöntem gösterilmiştir.



Şekil 4.13. İşletmede Hazırlanan Gelecek Gerçekler Ağacı

4.6.4.2.3. Ön Koşul Ağacının Çizilmesi

Mantıksal düşünce süreçlerinin son aşamasında çözüm önerileri araştırılmaktadır. Amaca ulaşmak için ara amaçlar ve engeller tariflenir. Burada önemli olan konu "Değişiklik nasıl yapılır?" sorusuna cevap vermektir. Bu aşamada işletmedeki kısıtların kaldırılması için çözüm yöntemi belirlenmektedir. Bu diyagramda sorunun nedenleri için çözüm önerileri verilir. Önemli olan çözüm önerileri için engel oluşturan durumlar da bu diyagramlarda belirtilir. Mantıksal düşünce süreçlerinin uygulanmasında, Değişiklik nasıl yapılır aşamasında; iki farklı diyagram ile ifade edilebilmektedir. Bunlar; Ön Koşul Ağacı (PrT - Prerequisites Tree) ve Geçiş Ağacı (TrT- Transition Tree) diyagramlarıdır. İşletmede uygulanan diyagram Şekil 4.14'de verilmiştir.



Şekil 4.14. İşletmede Hazırlanan Ön Koşul Ağacı

İşletmedeki kısıtlara ve çözüm önerileri Kısıtlar Teorisi odaklanma adımları 4. Aşamasında gösterilmiştir. Bazı kısıtların iyileştirme çalışmaları yalın üretim uygulanması aşamasında yapılan iyileştirmeler ile ortak yürütülmüştür.

4.7. İşletmede Çevik Üretimin Uygulanması

Araştırmada yapılan yalın üretim çalışmaları neticesinde ek kapasite ihtiyacı olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmanın bundan sonraki aşamasında bu destek ekibe yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir. Sürecin incelemesi aşamasında günlük 65-75 arasında ilave iş gücüne ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. En son kapasite 70 kişi olarak sabitlenmiştir. Ekip üyelerinin kalifikasyonlarını gösteren kalifikasyon matrisleri oluşturulmuştur.

Kalifikasyon matrikslerinde çalışanın ilgili kapsama ait bilgi düzeyleri gösterilmektedir. Çalışanların yetersiz veya bilgi seviyesinin düşük olduğu alanlar, matriksler üzerinden tespit edilmektedir. Çalışanların eğitim planları bu veriler doğrultusunda hazırlanmaktadır.

4.7.1. Araştırmanın Hipotezleri

Demografik etkenlerin işletmelerde çeviklik kapasitesini etkilediği öngörülmektedir. Araştırmada kapsamında demografik etkenler ve çevk üretim kapasitesi arasındaki ilişki test edilmiştir.

Çevik üretim kapasitesini etkileyen kapsamlar; yeterlilik, hızlılık, esneklik, örgütleme, insanlar ve bilgi faktörlerinden oluşmaktadır. Çevik üretime yönlendiren faktörler; Pazar, rekabet, müşteriler, teknoloji ve sosyal faktörlerden oluşmaktadır. Araştırma da bu etkenler ile çevik üretime yönlendiren faktörler arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu öngörülerek hipotezler bu doğrultuda oluşturulmuştur.

Araştırmada test edilecek hipotezler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

H1: Destek ekibin demografik özellikleri ve çevik üretim kapasitesi faktörleri arasından pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H2: İşletmenin çevik üretime yönlendiren faktörleri ile çevik üretim kapasitesi faktörleri arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.

4.7.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Ankara ilinde yer alan otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin montaj hatlarına ilave kapasite olması planlanan destek ekibi oluşturmaktadır. Anket bu evreni oluşturan tüm çalışanlara uygulanmıştır. Anketin uygulanmasında hakkında bilgi edinilmek istenilen topluluğu (ana kütleyi) oluşturan bütün birimlerin gözlenmesi (Serper ve Aytaç, 2000, s.1) şeklinde tanımlanan, “tam sayım yöntemi” esas alınmıştır.

Araştırma kapsamında destek ekibini oluşturan 70 kişiye anket formu elden iletilmiştir. 70 kişi ana kütlenin tamamını oluşturmaktadır. Formun uygulanması aşamasında tarafsız cevap verilebilmesi adına çalışanlardan kişisel bilgileri talep edilmemiştir.

4.7.3. Veri Toplama Yöntemi

Uygulama nicel araştırma yöntemi araştırma sınıfına girmektedir. Araştırmanın temelini oluşturacak üç tip veri grubu bulunmaktadır. Bunlar literatür taraması, araştırmanın modeli için gerekli verilerin araştırılması ve son olarak anket verilerinin toplanmasından oluşmaktadır.

Literatür taraması kapsamında klasik kaynak taraması yöntemleri uygulanmaktadır. Konu ile ilgili daha önce yayınlanmış tezler, kitaplar, makaleler ve sempozyum bildirileri taranmıştır.

Araştırma modeli için gerekli verilerin araştırılması kapsamında, iş yerinde oluşturulan modelde yeralan, programı kullanabilecek tüm bölümler ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşme ile veri toplama yöntemi gerçekleştirilmiştir. Öncelikli olarak üretim bölümü çalışanları ve yöneticileri ile görüşülmüş, bölümün ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu görüşmelerden, kapasite eksikliği yaratan kapsamların, iş gücü eksikliği, malzeme eksikliği, yeni ürün devreye alma, müşteri özel isteklerinin yoğun olduğu araçlar gibi kapsamlardan oluştuğu bilgisine ulaşılmıştır. Bu verilerin beslenmesi için, iş hazırlama, üretim planlama, insan kaynakları, lojistik ve bilgi işlem bölümleri ile görüşülmüştür. Bu veriler ve olası süreç gözönüne alınarak modelleme yapılmıştır.

Araştırma kapsamında Çevik Üretim prensibine yönelik bir anket uygulaması yapılmaktadır. Oluşturulan tampon ekibin, çevik üretim prensiplerine uygunluğunu tepit etmek için anket formu hazırlanmıştır. Anket tampon ekinin hepsine uygulanmıştır. Örnek anket formu Ek 1.'de verilmektedir.

Araştırmanın kapasite planlaması aşamasında ihtiyaç duyulan, devamsızlık, kalifikasyon matrisi, üretim programında yer alan araç listesi, gibi verilerin sistem üzerinden veri tabanına akması gerekmektedir. Bu verilerin akışı için insan kaynakları ve IT bölümleri ile görüşülmüştür. Bu verilerin güncel, otomatik olarak sisteme akışı olacaktır.

4.7.4. Çalışmanın Zaman Planı

Araştırmamızın belirli bir plan dâhilinde ilerlemesi için öncelikli olarak bir çalışma planı hazırlanmıştır. Tüm çalışmalar bu plan dâhilinde yapılmıştır. Çalışma planı Tablo 4.8.'de verilmiştir. Çalışmalar 2 faz halinde yapılmıştır. 1. fazda araştırma probleminin belirlenmesi, konu ile ilgili literatür taramasının yapılması aşamaları verilmiştir. Kapsam için 3 tip veri toplama yöntemi benimsenmiştir. Veri toplama çalışmaları 1.fazda literatür araştıması için süreç uzun tutulmuştur. Bu veriler doğrultusunda anket hazırlıkları ve uygulamaları tamamlanmıştır. Destek ekibi ile birlikte çalışma potansiyeli olan diğer bölüm üyeleri ile talepleri doğrultusunda görüşmeler yapılmıştır.

Araştırmanın 2. fazında çalışmanın algoritmasını oluşturmaktadır. Bu aşama da kısıtlar teorisi ve kapasite planlaması parametreleri de devreye alınmaktadır. Kapasite planlamasını oluşturan tüm felsefeler ve ihtiyaçlar ile araştırma modelinin son halini almıştır. IT bölümü ile ortak yürütülecek kapsamların süreci başlamıştır. IT bölümü bu modelin yazılımsal kısmını tamamlamıştır. Ortak bir zaman planı oluşturulmuştur. Destek ekibinin algoritmaya göre çalışmaları bu süreçte devam etmiştir. Tezin yazılmasına yönelik çalışmalar 2. Faz döneminde yer almaktadır. Çalışmanın tamamlanması için 2019 yılsonu planlanmıştır. Tezin yazılmasına yönelik çalışmalar 2. Faz döneminde yer almaktadır.

Tablo 4.9. Araştırma Zaman Planı

Proje Sahası	Tarih / Konular	2018									2019									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FAZ 1	Araştırma Probleminin belirlenmesi																			
	Literatür Taraması																			
	Üretim destek ekibinin kurulması																			
	Verilen Toplanması																			
	Verilen Analizi																			
	Literatür araştırması ve üretim verilerinin entegrasyonu																			
	Yeni modelin kurulması																			
	Anketlerin Hazırlanması																			
	Anketlerin Uygulanması																			
	Anketlerin Analizi																			
	Karar Modelinin Oluşturulması																			
FAZ 2	Algoritma yazımının başlaması																			
	IT ile programın hazırlanması																			
	Program taslağının hazırlanması																			
	IT bölümü ile uygulanabilirlik çalışmaları																			
	Ekipte bu modelin uygulanması																			
	Test süreci																			
	Araştırma Sonuçlarının Analiz Edilmesi																			
	Programın son haline getirilmesi																			
	Tez yazım çalışmalarının başlaması																			
	Tez Çalışmalarının Basılması																			
	İnceleme ve Değerlendirme																			

4.7.5. Anket Formunun Hazırlanması

Araştırmada kullanılan anket iki bölümden oluşmaktadır. Anket formunun hazırlanmasında ve sonuçların değerlendirilmesinde Sharifi'nin çeviklik ölçeğinden ve Teke'nin 2011 tarihli araştırmasından yararlanılmıştır. Anketin birinci bölümünde araştırmaya katılan destek ekibin demografik özellikleri sorgulanmıştır. Çalışanları cinsiyeti, yaşı, eğitim durumu, uzmanlık alanları ve toplam iş deneyimleri sorgulanmıştır.

Anketin ikinci bölümü iki kapsamda incelenmiştir. İlk bölümde çevik üretime yönlendiren faktörlerin etki düzeyini ölçülmektedir. Çevik üretime yönlendiren faktörler ölçeği; 5'li likert tipi ölçek kullanılmıştır. (1=Hiç etkili değil, 2= Etkili değil, 3= Ne etkili ne etkisiz, 4= Etkili, 5= Çok etkili). Toplam 23 sorudan oluşmaktadır. Bu ölçekte çevikliğe yönlendiren; pazar, rekabet, müşteriler, teknoloji ve sosyal faktörler olmak üzere beş boyut analiz edilmiştir.

Anketin ikinci bölümünün diğer kapsamı olarak; çevik üretim kapasitesi sorgulanmıştır. 5'li likert tipi ölçek kullanılmıştır. (1=Çok düşük, 2=Düşük, 3= Ne düşük ne yüksek, 4= Yüksek, 5= Çok yüksek). Toplam 25 sorudan oluşmaktadır. Bu bölümde çevikliğin yedi boyutu olan yeterlilik, hızlılık, esneklik, örgütleme, insanlar, teknoloji ve bilgi maddeleri sorgulanmıştır.

4.7.6. Araştırmanın Örneklemi

Araştırma evreni tam sayım yöntemi esas alarak oluşturulmuştur. Tam sayım yönteminde herhangi bir ayrım göz etmeksizin evrende yer alan tüm katılımcılar örneklemi oluşturmaktadır. Araştırmada destek ekibin tamamı evreni oluşturmaktadır.

Anket kapsamında; destek ekipte yer alan 70 çalışanın hepsine anket formu dağıtılmıştır. 60 adet anketten geri dönüş olmuştur. Ankete katılım oranı % 85,7 olarak ölçülmektedir.

Örneklem hacminin belirlenmesinde kullanılan oransal örnek hacmi formülü (Newbold, 1995):

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{p_x}^2 + p(1-p)}$$

$\sigma_{p_x}^2 = Oranın\ Varyansı$

$n = Örnek\ Hacmi$

$N = Anakütle$

$p = Oran\ (maksimum\ örnek\ hacmine\ ulaşmak\ amacıyla\ p = 0.5\ alınmıştır.)$

N: Evren birim sayısı

Z_α : α= 0.05, 0.01, 0.001 için 1.96, 2.58 ve 3.28 değerleri

Yukarıda verilen formüle göre; % 95 güven aralığında, N = 70, en yüksek örnek hacmine ulaşmak amacıyla p= 0,5 olarak hesaplandığında, anketin 59 kişiye uygulaması gerektiği görülmektedir. Destek ekibine erişim kolaylığı sebebiyle anket 70 çalışanın her birine uygulanmıştır. 60 çalışan ankete cevap vermiştir. Analiz içi yeterli sayı sağlanmıştır.

4.7.7. Verilerin Analizi

Anket sonucunda ulaşılan veriler SPSS 22.0 istatiksel analiz programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada uygulanan analizler sırasıyla aşağıda verilmiştir:

1. Cronbach Alpha_ Güvenilirlik Analizi ve KMO Bartlett Testi ile Faktör Analizi: Araştırmanın verilerinin geçerliliğini ve güvenilirliğini kontrol etmek amacıyla yapılan analiz yöntemleridir.
2. Demografik etkenler için; yüzdesel dağılımlar ve aritmetik ortalamaların analizlerinden,
3.Çevik üretime yönlendiren faktörlerin analizleri için; yönelik standart sapma ve aritmetik ortalamaların analizlerinden,
4.Çevik üretim araçlarının faktörlerin analizleri için; yüzdesel dağılımlar ve aritmetik ortalamaların analizlerinden,
5.Pearson Korelasyon analizi: Hipotezlerin test edilmesinde korelasyon analizlerinden yararlanılmıştır.

4.7.8. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenilirliği

Anket verilerinin doğruluğunu kontrol etmek adına geçerlilik ve güvenilirlik testleri yapılmaktadır. Geçerlilik kavramı, araştırmanın türüne göre ölçülmek istenen verinin ölçme derecesidir. Analiz edilme türüne göre yapısal geçerlilik, içerik geçerliliği, ayırt edici geçerlilik ve yakınsak geçerlilik olarak sınıflandırılmaktadır.

4.7.8.1. Güvenilirlik Analizi

Güvenilirlik kavramı, yapılan her ölçüm için gereklidir, çünkü güvenilirlik bir test ya da ankette yer alan soruların birbirleri ile olan tutarlılığını ve kullanılan ölçeğin ilgilenilen sorunu ne derecede yansıttığını ifade eder (Kalaycı, 2009, s.403). Araştırmada güvenilirliği ölçmek için alfa yöntemi kullanılmıştır. Cronbach Alpha (α) yöntemi, likert ölçekli sorularda kullanılır (Nakip, 2006, s.145). Croanbach Alpha yöntemi; Likert ölçekli anketlerde kullanılan analiz yöntemidir. Alpha değeri 0,7'nin üzerinde olduğu durumlarda verilerin

güvenilir olduğu sonucuna varılabilir. Tablo 4.10.'de Croanbach Alpha değerlerinin güvenilirlik seviyelerini göstermektedir.

Tablo 4.10. Cronbach Alpha Güvenilirlik Değerleri Tablosu

Cronbach Alpha	**Güvenilirlik Derecesi**
$\alpha \geq 0,9$	Mükemmel
$0,9 > \alpha \geq 0,8$	İyi
$0,8 > \alpha \geq 0,7$	Kabul edilebilir
$0,7 > \alpha \geq 0,6$	Şüpheli
$0,6 > \alpha \geq 0,5$	Kötü
$0,5 > \alpha$	Güvenilmez

Croanbach alpha değerine göre ulaşılan sonuçlar Tablo 4.11.'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Cronbach Alpha Güvenilirlik Testi Sonuçları

Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler	**Cronbach Alpha Değeri**	**Açıklaması**
Pazar	0,695	Şüpheli
Rekabet	0,85	İyi
Müşteri	0,733	Kabul edilebilir
Teknoloji	0,762	Kabul edilebilir
Sosyal	0,713	Kabul edilebilir

Tablo 4.10.Devam

Çevik Üretim Kapasitesi	Cronbach Alpha Değeri	Açıklaması
Yeterlilik	0,792	Kabul edilebilir
Hızlılık	0,844	İyi
Esneklik	0,759	Kabul edilebilir
Örgütleme	0,797	Kabul edilebilir
Bilgi	0,714	Kabul edilebilir

Güvenilirlik testleri yapılırken 2 bölümde yer alan çevik üretime yönlendiren faktörler ve çevik üretim kapasitesine ait bileşenler kendi içinde analiz yapılmıştır. Verilerin geçerli olduğunu kabul edilmesi için 0,7 değerinin üzerinde olması gerekmektedir. Yapılan analiz sonucunda bir verinin 0,695 olduğu görülmektedir. 0,7 değerine çok yakın olduğu için kabul edilebilir. Diğer tüm alpha değerlerinin yüksek olması sebebiyle verilerin geçerli olduğu söylenilebilir.

Araştırma kapsamında uygulanan ankette 5li Likert testi uygulanmıştır. Değerlendirme aşamasında Hiç Etkili Değil = 1, Etkili Değil =2, Ne Etkili Ne Etkisiz= 3, Etkili=4 ve Çok Etkili=5 puan alacak şekilde sınıflandırılmıştır. Ankette uygulanan veriler Tablo 4.12.'de görülmektedir. Anket sonuçlarına göre genel ortalaması 4,100, standart sapması 0,820 olarak hesaplanmıştır. Genel ortalamanın; 3,28<Ortalama<4,92 aralığında olduğu hesaplanmaktadır. Bu aralığa göre uygulama verilerinin çevik üretimin etkili olduğu kabul edilebilmektedir.

Tablo 4.12. Anket Verilerinin Standart Sapma ve Aritmetik Ortalaması

Çevikliğe Yönlendiren Faktörler ve Çevik Üretim Kapasitesi	Standart Sapma	Aritmetik Ortalama
Verilerin Tümü	0,820	4,100

4.7.8.2. Faktör Analizleri

Verilerin geçerliliğini test etmek için faktör analizi yöntemi tercih edilmektedir. Faktör analizine başlamadan önce ilk aşama Kaiser Meyer Olkin ve Bartlett testi yapmaktır. Bu test KMO olarak da bilinmektedir. KMO değerinin %70'in üzerinde Bartlett değerinin de %5'in altında olması modeli oluşturan değişkenlerin faktörleşelebileceğini göstermektedir (Alizada, 2019, s.57). Tablo 4.13'de KMO Bartlett Analizi sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4.13. KMO ve Bartlett Testi Sonuçları

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,747
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	758,673
	df	91
	Sig.	,000

Anketin ilk kısmında demografik özellikler incelenmiştir. İkinci kısımda ise Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler ve Çevik Üretim Kapasitesi başlıkları altında sınıflandırılmıştır. KMO değerinin 0,74>0,70 koşulunu sağlaması sebebiyle faktör analizleri yapılmıştır.

Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin analizi Tablo 4.14.'de verilmiştir. Analize göre Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin 5 başlık altında sınıflandırılması gerektiği görülmektedir.

Tablo 4.14_ Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin Analizi Raporu

	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7,071	30,745	30,745	7,071	30,745	30,745
2	2,218	9,641	40,386	2,218	9,641	40,386
3	2,088	9,078	49,465	2,088	9,078	49,465
4	1,791	7,787	57,251	1,791	7,787	57,251
5	1,556	6,766	64,018	1,556	6,766	64,018
6	1,318	5,730	69,748			
7	,944	4,103	73,850			
8	,844	3,671	77,521			
9	,785	3,411	80,933			
10	,640	2,782	83,715			
11	,571	2,482	86,197			
12	,474	2,063	88,260			
13	,436	1,895	90,155			
14	,401	1,742	91,897			
15	,331	1,437	93,334			
16	,318	1,385	94,719			
17	,270	1,175	95,893			
18	,237	1,029	96,923			
19	,230	1,001	97,924			
20	,171	,745	98,670			
21	,118	,511	99,181			
22	,099	,428	99,610			
23	,090	,390	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tablo 4.15. de Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin faktör yükleri verilmiştir.

Tablo 4.15. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin Faktör Yükleri

	Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler	***Faktör Yükleri***
	PAZAR	
1	Küresel ve niş pazarların büyümesi	0,773
2	Ulusal ve Uluslararası politik değişimler	0,722
3	Ürün modellerinin değişiminin artması	0,869
4	Ürün hayat döngüsünün kısalması	0,606
	REKABET	
5	Hızlı değişen pazarlar	0,558
6	Fiyatlar üzerindeki artan baskı	0,732
7	Yenilik oranının artışı	0,769
8	Pazarların artan küreselleşmesi	0,574
9	Pazar için yeni ürün zamanının azalması	0,531
10	Rakiplerin artan tepkisi	0,697
	MÜŞTERİLER	
11	Bireyselleştirilmiş ürün ve hizmetlerin talebi	0,672
12	Pazar ve dağıtım zamanının hızlandırılması	0,535
13	Artan kalite ve düşürülmüş maliyet beklentileri	0,612
14	Miktar ve özellik konusunda ani değişimler	0,372
	TEKNOLOJİ	
15	Daha etkili, hızlı ve ekonomik ürün ve yönetim faaliyetleri	0,687
16	Daha sofistike “soft teknolojiler”(Yazılım metotları ve sistemleri)	0,537
17	Yeni hard teknolojilerdeki bilgi teknolojisinin sonucu	0,667
	SOSYAL FAKTÖRLER	
18	Çevresel Faktörler	0,716
19	Değişen işgücü beklentileri	0,654
20	Çalışma uygulamalarındaki değişimler	0,620
21	Yasal ve politik baskılar	0,604
22	Firma ve pazarların içerisindeki kültürel sorunlar	0,648
23	Sosyal sözleşme değişimleri	0,568

Çevik Üretim Kapasitesi faktörlerin analizi Tablo 4.16.'de verilmiştir. Analize göre Çevik Üretim Kapasitesi Faktörlerin 7 başlık altında sınıflandırılması gerektiği görülmektedir.

Tablo 4.16.Çevik Üretim Kapasitesi Faktörlerin Analizi Raporu

	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	9,164	36,654	36,654	9,164	36,654	36,654
2	2,839	11,355	48,009	2,839	11,355	48,009
3	1,855	7,419	55,429	1,855	7,419	55,429
4	1,678	6,711	62,139	1,678	6,711	62,139
5	1,341	5,364	67,504	1,341	5,364	67,504
6	1,046	4,185	71,689	1,046	4,185	71,689
7	,917	3,670	75,359	,917	3,670	75,359
8	,826	3,305	78,664			
9	,741	2,965	81,629			
10	,616	2,464	84,093			
11	,543	2,172	86,265			
12	,521	2,084	88,350			
13	,446	1,782	90,132			
14	,432	1,730	91,861			
15	,334	1,336	93,197			
16	,310	1,238	94,435			
17	,265	1,061	95,496			
18	,231	,924	96,419			
19	,200	,800	97,220			
20	,177	,707	97,926			
21	,167	,667	98,594			
22	,136	,542	99,136			
23	,096	,384	99,520			
24	,074	,295	99,815			
25	,046	,185	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tablo 4.17 de Çevik Üretim Kapasitesi faktör yükleri verilmiştir.

Tablo 4.17. Çevik Üretim Kapasitesi Faktör Yükleri

	Çevik Üretim Kapasitesi	*Faktör Yükleri*
	YETERLİLİK	
1	Stratejik seviyede vizyon ve yön vermek	0,716
2	Uygun teknoloji ve yeterli teknolojik kapasite	0,758
3	Ürün ve hizmet kalitesi	0,788
4	Maliyet etkililiği ve verimliliği	0,633
5	Yüksek düzeyde ürün tanıtımı	0,762
6	Yenilik ve yönetim değişiminin tutundurulması	0,737
7	Bilgili, yeterli ve güçlendirilmiş insan	0,620
8	Operasyonel yeterlilik ve etkililik	0,770
9	İçsel ve dışsal işbirliği ve bütünleşme	0,819
	HIZLILIK	
10	Hızlı ürün geliştirme	0,810
11	Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet dağıtımı	0,790
12	Daha hızlı üretim	0,779
	ESNEKLiK	
13	Ürün model ve konfigirasyon esnekliği	0,668
14	Ürün hacim esnekliği	0,843
15	Operasyonel esneklik	0,770
16	Personelin değişimlere uyum yeteneği	0,595
	ÖRGÜTLEME	
17	Rakiplerle işbirliğinin yeni yollarının tanımı	0,595
18	Tamamlayıcı firmalarla kaynaşma	0,813
19	Toplam Kalite Yönetimi gibi uygun araç ve teknikler kullanmak	0,853
	iNSANLAR	
20	Ekip çalışmasına ve ekiplere yüksek güven	0,696
21	Güçlendirilmiş işgücü	0,766
	TEKNOLOJİ	
22	Uygun teknolojilere yatırım	0,782
23	Esnek üretim sistemleri kullanmak	0,809
	BİLGİ	
24	Geliştirilmiş sistem ve teknolojiler	0,814
25	Müşteriler ve tedarikçilerin bütünleşmesi	0,784

4.7.9. Demografik Etkenlerin Analizi

Araştırma kapsamında uygulanan anketin ilk kısmı katılımcıların demografik özellikleri sorgulanmıştır. Ankete geri dönüş yapan 60 çalışanın hepsinin cinsiyeti erkektir. Katılımcıların yaş grubu dağılımları Tablo 4.18.'de verilmiştir. Katılımcıların çoğunluğunu 26- 35 yaş grubu oluşturmaktadır. Bu grubun oranı %37,3 olarak hesaplanmıştır. 36-45 yaş arası grup ikinci sırada yer almaktadır. Ekibin %28,8 lük kısmı bu yaş grubundan oluşmaktadır. 25 yaş grubunun altında çalışanların oranı ekibin %27,1'lik kısmını oluşturmaktadır. 46-55 arası yaş grubunda 4 kişi bulunmaktadır. Bu oran toplamın %6,8 lik kısmını oluşturmaktadır.

Tablo 4.18. Çalışanların Yaş Dağılımları

Yaş Grubu	Sayı	Yüzdesi
25 ve daha az	16	27,1
26-35 arası	22	37,3
36-45 arası	17	28,8
46-55 arası	4	6,8
56 ve daha fazla	-	-

Katılımcıların eğitim düzeyi Tablo 4.19.'de verilmiştir. Katılımcıların %52,5 oran ile çoğunluğunu lise mezunları oluşturmaktadır. İkinci sırada %33,9 oran ile önlisans mezunları gelmektedir. İlköğretim mezunlarının oranı %11,9 olarak hesaplanmıştır. Lisans mezunu sadece 1 kişi bulunmaktadır. Bu toplulukta %1,7 oranına denk gelmektedir.

Tablo 4.19. Katılımcıların Eğitim Durumu Tablosu

Eğitim Seviyesi	Sayı	Yüzdesi
İlköğretim	7	11,9
Lise	31	52,5
Ön Lisans	20	33,9
Lisans	1	1,7
Lisans Üzeri	-	-

Tablo 4.20.'de çalışanların iş deneyimleri verilmiştir. Çalışanların %54,2 si 5 yıldan az iş deneyimine sahiptir. 11-15 yıl iş deneyimine sahip çalışanlar ekibin %15,3'lük kısmını oluşturmaktadır. 3. sırada %11,9 luk oran ile 16-20 yıl deneyimli çalışanlar yeralmaktadır. 21 yıldan fazla iş deneyimi olanlar ekibin %10,2sini oluşturmaktadır. 6-10 yıl arası çalışan oranı % 8,5 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.20. Katılımcıların İş Deneyimi Durumu Tablosu

İş Deneyimi	**Sayı**	**Yüzdesi**
5 yıl ve daha az	32	54,2
6 yıl-10 yıl arası	5	8,5
11 yıl-15 yıl arası	9	15,3
16 yıl-20 yıl arası	7	11,9
21 yıl ve daha fazla	6	10,2

Araştırmanın diğer bir sorusunu ekibin uzmanlık oranı oluşturmaktadır. Tablo 4.21.'de çalışanların uzmanlık alanlarına yer verilmektedir. Ekip üyelerinin %39'ununu montaj alanında uzman çalışanlar oluşturmaktadır. Montaj çalışanlarını %32,2 oran ile elektrik çalışanları takip etmektedir. 18,6 oran ile mekanik montaj çalışanları takip etmektedir. İki alanda uzman olanlar ankette yer almayanlar diğer seçeneğini seçmişlerdir. Burada oran %8,5 olarak hesaplanmıştır. Kaynak alanında uzman olan 1 kişinin topluluktaki oranı %1,7 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.21. Katılımcıların Uzmanlık Alanları Tablosu

Uzmanlık Alanı	**Sayı**	**Yüzdesi**
Elektrik	19	32,2
Mekanik	11	18,6
Montaj	23	39
Kaynak	1	1,7
Diğer	5	8,5

4.7.10. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlere Ait Yüzdesel Dağılımlar ve Aritmetik Ortalama Değerleri

Çevik üretime yönlendiren faktörler pazar, rekabet, müşteriler, teknoloji ve sosyal faktörlere ait standart sapmalar ve aritmetik ortalamalar değerleri Tablo 4.22.'da aşağıdaki verilmiştir.

Tablo 4.22. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörlerin Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri

Çevik üretime yönlendiren faktörler	Standart Sapma	Aritmetik Ortalama
Pazar	0,85	4,030
Rekabet	0,805	4,175
Müşteriler	0,721	4,14
Teknoloji	0,807	4,05
Sosyal Faktörler	0,763	4,122
Tüm Faktörler	0,787	4,111

Çevik üretime yönlendiren faktörlerin ortalamaları ve standart sapma değerleri incelendiğinde rekabet faktörünün 4.175 ortalama ile en yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmektedir.

Faktörlere ait yüzdesel dağılımlar, standart sapma ve aritmetik ortalama değerler incelenmiştir. Ankette yeralan sırasıyla tablolar düzenlenmiştir. Anketlerin değerlendirilmesi aşamasında 5'li Likert ölçeği kullanlmıştır. Değerlendirme aşamasında Hiç Etkili Değil = 1, Etkili Değil =2, Ne Etkili Ne Etkisiz= 3, Etkili=4 ve Çok Etkili=5 puan alacak şekilde değerlendirilmiştir. Tablo 4.23.'da Pazar faktörüne ait veriler yer almaktadır.

Tablo 4.23. Pazar Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler PAZAR	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama Sıralaması**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Ürün modellerinin değişiminin artması	0	1,8	14	36,8	47,4	0,778	4,29	**1**
Küresel ve niş pazarların büyümesi	1,8	5,3	10,5	56,1	26,3	0,866	4	**2**
Ulusal ve Uluslararası politik değişimler	0	5,3	19,3	45,6	29,8	0,845	4	**3**
Ürün hayat döngüsünün kısalması	1,8	0	36,8	36,8	24,6	0,866	3,82	**4**

Tablo 4.23'da yeralan pazar faktörüne ait bulgular incelendiğinde Pazar faktörleri içinde çevik üretime en çok yönlendiren etkenin 4,29 ortalama ile ürün modellerinin değişiminin artması olduğu tespit edilmiştir. Küresel ve niş pazarların büyümesi ve ulusal ve uluslararası politik değişimlerin 4 ortalama ile aynı oranda cevap almıştır. Ürün hayat döngüsünün kısalması en az puan alarak en son sırada yer almaktadır.

Tablo 4.24.'de rekabet faktörüne ait bulgular verilmiştir. Rekabet faktörleri içinde çevik üretime en çok yönlendiren etkenin 4,298 ortalama ile yenilik oranının artışı ürün artması olduğu tespit edilmiştir. Hızlı değişen pazarlar ve fiyatlar üzerindeki artan baskı etkenleri yenilik oranındaki artışı takip etmektedir. Diğer etkenler sırasıyla Pazarların artan küreselleşmesi ve rakiplerin artan tepkilerinden oluşmaktadır. Pazar için yeni ürün zamanının azalması en düşük oranda cevap almıştır.

Tablo 4.24.Rekabet Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler REKABET	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama Sıralaması**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Yenilik oranının artışı	0	3,5	12,3	35,1	49,1	0,822	4,298	**1**
Hızlı değişen pazarlar	0	1,8	10,5	43,9	43,9	0,731	4,29	**2**
Fiyatlar üzerindeki artan baskı	1,8	0	19,3	35,1	43,9	0,875	4,19	**3**
Pazarların artan küreselleşmesi	0	0	21,1	47,4	31,6	0,724	4,105	**4**
Rakiplerin artan tepkisi	0	3,5	15,8	49,1	31,6	0,785	4,087	**5**
Pazar için yeni ürün zamanının azalması	0	5,3	19,3	38,6	36,8	0,883	4,07	**6**

Müşteriler ile ilgili faktörler Tablo 4.25. ‘de yer almaktadır. Çevik üretime yönlendiren müşterilere ait verilerin en başında 4,19 ortalama ile miktar ve özellik konusunda ani değişimler gelmektedir. Ani değişimleri 4,14 ortalama ile pazar ve dağıtım zamanının hızlandırılması ve artan kalite ve düşürülmüş maliyet beklentileri takip etmektedir. Bu sınıfta düşük ortalama bireyselleştirilmiş ürün ve hizmetlerin talebi olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.25. Müşteriler Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler MÜŞTERİLER	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Miktar ve özellik konusunda ani değişimler	0	0	14	52,6	33,3	0,666	4,19	**1**
Pazar ve dağıtım zamanının hızlandırılması	0	5,3	8,8	52,6	33,3	0,789	4,14	**2**
Artan kalite ve düşürülmüş maliyet beklentileri	0	5,3	7	56,1	31,6	0,766	4,14	**3**
Bireyselleştirilmiş ürün ve hizmetlerin talebi	0	1,8	12,3	59,6	26,3	0,673	4,105	**4**

Tablo 4.26. Teknoloji Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler TEKNOLOJİ	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Daha sofistike "soft teknolojiler"(Yazılım metotları ve sistemleri)	0	0	21,1	47,4	31,6	0,724	4,105	**1**
Daha etkili, hızlı ve ekonomik ürün ve yönetim faaliyetleri	0	3,5	21,1	43,9	31,6	0,822	4,035	**2**
Yeni hard teknolojilerdeki bilgi teknolojisinin sonucu	0	3,5	21,1	43,9	31,6	0,822	4,035	**3**

Çevik üretime yönlendiren faktörlerden Teknoloji faktörlerine ait analiz sonuçları tablo 4.26'de verilmiştir. Teknoloji faktörlerinin en başında 4,105 ortalama ile yeni yazılım yöntemleri gelmektedir. Yazılımsal gelişmeleri 4,035 ortalama ile daha etkili, hızlı ve ekonomik ürün ve yönetim faaliyetleri ve yeni hard teknolojilerdeki bilgi teknolojisinin sonucu maddeleri takip etmektedir.

Çevik üretime yönlendiren faktörlerin en sonuncusunu sosyal faktörler oluşturmaktadır. Tablo 4.27.'de Çevik Üretime yönlendiren sosyal faktörler yer almaktadır. Bu sınıfta yer alan en yüksek oran 4,228 ortalama ile çalışma uygulamalarındaki değişimler ve yasal ve politik baskılardır. Bu etkeni değişen işgücü beklentileri takip etmektedir.

Tablo 4.27. Sosyal Faktörlere Ait Bulgular

Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler SOSYAL FAKTÖRLER	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama Sıralaması**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Çalışma uygulamalarındaki değişimler	0	1,8	10,5	50,9	36,8	0,707	4,228	**1**
Yasal ve politik baskılar	0	1,8	10,5	50,9	36,8	0,707	4,228	**2**
Değişen işgücü beklentileri	0	0	14	54,4	31,6	0,657	4,175	**3**
Çevresel Faktörler	0	3,5	15,8	50,9	29,8	0,775	4,072	**4**
Firma ve pazarların içerisindeki kültürel sorunlar	1,8	5,3	14	45,6	33,3	0,925	4,035	**5**
Sosyal sözleşme değişimleri	0	1,8	24,6	45,6	28,1	0,779	4	**6**

Çevresel Faktörler ve firma ve pazarların içerisindeki kültürel sorunlar diğer sosyal faktörleri oluşturmaktadır. Sosyal sözleşme değişimleri 4 ortalama puan ile en düşük etken olarak değerlendirilmiştir.

4.7.11. Çevik Üretim Kapasitesini Etkileyen Faktörlere Ait Yüzdesel Dağılımlar ve Aritmetik Ortalama Değerleri

Çevik üretim kapasitesini etkileyen faktörleri oluşturan; yeterlilik, hızlılık, esneklik, örgütleme, insan faktörü, teknoloji ve bilgi etkenlerine ait standart sapmalar ve aritmetik ortalamalar değerleri Tablo 4.28'de verilmiştir.

Çevik üretime kapasitesini etkileyen faktörlerin ortalamaları ve standart sapma değerleri incelendiğinde insan faktörünün 4.169 ortalama ile en yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.28.Çevik Üretim Kapasitesini Etkileyen Faktörlerin Standart Sapma ve Aritmetik Ortalama Dağılımları

Çevik Üretim Kapasitesi	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**
Yeterlilik	0,787	4,107
Hızlılık	0,979	4,125
Esneklik	0,841	4
Örgütleme	0,806	4,041
İnsanlar	0,858	4,169
Teknoloji	0,929	3,964
Bilgi	0,84	4,15

Çevik Üretim kapasitesini etkileyen faktörlere ait yüzdesel dağılımlar, standart sapma ve aritmetik ortalama değerler incelenmiştir. İlk olarak yeterlilik faktörü incelenmektedir. Tablo 4.29'de Çevik Üretim kapasitesini etkileyen faktörlerden yeterlilik etkenine ait bulgular yer almaktadır. Yeterlilik kapsamında 9 adet parametre incelenmiştir. En yüksek oran 4,285 ile ürün ve hizmet kalitesidir. Bu maddeyi, maliyet etkililiği ve verimliliği takip etmektedir. Yüksek düzeyde ürün tanıtımı ve operasyonel yeterlilik ve etkililik, 4,178 oran ile bu kapsamı takip etmektedir. En az puanı 3,982 puan ile stratejik seviyede vizyon ve yön vermek maddesi almıştır.

Tablo 4.29. Yeterlilik Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretim Kapasitesi YETERLİLİK	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Ürün ve hizmet kalitesi	0	0	12,5	46,4	41,1	0,679	4,285	**1**
Maliyet etkililiği ve verimliliği	0	0	19,6	41,1	39,3	0,748	4,196	**2**
Yüksek düzeyde ürün tanıtımı	0	0	16,1	50	33,9	0,69	4,178	**3**
Operasyonel yeterlilik ve etkililik	0	0	21,4	39,3	39,3	0,765	4,178	**4**
İçsel ve dışsal iş birliği ve bütünleşme	0	1,8	25	32,1	41,1	0,854	4,125	**5**
Yenilik ve yönetim değişiminin tutundurulması	0	0	21,4	48,2	30,4	0,72	4,089	**6**
Uygun teknoloji ve yeterli teknolojik kapasite	0	1,8	23,3	41,1	33,9	0,805	4,071	**7**
Bilgili, yeterli ve güçlendirilmiş insan	1,8	1,8	21,4	41,1	33,9	0,893	4,035	**8**
Stratejik seviyede vizyon ve yön vermek	0	5,4	17,9	50	26,7	0,82	3,982	**9**

Tablo 4.30'de çevik üretime yönlendiren kapsamların başında daha hızlı üretim yapabilme gereksinimine ait analiz yer almaktadır. Ankete verilen yanıtların 4,33 gibi yüksek bir ortalaması bulunmaktadır. İkinci sırada 4,071 ortalama ile hızlı ve zamanında ürün ve hizmet dağıtımı etkeni yer almaktadır. Hızlı ürün geliştirme en düşük oranı almıştır.

Tablo 4.30. Hızlılık Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretim Kapasitesi HIZLILIK	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama Sıralaması**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Daha hızlı üretim	0	1,8	10,7	39,3	48,2	0,745	4,33	**1**
Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet dağıtımı	5,4	0	17,9	35,7	41,1	1,041	4,071	**2**
Hızlı ürün geliştirme	7,1	0	17,9	39,3	35,7	1,094	3,964	**3**

Esneklik faktörüne ait bulgular incelendiğinde personelin değişimlere uyum yeteneği 4,071 ortalama ile en yüksek puanı almıştır. Değişimlere uyum yeteneğini sırasıyla; operasyonel esneklik, ürün model ve konfigürasyon esnekliği ve ürün hacim esnekliği takip etmektedir.

Tablo 4.31. Esneklik Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretim Kapasitesi ESNEKLİK	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Personelin değişimlere uyum yeteneği	1,8	3,6	14,3	46,4	33,9	0,891	4,071	**1**
Operasyonel esneklik	0	5,4	19,6	44,6	30,4	0,852	4	**2**
Ürün model ve konfigirasyon esnekliği	0	1,8	25	46,4	26,8	0,774	3,982	**3**
Ürün hacim esnekliği	1,8	3,6	17,9	51,8	25	0,861	3,946	**4**

Tablo 4.32. Örgütleme Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretim Kapasitesi ÖRGÜTLEME	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Toplam Kalite Yönetimi gibi uygun araç ve teknikler kullanmak	0	0	19,6	42,9	37,5	0,741	4,178	**1**
Tamamlayıcı firmalarla kaynaşma	1,8	0	21,4	48,2	28,6	0,82	4,017	**2**
Rakiplerle iş birliğinin yeni yollarının tanımı	1,8	0	28,6	42,9	26,8	0,849	3,928	**3**

Çevik üretim kapasitesi örgütleme faktörüne ait bulgular Tablo 4.32'de verilmektedir. Örgütlemede en yüksek faktör Toplam Kalite Yönetimi gibi uygun araç ve teknikler kullanmak 4,178 ortalama ile en yüksek cevabı almıştır. Bu cevabı sırasıyla tamamlayıcı firmalarla kaynaşma ve rakiplerle iş birliğinin yeni yollarının tanımı etkenleri takip etmektedir.

Tablo 4.33. İnsanlar Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretim Kapasitesi İNSANLAR	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Ekip çalışmasına ve ekiplere yüksek güven	0	1,8	17,9	33,9	46,4	0,814	4,25	**1**
Güçlendirilmiş işgücü	1,8	3,6	14,3	44,6	35,7	0,9	4,089	**2**

Çevik üretim kapasitesini etkileyen faktörlerden insan faktörüne yönelik analizler Tablo 4.33'de verilmiştir. Bu kategoride en yüksek etken 4,25 ortalama ile ekip çalışmasına ve ekiplere yüksek güven olduğu tespit edilmiştir. Bu faktörü 4,089 ortalama ile güçlendirilmiş işgücü etkeni takip etmektedir.

Tablo 4.34.Teknoloji Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretim Kapasitesi TEKNOLOJİ	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Esnek üretim sistemleri kullanmak	1,8	1,8	21,4	44,6	30,4	0,873	4	**1**
Uygun teknolojilere yatırım	1,8	3,6	30,4	28,6	35,7	0,988	3,928	**2**

Teknoloji faktörü çevik üretimi yönlendirdiği gibi çevk üretimin kapsaitesini de etkileyen bir faktör özelliğini göstermektedir. Çevik üretim kapasitesini iki yöntem ile etkilediği düşünülmektedir. Esnek üretim sistemleri kullanmak maddesi 4 ile en yüksek ortalama cevabı almıştır. Diğer etken ise uygun teknolojilere yatırım Tablo 4.34.'de maddeler yer almaktadır.

Tablo 4.35. Bilgi Faktörüne Ait Bulgular

Çevik Üretim Kapasitesi BİLGİ	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**	**Standart Sapma**	**Aritmetik Ortalama**	**Aritmetik Ortalama**
	Yüzdesel Dağılımlar (%)							
Geliştirilmiş sistem ve teknolojiler	1,8	0	17,9	39,3	41,1	0,855	4,178	**1**
Müşteriler ve tedarikçilerin bütünleşmesi	0	3,6	17,9	41,1	37,5	0,832	4,125	**2**

Çevik üretim kapasitesini belirleyen faktörlerden bir tanesi de bilgi etkenidir. Tablo 4.35'de bu etken için ede edilen analiz verileri yer almaktadır. Bilgi etkenlerini geliştirilmiş sistem ve teknolojiler 4,178 ortalama ile en yüksek puanı almıştır. Müşteriler ve tedarikçilerin bütünleşmesi maddesi 4,125 ortalama ile ikinci sırada yer almaktadır.

4.7.12. Araştırma Hipotezlerinin Test Sonuçları

Araştırma kapsamında pozitif yönlü ilişkisi olduğu varsayılan kapsamlar için Pearson - Korelasyon analizi yapılmaktadır. Korelasyon analizi ile ölçüm yapılan veriler arasında ilişki olup olmadığını ve ilişkinin yönü tespit edilebilmektedir. Korelasyon analizinin yapılabilmesi için öncelikli olarak p değerinin 0,05 değerinden küçük olma şartını sağlaması gerekmektedir. Korelasyon katsayısı pozitif ise iki değişken arasında pozitif yönlü bir ilişki var demektir. Şayet veri negatif çıkarsa negatif yönlü bir ilişki var demektir. Hesaplanan korelasyon katsayısı (r) Tablo 4.36.' de yer alan aralığa göre yorumlanır.

Tablo 4.36. Korelasyon Katsayısı Yorumlama Tablosu

r<0.2	Çok zayıf ilişki veya korelasyon yok
0.2<r<0.4	Zayıf korelasyon
0.4<r<0.6	Orta şiddette korelasyon
0.6<r<0.8	Yüksek korelasyon
0.8<r	Çok yüksek korelasyon

Araştırmada test edilecek hipotezler ve sonuçları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

H1: Destek ekibin demografik özellikleri ve çevik üretim kapasitesi faktörleri arasından pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Demografik etkenlere yönelik veri toplanırken; cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, iş deneyimi ve uzmanlık alanlarına yönelik sorular oluşturulmuştur. Destek ekip üyelerinin hepsi erkeklerden oluşmaktadır. Bu sebeple Pearson Korelasyon analizi kapsamında cinsiyet parametresi analize dâhil edilmemiştir. Diğer demografik etkenler ve çevik üretim kapasitesine yönelik yapılan korelasyon testi sonuçları Tablo 4.37. de yer almaktadır. P<0,05 olduğu durumlarda test sonucu anlamlıdır. Korelasyon değerlerinin seviyesi Tablo 4.35'deki verilere göre belirlenir. Tablo 4.37'daki sonuçlara bakıldığında test sonuçlarının anlamlı olmadığı gözlenmektedir. Bu verilerin sonucunda demografik etkenler ile çevik üretim kapasitesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Hipotez **red** edilir.

Tablo 4.37. H1 Hipotezi Korelasyon Analizi Sonuçları

			Çevik Üretim Kapasitesi Faktörleri						
			Yeterlilik	Hızlılık	Esneklik	Örgütlenme	İnsanlar	Teknoloji	Bilgi
Demografik Etkenler	Yaş	r	0,038	0,180	-0,075	-0,196	-0,061	-0,016	-0,085
		p	0,781	0,184	0,581	0,147	0,657	0,906	0,533
		Durum	red	red	red	red	red	red	red
	Eğitim	r	-0,048	0,006	0,059	-0,054	0,034	0,048	0,026
		p	0,724	0,963	0,666	0,693	0,805	0,727	0,848
		Durum	red	red	red	red	red	red	red
	Deneyim	r	-0,073	0,013	-0,162	-0,231	-0,175	-0,076	-0,253
		p	0,593	0,922	0,232	0,087	0,197	0,579	0,060
		Durum	red	red	red	red	red	red	red
	Uzmanlık	r	-0,053	-0,015	-0,201	-0,036	-0,194	-0,152	-0,051
		p	0,700	0,914	0,138	0,791	0,152	0,264	0,708
		Durum	red	red	red	red	red	red	red

H2: İşletmenin çevik üretime yönlendiren faktörleri ile çevik üretim kapasitesi faktörleri arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Çevik üretime yönlendiren faktörler ve çevik üretim kapasitesi faktörleri arasındaki ilişkileri test etmek için Pearson Korelasyon testi ile analiz edilmiştir. $P<0,05$ olduğu durumlarda test sonucu anlamlıdır. Çevik üretime yönlendiren faktörler 5 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; Pazar, rekabet, müşteriler, teknoloji ve sosyal faktörlerdir. Çevik üretim kapasitesi faktörleri 7 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar yeterlilik, hızlılık, esneklik, örgütlenme, insanlar, teknoloji ve bilgi düzeyidir. Analiz aşamasında Çevik üretime yönlendiren faktörler 5 bileşeni ile Çevik üretim kapasitesi faktörleri 7 bileşeni arasındaki ilişkinin pozitif yönlü olup olmadığı test edilmiştir. Analiz için 5x7 lik bir matriks hazırlanmıştır. Bu matrikste bileşenlerin p, olasılık değerleri, r korelasyon değerleri ve ilişkinin pozitif yönlü olduğu durumlarda test sonucu kabul, değilse red olduğu durum kısmında belirtilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 4.38'de verilmiştir.

Tablo 4.38. H2 Hipotezi Korelasyon Analizi Sonuçları

			Çevik Üretim Kapasitesi Faktörleri						
			Yeterlilik	Hızlılık	Esneklik	Örgütlenme	İnsanlar	Teknoloji	Bilgi
Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler	Pazar	r	0,422	0,211	0,36	0,568	0,361	0,497	0,538
		p	0,001	0,119	0,007	0,000	0,006	0,000	0,000
		Durum	kabul	red	kabul	kabul	kabul	kabul	kabul
	Rekabet	r	0,462	0,127	0,194	0,415	0,329	0,328	0,313
		p	0,000	0,350	0,151	0,001	0,013	0,014	0,019
		Durum	kabul	red	red	kabul	kabul	kabul	kabul
	Müşteriler	r	0,562	0,404	0,42	0,322	0,265	0,465	0,391
		p	0,000	0,002	0,001	0,015	0,049	0,000	0,003
		Durum	kabul	kabul	kabul	kabul	kabul	kabul	kabul
	Teknoloji	r	0,463	0,459	0,499	0,435	0,363	0,428	0,464
		p	0,000	0,000	0,000	0,001	0,006	0,001	0,000
		Durum	kabul	kabul	kabul	kabul	kabul	kabul	kabul
	Sosyal Faktörler	r	0,484	0,183	0,212	0,287	0,275	0,288	0,415
		p	0,000	0,177	0,116	0,032	0,040	0,032	0,001
		Durum	kabul	red	red	kabul	kabul	kabul	kabul

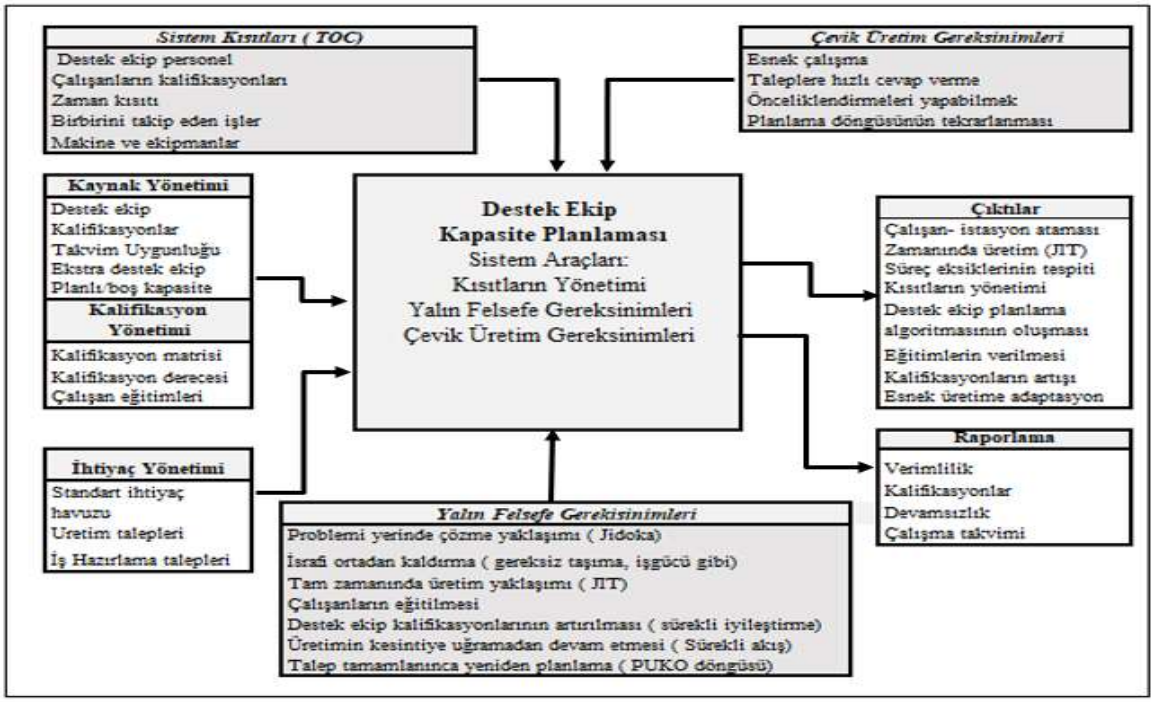
Hipotezlerin test sonuçlarına göre pozitif yönlü ilişki çıkan bileşenlerin ilişki düzeyleri Tablo 4.39'de verilmiştir.

Tablo 4.39. Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler ile Çevik Üretim Kapasitesi Faktörleri İlişki Düzeyleri Tablosu

			Çevik Üretim Kapasitesi Faktörleri						
			Yeterlilik	**Hızlılık**	**Esneklik**	**Örgütlenme**	**İnsanlar**	**Teknoloji**	**Bilgi**
Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler	**Pazar**	r	0,422	Hipotez Red	0,36	0,568	0,361	0,497	0,538
		İlişki düzeyi	Orta şiddette korelasyon		Zayıf korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Zayıf korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Orta şiddette korelasyon
	Rekabet	r	0,462	Hipotez Red	Hipotez Red	0,415	0,329	0,328	0,313
		İlişki düzeyi	Orta şiddette korelasyon			Orta şiddette korelasyon	Zayıf korelasyon	Zayıf korelasyon	Zayıf korelasyon
	Müşteriler	r	0,562	0,404	0,42	0,322	0,265	0,465	0,391
		İlişki düzeyi	Orta şiddette korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Zayıf korelasyon	Zayıf korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Zayıf korelasyon
	Teknoloji	r	0,463	0,459	0,499	0,435	0,363	0,428	0,464
		İlişki düzeyi	Orta şiddette korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Zayıf korelasyon	Orta şiddette korelasyon	Orta şiddette korelasyon
	Sosyal Faktörler	r	0,484	Hipotez Red	Hipotez Red	0,287	0,275	0,288	0,415
		İlişki düzeyi	Orta şiddette korelasyon			Zayıf korelasyon	Zayıf korelasyon	Zayıf korelasyon	Orta şiddette korelasyon

4.8. İşletmede Kapasite Planlamasının Uygulanması

Projenin 2 faz da çalışıldığı belirtilmiştir. 2. Fazda kapasite planlanmasına yönelik çalışmalar tamamlanmıştır. 1. fazda araştırmanın modeli oluşturulmuştur. Şekil 4.15.'de yer alan akış diyagramına göre kapasite planlamasının yalın üretim, kısıtlar teorisi ve çevik üretim prensiplerinden beslenerek yapılacağı görülmektedir. Araştırma modeli açıklanırken prensipler açıklanmıştır. Uygulamanın yaplabilmesi için destek ekibin çevikliğin test edilmesi gerekmiştir. Faz 1 de çeviklik ölçümü yapılmıştır. Ekibin çevik olduğuna karar verilmiştir. Faz 2'de kapasite planlaması için girdi ve çıktı oluşturacak verilerin analizi yapılmaktadır. Sürecin çıktılarını oluşturulurken üretim destek ekibinin kaynak – kalifikasyon-ihtiyaç eşleşmesinin otomatik yapılabilmesi ve takip edilebilmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda ilgili bölümler ile görüşmeler yapılarak, görüşme ve belge yöntemi ile veriler toplanmıştır. Etkin bir kapasite yönetimi yapılabilmesi için 3 temel veri başlıkta veri akışının olması gerektiğine karar verilmiştir. Bunlar sırasıyla kaynak yönetimi, ihtiyaç yönetimi ve raporlama başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Sürecin çıktılara ek olarak sistemsel birtakım raporlara ulaşmak hedeflenmiştir.



Şekil 4.15. Akış Diyagramı

4.8.1. Veri Toplama Yöntemi

Araştırmanın bu kısmında, 1. fazda ulaşılan veriler yardımı ile modelin veri tabanının oluşturulması sağlanmıştır. Ancak kapasite planlaması aşamasında, iş gücü eksiklerinin,

malzeme eksikliklerinin, talep edilen istasyon bilgisi gibi anlık malzeme taleplerinin akışınında sağlanması gerekmektedir.

Kapasite planlaması gereksinimlerini tespit edebilme amacıyla modeli doğrudan etkileyen bölümler ile görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerdeki tespitler dokümanlara kayıt edilmiştir. Doğrudan etkileyen bölümler ve modele etkilerini aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Üretim Bölümü: Eksik iş gücü talebini ileten bölümdür. Hangi kapsamlarda destek gerektiğini iletmiştir.
- İş Hazırlama Bölümü: İlave iş gücü gerektiren durumları tariflemiştir. Örneğin; proje aracı çalışması, ilk kez uygulanacak bir talebin gelmesi, vb.
- Lojistik Bölümü: Malzeme tedariği ve bandın beslemesi ile ilgili kapsamlar yer alır.
- Planlama Bölümü: Üretimin planması, özel siparişlerde bant alış planının değiştirilmesi durumunda destek vermektedir.
- Bilgi İşlem Bölümü: Kapasite planlama algoritması hazırlandıktan sonra bilgi işlem bölümüne devredilmiştir. Verilerin sistem üzerinden akışının planlanması, alogoritmanın oluşturulması ve yazılım aşamasında destek sağlamıştır.

Görüşme sürecinde ilgili bölümlerden temsilciler ile yüz-yüze görüşmeler yapılmıştır. Sürecin tanınmasına yönelik yapılandırılmamış sorular sorularak çalışanların görüşleri alınmıştır. Bu toplantılar sırasında beyin fırtınası tekniği uygulanarak veri toplanmıştır. Bu görüşmeler ile kaynak yönetimi, ihtiyaç yönetimi ve kaliifikasyon yönetimi başlıkları oluşturulmuştur.

Programlama aşamasındaki verilerin akışı sistemler üzerinden ilerlemektedir. İş gücü talepleri, eksik malzeme talepleri işletmenin kullandığı kurumsal kaynak planlaması programı arayüzü ile yapılmaktadır.

4.8.2. Verilerin Analizi

Görüşmeler sonucunda ulaşılan verilere Excel programında kayıt edilmiştir. Pilot uygulama Excel yardımı ile yapılmıştır. Talep edilen işgücü ve atamaların planlanması manuel olarak yürütülülere, sonuçlar kontrol edilmiştir.

Algoritmanın oluşturulması aşamasında MS Visio programındna yararlanılmıştır.

Kapasite planlaması programı firmaya özel hazırlanmış kurumsal kaynak planlaması programında hazırlanmıştır.

4.8.3.Kaynak Yönetimi

Kaynak Yönetimi iş atamasını yapılacak destek ekibi çalışanlarının fiziki sayısı, âtıl kapasitesi ve kalifikasyonlarından oluşmaktadır. Fiziki çalışan sayısı dinamik kaynak havuzu, çalışanların yeterlilikleri kalifikasyon yönetimi olarak nitelendirilmiştir.

Dinamik kaynak havuzu; Ekip 70 kişiden oluşmaktadır. Araştırma modelinde amaç anlık ihtiyaçlara göre ekip kapasitesinin dağılımını ve anlık boş kapasitenin görselleştirilmesi ve yönetiminin yapılmasıdır. Örneğin: Toplam 70 kişilik kapasite olduğunu varsayalım. 64 tane çalışanın planlı işi olsun. 6 kişilik pratik kapasitemiz bulunmaktadır. Diğer 64 çalışanın işinin tamamlanma süresini görebilmesi istenilmektedir. Ek olarak dinamik kaynak havuzunda verilen bilgilere de ulaşabilmesi gerekmektedir.

- Destek Ekip Listesi; Görev ataması yapılmamış ekip üyelerinin listesi
- Devamsızlık takibi; Havuzda kaç çalışan var, günlük devamsızlık listesi
- Kalifikasyonun Uyuşması; Bir iş talebi girdiğimizde kalifikasyonların eşleşmesi gerekmektedir.
- Takvim Uygunluğu; Görev ataması yapılan çalışanı uygun kaynak olarak görülmemesi gerekmektedir.
- Ekstra Destek Ekibi; Dinamik havuza yeni adam eklenmesi
- Planlı/Boş Kapasite; Ne kadarlık kapasiteyi planlandı, ne kadar boş kapasite var?

İşletmede kaynak yönetiminde veri akışı anlık yürütülmektedir. Çalışanlar işletme sahasına girerken kart basmaktadır. Bu şekilde çalışanların iş yerinde olup olmadıkları tespit edilebilmektedir. Planlamada gerekli olan diğer bir konu kalifikasyon yönetimi için gerekli bilgiler Tablo 4.38.'den alınmaktadır. Destek ekipten talep edilen çalışan sayısı, kalifikasyonları talep doğrultusunda sisteme girilmektedir.

4.8.4. Kalifikasyon Yönetimi

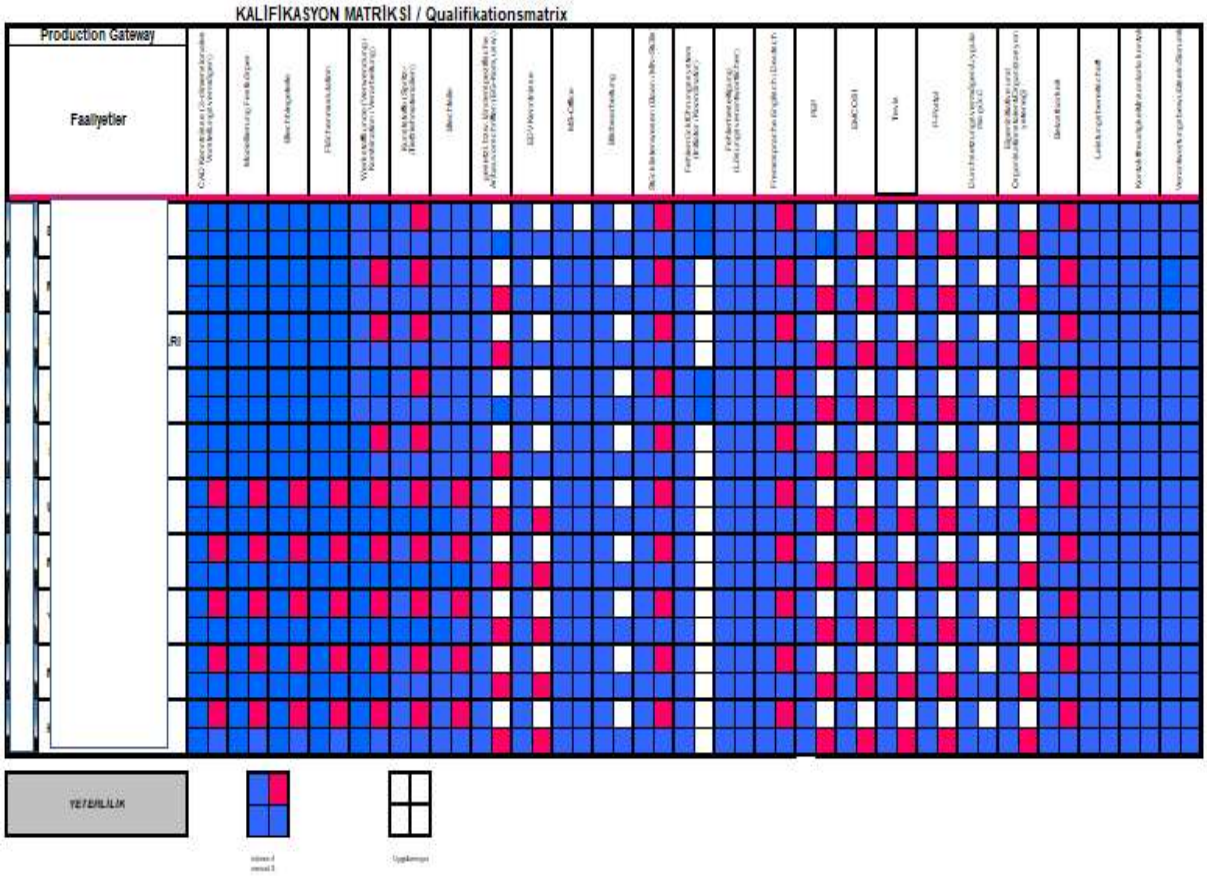
Kalifikasyon Yönetimi kapsamında ekip çalışanlarının çoklu kalifikasyon yapısının sınıflandırılması gerekmektedir. Çalışanların eğitimleri, işçilik sırasında oluşan hatalar için veri tabanından oluşması planlanmaktadır. Ek olarak verilen bilgilere de gereksinim olmaktadır.

- Ekip üyelerinin kalifikasyonları sınıflandırılmalı

- Talepler için ana başlıklar belirlenmeli; Mekanik, montaj, elektrik, kaynak, standart iş gibi…
- Talepler için alt başlıklar belirlenmeli örneğin; Montaj ana başlığı altında, hava kanalı, koltuk, yapıştırma gibi…
- İşin zorluk derecesi sınıflandırılabilir olmalı; %0 dan %100 e
- İş gruplarına göre uygun adam aratılabilme özelliği

Oluşturulan destek ekipe ait bilgiler Kişisel Verilerin Kullanımı Kanunu gereği sebebiyle paylaşılamaktadır. Ek 2 ile örnek kalifikasyon matrisi formu verilmiştir. Doldurulmuş örnek form Tablo 4.39. de verilmiştir.

Tablo 4.40. Destek Ekibi Kalifikasyon Matriksi



4.8.5. İhtiyaç Yönetimi

İhtiyaç yönetimi kapsamında 2 temel kapsam önem arz etmektedir. Bunlar ihtiyaçların anlık akışının sağlanması ve bu ihtiyaçların önceliklendirilmesi gerekmektedir. Gelen ihtiyaçların bir ihtiyaç havuzunu oluşturacaktır. Bu ihtiyaçların üretim akışı ve teslimat önceliklerine

göre ihtiyaçların sınıflandırılması ve algoritmayla otomatik kaynak atanması istenmektedir. İşletme de diğer bölümler ile yapılan görüşmelerin sonucunda; ihtiyaç kapsamları oluşturan konular aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

- Standart İhtiyaçlar: çok sık karşılaşılmayan ancak, talep olduğunda kesin ilave destek gerektiren kapsamlar
- Fark işler ve müşteri özel isteklerinin yoğun olduğu siparişler.
- Eksik parça montajları
- Üretim talepleri
- Hata giderme ve aksiyon durumları
- Hata Giderme
- İlk kez yapılacak uygulamalar
- İstenilen toleranslarda gelmeyen üretim malzemelerinin montajı

İşletmedeki ihtiyaçların akışının sağlanması için programda seçeneklerin oluşturulması gerekmektedir. Talebin öncelikle net tanımlanması gerekmektedir. Örneğin X sipariş numaralı otobüse istikâmet gösterge montajı yapılması gibi... Ancak bu çalışan talebi için yeterli değildir. Belirtilen istikâmet gösterge montajında elektrikçi mi yoksa mekanik çalışanı montajı mı gerektiğinin de belirtilmesi gerekmektedir. Talep tipi ile çalışanların hangi kalifikasyona sahip olduğunu seçeneklerinin de sunulması gerekmiştir. Tablo 4.41.'se İhtiyaç belirleme tablosu verilmiştir. Bu tablo ile belirlenen özellikler programın algoritmasında ihtiyaç yönetimi olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.41. İhtiyaç Belirleme Tablosu

Sütun Adı	Veri Tipi	Detay
Talep Eden Kişi	Otomatik	
Talep Eden Bölüm	Otomatik	
Asıl İş Merkezi	Çoktan Seçmeli	Sistemden İstasyon Listesi gelecek.
Talep Tanımı	Metin	
Talep Tipi	Eğer Talep Sahibi Üretim yetkilisiyse Üretim talepleri listesi açılır.	Listenin sık güncellenmesi gerekebilir. Talep tipinden sonra aşağı bazı bilgi alanları açılacak. Eğer Talep tipi eksik adam ise; kota sorgusu çalışacak.
Talep Edilen Operatör Yetkinliği	Operatör yetkinliği listesi açılır.	Listenin sık güncellenmesi gerekebilir. Admin'e açık bir liste olmalı.
Talep Edilen İş Grubu	Çoktan Seçmeli	Asıl iş merkezine göre listelenecek.
Kalifikasyon Derecesi	Çoktan Seçmeli	
Ön görülen çalışma yeri	Çoktan Seçmeli	Sistemden İstasyon Listesi gelecek.
İhtiyaç Zamanı	Tarih-saat seçilecek.	
Tahmini İş Süresi	dk	5 ve 5 in katları

4.8.6. Süreç Sonunda Hedeflenen Çıktılar

Kapasite planlama sürecinin sonucunda çalışanların iş atamalarına ek çıktılara ulaşmak ve anlık raporlara ulaşabilmek hedeflenmiştir. Kapasite Planlaması sürecine ek olarak ulaşılması planlanan çıktılar sırasıyla aşağıda verilmektedir.

- Çalışan- istasyon iş ataması
- Zamanında üretim (JIT)
- Süreç eksikliklerinin tespiti
- Kısıtların yönetimi
- Destek ekip eğitim eksiklerinin tespiti
- Destek ekibin eğitimlerinin tamamlanması
- Ekip üyelerinin kalifikasyonların artışı
- Esnek üretime adaptasyon

Verilen çıktılara ek olarak anlık raporlara ulaşabilme özelliği de istenilmektedir. Bu raporlar ile ulaşılmak istenilen kapsamlar aşağıda verilmiştir.

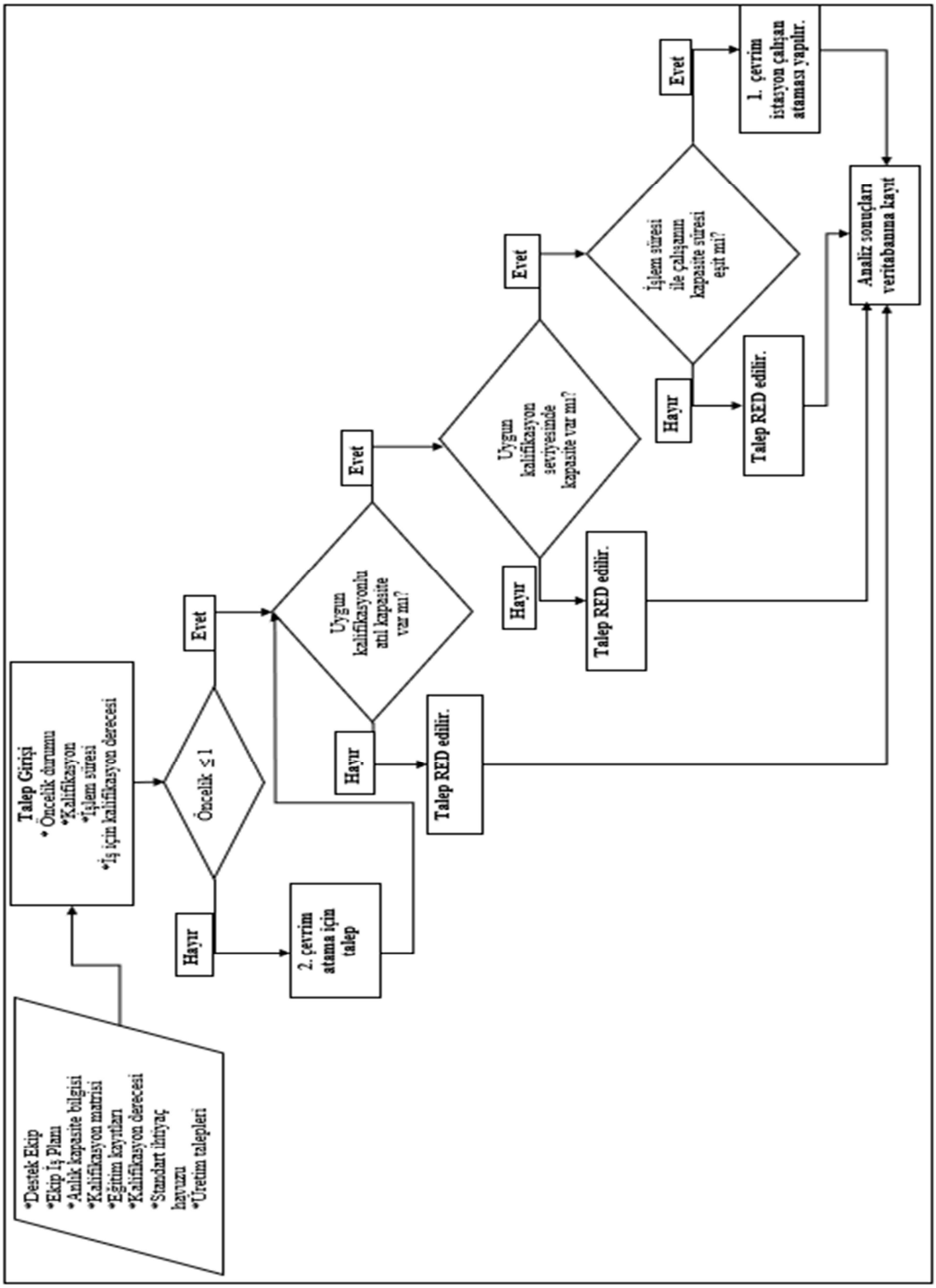
- Verimlilik

- Kalifikasyonlar
- Devamsızlık
- Denge ekibinin çalışma programı

4.8.7. Kapasite Planlama Algoritması

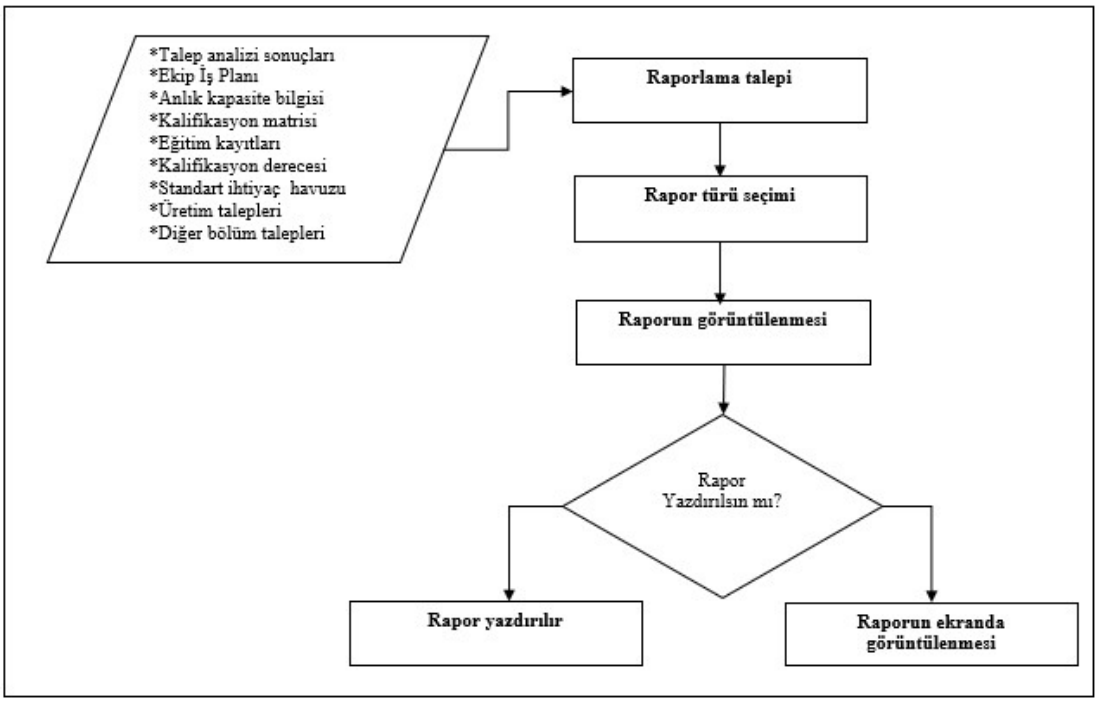
Kapasite planlaması sürecinde sistem girdilerine veri tabanı üzerinden erişilecektir. Bu veri tabanının beslenmesi ilgili bölümlerin sorumluluğunda olmaktadır. Örneğin devamsızlık verilerinin güncelliği insan kaynakları bölümünün sorumluluğunda olacaktır. Verilerin akışı ve kapasite planlama programının yazılımı bilgisayar destek bölümü tarafından takip edilecektir. İş gücü talepleri ise üretim bölümü tarafından yapılacaktır.

İşletmede yapılan kapasite planlaması araştırmasında 2 tip çıktı talep edilmektedir. Çıktıların ilkini çalışan-iş ataması oluşturmaktadır. Şekil 4.16.'de çalışan- iş ataması sürecinin algoritması oluşturulmaktadır.



Şekil 4.16. Çalışan- İş Ataması Algoritması

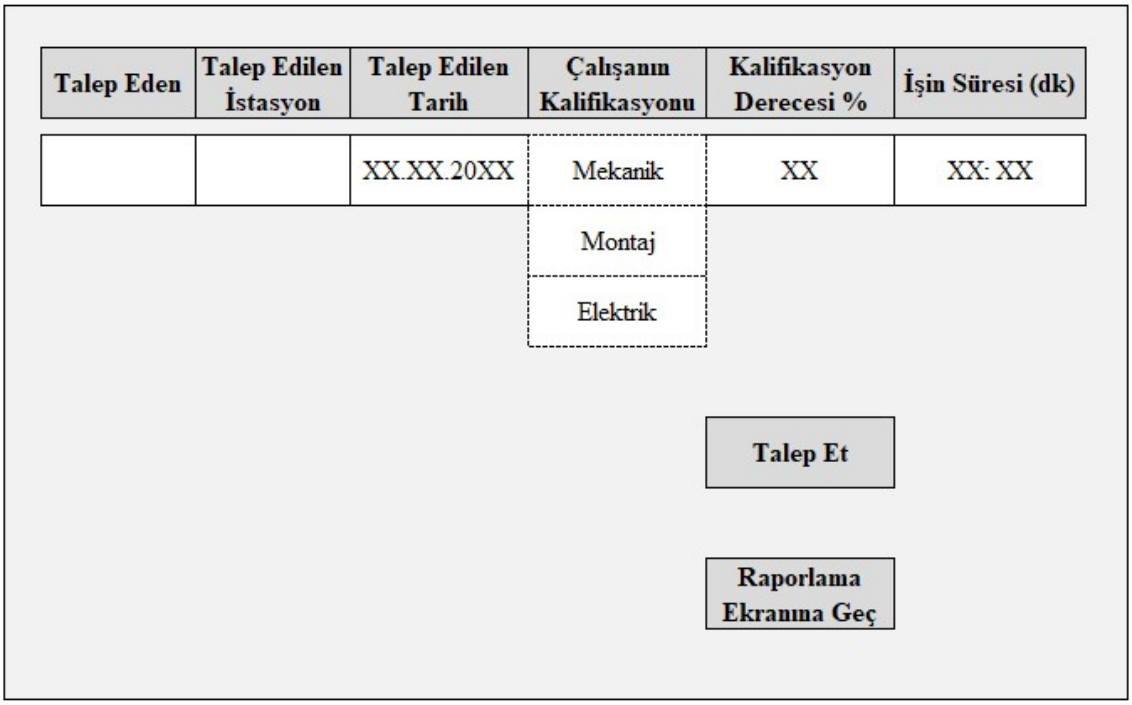
İkinci çıktı grubunu raporlar oluşturmaktadır. Programdan anlık güncel durumlara ait raporlara erişebilmek talep edilmektedir. Şekil 4.17.' de rapor talep algoritması verilmektedir. Talep edilen raporlara örnek olarak; çalışan- istasyon dağılımı, çalışanların devamsızlık durumu, verimlilik raporu ve çalışanların kalifikasyon raporları oluşturmaktadır.



Şekil 4.17. Rapor Talep Algoritması

4.8.8. Çalışan Talep Ekranı Oluşturulması

Destek ekibinden çalışan talep edilmesi aşamasında bazı kriterlerin de belirtilmesi gerekmektedir. Bunlar sırasıyla; talep edilen istasyonun bilgisi, çalışanda gerekli olması gereken kalifikasyonlar, talep edilen zamanı ve işin süresi; çalışanın bu işi yapabilmesi için niteliklilik derecesi oluşturmaktadır. Talep ekranında olması gerekenler genel hatlarıyla Şekil 4.18.'de verilmiştir. Talep için koşullar ekran üzerinden girildikten sonra, talep et ekranı ile Şekil 4.16.'de yer alan çalışan iş atama algoritması çalışmaya başlayacaktır. Veri tabanında gelen boş kapasite bilgisi doğrultusunda talep ile eşleşme yapılacaktır. Uygun şartları sağlayan bir çalışan olmaması durumunda talep red edilecektir.



Talep Eden	Talep Edilen İstasyon	Talep Edilen Tarih	Çalışanın Kalifikasyonu	Kalifikasyon Derecesi %	İşin Süresi (dk)
		XX.XX.20XX	Mekanik	XX	XX: XX
			Montaj		
			Elektrik		

Talep Et

Raporlama Ekranına Geç

Şekil 4.18. Talep Ekranı Görseli

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmeler yaşam döngüsüne devam ederken tamamlamaları gereken bazı faaliyetler bulunmaktadır. Yapılan faaliyetler esnasında en önemli konu işletmeyi zarara uğratmamak ve bunu takiben kâr elde etmektir. İşletme faaliyetlerinde kâr- zarar ilişkisini en çok etkileyen faaliyetler; satın alma faaliyetleri ve kapasite kullanım ile ilgili faaliyetlerdir. İşletme verimi ne kadar düşük olursa, boş yere harcanan kaynakların miktarı o kadar yüksek olacaktır. Satın alma sürecinde yer alan ham madde tedarik süreci vazgeçilmesi mümkün olmayan bir maliyettir. Ancak verim düştüğü noktada ilave ham madde tedarik miktarı artacaktır. Bu durum işletme kârlılığını direkt olarak düşüren bir etmendir. Bu noktada kapasite kullanım oranının yüksek olmasının verimi etkilemesi bakımından ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Araştırmanın uygulandığı işletme kapasite planlamasının öneminin bilincine varmıştır. Planlamayı doğru yapabilmek adına çeşitli yöntemlerde bulunmuştur. İşletme otomotiv sektöründe faaliyet gösteren otobüs üretimi üzerinde uzmanlaşmış bir firmadır. Otobüs üretimi, otomotiv ürün grubunda yer alan tüm ürünlere göre en zor olanıdır. Müşteriye özel üretiliyor olması, beraberinde çok fazla çeşitliliği de yanında getirmektedir. Otobüs modellerine ek olarak, iç ve dış tasarımı neredeyse her siparişte farklılık göstermektedir. Bazı otobüslerde müşteri özel istekleri çok az olabilirken, bazı modellerde çok fazla olabilmektedir. Üretimde en çok sıkıntı yaratan konu müşteri özel istekleri ister az ister çok fazla olsun işlem görecekleri istasyon sayısı ve istasyonda kalma süresi sabittir.

İşletme farklı özellikteki otobüslerin aynı sürede üretilebilmesi için çözüm arayışlarına gitmiştir. Çözüm arayışlarına giderken yalın üretim prensiplerini benimsenmiştir. Başka bir istasyona kalmadan sorunun yerinde çözülmesi ve üretimin zamanında yapılması

istenmektedir. İlave otobüs, kullanılan malzemelerin başka lokasyonlara taşınması istenmemektedir. Bu muda olarak bildiğimiz israfın ortadan kaldırılması prensibi ile örtüştürülmektedir. İşletmede çözüme yönelik arayışlarda mevsimlik işçi kiralanması, geçici süreli işçi alımı gibi çözümlere yönelmişlerdir. Ancak bu uygulamaların hiçbiri istenilen verimi sağlamamıştır. İşletme kapasiteyi doğru yönetmek ve oluşabilecek dar boğazları önlemek adına bir destek ekibi oluşturmuştur. Çalışmanın devamında bu destek ekibin kapasite planlanması probleminin çözümüne odaklanılmıştır.

5.1.Sonuçlar

Araştırmanın problemi ilk iletildiğinde işletmenin montaj hattında yaşadığı kapasite planlama problemine çözüm arayışı olarak anlatılmıştır. Eş zamanlı olarak tam zamanında üretim yapılması, israfların ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmaların kapasite sıkıntısını rahatlatacağı düşünülmektedir. Bu gereksinimler yalın üretim aşamalarını tariflemektedir. Bir yandan bazı zor araçlarda mevcut araçlar ile kapasitenin yetişemeyeceği, ek kapasite ihtiyacı olduğuna yönelik bir algı oluşmuştur. Probleme yönelik ilk veri toplanıldığı dönemde, şirkette yalın üretim uygulandığı ancak bazı iyileştirmelerin uygulanabileceği tespit edilmiştir. Mevcut iş gücü kapasite ile siparişlerin karşılanma durumunun zor olduğu, yeni oluşacak ekibin yalın üretimin getirdiği standartlaşma/ standart iş uygulanması prensibine uygun olmayacağına karar verilmiştir. Bu ekibin çeviklik özelliklerini sağlaması gerektiği gözlemlenmiştir. Ekipten yüksek verim sağlanabilmesi adına bu ekibin kapasitesinin planlamasına karar verilmiştir. Kapasite planlanması için kısıtların doğru yönetilmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile araştırma ilk olarak yalın üretim, çevik üretim ve Kısıtlar Teorisi prensipleri ile kapasite planlanması problemi olarak adlandırılmıştır. Çalışma sırasında elde edilen en önemli sonuçlardan bir tanesi; kısıtların analizinin yalın üretimdeki muda analizi aşamasında tespit edilmesidir. Kısıtların ortadan kaldırılması ve iyileştirilmesi yalın üretim uygulamaları ile birlikte yürütülmüştür. Potansiyel iyileştirmeler yapıldıktan sonra gerçekten destek ekibe ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bu ekibe yönelik çalışmalar araştırmanın üçüncü adımında yapılabilmiştir. Araştırma probleminin aslında yalın üretim, kısıtlar teorisi ve çevik üretim ile kapasite planlaması olduğuna karar verilerek, tez adı bu şekilde güncellenmiştir.

Araştırmanın amacını da bu destek ekibin kapasite planlaması oluşturmuştur. Ekibin çalışma prensibi her ne kadar yalın üretim koşullarını sağlamayı hedeflese de çevik üretim ile uyumlu oldukları tespit edilmiştir. Kapasite planlaması probleminin doğru

çözümlenebilmesi adına kısıt yaratan etkenlerin doğru tarif edilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Bu veriler doğrultusunda araştırmaya başlarken sekiz adet soru belirlenmiştir. Bu soruların cevaplandırılması ve çözümlenmesine çalışma planı belirlenmiştir. Araştırmadaki tüm veriler bu çalışma planı doğrultusunda kayıt altına alınmıştır. Araştırma soruları ve bu sorulara verilen cevaplar aşağıda verilmiştir.

1.İşletme kapasite kısıtını yaratan etkenler nelerdir? İşletme kısıtını etkileyen en büyük etken zaman faktörüdür. Otobüsün modeli ve müşteri özel istekleri farklı olsa dahi, istasyonda tamamlanması için gereken süre sabittir. Her istasyonda çalışan personelin sayısı da sabit olmaktadır. Üretim aşamasında kısıt yaratan konulardan bir tanesi makine ve ekipmanların durumudur. Aynı ekipmanın kullanacağı talepler siparişe yansıtıldığında, ortak makine- ekipman gereksinimi sebebiyle bekleme yapılması gerekmektedir. Bir diğer kısıt çalışan personelin kalifikasyon seviyesidir. İstasyonda tamamlanması gereken iş adımı ile çalışan personelin kalifikasyonun uyumlu olması gerekmektedir. Bu kapsam da kısıt yaratmaktadır.

2.İşletmenin sorunlarının çözümüne getirilebilecek öneriler nelerdir? Araştırma kapsamında işletmenin montaj hatlarında yer alan kapasite darboğazına odaklanılmasına karar verilmiştir. Kalıcı çözüm olarak destek bir ekip kurulmasına, bu ekibin doğru planlaması adına talebin ve eşleşmenin yapılabilmesi için bir program oluşturulmasına karar verilmiştir. İşgücü ihtiyacı olan istasyonlar bilgisayar üzerinden talepte bulunabilecekler, ek olarak tüm çalışanlar bu verilere ulaşabileceklerdir.

3.Yalın üretim ve prensipleri nelerdir? Yalın üretim, tarihçesi ve uygulama yöntemleri araştırmanın başlangıç evrelerinde incelenmiştir.

4. Çevik üretim ve prensipleri nelerdir? Çevik üretim prensipleri araştırılmıştır. İşletmenin çevikliğini sorgulamak adına anket formları düzenlenmiştir ve işletmeye uygulanmıştır. Anketler hazırlanırken Sharifi'nin hazırladığı anket formundan faydalanılmıştır. Hipotezlerin oluşturulmasında önceki çalışmalardan destek alınmıştır.

Çeviklik ölçümünde 5'li Likert ölçeği uygulanmıştır. En yüksek değer 5, en düşük değer 1 olarak belirlenmiştir. Çeviklik anketi sonuçlarına göre genel ortalaması 4,100, standart sapması 0,820 olarak hesaplanmıştır. Bu değer çeviklik değerinin; 3,28<ekip çeviklik değeri <4,92 aralığına denk gelmektedir. Bu aralığa göre uygulama verilerinin çevik üretimin etkili

olduğu kabul edilebilmektedir. Bu değer ekipteki çeviklik değerlerinin geliştirilmeye açık olduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında 2 hipotez test edilmiştir. İlk hipotez ile demografik etkenler ile çevik üretim kapasitesi arasındaki pozitif yönlü bir ilişki olup olmadığı test edilmiştir. Yapılan test sonucunda bu ilişkinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

İkinci hipotezde ise çevik üretime yönlendiren faktörleri ile çevik üretim kapasitesi faktörleri arasında pozitif yönlü ilişkinin olup olmadığı test edilmiştir. Araştırma kapsamında işletmeyi çevik üretime yönlendiren faktörler ile çevik üretim kapasitesi faktörleri arasında ilişki durumu testler yapılmıştır. Bu kapsamda 5x7 lik bir matriks hazırlanmıştır. Bu analiz kapsamında 35 varyasyon için analiz yapılmıştır. Bu 35 varyasyon için yapılan testlerin 30 test kabul edilmiş, 5 test red edilmiştir. Bunlara göre;

İşletmemizin çevik üretime yönlendiren faktörler alt boyutu olan pazar potansiyeli ile çevik üretim kapasitesi faktörlerinden hızlılık arasında pozitif yönlü bir ilişki olmadığı ölçülmüştür. Burada pazar potansiyeli olarak İşletme içinde destek ekibe yönelik ihtiyaç kast edilmektedir. İşletmenin talepleri belirlidir. Hızlılık özelliği ile çabuk cevap verebilme özelliği açıklanmaktadır. Bu özellik işletme için uygun değildir. Yapılan analiz sonucunda da pozitif yönlü ilişki olmadığı gözlemlenmiştir.

İşletmemizin çevik üretime yönlendiren faktörler alt boyutu olan rekabet ile çevik üretim kapasitesi faktörlerinden hızlılık ve esneklik özelliklerinde arasında pozitif yönlü bir ilişki yoktur. Çevik üretim uygulamaları çoğunlukla KOBİ işletmelerinde yapılmıştır. KOBİ'lerde hızlı hareket ederek, rakip firmadan iş almak mümkün olmaktadır. Ancak İşletme'de oluşturulan ekip için böyle bir rekabet durumu söz konusu değildir. Yapılan ölçüm sonucuna göre de bu hipotez kabul edilememiştir.

İşletmemizin çevik üretime yönlendiren faktörler alt boyutu olan sosyal faktörler ile çevik üretim kapasitesi faktörlerinden hızlılık ve esneklik arasında pozitif yönlü bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Sosyal faktörlerde çalışma uygulamalarındaki değişimler, yasal ve politik baskılar, değişen işgücü beklentileri, çevresel faktörler, firma ve pazarların içerisindeki kültürel sorunlar ve sosyal sözleşme değişimleri oluşturduğu belirtilmiştir. Belirtilen kapsamlar çalışanların esnekliğini sınırlandırmaktadır. Hızlılık, talebe hızlı ulaşma, taleplere

çabuk cevap vermek konuları ile ilgilidir. Bu kapsamın sosyal faktörler ile ilgili olmadığı da yapılan analiz ile kanıtlanmıştır.

5.Kısıtlar teoremi ve prensipleri nelerdir? Kapasite planlanmasındaki gereksinimleri işletmenin kısıtları oluşturmaktadır. Bu gerekçe ile kısıt, kısıtlar teoremi ve prensiplerinin neler olduğu araştırılmıştır. Kısıtların tespiti muda analizi aşamasında yapılmıştır.

6.Oluşturulacak tampon ekibin gereksinimleri nelerdir? Araştırma modelini belirlemek adına, kapasite planlaması için tampon destek ekibinin gereksinimleri üç başlık altında sınıflandırılarak araştırılmıştır. Bu sınıflar ihtiyaç yönetimi, kalifikasyon yönetimi ve kaynak yönetimi başlıklarından oluşmaktadır. Talep aşamasında hangi istasyona, hangi kalifikasyonda, kaç kişi ve ne kadar süreli gereksinim yapıldığı bilgisinin de iletilmesi gerekmektedir. Planlama sonucunda çalışan- istasyon ataması yapılacaktır. Ek olarak ekibin anlık durumunun görülebileceği, verimlilik oranının takip edilebileceği bazı raporlara erişilebilecektir.

7.Yalın ve çevik üretim ve kısıtlar teorisi prensiplerinin bu ekibin çalışma şeklinde nasıl uygulanabilir? Destek ekibin çalışma şekli bu üç prensibin de yerine getirecek şekilde tanımlanmıştır. Yalın üretim kapsamında; israfı ortadan kaldırma (Gereksiz taşıma, işgücü gibi), tam zamanında üretim yaklaşımı (JIT), çalışanların eğitilmesi ve destek ekip kalifikasyonlarının artırılması (Sürekli iyileştirme), üretimin kesintiye uğramadan devam etmesi (Sürekli akış) ve son olarak talep tamamlanınca yeniden planlama (PUKO döngüsü) konularında ihtiyaçları karşılaması gerekmektedir. Çevik üretim gereksinimlerini sağlamak adına oluşturulacak ekibin; esnek çalışma, taleplere hızlı cevap verme, önceliklendirmeleri yapabilmek ve planlama döngüsünün tekrarlanması gereksinimlerini sağlayabilmesi gerekmektedir. Araştırmanın istenilen sonuca ulaşılabilmesi için oluşturulan ekibin çevik üretim koşullarını sağlayabiliyor olması gerekmektedir. Kısıtlar teorisinin kısıtların belirlenmesi ve doğru yönetimi ile ilgili kısımda destek alması söz konusu olmaktadır.

8.Bu ekibin kapasite yönetimde uygulanacak algoritma nasıl olmalıdır? Araştırma için iki algoritma hazırlanmıştır. Bunlardan ilki çalışan- istasyon atamasını, ikinci ise raporlama ile ilgili kısımı oluşturmaktadır. Çalışanın iş ataması yapılabilmesi için 2 temel veri akışına ihtiyaç vardır. Bunların ilkini kaynaklar ikincisini ihtiyaçlar oluşturmaktadır. Araştırma kapasmında bu sistemsel akışlar planlanmıştır. Bazı iş adımları diğerilerinden önce tamamlanmalıdır. Örneğin bir monitörün montajından önce monitorun askısı

tamamlanmalıdır. Askının takıldığı istasyonda çalışan talebi var ise öncelik bu istasyona verilecektir. Talep ekranından istasyon bilgisi girişi de yapılması zorunludur. Gelen talep öncelikli ise algoritmada bir sonraki adıma geçilir. Sonraki aşamada kalifikasyon – talep eşleşmesi yapılır. Örneğin mekanik çalışanı ihtiyacı vardır. Âtıl kapasite havuzunda mekanikçi var ise bir sonraki iş adımına geçilir. Eğer mekanikçi yok ise talep red edilir. Sonraki aşamada çalışanın kalifikasyon seviyesi sorgulanır. Temel seviyede bilgiye mi sahip yoksa uzman bir çalışana mı ihtiyaç olup olmadığı sorgulanır. Temel seviyede bir montaj çalışanı cıvatayı sıkabilir. Ancak koltuk montajında uzmanlık gerekmektedir. Bu aşamada bu eşleşme yapılır. Sonraki adımda çalışanın âtıl süresi ile işin süresinin uyumu karşılaştırılır. Koltuk işçisinin 30 dk boş süresi var olduğunu düşünelim. 45 dk'lık bir koltuk montajında çalışan talep edilirse bu istasyona çalışan ataması yapılamayacaktır. Atama sonuçlandıktan sonra döngü yeniden başlar. Bu atamaların sonuçları veri tabanında kayıt edilecektir.

Araştırmada oluşturulan 2. algoritma raporlama algoritmasıdır. Bu algoritmada kaynak akışı planlanmıştır. Rapor talebi yapılır. Sonraki aşamada raporun türü seçilir. Rapor ekranda görüntülenir. Son adımda rapordan çıktı alınıp, alınmaması ile ilgili bir karar aşaması yer almaktadır.

Talep için koşullar ekran üzerinden girildikten sonra, talep et ekranı ile çalışan iş atama algoritması çalışmaya başlayacaktır. Talep ekranı ihtiyaç yönetimi için en önemli adımı oluşturmaktadır. Çalışan- iş ataması algoritmasındaki tüm karar aşamaları da talep ekranında yer verilmiştir.

Araştırma problemini yalın üretim prensiplerine dayanarak yerinde sorunu çözme (Jidoka) yaklaşımı hedeflenmiştir. Jidoka yaklaşım ile tam zamanında üretim yapılması, üretimin kesintiye uğramadan yapılması, gereksiz malzeme, yarı mamul taşıması gibi özellikler ortadan kaldırılacaktır. Kapasite planlanması adına öncelikli olarak işgücü talebi yaratabilecek kapsamlar belirlenmiştir. Bunlar çok müşteri özel isteği olan yeni otobüs siparişler, proje araçları veya ürün geliştirmek amaçlı yapılan projelere ait denemeler, standart bilinen ilave işgücü gerektiren özel istekler; örneğin üç kapılı otobüs siparişi gibi, eksik veya geç gelen malzeme bilgileri ve hata gidermeye yönelik aksiyon diye bilinen çalışmalardan oluşmaktadır. Tüm bu kaynakların ilgili bölümler üzerinden sistematik akışı sağlanmalıdır. Planlama anlamında en büyük sıkıntıyı kısıtlar veya bilinen adıyla

darboğazlar yaratmaktadır. Araştırmanın konularından bir tanesi kısıtlar teorisi prensiplerini kullanarak bu kısıtların doğru yönetilmesini sağlamaktır. Doğru yönetmek ile belirtilen kısıtların ortadan kaldırılması da olabilir veya iyileştirmeler yardımı ile etkinliğinin aaltılması da olabilir. İşletmede ilk kısıtımız zaman kısıtıdır. Zaman kısıtını önlemek adına verilere ve taleplere daha erken ulaşabilmek hedeflenmiştir. Tüm taleplerin internet ağı ortamında, ihtiyaç duyan herkesin veri girişini yapabilmesi ve sonucu görmesi için kullanımı kolay bir ekran tasarlanmıştır. Destek ekibi ve üretimdeki sorumluları bu kapsamların sonuçlarını rahatlıkla görebilecektir. Diğer kısıt destek ekip çalışanların kalifikasyon değerleridir. Kalifikasyon matrisine ait raporlama yapılarak, çalışanların sonuçları rahatlıkla görebilmesi sağlanmaktadır. Bir diğer kısıt birbirini takip eden işlerdir. Örneğin, zemin kaplamasından önce koltuk montajı yapılamayacaktır. Burada her iki istasyondan talep olması durumunda önceki istasyonun talebi yerine getirilecektir. Makine ve ekipman kısıtlarına yönelik yatırım kararı gerekmektedir. Bu konu proje kapsamında değerlendirilememiştir.

Araştırmada uygulanan diğer prensip çevik üretimdir. Araştırmada kapasite planlaması istenmektedir. Ancak dikkat edilmesi gereken husus, seri üretim için bir kapasite planlanması talep edilmemektedir. Daha hızlı karar verip, hareket etmesi gereken bir yapı oluşturulmuştur. Bu ekip için de yapılacak kapasite planlaması çeviklik özelliğinin yükse olması gerekliliği bilinmektedir. Araştırma kapsamında çeviklik özelliklerini sağlayan; taleplere hızlı cevap verme, veri akışını hızlı yönetme, önceliklendirmeyi yapabilme ve hızlı planlama yapabilen bir ekip oluşturulmuştur. Ekip çalışanlarının çevikliğini ölçmek adına Sharifi'nin 1999'da uyguladığı çeviklik ölçeği araştırmaya uyarlanmıştır. Çeviklik özellikleri uygulama aşamasında hem ekip üyelerine hemde program için temel oluşturmuştur. Ekip üyelerinin alanında en iyi çalışanlar olmasının yanında, kendini geliştirmeye açık kişilerden oluşmasına dikkat edilmiştir. Eş zamanlı çalışanların eğitimlerine dikkat edilmiştir. Kapasite planlama programı için veri akışının kolay olabilmesi adına, her çalışanın erişimine açık bir modda internet uzantılı bir program olarak tasarlanmıştır. User-friendly/ kolay kullanılabilir bir arayüz tasarlanmıştır. Taleplerin önceliklendirilebilmesi için istasyon bilgisi, öncelik derecesine karar verilecek bir program tasarlanmıştır.

Araştırmada kısıtların tespiti, doğru yönetilmesi ve kapasite planlanması yönelik algoritmaların oluşturulması çalışmaları yapılmıştır. Yapılan araştırmada çeviklik ölçeği

destek ekibin çevikliğini test amacıyla uygulanmıştır. Diğer prensipler yalın üretim, çevik üretim ve kısıtlar teorisi prensibi temel ilkeleri doğru planlama yapabilmek adına kapasite planlama programına adapte edilmiştir. Mukayese yerine destek amaçlı kullanılması sebebiyle diğer araştırmalardan farklılık göstermektedir.

İşletmede yapılan araştırmada destek ekibin kapasite planlanması amaçlanmıştır. Bu araştırma iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada doğru planlama yapabilmek adına süreçteki israfların ve kısıtların analizi yapılmıştır. Bu analizde muda yöntemi oluşturulmuştur. Çalışmada Yalın Üretim ve Kısıtlar Teorisi çalışmaları ortak yürütülmüştür.

Belirtilen prensiplerin (Yalın Üretim, Kısıtlar Teorisi ve Çevik Üretimin) kapasite planlamasına doğrudan veya dolaylı etkileri bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla;

Yalın üretimin kapasite planlamasına dolaylı etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Süreçteki israf yaratan faktörler, çevrim zamanında tamamlanamayan işler ayıklanmıştır. Bu uygulamalarda amaç katma değersiz işlerin ortadan kaldırılmasıdır. Heijunka yönteminin uygulanması ile montaj hattında basit ve kapsamlı siparişlerin planlanmasına dikkat edilmektedir. Bu şekilde hat çalışanları özel durumlarda sonraki istasyona eksik kalan kapsamları dengeleyebilmektedir. İlave destek çalışanına ihtiyaç olmadan hattaki iş adımları tamamlanabilmektedir. Araştırmada muda analizinden sonra uygulanan yöntem değer akış haritalamasıdır. Bu yöntem ile dar boğaz yaratan noktalar görsel hâle getirilmiştir. Problemlere daha hızlı odaklanılmıştır. Yalın üretimin bu çalışmada kapasite planlamaya etkisi, doğru planlama yapılabilmesini sağlayacak israftan arınmış bir çalışma alanı sağlamasıdır.

Kısıtlar Teorisinin kapasite planlamasına etkisi ise; çalışmanın sonucunda kapasite planlamasının aslında kısıtların yönetilmesi süreci olduğunun tespiti şeklinde olmuştur. Süreç girdilerini, işgücü, çalışanların kalifikasyonları, ham madde, çevrim zaman, makine ve ekipmanlar oluşturmaktadır. Bu girdiler sistem kısıtları özelliğini de göstermektedir. Kısıtlar Teorisinin uygulanmasında iki yöntemden yararlanılmıştır. Bunlar, Kısıtlar Teorisinin 5 odaklanma adımları ve mantıksal düşünce süreçleridir. Kısıtların en aza indirilmesi ve doğru yönetilmesi ile düzgün bir kapasite planlaması yapılabilmektedir. Araştırmada Kısıtlar Teorisinden hem araştırmanın ilk aşamada olan hat çalışmalarında, hem de 2. faz da kapasite planlama algoritmasının oluşturulması aşamasında yararlanılmıştır.

Çevik üretimin kapasite planlamasına uygulanması adımında ise bu aşamada bir adaptasyon değil bir zorunluluk olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın amacını oluşturulan tampon ekibin kapasite planlaması oluşturmaktadır. Dar boğaz olan noktalarda işgücü talebine hızlı cevap verebilecek, çeşitli iş adımlarında destek olabilecek, esnek çalışabilen, bunlar gibi çeviklik özelliklerini sağlayan bir ekip oluşturulmuştur. Tampon ekibin çevikliği Sharifi ve Yıldız'ın oluşturduğu ölçekler baz alınarak ölçülmüştür. Ekibin iş planının sürekli güncellenmesi, hızlı planlama yapılması ve atamaların aynı şekilde hızlı yapılıyor olması sistemin çeviklik özelliklerini sağlayacak şekilde tasarlandığını göstermektedir.

5.2.Öneriler

Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde işletmenin geliştirilmesi gereken özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

* Çalışanların kalifikasyonlarının artırılması gereksinimi,

*Ekip üyelerinin eğitimlerinin takip edilmesi ve eksik oldukları alanlarda yeni eğitimler verilmesi,

*Kapasite planlamasının doğru yapılabilmesi için veri akışının düzenli ve eksiksiz yapılması,

* Bu kapsamda talep yapan bölüme ve bilgisayar destek kısmına gereken önemin verilmesi,

* İşletme genelinde konunun önemi ile ilgili eğitimler verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Ağın, K. (2020). Yönetimlerde Kaizen Felsefesi, *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2020, Cilt: 1, Sayı: 1. Samsun

Akdağ, M. (2005). Toplam Kalite Yönetimi ve Örgüt İçindeki Yeri. *Selçuk İletişim Dergisi.* 4(1), 159–170.

Akkaya, N. (2015), *Kısıtlar teorisi ve bir üretim işletmesinde uygulanması* , Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Akkaya, B., Tabak, A. (2018). Örgütsel Çeviklik Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışması. *İş ve İnsan Dergisi*. Ekim 2018, Cilt-Sayı 5 (2), 185-206.

Akman G., Karakoç Ç. (2005). Yazılım geliştirme prosesinde kısıtlar teorisi düşünce süreçlerinin kullanılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2005, 7, 103-12.

Akman, G. ve Ural, Ö. (2011). Şirket Yerel Alan Ağlarının İnternet Bağlantılarında Güvenliğin Sağlanması Probleminin Kısıtlar Teorisi Yaklaşımıyla İncelenmesi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt 22, Sayı 2, s. 14-32.

Akman G., Özcan B.(2017). Türkiye'de Kısıtlar Teorisi ve Uygulamaları Konusunda Yapılan Çalışmalar: Literatür Taraması. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2017, 26(2), 263-277.

Aksoy, N. (2001). *Senkronize Üretim Hatları.*, Başkent Üniversitesi *Sosyal Bilimler Enstitüsü.* Ankara.

Alizada, N. (2019). *Tüketicilerin Demografik Özelliklerinin Tüketici Temelli Marka Değerinin Boyutlarını Algılamalarında Oluşturduğu Farklılığın Belirlenmesi*: Alman Otomobil Markaları Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Ensitüsü. Niğde.

Apilioğulları, L. (2016). *İşletmelerin Yalın, Çevik İndeksinin Belirlenmesi İçin Bir Model Önerisi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Aracıoğlu, B. (2008). *Hizmet İşletmelerinde Kapasite Planlama: Hastane Uygulaması.*

Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İzmir

Arslan, M.C. (2012). *Kısıtlar Teorisi İle Maliyet-Hacim-Kâr Analizlerinde Bulanık Mantık Uygulamaları.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Tokat.

Atay, G., (2009). *Kısıtlar Teorisi ve SAP Projesinde Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçlerinin Uygulanması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı. İstanbul.

Ayaz, O. (2007). *Orta Ölçekli Bir İnşaat Firmasında Düşük Kapasite Üretim Problemleri ve Bir Çözüm Önerisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ayçın, E. (2016). *Yalın Üretim Uygulamalarında İsrafın Azaltılması ile Performans Ölçütleri arasındaki İlişkilerin ve Etkileşimin Analizi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Aydın, S. (2018). *Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı İle Bir Gıda İşletmesinde Problem Çözümü.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Aykül, M.K. (2018). *Yalın Üretim Kapsamında Soğuk Gıda Lojistiği Uygulanan Bir Gıda Üretim Tesisinde Değer Akış Analizi Uygulaması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi ,Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.

Aytekin, F. G., Yörükoğlu, H., & Akman, G. (2012*).* Kısıtlar teorisi yaklaşımı ile kurumsal bilgi teknolojileri yönetimi talep sistemlerinin iyileştirilmesi. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 39-49.

Bağışlar, Y. (2006). *İlköğretim Okullarında OGM Uygulamalarına İlişkin; Yönetici, Öğretmen ve Öğrencilerin Değerlendirme Farklılıkları.* Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi. Ankara.

Balcı, C., (2018). *Siparişe Göre Üretim Yapan Sistemlerde Yalın Üretim : Konya Sanayisi Üzerinde Bir Araştırma.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Baş, F. (2017). Matematik Öğretmenlerinin Eğitim Araştırmalarını Takip Etme Durumları ve Araştırmalara Yönelik Tutumları: Türkiye Örneği. *Eğitim ve Bilim. Tedmem*. Cilt 42 (2017) Sayı 189 249-267.

Başdoğan, S., Önel, H. (2013). Gayrimenkul Geliştirme Projelerinde Nakit Akışlarındaki

Belirsizliklerin Karar Ağacı Analizi ile Değerlendirilmesi. *Megaron* 2013;8(3):149-164.

Baykasoğlu, A., Dereli, T. (2001). Çevik (Tepkisel) Üretim. *Otomasyon Dergisi*. Aralık. 132-136.

Baykoç, Ö. F., Abacı, S., Duyar, M. (2002) Tam Zamanında Üretim Sisteminin Servis Sistemlerine Uygulanabilirliği, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17 (4).

Bırakmaz, Ö. (2013). *Yalın Üretimin Uygulanmasında Karşılaşılan Problemler*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bolatan, G. I. S., Gozlu, S., Alpkan, L., & Zaim, S. (2016). The impact of technology transfer performance on total quality management and quality performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 235, 746-75.

Bocutoğlu, E. (2012). *İktisadi Düşünceler Tarihi*. Trabzon: Murathan Yayınevi.

Bulut, Z. A. (2004*).* İşletmeler Açısından Kapasite Planlaması ve Kapasite Kullanımına Etki Eden Faktörler. *Mevzuat dergisi*, Sayı: 80, Yıl: 7, Ankara.

Büyükyılmaz, O. ve Gürkan, S. (2009). Süreçlerde En Zayıf Halkanın Bulunması: Kısıtlar Teorisi. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*. Cilt 5, Sayı 9, s. 177–195.

Ceylan Alpar, A.A. (2018). *Marka Başvuru Süreci Sorunlarına Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Chattopadhyay, D., Bankuti, M., Bazilian, M. D., Sisternes, F., Oguah, S. ve Sanchez, M.J.M., (2018*). Capacity Planning Model with CSP and Battery.* Conference: 2018 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM).

Cox, J. (2004). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. North River Pres, 3th. Ed.

Çakırkaya, M.,Acar, Ö.E. (2016). 5S Tekniği Aşamaları Ve Makarna Sektöründe Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. Yıl 2016, Cilt 30, Sayı 4.

Çetin, O. (2006). *Çevik Üretim ve Karşılaştırmalı Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Tekirdağ.

Çetindere, A. (2009), *Kapasite Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama* Lisans *Tekniğinin Kullanımı: Bir Konfeksiyon İşletmesinde Uygulama*, Yayınlanmamış Yüksek Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Kütahya.

Çevik, E. (2018). *Yalın Üretim Sistemi Açısından Değer Akış Maliyetlemesi*. Yayınlanmamış

Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İzmir.

Çimen, M., Belbağ, S. , Soysal, M. (2016). Kapasite Kısıtlı Stokastik Stok Problemi İçin Benzetimsel Dinamik Programlama Sezgiseli. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi.* 2/1 (2016) 43-64. Ankara.

Çolak, F. (2013). *Kısıtlar Teorisi Düşünme Süreçleri Yaklaşımı İle Ağaç Endüstrisinde Lojistik Süreçlerinin İyileştirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi. Kocaeli Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü. Kocaeli.

Dağ, H. İ. (2009). *Yalın Üretime Geçişte Değer Akışı Analizi ve Haritalandırma İle İsraf Kaynaklarının Belirlenmesi: Güneş Enerjisi Kollektörleri Üreten Bir İşletmede Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.

Darmi, T., Mujtahid, I.M., Udin, U. (2020).Capacıty Plannıng Of The New Autonomous Region in Emergıng Country. *Humanities & Social Sciences Reviews* eISSN: 2395-6518, Vol 8, No 1, 2020, pp 691-698. Endonezya.

Demirkır, M. S. (2008). *Yalın Üretim ve Lastik Sektöründe Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.

Denkena, B., Dittrich, M.-A., Wilmsmeier, S. ve Stamm, S. (2020*).* Optimization of delivery adherence based on capacity planning and bid pricing. *Production Engineering* https://doi.org/10.1007/s11740-020-00959-8

Dettmer, W.H. (1997*). Goldratt's Theory of Constraints, A System Approach to Continuous Improvement.* ASQC Quality Press, Milwaukee, Wiscons, s. 81.

Dhawan,R., Singh, K. ve Tuteja, A. (2014). *When Big Data Goes Lean*. McKinsey Quartely.

Doğan, N.Ö. (2011). *Sağlık Sektöründe Etkinliğin İyileştirilmesi: Bir Yalın Üretim Uygulaması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Kayseri.

Doğruer İ. Mete. (2005). *Üretim Organizasyonu ve Yönetimi*. 1. Basım. Alfa. İstanbul.

Dokuz Eylül Üniversitesi Web Sitesi (2020). 30 Mart 2020 tarihinde http://kisi.deu.edu.tr/mert.topoyan/dosyalar/uiy7.pdf sayfasından erişilmiştir

Dolgun, M. (2019*). Yalın Üretim Tekniği Kapsamında Değer Akışı Haritalama Ve Bir Uygulama Örneği.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Manisa.

Dudek-Burlıkowska, M., Szewıeczek, D. (2009). The Poka-Yoke Method as an Improving

Quality Tool of Operations in the Process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering,* 36(1), 95–102.

Düren, Z. (2002). *2000'li Yıllarda Yönetim*. 2.Baskı. İstanbul: Alfa Yayınları.

Ekmekçi, N. (2015). *Sanayi İşletmelerinde Üretim Planlaması ve Doğrusal Programlama İle Bir Sanayi İşletmesinde Optimizasyon Uygulaması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Konya.

Erdoğan, Z., B., Haset, G., Taser, A. (2006). Tam Zamanlı Üretim Sisteminin Kütahya İlinde Seramik Üretimi Yapan KOBİLER'de Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 16, 191–212.

Erel, G. (2019). *Kısıtlar Teorisi Yaklaşımının Yazılım Geliştirme Sürecine Etkisi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Tekirdağ.

Erol, M. (2008). Kısıtlar Teorisi (Yaklaşımı) ve Teorisinin Stratejik Maliyet Yönteminde Kullanımı. MUFAD Journal. Sayı 39, s. 101-109.

Ertan, S. (2014). *Hizmet Sektöründe Kısıtlar Teorisi ve Katkı Muhasebesi: Bir Otel İşletmesinde Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi Tezi, T.C. Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Zonguldak.

Eser, S. (2018*). Denim Pantolon Üretiminde Yalın Üretim Uygulamaları Ve Bir Örnek Olay İncelemesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Düzce.

Etçioğlu, E. (2009). *Kapasite Planlamasının Simülasyon Tekniği İle Optimizasyonu Ve Bir İmalat İşletmesi Uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Fadnavis. A. (2020). *Convergence and Divergence of Theory of Constraint(s) and Lean Manufacturing in Construction Projects..* 05.12.2020. tarihinde www.researchgate.net adresinden erişilmiştir.

Fredriksson. A., Larsson, A. (2019). Tactical Capacity Planning in Hospital Departments. *International Journal of Health Care Quality Assurance* · November 2018. İsviçre.

Filiz, A. En Zayıf Halka " Kısıt Teorisi". (2008). 20.10.2020 tarihinde https://www.biymed.com/pages/makaleler/makale19.htm adresinden erişilmiştir.

Gaga, O. (2009). *Süreç Analizi Ve Süreç İyileştirme Metodolojisi Ve Kısıtlar Teorisi Yöntemiyle Süreç Analizi Uygulaması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Gavrıluţă, A., Nıţu,E., Belu, N., Anghel,D., ve Neacşu, C., Pascu, I. (2020). *Lean*

Manufacturıng Methodology For Improvıng Productıon Flows On An Assembly Line. 05.12.2020. tarihinde www.researchgate.net adresinden erişilmiştir.

Gel, W.S. , Fowler J.W. ve Khowala,K. (2020*). Queueing Approximations for Capacity Planning under Common Setup.* IISE Transactions. Tempe, Arizona.

Goldratt, E.M. (2014). *Amaç.* İstanbul: Optimist.

Gökçe, İ. (2006). *Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması ve Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İzmir.

Gören, H. (2010). *Tam Zamanında Üretim Dersi Ders Notları.* Pamukkale Üniversitesi. Denizli.

Gunasekaran, A. (2001). *Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy.* Elsevier: Oxford.

Gündoğar, E., *Endüstriyel Üretim Planlama ve Kontrol*, 1.Cilt. Nobel Akademik Yayıncılık, 1-300, 2017.

Güngör, E. (2000). *Değerler Psikolojisi Üzerine Araştırmalar*. İstanbul: Ötüken Yayınevi.

Gürgen, O., Gençyılmaz, G. (2008). *Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı İle Ürün Karmasının Belirlenmesi.*İstanbul: 24-25 Ekim VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu.

Gürsoy, Ö. (2020). *Yalın Üretim Sisteminde Dijitalleşme ve Endüstri 4.0 Uygulamaları İle Süreç İyileştirme Analizi: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi.Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Aydın.

Güzel, S. (2011). *Hazır Giyim İşletmesinde Yalın Üretime Geçiş: Değer Akışı Haritalandırma, Hat Tasarımı ve Dengeleme.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

Hatinoğlu, G. (2014). *Kapasite Yönetimi Ve Tekstil Sektöründe Kapasiteye Etki Eden Faktörler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitütü. İstanbul.

Haydarlı, M.M., Canbeg, L., Küçük, Z., Akalın, N. (2016). 01.11.2020 tarihinden https://sedatsen.files.wordpress.com/2016/03/bc3b6lc3bcm-5-1.pdf adresinden erişilmiştir

Hormozi, A. M. (2001). Agile Manufacturing: The Next Logical Step. Benchmarking: *An International Journal*, Vol. 8, No. 2, pp. 132-143.

Hoyt, J., Huq, F. ve Kreiser, P. (2007). Measuring Organizational Responsiveness: The

Development Of A Validated Survey Instrument. *Management Decision*. 45(10), 1573-1594.

İlhan, E. (2014). *Kısıtlar Teorisi Ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Bursa.

İlhan,Ö. Ö. (2007). *Çevik Üretim, Çevresel Faktörlerin Çevik Üretim Üzerindeki Etkileri ve Türk İşletmelerinin Çevik Üretime Bakışları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü. Gebze.

İnce, U. (2018). *Tekstil Sektöründe Değer Akışı Haritalama Uygulaması ve Yalın Üretim Anlayışı.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, TC İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

İşler, M. ve Güner, M. (2014). *Yalın Üretim Araçlarından Heıjunka ve Konfeksıyon Uygulamaları.* XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu (ss. 264267), Düzenleyen Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü. İzmir. 2-5 Nisan 2014

İşletmeler Açısından Kapasite Planlaması Ve Kapasite Planlamasına Etki Eden Faktörler (2020). 30 Ocak 2020 tarihinde https://docplayer.biz.tr/18527216-Isletmeler-acisindan-kapasite-planlamasi-ve-kapasite-planlamasina-etki-eden-faktorler.html sayfasından erişilmiştir.

Japon Yönetim Anlayışı ve Şirket Ağları (Keiretsu) Analizi Web Sitesi (2019). 12 Nisan 2019 tarihinde http://www.researchgate.net/publication/26455242 sayfasından erişilmiştir.

Jin-Hai, L., Alistair R. A., Richard T. H. (2003). The Evolution of Agile Manufacturing. *Business Process Management Journal*, Vol. 9, No. 2, pp. 170-189.

Kalaycı, Ş. (2009). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Asil Yayın Dağıtım.4. Baskı. Ankara.

Karabacak, S. (2015). *Proje Yönetiminde Kısıtlar Teorisi Ve Gemi İnşaasında Örnek Uygulama.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Karasar, N. (2000). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kartal, Z. (2006). *Kısıtlar Teorisi İle Senkronize Üretim Sistemi Ve Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Kasap, G., Peker, D. (2009). Çevik Üretim: Otomotiv Ana Sanayinde Faaliyet Gösteren Bir

İşletmenin Çevikliğini Ortaya Konmasına Yönelik Bir Araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (27), 63.

Kaygusuz, S.Y. (2005). Kısıtlar Teorisi: Varsayımlar, Süreç ve Bir Uygulama. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60-4, s. 139.

Kaygusuz, S. Y., (2006). Üretim veya Satın Alma Kararlarında Kısıtlar Teorisi ve Ms Excel Office Programının Birlikte Kullanılması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20 (2), s.161-177.

Kaygusuz Y. S. ve Dokur, Ş. (2012). *Yönetim Muhasebesi*. Dora Basın Yayın Dağıtım, Bursa.

Kelly, M. C., Germain, R. H. (2020). *Applying Theory of Constraints to Timber Harvesting*: A Case Study from the Northeast USA. *Croatian Journal of Forest Engineering* · January 2020.

Kılıç, A. (2016). *Otomotiv Yan Sanayinde Yalın Üretim Uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kıncal, G. B. (2007). Bir Bilimsel Makalenin Oluşturulma Sürecinde Kısıtlar Teorisi: FRT Uygulaması. *Ege Akademik Bakış.* Vol.7. No.1.

KOBİ Stratejisi Eylem Planı (2018). 15.09.2019 tarihinde http://www.kobi.org.tr/index.php/bilgibankasi/statistikler .adresinden erişilmiştir.

Kobu, B. (2013). *Üretim Yönetimi.* Pasifik Ofset. s.263-266. İstanbul.

Külekçi, E. (2020). *Sağlık Hizmetlerinde Yhita Ve Yedi Muda'nın Karşılaştırması: Bir Üniversite Hastanesi Örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi.

Mabin, V.J., Forgeson, S., & Green, L. (2001). Harnessing Resistance: Using The Theory of Constraints To Assist Change Management. *Journal of European Industrial Training,* 25/2/3/4, 168-191

Maraşlı, H., Akça, C. ve Kama, A. (2016). Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması. *International Journal of Academic Value Studies*. 2(4): 106-120.

Mızrak, E. (2017). *Bir Kalıp İmalat Fabrikasında Teslim Sürecinde Kısıtlar Teorisi Uygulaması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Beykent Üniversitesi Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Miranda, E., (2020). *Bridging the Gap Between Agility and Planning*. 05.12.*2020. tarihinde www.researchgate.net adresinden erişilmiştir.*

MEB. (2014). *Meslekî Eğitim Proje Hazırlama.* Ankara.

Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2018). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology.* September, 876-940.

Morlock, F., & Meier, H. (2015). Service Value Stream Mapping in Industrial Productservice System Performance Management. *Procedia College International Pour La Recherche En Productique*, 30, 457-461.

Mutluer, H. (2018). *Yalın Üretim Teknikleri ile Bir Toz Boya Üretim İşletmesinde Üretim İyileştirme Çalışmaları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Musabeyli, S.Y. (2017). *Kısıtlar Teorisi Mantık Düşünce Süreçlerinin Bir Tıbbi Cihaz Firmasına Uygulanması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.

Nakip, M. (2006). *Pazarlama Araştırmaları Teknikler ve (SPSS Destekli) Uygulamalar*. Seçkin Yayıncılık. Ankara.

Nergis, G. (2018). *Analitik Ağ Süreci ve Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçlerini Kullanarak İş Kazalarının Önlenmesi: Tersane Uygulaması Hakkı.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Cambridge, Productivity Press.

Oral, A., Gönen, D., Karaoğlan, A. D., Tuncer, C., & Kundakçı, S. S. (2018). Makine Montajında Zaman İsrafının Kaldırılması İçin Reba ve Muri Çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi,* 6, 102-111.

Ömürgönülşen, M. Çatman, R.(2018) Bir Kamu Kurumunda Değer Akış Haritalama ve Simülasyon Yöntemiyle Hizmet Sürelerinin Değerlendirilmesi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar.* 2018 Cilt: 55 Sayı: 636.

Özçelik. Ö. T. ve Cinoğlu, F. (2013). Yalın Felsefe ve Bir Otomotiv Yan Sanayi Uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Yıl:12, Sayı:23.

Özçelik, F.ve Ertürk, H. (2012). *Yalın Muhasebe*. Dora Yayınları.1.Baskı. Bursa.

Özkul A.S. (2007). *Yaşam ve Çalışma Değerlerini Etkileyen Faktörler SDÜ Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Isparta.

Özparlak, H.M. (2003).*Yalın Üretim- Çevik Üretim Farkları ve Çevik Şirkete Geçişin*

Yönetilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Öztürk, A.(2013). *Kalite Yönetimi ve Planlaması*. Ekin Basın Yayın Dağıtım. Bursa

Özveri, O., Çakır E. (2012). Yalın Altı Sigma ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi *İİBF Dergisi*, 14 (2).

Pandey, A. (2018*).* Sensitivity Analysis of Overtime using Capacity Planning Levers. *International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI)* | Volume V, Issue XII, December 2018 | ISSN 2321–2705.

Pehlivan, G. (2006). *CHAID Analizi ve Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Radnor, Z. (2011). Implementing Lean in Health Care: Making the link between the approach,readiness and sustainability. *International Journal of Industrial Engineering and Management* (IJIEM), Vol. 2 No 1, 2011, pp. 1-12.United Kingdom.

Rahman, S.U. (2002). The Theory of Constraints' Thinking Process Approach to Developing Strategies in Supply Chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* 32 (10), 809-828.

Ranadewa, K.A.T.O. ve Sandanayake Y.G. (2017). *What Does Developıng Lean Capacıty Mean*?. The 6th World Construction Symposium 2017: What's New and What's Next in the Built Environment Sustainability Agenda? 30 June - 02 July 2017, Colombo, Sri Lanka

Reid A.R., Shoemaker, T.E. (2006). Using the Theory of Contraints to Focus Organizational Improvement Efforts: Part 1-Defining Problem. *Journal AWWA*, Cilt 98, Sayı 7, S.63-75.

Rother, M., Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek (Çev. Ayşe Soydan)*. The Lean Enterprise Institute, Brookline. Massachusetts. USA.

Sadıç, Ş., Özdemir, D., Gözlü, S. (2006). Kısıtlar Kuramı Yaklaşımı ile Petrol İthalat ve Ulusallaştırma Sürecinin İyileştirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri* Dergisi Yıl: 5 Sayı:10.

Sağır, M. (2010). Stratejik Yönetim Sürecinde Ürün Stratejilerinin Kullanımı ve Önemi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* .24 / 2010. Konya.

Saitoğlu, Y. S. (2015). *Sınıflama ve Regresyon Ağaçları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Sari, M., Syahputri, K., Rizkya, I, Siboro, N. (2019). *Optimization in Critical Work Center Using Theory of Constraints*. 05.12.2020. tarihinde IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. adresinden erişilmiştir.

Scodanibbio, C. (2020). *Lean Kaizen: Continuous İmprovement İn The Lean* Direction. 05.12.2020. tarihinde https://www.scodanibbio.com adresinden erişilmiştir

Serin, H., Aytekin, A. (2009). Yüksek Öğretimde Toplam Kalite Yönetimi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi.* 11(15), 83–93.

Serper, Ö. ve Aytaç, M. (2000). *Örnekleme*. 2. Baskı. Ezgi Kitabevi. Bursa.

Seval, İ. (2018). *Lojistik Ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Talep Hacmi, Depo Ve Filo İşletme Planlaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. T.C. Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Sevindirici, İ. (2009). *Üretim Sistemleri (1.Baskı)*. Kum saati Yayınları: İstanbul.

Sharifi, H. (1999). *A Methodology for Assisting Manufacturing Organisations to Implement Agile Manufacturing.* PhD Thesis, Liverpool University. Liverpool.

Sharifi, H., Zhang, Z. (2001). Agile Manufacturing in Practice – Application of a Methodology. *International Journal of Operations&Production Management*, Vol. 21, No. 5/6, pp. 772-794.

Schüpbach, K., Caimi, G. ve Jordi, J. (2020*). Towards Automated Capacity Planning in Railways.* Conference: International Railway Symposium Aachen At: Aachen, Almanya.

Sığırcı, M. (2001) Milli Prodüktivite Merkezi. *Anahtar Dergisi.* 6 (68).

Simatupang, T. M., Wright, A. C. ve Sridharan, R. (2004). *Applying The Theory of Constraintsto Supply Chain Collaboration.Supply Chain Management*. An International Journal, Vol.9. No.1,57-70.

Slider Biz Web Sitesi Karar Analizi (Karar Ağaçları) (2020). 01 Nisan 2020 tarihinde https://slideplayer.biz.tr/slide/2403626/ sayfasından erişilmiştir.

Stellman, A. ve Greene, J. (2014). *Learning Agile*. O'Reilly Media, Incorporated.

Stray, V., Memon, B., Paruch, L. (2020*). A Systematic Literature Review on Agile Coaching and the Role of the Agile Coach. In International* Conference on Product-Focused Software Process Improvement.

Sugarindra, M. ve Nurdiansyah, R. (2020). *Production Capacity Optimization with Rough Cut Capacity Planning (RCCP).* IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 722 (2020) 012046.

Sütçü, E. (2019). *Proje Tip Üretim İçin Bir Eş Zamanlı Malzeme ve Kapasite İhtiyaç Planı Sistemi Tasarımı.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. T.C. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Şahin, Ş. (2012). *Kısıtlar Teorisine Göre Sanayi İşletmelerinde Çalışanların Motivasyonu*

ve İşletme Başarısına Etkisi: Pvc Üretim İşletmesi Üzerine Bir Uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Konya.

Şeker, A. (2016). Yalın Üretim Sisteminde Kanban, Tek Parça Akışı ve U Tipi Yerleştirme Sistemleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*. Sayı:50, ss.449-470.

Tanoğlu, İ.M. (2018). *Çevik Üretim ve Bir Uygulama Çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.

Taşçı, S. (2005). *Hemşirelikte Problem Çözme Süreci*. Sağlık. 73-74.

Tekin, Mahmut. (2012). *Üretim Yönetimi Cilt 1* (Yenilenmiş 8. Baskı). Günay Ofset. Konya.

Telemaco, U. , Oliveira, T., Alencar, P., ve Cowan, D. (2020). A Catalogue Of Agile Smells For Agility Assessment. *IEEE Access*. Access.2020.2989106.

Tezcan, M.Ö. (2001). *Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı ile Darboğaz Kaynak Yönetimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.

Tokalaçoğlu, E. (2020). *Karar Ağacı Temelli Geri Bildirim Sistemi Tasarımı: Türkiye Mutluluk Ağacı Üzerine Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Top, A. ve Yılmaz, E. (2009). *Üretim Yönetimi*. Yaprak Yayınları. İstanbul.

Topçu; İ.(2019).Karar Analizi. 03.05.2019 tarihinde https://web.itu.edu.tr/topcuil/ya/KV2KararAgaci.pdf adresinden erişilmiştir.

Tosunoğlu, F. (2006). *Kapasite Planlaması ve Mobilya Üretim Sistemlerinde Kapasite üzerinde etkili faktörlerin İncelenmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Tezi, Lisans Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Erzurum.

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK). (2004). *Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi.* Versiyon 19, 2 Kasım 2004.

Tütek, H. H., Gümüşoğlu Ş. (2004). *Sayısal Yöntemler Yönetsel Yaklaşım*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.

Utku, B. D. (2007). *Kısıtlar Teorisi'ne Dayalı Süreç Katkı Muhasebesinin Muhasebe Yöntemleri İle Karşılaştırılarak Değerlendirilmesi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Antalya.

Ünal, E. N. (2000). *Kısıtlar Teorisi ve Yönetim Muhasebesi Açısından Değerlendirilmesi: Bir Sanayi işletmesinde Uygulama*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Adana.

Ünal, E.N., Tanış, V. N., & Küçüksavaş, N. (2007). Kısıtlar Teorisi Ve Süreç Muhasebesinin

Yönetim Ve Muhasebe Açısından Önemi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 23-35.

Üreten, S.(2004). *Üretim/İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Womack, J. P., Jones, D. T. (2003). *Yalın Düşünce*, Acar N., Birgün S. (Çevirenler), , İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Yalın Danışman Web Sitesi (2020).08.11.2020 tarihinde www.yalindanisman.com/yalin-tarih. sayfasından erişilmiştir.

Yalın Düşüncenin Gelişimi Web Sitesi. (2019). 12 Nisan 2019 tarihinde http://www.yalinenstitu.org.tr/yalin_yaklasim.asp sayfasından erişilmiştir.

Yalın Düşünce ve Yalın Üretim. (2019). 06 Hazitan 2019 tarihinde https://www.academia.edu /32654167 /Yalın_Düşünce_ve_Yalın_ Üretim sayfasından erişilmiştir.

Yalın Enstitü Web Sitesi (2019). 12 Nisan 2019 tarihinde http://www.lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi sayfasından erişilmiştir.

Yıldıztekin, İ. (2010). Aşırı Kapasite Kontrolü ve Maliyet Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 24, Sayı: 3, 2010. Erzurum

Yılman, N. (2007). *Bir Toplu Üretim Planlama Modeli Ve Uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Youn, S., Geismar, H.N., Sriskandarajah, C., Tiwari, V. (2019). Adaptive Capacity Planning for Ambulatory Surgery Centers. *SSRN Electronic Journal* · January 2019.

Yükçü, S. ve Atağan, G. (2009). Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* Cilt:23, Sayı:4.

Yüksel, H. (2011). Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçleri Kullanılarak Bir Üretim İşletmesinin Etkinliğinin Artırılması. *Journal of Yasar University*. Cilt 21, Sayı 6, s. 3622-3632.

Zerenler, M. (2007). *Information Technology And Bussiness Performance in Agile Manufacturing: An Emprical Study in Textile Industry*. Information Technology: New Generations. Las Vegas.

Zerenler, M. ve Karaboğa, K. (2014). Müşteri Memnuniyetinin Sağlanmasında Hataların Önlenmesine Yönelik Üretim Odaklı Bir Bakış Açısı: Poka-Yoke Sistemleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Dr. Mehmet Yıldız Özel Sayısı*. 263-275

EKLER

EK-1 ANKET FORMU

Bu çalışma Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı'nda yürütülen "Yalın üretim, çevik üretim ve kısıtlar teorisi tekniklerinin kapasite planlamasına uygulanması ve otomotiv sektöründe bir imalât işletmesi örneği" adlı doktora tezinin uygulama kısmına veri toplamak amacıyla yapılmaktadır. Ankette hazırlanan sorular işletmenin çevik üretim alanındaki özelliklerini ölçmeye yönelik hazırlanmıştır. Araştırma bilimsel bir amaçla yapılmakta olup, araştırmanın amacına ulaşabilmesi, sizlerin değerli katkılarına bağlıdır. Araştırmaya yapacağınız katkılardan dolayı şimdiden teşekkür ederim.

B.Deniz ŞAHİN

Endüstri Mühendisi, MBA

Kıdemli Ürün Sorumlusu Uzman Mühendisi

1. BÖLÜM

1.Yaşınız hangi aralıkta yer almaktadır?

□ 25 ve daha az □ 26-35 arası □ 36-45 arası □ 46-55 arası □ 56 ve daha fazla

2. Cinsiyetiniz ? □ Kadın □ Erkek

3. Eğitim düzeyiniz nedir? □ İlköğretim □ Lise □ Önlisans □ Lisans □ Lisansüstü

4. Birey olarak sektördeki deneyim süreniz hangi aralıkta yer almaktadır? □ 5 yıl ve daha az □ 6 yıl-10 yıl arası □ 11 yıl-15 yıl arası □ 16 yıl-20 yıl arası □ 21 yıl ve daha fazla

5. Uzmanlık Alanınız □ Elektrik □ Mekanik □ Montaj □ Kaynak □ Diğer

2. BÖLÜM

Bu bölümde İşletmemizin Çeviklik oranı ölçülmektedir.

Çevik Üretim: Sürekli ve beklenmedik değişimlerin yaşandığı rekabet ortamında hayatta kalabilmek ve başarılı olabilmek için, değişen pazara, müşterinin tasarladığı ürün ve hizmetler ile çabuk ve etkin bir şekilde tepki verme yeteneğidir.

Sorular için 1 den 5 e kadar puan verilecektir. 1 en düşük- katılmıyorum, 5 en yüksek- kesinlikle katılıyorum olarak değerlendirilmektedir.

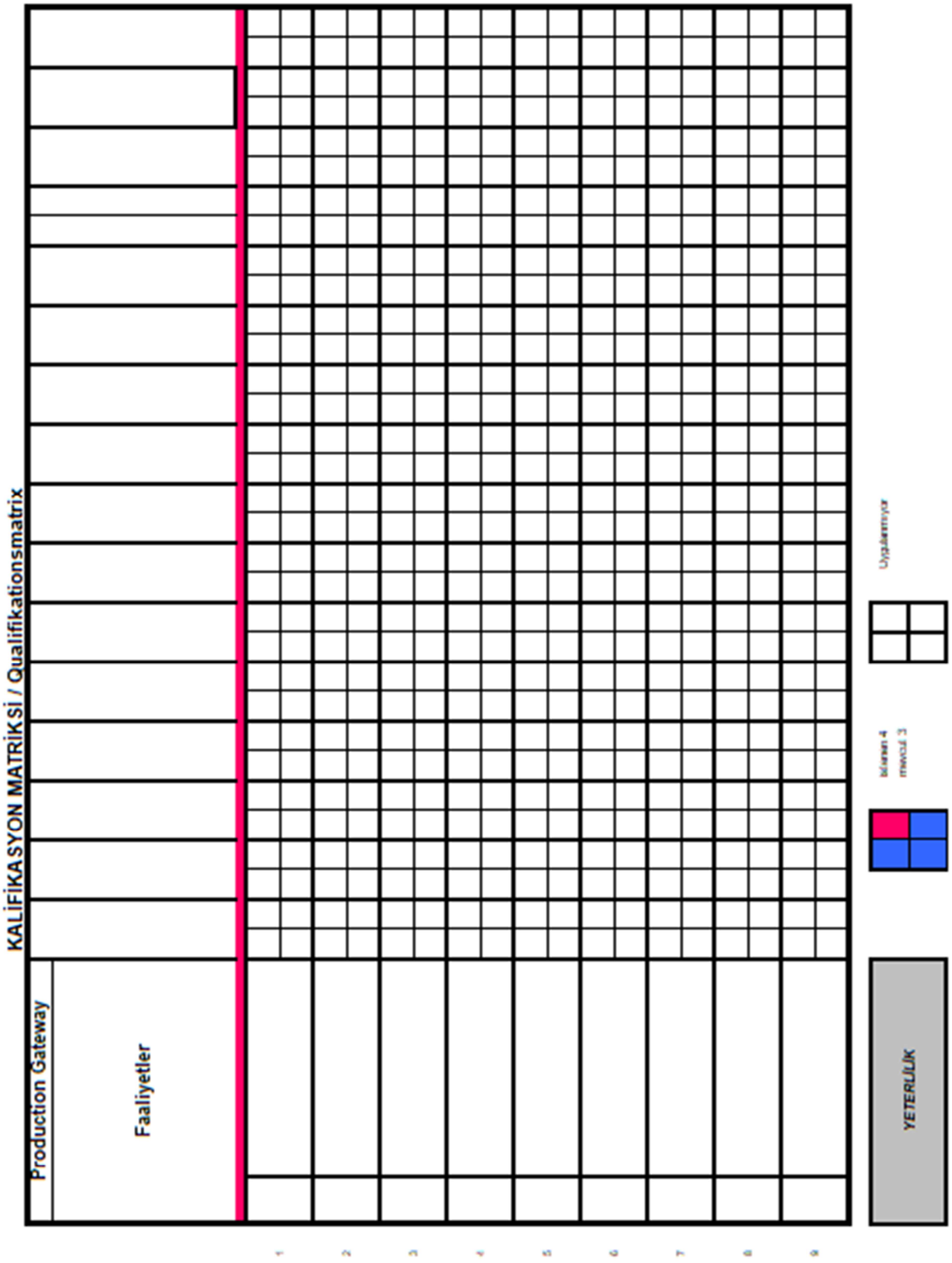
2.1. Bu bölümdeki sorular İşletmemizi Çevik Üretime yönlendiren potansiyel faktörlerin etki düzeyine ilişkin algı düzeylerimizi ölçmektedir.

	Çevik Üretime Yönlendiren Faktörler	**Hiç Etkili Değil**	**Etkili Değil**	**Ne Etkili Ne Etkisiz**	**Etkili**	**Çok Etkili**
	PAZAR					
1	Küresel ve niş pazarların büyümesi	1	2	3	4	5
2	Ulusal ve Uluslararası politik değişimler	1	2	3	4	5
3	Ürün modellerinin değişiminin artması	1	2	3	4	5
4	Ürün hayat döngüsünün kısalması	1	2	3	4	5
	REKABET					
5	Hızlı değişen pazarlar	1	2	3	4	5
6	Fiyatlar üzerindeki artan baskı	1	2	3	4	5
7	Yenilik oranının artışı	1	2	3	4	5
8	Pazarların artan küreselleşmesi	1	2	3	4	5
9	Pazar için yeni ürün zamanının azalması	1	2	3	4	5
10	Rakiplerin artan tepkisi	1	2	3	4	5
	MÜŞTERİLER					
11	Bireyselleştirilmiş ürün ve hizmetlerin talebi	1	2	3	4	5
12	Pazar ve dağıtım zamanının hızlandırılması	1	2	3	4	5
13	Artan kalite ve düşürülmüş maliyet beklentileri	1	2	3	4	5
14	Miktar ve özellik konusunda ani değişimler	1	2	3	4	5
	TEKNOLOJİ					
15	Daha etkili, hızlı ve ekonomik ürün ve yönetim faaliyetleri	1	2	3	4	5
16	Daha sofistike "soft teknolojiler"(Yazılım metotları ve sistemleri)	1	2	3	4	5
17	Yeni hard teknolojilerdeki bilgi teknolojisinin sonucu	1	2	3	4	5
	SOSYAL FAKTÖRLER					
18	Çevresel Faktörler	1	2	3	4	5
19	Değişen işgücü beklentileri	1	2	3	4	5
20	Çalışma uygulamalarındaki değişimler	1	2	3	4	5
21	Yasal ve politik baskılar	1	2	3	4	5
22	Firma ve pazarların içerisindeki kültürel sorunlar	1	2	3	4	5
23	Sosyal sözleşme değişimleri	1	2	3	4	5

2.2. Bu bölüm İşletmenizin Çevik Üretim Kapasitesi ile ilgili olarak aşağıda belirtilen uygulamaları gerçekleştirme düzeyine düzeyine ilişkin algı düzeylerimizi ölçmektedir.

	Çevik Üretim Kapasitesi	**Çok Düşük**	**Düşük**	**Ne Düşük Ne Yüksek**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
	YETERLİLİK					
1	Stratejik seviyede vizyon ve yön vermek	1	2	3	4	5
2	Uygun teknoloji ve yeterli teknolojik kapasite	1	2	3	4	5
3	Ürün ve hizmet kalitesi	1	2	3	4	5
4	Maliyet etkililiği ve verimliliği	1	2	3	4	5
5	Yüksek düzeyde ürün tanıtımı	1	2	3	4	5
6	Yenilik ve yönetim değişiminin tutundurulması	1	2	3	4	5
7	Bilgili, yeterli ve güçlendirilmiş insan	1	2	3	4	5
8	Operasyonel yeterlilik ve etkililik	1	2	3	4	5
9	İçsel ve dışsal işbirliği ve bütünleşme	1	2	3	4	5
	HIZLILIK					
10	Hızlı ürün geliştirme	1	2	3	4	5
11	Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet dağıtımı	1	2	3	4	5
12	Daha hızlı üretim	1	2	3	4	5
	ESNEKLiK					
13	Ürün model ve konfigirasyon esnekliği	1	2	3	4	5
14	Ürün hacim esnekliği	1	2	3	4	5
15	Operasyonel esneklik	1	2	3	4	5
16	Personelin değişimlere uyum yeteneği	1	2	3	4	5
	ÖRGÜTLEME					
17	Rakiplerle işbirliğinin yeni yollarının tanımı	1	2	3	4	5
18	Tamamlayıcı firmalarla kaynaşma	1	2	3	4	5
19	Toplam Kalite Yönetimi gibi uygun araç ve teknikler kullanmak	1	2	3	4	5
	iNSANLAR					
20	Ekip çalışmasına ve ekiplere yüksek güven	1	2	3	4	5
21	Güçlendirilmiş işgücü	1	2	3	4	5
	TEKNOLOJİ					
22	Uygun teknolojilere yatırım	1	2	3	4	5
23	Esnek üretim sistemleri kullanmak	1	2	3	4	5
	BİLGİ					
24	Geliştirilmiş sistem ve teknolojiler	1	2	3	4	5
25	Müşteriler ve tedarikçilerin bütünleşmesi	1	2	3	4	5

EK_2 KALİFİKASYON MATRİKSİ FORMU



EK_3 TEZ DEĞERLENDİRME FORMU

Aksaray Üniversitesi Tez Değerlendirme Formu		
Öğrencinin Adı Soyadı:		**EVET**
	Kapak	
1	Tez Başlığı tutanaktaki başlıkla aynı mı?	
2	Kapaktaki ay ve yıl savunmaya girilen tarihle tutarlı mı?	
3	Kapak format kılavuzdaki kapak formatına uygun mu?	
4	Kapakta yazılan tüm yazılar doğru olarak verilmiş mi?	
	İçindekiler	
5	Sayfa numaraları tam verilmiş mi?	
6	Şekil, Çizelge vb. listeleri verilmiş mi? Sıralaması doğru mu?	
7	Özet, Abstract, Giriş, Sonuçlar vb. bölümler var mı?	
8	Yazım hataları kontrolü yapıldı mı?	
	Giriş	
9	Hazırlanan tezin önemini anlatıyor mu?	
10	İkinci ve Üçüncü dereceden başlık içermemeli kuralına uyuldu mu?	
	Özet/Abstract	
11	Kılavuza uygun mu?	
12	Ay ve yıl savunmaya girilen tarihle tutarlı mı?	
13	Özet; tek sayfa, tek aralık, tek paragraf kuralına uygun olarak yazıldı mı?	
14	Bilim kodu, sayfa adedi, anahtar kelimeler ve tez danışmanı yazıldı mı?	
	Kaynakça	
15	Kaynakların tamamına metin içinde atıf yapıldı mı?	
16	Kaynak formatı Kılavuzdaki kaynak formatına uygun olarak hazırlanmış mı?	
17	Atıf formatı kılavuzdaki atıf formatına uygun mu?	
	Atıf Yöntemi **APA 6** ☐ **CMS** ☐	
	Genel Değerlendirme	
18	Etik Beyan açıklaması okundu, uyuldu ve imzalandı mı?	
19	Kabul/Onay sayfası kılavuzdaki formata uygun olarak düzenlenmiş mi?	
20	Kabul /Onay sayfasında belirtilen oy birliği/oy çokluğu seçeneklerinden uygun olanı savunmayla tutarlı olacak şekilde belirlenmiş mi?	
21	Sayfa kenar boşluklar ve sayfa numaraları kılavuzdaki formatına uygun mu?	
22	Paragraf boşlukları ve metin satır aralığı kılavuza uygun olacak şekilde düzenlenmiş mi?	
23	Başlık yazımları kılavuzdaki başlık formatlarına uygun mu?	
24	Yazı tipi ve boyutu kılavuzdaki yazı tipi ve boyutu formatına uygun mu?	
25	Şekil, Çizelge vb. açıklama ve numaralandırmaları kılavuzdaki formata uygun olarak yazılmış mı?	

Bu tezin tarafımdan "Tez yazım kuralları" okunarak dikkatlice hazırlanmış olduğunu ve doğabilecek her türlü olumsuzluktan sorumlu olacağımı kabul ederim.

Öğrencinin imzası