

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KISITLAR TEORİSİ VE BİR DENEME ÇALIŞMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Nuray ARSLAN**

**Balıkesir, Şubat – 2008**

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KI S I T L A R T E O R İ S İ V E B İ R D E N E M E Ç A L I Ş M A S I**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Nuray ARSLAN**

**Balıkesir, Şubat – 2008**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KISITLAR TEORİSİ VE BİR DENEME ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuray ARSLAN

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Muzaffer KADIOĞLU

Sınav Tarihi : 14.02.2008

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ramazan YAMAN (BAÜ)

Yrd.Doç.Dr. Muzaffer KADIOĞLU (Danışman-BAÜ)

Yrd.Doç.Dr. Ziya AKSOY (BAÜ)

Balıkesir, Şubat - 2008

## ÖZET

### KISITLAR TEORİSİ VE BİR DENEME ÇALIŞMASI

Nuray ARSLAN

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi/ Tez Danışmanı : Yard.Doç.Dr.Muzaffer KADIOĞLU)

Balıkesir, 2008

1970’li yıllarla beraber Japonya ve diğer doğu ülkelerinden gelen rekabet baskısıyla krize giren Amerika ve Avrupa’daki işletmeler bu durumu aşmak için çeşitli arayışlara girmişlerdir. Bunlardan bazıları tam zamanında üretim ve toplam kalite yönetimi gibi Japonya kökenli yaklaşımları benimserken bazıları da özgün yöntemlere yönelmişlerdir. Dr.Eliyahu Goldratt tarafından geliştirilen Kısıtlar Teorisi de bu yönelimin bir sonucudur. Kısıtlar Teorisi genel anlamda bir yönetim felsefesi olarak ele alınabilir. Hedefi olabilecek yüksek performansın önünde bir engel olan kısıtları bulup, onları etkin hale getirerek sistem çıktısını, dolayısıyla satışlar yoluyla kazanılan parayı artırmaktır.[4]

Bu çalışmada önce kısıtlar teorisinin tarihsel gelişimi anlatılmış daha sonra, tanımı ve özelliklerinden bahsedilmiştir. Diğer bölümlerde ise sırasıyla, Kısıtlar teorisinin unsurları, materyal ve yöntem, düşünce süreçleri ve yapılan uygulama ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.Uygulamada öncelikle fabrikadaki sorun yani kısıt tespit edilmiş (Makas üretimi için Merkez deliği prosesi,Zirai alet için kaynak atelyesi) ve daha sonra bu kısıtın nasıl kullanılacağına karar verilmiştir (Kapasite kısıtı göz önünde bulundurularak en uygun ürün karması tesbit edilmiştir). Üçüncü aşama olarak da kısıt karşısında her şey ikinci plana alınmış yani “kapasite kısıtlı kaynağın” kapasitesine göre ürün karması belirlenmiş ve üretim hattındaki bütün makineler belirlenen ürün karmasına göre çalıştırılmıştır. Klasik maliyet muhasebesine göre bu uygulama çelişki anlamına gelmektedir. Çünkü kapasite kısıtlı kaynak dışındaki makineler, hedeflenen ürün karmasındaki ürünleri ürettikten sonra boş beklemektedirler. Klasik yaklaşım bunun etkinlik ölçülerine ters olduğunu ileri sürer. Ancak kısıtlar teorisi kapasite kısıtlı kaynağın üretebileceğinden daha fazla ürün üretmesinin ara stokları, dolayısıyla maliyetleri artıracağını ileri sürer. Dördüncü aşama olarak kısıtın ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların hedefi; darboğaz oluşturan kaynağın kapasitesinin artırılmasıdır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Kısıtlar Teorisi/ Klasik Maliyet Muhasebesi/  
Darboğaz Kaynak Yönetimi.

## **ABSTRACT**

### **THE THEORY OF CONSTRAINTS AND A CASE STUDY**

**Nuray ARSLAN**

**Balikesir University, Institute of Science, Department of Industrial  
Engineering**

**(Ms.D. Thesis/ Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Muzaffer KADIOĞLU)**

**Balıkesir – TURKEY,2008**

By The 1970s, after the American and European companies experienced exhaustive competition coming from the far-eastren countries, they initiated several projects to overhaul their competitiveness. While some of these were about to adopt the approaches such as Just In Time (JIT) and Total Quality Management ( TQM) which were originated by the Japanese, others involved inventing their own methodology to boost the competitiveness. Theory of Constraints (TOC), which was developed by Dr.Eliyahu Goldratt , is an end product of such an approach.Basically, Theory of Constraints can be considered as a management philosophy. It's goal is to find the obstacles preventing an organization from achieving its highest potential performance, then remove those obstacles and install the management measures to increase to the output of the system, which is the Money coming through sales[4].

In this study, firstly the historical stage of development, and than descriptions and properties of the Theory of Constraints have been presented. In the other chapters, the components of the Theory of Constraints, material and methods, processes of thought and the executed application have been explained, rigorously and respectively. Firstly, the problems or constraints in the plant which are central hole drilling process and welding workshop for leaf spring production and agricultural tools, respectively, have been determined at the time of application process. Subsequently, it was decided how to use this constraints. The optimal product mixture have been determined by taking into account constraint of capacity. At the third stage, every things in the face of the constraint was postponed. Namely, the product mixture have been designated according to the capacity of the resource with the capacity constraint and all of the machines in the manufacturing line have been operated in accordance with the product mixture. This application means paradox according to classical cost accounting. Because machines except the resource with the capacity constraint were seized up after that the machines manufactured the products in the product mixture planed. Old Approach propounds that this is incompatible with efficiency criterions. However, Theory of Constraints adduce that, the resource with the capacity constraint manufactures the products more than the production under normal conditions, increases the interval stocks accordingly the costs. At the fourth stage, the actions which eliminate the constraints were realized. The aim of these actions are the increasing of the capacity of the resource making up the bottleneck .

**Key Words:** Theory of Constraints / Classical Cost Accounting / The Management of The Resource with Bottleneck.

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa</b>
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KISITLAR TEORİSİNİN ÇIKIŞ NOKTASI VE GELİŞİMİ	3
3. KISITLAR TEORİSİ KAVRAMI VE TANIMI	6
3.1Kısıtlar Teorisinin Özellikleri	10
4. KISITLAR TEORİSİNİN UNSURLARI	12
4.1 Hokey Sopası Sendromu	12
4.2 Firmanın Amacı	13
4.3 Performans Ölçüleri	14
4.3.1 Operasyonel Ölçüler	19
4.3.2 Finansal Ölçüler	
5. MATERYAL VE YÖNTEM	23
5.1.Zayıf Halkaların Belirlenmesi	23
5.1.1.Davranışsal Kısıtlar	23
5.1.2.Yönetimsel Kısıtlar	24
5.1.3.Kapasite Kısıtları	24
5.1.4.Pazar Kısıtları	24
5.1.5.Lojistik Kısıtları	25
5.1.6.Zorunlu Durumlar	25
5.1.7.Maliyet Yaklaşımı	26
5.2.Lojistik	26
5.2.1.Kontrol Noktaları	30
5.2.2.Beş Adımlı Odaklanma Süreci	31
5.2.3.Kısıtların Yönetimi ve Ortadan Kaldırılması	35
5.2.3.1 Darboğazlı Kaynağın Bulunması	37
5.2.3.2 Zaman Tasarrufu	38
5.2.3.2 Darboğaz Olmayan Kay. Darboğaza Dönüşmesinden Kaçınılması	39
5.2.4 Çizelgeleme Süreci	41
5.2.4.1.Trampet Tampon Halat (TTH) Metodu	44
5.2.4.2.Tampon Yönetimi	48
5.2.5.VAT Analizi	53
5.2.5.1.I Tesislerinin Karakteristikleri	55

5.2.5.2.V Tesislerinin Karakteristikleri	56
5.2.5.3.A Tesislerinin Karakteristikleri	59
5.2.5.4.T Tesislerinin Karakteristikleri	61
5.2.5.5.V Tesislerde Tamponların Stratejik Olarak Yerleştirilmesi	63
5.2.5.6.A Tesislerde Tamponların Stratejik Olarak Yerleştirilmesi	65
5.2.5.7.T Tesislerde Tamponların Stratejik Olarak Yerleştirilmesi	67
<b>6. KISITLAR TEORİSİ VE DÜŞÜNCE SÜREÇLERİ</b>	<b>69</b>
6.1 Mevcut Gerçeklik Ağacı	70
6.2 Buharlaşan Bulut	73
6.3 Gelecek Gerçeklik Ağacı	75
6.4 Ön Koşul Ağacı	79
6.5 Geçiş Ağacı	82
6.6 Mantıksal Şüphe Kategorileri	85
6.7 Kısıtlar Teorisi Uygulama	86
6.7.1 Kalite İyileştirmede Uygulama	87
6.7.2 Üretim Yönetiminde Uygulama	87
6.7.3 Sorun Çözme Önerileri	88
<b>7. UYGULAMA</b>	<b>89</b>
7.1 Firmanın Tanıtımı	89
7.2 Kaynak Yönetimi	92
7.2.1 Kaynakların Sağlanması	92
7.2.2 İnsan Kaynakları	92
7.2.3 Alt Yapı	93
7.2.4 Çalışma Ortamı	94
7.3 Üretim Hatları Hakkında Genel Bilgi	94
7.4 Ürün Karması Problemi	102
<b>8. TARTIŞMA</b>	<b>119</b>
<b>9. SONUÇ</b>	<b>124</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>126</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Adı</b>	<b>Sayfa</b>
<b><u>Numarası</u></b>		
Şekil 4.1	Hokey Sopası Sendromu	12
Şekil 5.1	Dengelenmemiş kısıtlı bir hat için düşünceler. Kayıp çıktının sebepleri	28
Şekil 5.2	Dengelenmemiş kısıtlı bir hat için düşünceler. Kayıp çıktı için çözümler.	28
Şekil 5.3	Darboğaz oluşturan ve oluşturmeyen kaynakta ürün akışı	36
Şekil 5.4	Darboğaz oluşturmeyen kaynaklar	39
Şekil 5.5	Üretim hattındaki iş akışı	46
Şekil 5.6	TTH yönetimi sonrasında durum	46
Şekil 5.7	Bitmiş ürün tamponu	47
Şekil 5.8	Kısıt, montaj ve yükleme tamponları	51
Şekil 5.9	Birleşme, montaj ayrılma ve montaj birleşme noktaları	55
Şekil 5.10	Tipik bir I tesisinin ürün akışı	56
Şekil 5.11	Tipik bir V tesisinin ürün akışı	58
Şekil 5.12	Tipik bir A tesisinin ürün akışı	60
Şekil 5.13	Tipik bir T tesisinin ürün akışı	62
Şekil 5.14	V tesiste envanter ve zaman tamponlarının tipik olarak yerleştirilmesi	64
Şekil 5.15	A tesiste envanter ve zaman tamponlarının tipik olarak yerleştirilmesi	66
Şekil 5.16	T tesiste envanter ve zaman tamponlarının tipik olarak yerleştirilmesi	68
Şekil 6.1	Mevcut gerçeklik ağacı	73
Şekil 6.2	Buharlaşan bulut	75
Şekil 6.3	Gelecek gerçeklik ağacı	79
Şekil 6.4	Ön koşul ağacı	82
Şekil 6.5	Geçiş ağacı	85
Şekil 6.6	Düşünme araçları	86
Şekil 8.1	Makas imalatı karşılaştırmalı kapasite kullanım oranları	120
Şekil 8.2	Zirai alet imalatı karşılaştırmalı kapasite kullanım oranları	120



## ÇİZELGE LİSTESİ

<b>Çizelge</b>		
<b><u>Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1	Kısıt türleri	9
Çizelge 4.1	A ve B ürünlerine ait bilgiler	20
Çizelge 4.2	Geleneksel yönteme göre A ve B ürünleri için maliyet hesapları	20
Çizelge 4.3	Süreç zamanına göre A ve B ürünleri için maliyet hesapları	21
Çizelge 5.1	Y ve Z ürünlerine ait üretim süreleri	32
Çizelge 6.1	Düşünce sürecinde kullanılan yöntemler	70
Çizelge 7.1	Aylara göre makas üretimi	101
Çizelge 7.2	İş atölyesi (makine) kapasiteleri	104
Çizelge 7.3	Makas imalatı makine doluluk oranları	105
Çizelge 7.4	Makas birim maliyetleri	106
Çizelge 7.5	Zirai alet makine doluluk oranları	107
Çizelge 7.6	Zirai alet maliyet tablosu	107
Çizelge 7.7	Zirai alet maliyet tablosu	109
Çizelge 7.8	Ürünlerin birim getirileri	111
Çizelge 7.9	Geleneksel yaklaşıma göre üretim miktarları	111
Çizelge 7.10	Geleneksel yönteme göre aylık net gelir	112
Çizelge 7.11	Katkı/ DKGS oranları	112
Çizelge 7.12	Günlük üretim katkı miktarı	113
Çizelge 7.13	Optimal çözüm için lindo çıktısı	114
Çizelge 7.14	İyileştirme sonrası makas imalatı makine doluluk oranları	115
Çizelge 7.15	İyileştirme sonrası Zirai alet makine doluluk oranları	116
Çizelge 7.16	İyileştirme sonrası günlük üretim, katkı ve net kar	116
Çizelge 7.17	İyileştirme sonrası optimal çözüm için lindo çıktısı	117

## **ÖNSÖZ**

Tez çalışmam esnasında bana yol gösteren Değerli Hocam Sayın Yard.Doç.Dr.Muzaffer KADIOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada uygulama yapabilmem için, bana fabrikalarını açan , her konuda bilgi ve desteği esirgemeyen AYSAN Anadolu Yay Sanayi yönetici ve işçilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans eğitimim süresince, bana her konuda destek olan sevgili eşim Prof.Dr.Nurettin ARSLAN'a teşekkür ederim.

**Balıkesir, 2008**

**Nuray ARSLAN**

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda trendi giderek yükselen altı sigma programları ürün ve süreçlerin kalite ve verimliliğini artırmada etkili olmakta ve bu tekniği uygulayan firmalara yüksek kazançlar sağlamaktadır. altı sigma programlarının veriye dayalı müşteri isteklerine ve süreç özelliklerine duyarlı, hata önlemeye ve sapmaları azaltmaya yönelik olmasının yanında yönetimin desteğine dayalı yapısı da bu başarıda önemli rol oynamıştır.

Her geçen gün artan bir ilgi ile gelişmekte olan, altı sigma'ya benzer ve tamamlayıcı özellikleri taşıyan bir yaklaşım olan Kısıtlar Teorisi (KT), Eliyahu Goldratt ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir [1].

Bir zincir en zayıf halkası kadar sağlamdır. Firmalar için de durum buna benzemektedir. Sistemde bir noktada ortaya çıkan kısıt tüm sistemin etkinliğini bozacak bu da firmanın karlılığını olumsuz etkileyecektir. Bu yüzden firma yönetiminin, sistemde ortaya çıkan kısıtların belirlenip giderilmesine çalışılması gerekmektedir. Kısıtların belirlenip giderilmesi ile firmaların üretim süreci daha akıcı hale gelecek, kısıtlardan dolayı ortaya çıkan aşırı yarı mamul stokları azalacak dolayısıyla bu stoklar için katlanılan maliyetler azalacaktır. Bunların sonucu olarak da ürün kalitesi, firma karlılığı ve verimliliği artacak, bu da firmaların rekabet ortamında müşteri ihtiyaçlarını kaliteli ürünlerle daha çabuk karşılamasıyla rekabet avantajını artıracaktır.

Bu çalışmada önce Kısıtlar Teorisi ayrıntılı bir şekilde anlatılmış ve bir fabrikada uygulama yapılmıştır.Çalışmada öncelikle Kısıtlar Teorisinin tarihsel gelişimi incelenmiş, üçüncü bölümde ise Teori ayrıntılı bir şekilde tanımlanmış ve özellikleri anlatılmıştır.Dördüncü bölüm olan Kısıtlar Teorisinin unsurları bölümünde ise firmaların performans ölçütleri anlatılmıştır.Materyal ve yöntem bölümünde de kısıtlar oluşma sebeplerine göre sınıflandırılmışlardır.Bu bölümde ayrıca çözüm yöntemlerinden olan Trampet Tampon Halat metodu ve VAT analizleri anlatılmıştır.Kısıtlar Teorisi ve düşünce süreçleri ise ayrı bir bölümde ele alınmıştır.Son bölümde de Aysan Anadolu Yay Sanayinde yapılan uygulama yer

almaktadır. Üretim sürecinde ortaya çıkan kısıtların giderilmesi ile sürecin daha verimli olmasına, dolayısıyla ürün maliyetlerinin azalmasına ve kârlılığının artmasına yardımcı olabilecek yeni bir yaklaşım olan Kısıtlar Teorisi'nin temel konusu, her firmanın en az bir kısıta sahip olduğu ve firmaların kârlılıklarını artırabilmesi için tüm sistemin performans ve verimliliğini sınırlayan bu kısıtların tespit edilip ortadan kaldırılmasına yönelik düzenlemeler yapması gerektiğidir[2]. Aysan Yay(Makas) fabrikasındaki sorunlara çözüm aranırken Kısıtlar Teorisinin aşamaları uygun bir şekilde kullanılmıştır.

Kısıtlar teorisi, hem imalat hem de hizmet sistemlerinde başarılı bir şekilde kullanılan örgütsel bir yönetim felsefesidir. Kısıtlar teorisi, herhangi bir sistemin performansının artırılması için, sistem performansını olumsuz yönde en çok etkileyen faktörün bulunması, yönetilmesi ve ortadan kaldırılması konusunda oluşturulmuş yönetim felsefeleri, disiplinleri ve sektörlere özel en iyi uygulamaları içeren bir felsefedir[3]. Bu çalışmada Kısıtlar Teorisi tanımı, gelişimi ve özellikleri konusunda detaylı bilgiler verilecek ve bir fabrikada yapılan uygulama anlatılacaktır.

## 2. KISITLAR TEORİSİNİN ÇIKIŞ NOKTASI VE GELİŞİMİ

Endüstri Devrimi İngiltere’de başlamış ve ardından Avrupa ve Amerika’ya yayılmıştır. O tarihten beri Batı Ülkeleri tüm imalat tiplerinde baskın rollerini korumuşlardır. Bu endüstrilerin Batı Ülkeleri’nde yarattığı refah diğer ülkeleri kısıktandırır bir düzeye erişmiştir.

Fakat 1970’lerin başlarından itibaren 15 yıldır süregelen dramatik bir değişim artık apaçık ortaya çıkmaya başlamıştır. Batı dünyası demir-çelik, alaşım ve tekstil gibi sanayilerde baskın rollerini kaybetmişlerdir. Dünya piyasalarındaki pazar payları düşmüş ve Doğu’dan gelen rekabet karşısında fabrikalar kapanmaya başlamıştır. İlk önceleri bu durumun rakiplerin modern cihazlarından ve düşük emek maliyetlerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu tarihten beş yıl sonra aynı olay elektronik endüstrisinde tekrarlanınca meydana gelen kayıpların sorumlusu olarak damping ve ürünlerin kopyalanması görülmüştür. 1980’de otomotiv endüstrisinde rekabet baş gösterince durumun ciddi olduğu anlaşılmıştır. Fakat rekabet artık kendini yüksek teknolojiden, yeni ürün geliştirmeye kadar her dalda ciddi bir biçimde hissettirdiğinden bunun etkileri Batı’daki insanların yaşam düzeylerinde de görülmeye başlamış ve önemsiz hale gelen sonuçları tartışmayı bırakıp bu duruma bir çare üretilmesi için arayışlar başlamıştır[4].

Batılıların yaptığı ilk şey Japonlar’ın rekabet avantajını nasıl ele geçirdiklerini araştırmak olmuştur. Karşılaştıkları sonuçlar toplam kalite yönetimi uygulamaları, ürün-zaman çevrimlerinin çok azaltılmış olduğu, makine teknolojilerinin yarı ve tam otomatik fabrikalara doğru gittiği, envanter devir hızlarının giderek arttığı ve lojistik sistemlerinin tam zamanında üretim sistemleri (JIT) sayesinde senkronize bir hale getirildiğidir. Bu kavramlar hemen hemen tüm yönleriyle kabul edilip Batı’da da uygulanmıştır.

Aynı dönemde ekonomisi büyük bir durgunluk içinde olan Amerika Birleşik Devletleri’nde savunucuları tarafından ABD endüstrisini Japonlar’ın elinde yok olmaktan kurtaracak bir devrim olarak nitelendirilen ve tam zamanında üretim sistemlerinden daha etkin olduğu ileri sürülen Optimized Production Timetables

(OPT) üretim çizelgeleme sistemi tanıtılmış ve büyük firmalar tarafından satın alınmaya başlanmıştır. OPT ismiyle başlayan ve zaman içinde geliştirilerek kendine has bir sistem yaklaşımı halini alan Kısıtlar Teorisi kendine özgü bir çok unsura sahiptir[5].

1970'lerin sonlarına doğru aslen İsraili olan Amerikalı bir fizikçi, Dr. Eliyahu Goldratt tarafından geliştirilmiş bir sistem olan OPT'nin başarısı dikkat çekicidir. OPT'nin başarı hikayesinin oluşmasında teknik özelliklerin yanında dönemin ekonomik ve politik koşulları ve yaratıcı pazarlama önemli yer tutmaktadır[5].

OPT'yi pazarlamakta kullanılan ana araç OPT'nin yaratıcısı Dr.Eliyahu Goldratt ve Jeff Cox tarafından yazılan "The Goal" (1984) isimli bir romandır [6]. Roman Kahramanı Al Rogo ABD'de 3 ay içinde kapanma tehlikesi olan bir fabrikanın yöneticisidir ve önceleri bir fizikçi olup daha sonra bir üretim uzmanı haline gelen Johan adlı kişinin fikirlerini uygulayarak fabrikayı kurtarmakta ve sonunda bölge yöneticisi olmaktadır.

OPT'nin 1979 yılında optimize edilmiş zaman çizelgeleri olan ismi 1982'de resmi olarak Optimum Üretim Teknolojisi ismi ile değiştirilmiştir. OPT yazılımının birbirinden tamamen farklı üretim ortamlarına uygulanmasına dayanarak Goldratt yeni bir takım lojistik kavramları ve prensipleri tanımlamıştır. 1980 yılında OPT, yeni bir modülün geliştirilmesi ile iş atölyesi ortamlarına uygulanabilecek hale getirilerek yeniden düzenlenmiştir. Bu modül envanteri satışları düşürmeden azaltmıştır[5].

The Goal'un ardından ikinci kitap olan The Race Version 56 OPT yazılımında yapılan değişiklikleri açığa kavuşturmak için bir çaba olarak gelmiştir. Kitapta daha önce The Goal'de bileşenleri bulunan fakat tutarlı bir sistem olarak anlatılmamış olan, malzeme akışı için Trampet Tampon Halat- TTH isminde bir lojistik sistemi önerilmekte ve daha önceleri üretim alanı ile sınırlı kalınırken yavaş yavaş iş yaşamının diğer yönleriyle de ilgilenilmeye başlanmaktadır.

Kısıtlar teorisinin ilk yıllarında sadece klasik iş atölyesi ortamlarına uygun olduğu düşünülürken, bir sistem yaklaşımı halini almasıyla birlikte muhasebe, süreç iyileştirme, bilgi teknolojisi, tedarik zinciri yönetimi, süreç endüstrisi, hizmet sektörü, proje yönetimi, yeniden imalat, fason imalat, MRP sistemlerinin Kısıtlar teorisi prensipleri ile çalışır hale getirilmesi gibi bir çok alanda uygulamaları görülmeye ve akademisyenler tarafından incelenmeye başlanmıştır. Bunun sonucu olarak da performansı JIT, doğrusal programlama ve yerel optimizasyon gibi diğer alternatif sistemlerle karşılaştırılmıştır.

### 3. KISITLAR TEORİSİ KAVRAMI VE TANIMI

Kısıtlar Teorisi 1980'lerin başında Dr.Eliyahu M.Goldratt tarafından geliştirilen bir yönetim sistemi felsefesidir ve temel savı, kısıtların bir firmanın performansını belirlediği ve her sistemin en az bir tane kısıta sahip olduğudur. Bu durumda kısıtlar teorisini tanımlamak için öncelikle kısıtı tanımlamak gerekir. Kısıt “ bir sistemin para kazanma hedefini başarmasını engelleyen herhangi bir unsur” olarak tanımlanabilmektedir. Kısıtlar teorisi de “kısıtların yönetilmesi yoluyla sürekli gelişmeye odaklanan bir yönetim yaklaşımı” olarak tanımlanabilmektedir[2].

Kısıtlar Teorisi genel olarak üç ana daldan oluşur. Bunlar Lojistik, Performans sistemi ve Problem Çözme/Düşünme Süreçleridir. Kuruluş amacı kâr etmek olan işletmelere ve iş sistemlerine Kısıtlar Teorisinin bakışı işletmelerin “şimdi ve gelecekte para kazanmak” olduğunu dikkate alır ve amaç, gerekli koşullar ve araçları birbirinden ayırmak gerektiğini savunur[1]. Süreç iyileştirmede genel olarak kabul edilen iki varsayım vardır:

- 1-Sistemi küçük parçalara bölerek iyileştirmek ve sonra iyileştirilmiş parçaları birleştirerek sistemin bütünü iyileştirmek mümkündür.
- 2-Sistemin her kademesinin performansını en üstte tutmak, sistemin genel performansını en üst düzeyde tutar.

Bu tanımlardan yola çıkarak işletmelerde performans ölçütleri geliştirilmiştir. Kısıtlar teorisine göre performans ölçütleri, finansal ölçütler ve faaliyet ölçütleri olarak sınıflandırılmaktadır. Finansal ölçütler; net kâr, yatırım kârlılığı ve nakit akışından oluşmakta, faaliyet ölçütleri ise; süreç, stok ve faaliyet giderlerinden oluşmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde tanımlanabilir[7].

- **Net Kâr** : Net kâr “ firmanın para kazanıp kazanmadığının mutlak bir ölçütüdür.”
- **Yatırım Kârlılığı** : Yatırım kârlılığı “firmanın para kazanma hedefinin oransal bir ölçütüdür”.



- **Nakit Akışı** : Nakit akışı “ firmanın finansal yükümlülüklerini karşılayabilmesi için mevcut olan para miktarı” anlamına gelmektedir.
- **Süreç** : Süre“ firmanın satışlar yoluyla yarattığı para oranıdır”. Goldratt satışlardan hammadde maliyetlerinin çıkarılması sonucu elde edilen miktarı süreç olarak tanımlamıştır.
- **Stok**: Stok “firmanın satmak amacıyla satın aldığı şeylere yatırdığı tüm para”yı ifade etmektedir. Elde bulundurulmuş stoklar, sadece içerdikleri hammadde maliyetiyle değerlendirilmekte, işçilik ve genel üretim giderleri dahil edilmemektedir.
- **Faaliyet Giderleri** : Faaliyet giderleri “ firmanın stoğu sürece çevirmek için harcadığı ( katlandığı) tüm para”yı ifade etmektedir. Goldratt satışlardan hammadde maliyetlerinin çıkarılması sonucu elde edilen miktarı süreç olarak tanımlamış ve hammadde maliyetlerini tek değişken gider olarak kabul ederek hammadde maliyetleri dışındaki tüm maliyetleri faaliyet giderleri olarak nitelendirmiş ve sabit kabul etmiştir[7].

Bu tanımlamalara göre süreç(çıktı), net kâr ve yatırım kârlılığı aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır [2].

Süreç = Satışlar- Hammadde maliyeti

Net Kâr = Süreç – Faaliyet Giderleri

Yatırım Karlılığı = Süreç – Faaliyet Giderleri / Stok

Kısıtlar teorisinin temelinde 5 ana ilke bulunmaktadır[3].

Tüm sistem ve prosesler birbirine bağlı olayların bir dizisidir, zincire benzerler.

- 1- Tüm sistemler bünyelerinde en az bir kısıt barındırırlar. Kısıt, zincirin en zayıf noktası ya da süreçteki darboğazdır.
- 2- Kısıt performansındaki herhangi bir iyileşme doğrudan sistemin bütününde performans artışını sağlar. Zayıf noktanın güçlendirilmesi

ile, zincirin tamamı daha güçlü hale gelir. Darboğaza doğru akışın artırılması ile de, sistemin çıktı miktarı artar.

- 3- Kısıtlar nedenlerine göre sınıflandırılabilir. Kısıtların çoğu organizasyonel kurallar, eğitim ve ölçülerdir. Bunlar politik kısıtlardır. Diğer kısıtlar ise kaynak ve Pazar kısıtlarıdır.
- 4- Kısıtlı olmayan bir kaynak veya süreçte yapılacak herhangi bir iyileştirme sistem performansını etkilemeyecektir.

Her sistemin en az bir kısıtı olduğu ve sistem performansının da bu kısıt tarafından yönetildiği gerçeğinden hareketle organizasyonun verimliliğini ve kârlılığını artırmak için bu kısıtlara odaklanılması gerekir. Temel olarak, bir sistemin karşılaşılabileceği iki tür kısıt bulunmaktadır. Fiziksel kısıtlar (malzeme, makine, teçhizat, insan, talep) ve politik kısıtlar (Firma faaliyetlerini aksatacak veya engelleyecek politikalar, prosedürler, kurallar ve yönetim metotları). Organizasyonlar genel olarak çok az fiziksel kısıtla karşılaşılır. Karşılaşılan kısıtların büyük bir kısmı politiktir. Goldratt'a göre bir organizasyondaki kısıtların %99'u politik kısıtlardır. Bu gibi kısıtlar, hatalı ve modası geçmiş karar verme sistemlerinin ürünüdür[3].

Ayrıca Kısıtlar iç kısıtlar (kapasite sınırlamaları, yönetici ve işçilerin davranışları, lojistik ve yönetim politikaları gibi) ve dış kısıtlar (Pazar talebi veya tedarikçi kalitesi gibi) olmak üzere iki başlık altında da toplanabilir.

Çizelge 3.1'de yukarıda anlatılan kısıt türleri daha detaylı şekilde sınıflandırılmış, ne anlama geldikleri de tanımlanmıştır.

Kısıtlar teorisinin kısıtları sorgulamak, yönetmek ve ortadan kaldırmak için önerdiği araçlar çeşitlidir. Kısıtların bulunması, yönetilmesi ve ortadan kaldırılması için kullanılacak en temel araç, sürekli iyileştirme sürecidir. Kısıtların temel sebeplerini anlamak ve ortadan kaldırmak amacıyla kullanılan diğer araç, sokratik düşünme süreçleridir. [ 5]

Çizelge 3.1 Kısıt Türleri [7]

<b>Kısıtın Türü</b>	<b>Kısıtın Tanımı</b>
Pazar Kısıtları	Dengesiz Pazar talebi, üretim yapabilmesi için işletmelerin kapasitesini kısıtlayabilir.
Kaynak Kısıtları	İşletme kaynakları Pazar talebi karşısında yetersiz kalabilmektedir.
Politik Kısıtlar	Yöneticiler fırsatlar karşısında basiretsiz tutumlarda bulunabilirler.
Hammadde Kısıtları	Dışsal bir kaynak olan hammadde kıt olabilir.
Lojistik Kısıtlar	Uygulanan prosedürler işletmelerin faaliyetlerini sınırlayabilmektedir.

Günümüzde kısıtlar teorisi, özellikle imalat firmalarında geniş uygulamalara sahiptir. Kısıtlar teorisi, imalat sistemlerinde üretim ve teslim zamanını azaltmak, ürün kalitesini iyileştirmek stokları düşürmek ve önemli kar artışı sağlamak gibi hedeflere ulaşmada başarılı bir biçimde kullanılmaktadır[8].

Kısıtlar teorisi, her ne kadar imalat yapan kar amaçlı organizasyonlar için uygun görülse de, imalatın dışındaki fonksiyonların (pazarlama ve yönetim gibi) yanı sıra, hizmet üreten firmalar ile kar amaçlı olmayan organizasyonlarda da önemli bir uygulama alanına sahiptir.

1980’li yılların ortalarında OPT programı yaklaşık 100 büyük işletmede kullanılmaktaydı ve sonuçlar gerçekten çarpıcıydı. OPT yazılımını kullanan firmaların elde ettiği bazı olumlu sonuçlara örnek vermek gerekirse ;[6]

- M&M/ ars şeker fabrikası, ilk OPT kullanıcıları arasında olup uygulanan bölümün çıktı miktarında % 15 ‘lik, tüm üretim miktarında ise %5’lik bir artış sağlamıştır.

- Bir boya fabrikasında kısıtlar teorisinin uygulanması sonucunda, zamanında yapılan teslimatların oranı %98’e çıkmış, ürün üzerinde tekrarlı yapılan işlemlerin sayısı yarı yarıya azalmış ve satışlar %400 oranında artmıştır.

- General Motors firmasına ait bir işletmede üç ay içerisinde ara ürün stoklarında %30'luk bir azalma kaydedilirken, 140 gün olan stok seviyesi 80 güne indirilmiştir.

- Tri Industries firması , ABD uzay endüstrisine içten yanmalı motor ve pervane parçaları üretmektedir. 1986 yılında satın aldıkları OPT yazılımıyla 1989 yılına kadar, stok seviyesini %35 oranında azaltmayı, satışları da %13 oranında arttırmayı başarmışlardır.

- Kent Moore Cabinets firması, kısıtlar teorisi tabanlı üretim planlamasını uygulamaya başladıktan sonra üretim teslim süresini ortalaması 4 hafta olan bir pazarda 2 güne indirmiş ve 1989-1991 yılları arasında satışlarını 6 Milyar \$'dan 10 Milyar \$'a çıkarmıştır.

### **3.1 Kısıtlar Teorisinin Özellikleri**

Bir çok organizasyon için amaç, şimdi ve gelecekte daha büyük verimlilik ve sonuçta karlılıktır. Amaç karlılık olduğu için sistemin daha yüksek düzeyde kar etmesini engelleyen kısıtlar ortadan kaldırılmalıdır. Her organizasyon kendi içerisinde bir sistemdir. Kısıtlar teorisi de bu sistemi geliştirmek ve daha iyiye ulaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Ancak sistemin herhangi bir bölümünü geliştirmeden önce sistemin bütünsel amacı ve bu amacın üzerinde etkili olabilecek alt sistemler ile kararları tanımlanmalıdır.

Kısıtlar teorisinin temel ilkeleri şunlardır[9].

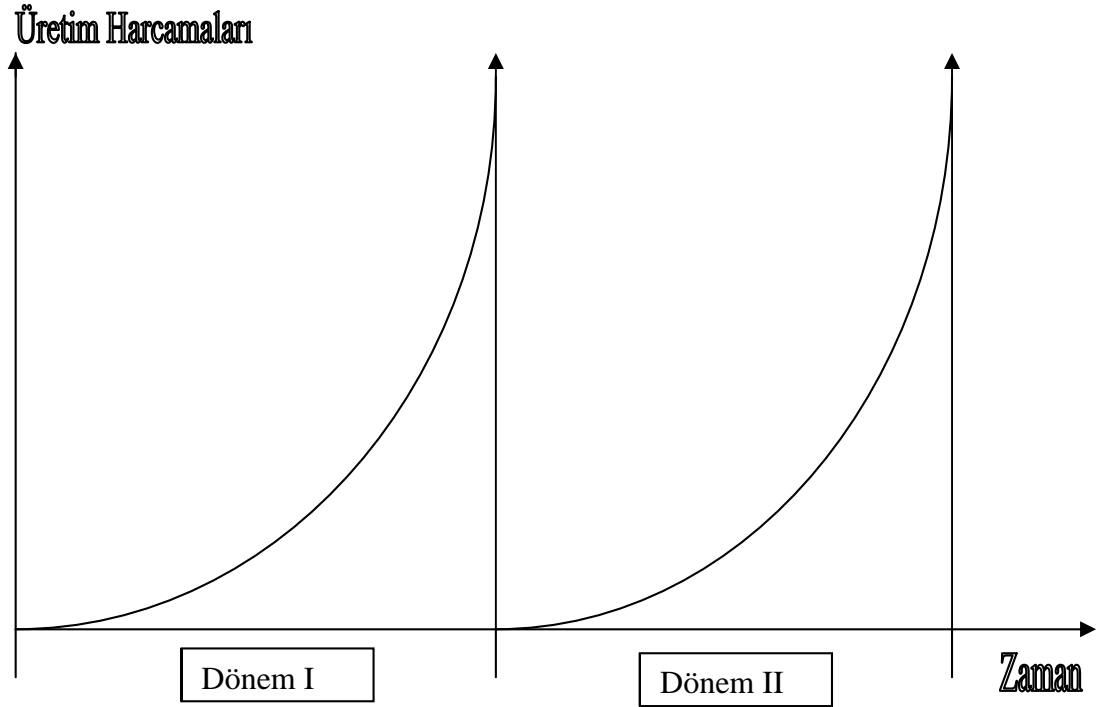
- 1- Sorun çözmede ve değişimi yönetmede analitik düşünme yerine sistematik düşünme tercih edilmelidir.
- 2- Sistemin içinde bulunduğu çevre değiştikçe optimal sistem çözümü de değişmektedir. Bir çözümün etkinliğini artırmak ve devamlılığını sağlamak için “sürekli değişim” sürecine gerek vardır.
- 3- Sistemin performansının çok iyi olması, sistemin parçalarının her birinin performansının iyi olduğunu göstermez.
- 4- Sistemler zincire benzemektedir. Her sistemin performansını sınırlayan bir “en zayıf halkası”(kısıt) bulunmaktadır.

- 5- Sistemde zayıf olanın dışında herhangi bir halkayı güçlendirmeye yönelik yapılan işlemlerin, sistemin bütününe geliştirmeye bir etkisi olmamaktadır.
- 6- Sistemde neyin değiştirileceğini bilmek, sistemin şu anki gerçeğini, amacını, yönünü ve ikisi arasındaki farkın yönünü bütünüyle anlamayı sağlamaktadır.
- 7- Sistem içerisindeki istenmeyen etkilerin çoğuna birkaç ana sorun neden olmaktadır.
- 8- Bu ana sorunlar çoğunlukla görünür değildir. Sorunlar, “sonuç-neden-sonuç” ağıyla bağlı istenmeyen etkiler yoluyla kendilerini göstermektedir.
- 9- İstenmeyen etkileri tek tek ortadan kaldırmak yalnızca kısa vadeli bir çözüm getirerek yanıltıcı olabilmektedir. Ana sorunun çözümü aynı anda istenmeyen etkilerin ortadan kaldırılmasını gerektirmektedir.
- 10- Ana sorunların altında genellikle onların sürekli olmasını sağlayan bir çatışma yatmaktadır. Ana sorunların çözümü çatışmanın altında yatan varsayımların değiştirilmesini ya da en az bir tanesinin geçersiz kılınmasını gerektirmektedir.
- 11- Sistemin kısıtları fiziksel ya da stratejik kısıtlar olabilir. Fiziksel kısıtlar genellikle belirlenmesi ve ortadan kaldırılması daha kolay kısıtlardır. Stratejik kısıtların ise, belirlenmesi ve ortadan kaldırılması daha zordur. Ancak ortadan kaldırıldığında fiziksel kısıta oranla sistemde daha fazla gelişme görülmesi söz konusudur.
- 12- Sürekli gelişim sürecinin en büyük düşmanı organizasyondaki durağanlıktır.
- 13- Fikirler her zaman çözüm değildir.

## 4. KISITLAR TEORİSİNİN UNSURLARI

### 4.1 Hokey Sopası Sendromu

Geleneksel yaklaşımın olumsuzluklarından birisi olan hokey sopası sendromu “ Dönem Sonu Sendromu ”olarak da adlandırılır. Hokey sopası görünümünde bir grafik şeklinde olduğu için “Hokey Sopası Sendromu” diye adlandırılır[10].



Şekil 4.1 Hokey Sopası Sendromu[10]

Bu durum bütün firmaların karşılaştığı bir problemdir. Problemin sebebi, dönem başında firmaları maliyet muhasebesinin verimlilik ölçütünü kullanıyor olmasıdır. Bu ölçüt, büyük partiler halinde üretim yapmayı, hazırlık maliyetlerini düşürdüğü için teşvik eder. Üretimin büyük partiler halinde yapılması sonucunda bazı ürünler için ara ürün stokları artarken bazı ürünler için de hammadde yokluğu ortaya çıkar. Bunların sonucu olarak da bazı makineler atıl kalırken bazı kaynaklar da darboğazlı kaynak haline gelir. Bu olumsuzlukların hepsi birleşince, hazırlanan iş planlarında aksaklıklar ortaya çıkar ve teslimatlarda gecikmeler oluşur.

Raporlama döneminin sonuna yaklaşıldığında yeni performans ölçütleri kullanılmaya başlanır. İşletmenin bütününe ilgilendiren, net gelir ve yatırımın getirisi gibi finansal ölçütlerin önemi artar.

Raporlama dönemine ait teslimat hedeflerine ulaşmak için fazla mesai yapma, hafta sonları da çalışma, önceliğin acil siparişlere verilebilmesi için iş programlarının yeniden planlanması gibi çarelere başvurulur. Böylece üretim harcamaları artar. Dönem sonunda, hedeflenen amaçlara ulaşıldıktan sonra yani, firma üzerindeki baskı azaldıktan sonra tekrar maliyet muhasebesine ait ölçülere geri dönülür ve döngü böyle devam eder.

Dr. Eliyahu Goldratt , standart maliyet sistemlerinin sunduğu performans ölçütlerinin işletmenin genelinde, özellikle de üretim birimlerindeki faaliyetlerin arasındaki ilişkileri bozduğunu iddia etmektedir. Faaliyetlerde meydana gelen bozulmaların nedeni olarak da ; standart maliyet tekniklerinin, tüm işletmenin performansını optimize etmek yerine, işletmedeki her alt birimin birbirinden bağımsız olacak şekilde verimliliklerini en üst düzeye çıkarmaya teşvik ettiklerini belirtmektedir[10].

#### **4.2 Firmanın Amacı**

Pek çok kişinin onunla hem fikir olmamasına rağmen Goldratt'ın firmaların amacıyla ilgili çok basit bir fikri vardır: “Bir firmanın amacı, şimdi ve gelecekte para kazanmaktır.”

Goldratt, firmaların satışları arttırmak, pazar payını büyütmek, teknolojisini geliştirmek ya da kaliteli ürünler üretmek gibi pek çok amacının olduğunu ileri sürer. Ancak bunların hiçbirisi firmanın uzun dönemde devamlılığını sağlamaz. Sayılan bu amaçların hiçbirisi tek başına amaç değildir, sadece amaca ulaşmak için birer araçtır. Örneğin bir işletmenin tek amacını, Pazar payını büyütmek olarak belirlediğini varsayalım. Fiyat iskontoları sürekli zararlara neden olsa bile, yeni müşteriler kazanmak için firma fiyatlarını düşürür. Böyle bir firmaya ne olacaktır?

Zararlar artarken firmanın borç bulması gittikçe güçleşecektir. Hatta mevcut borcu ödemeye yeterli karı bile olmayabilir[10].

Firma değerinin düşmesine yol açan amaçlar peşinde koşan yöneticiler, kendilerini daima erken emekli olmuş bulurlar. Zaman içinde koşullar ve bu nedenle şirketlerin karşı karşıya kaldıkları problemler sürekli bir şekilde değiştiği halde Dr.Goldratt'ın belirttiği “Şimdi ve gelecekte para kazanma” amacı , değişikliğe uğramamıştır[10].

#### **4. 3 Performans Ölçüleri**

Günümüzde nereye baksak, rekabetin eskiye göre daha şiddetli hale geldiğini görüyoruz. Bu rekabeti teknolojik ilerlemeler körüklemektedir. Teknoloji sayesinde artık daha iyi hammaddeler bulunabilmektedir.

Malzeme kapasitesindeki bu olağanüstü gelişmenin ateşlediği yeni ürünler, ekonomiyi değiştirerek karıştırmaktadır. Çünkü ürün kapasitesi ve kalitesi hızla gelişirken, ürün fiyatları düşmekte ya da en azından sabit kalmaktadır. Sonuçta şirketler daha çok satma baskısını yaşamakta ve bu da , sürekli bir ürün akışına ihtiyaç duymaları anlamına gelmektedir. Sonuçta, sürekli daha uygun fiyata daha yüksek kapasite ve daha iyi kalitede yeni ürünlerin sunulması, pazarı daha da karıştırarak rekabeti artırmaktadır. Bu da, şirketlerin ürünlerini satmak için giderek daha çok yenilikçi fikre gereksinim duymalarını sağlamaktadır[10].

Rekabetin hızla artması şirketlerin, şu anda nerede olduklarının çok da önem taşımadığını anlamalarını sağlamıştır. Asıl önemli olan, sürekli gelişme sürecini başlatmaktır. Aksi takdirde, üstünlük konumlarını birkaç yıl içerisinde kaybederler. Aradan birkaç yıl geçtiğinde de, tamamen yok olurlar.

Geleneksel anlamda sürekli gelişme, Dr. Goldratt'ın “Maliyet Dünyası” adını verdiği kavrama dayanmaktadır. Şirketleri pek çok halkadan oluşan bir zincir gibi düşünürsek; birileri hammadde ve malzemeleri almalı, birileri ürünleri tasarlamalı, birileri parçaları üretmelidir. Zinciri sürekli geliştirmek için, çabalarınızı



yoğunlaştırabileceğiniz iki temel seçenek mevcuttur. Bunlar, maliyetleri azaltmak ya da belli bir süreçteki üretimi (satışları) arttıracak önlemler almaktır. İkisini birden yapmaya çalışmak, pek kolay değildir[10].

Maliyetlerin azaltılması üzerinde yoğunlaştığımızı varsayalım. Sorulacak ilk soru “Maliyetler nerede toplanıyor?”olacaktır. Sorumuzun yanıtı ise “İşletmenin her departmanında, zincirin her bir halkasında ” olur. Bunun altındaki felsefe şudur: “Küresel optimum, yerel optimumların toplamına eşittir.”Bu felsefeye göre, sürekli bir gelişme süreci, Pareto ilkesini izleyerek sorunların, israfın %80’inden sorumlu olan %20 ‘si üzerine yoğunlaşmıştır. Ama sonuçta performansta elde edilen gelişme çok yavaş olur ve maliyet odaklı bu düşünce şekli büyük hatalara yol açabilir. Pek çok şirketin başarısızlığının kökeninde bu düşünce vardır[10].

Konunun daha iyi anlaşılması için bir örnek vermek gerekirse, International Harvester’ın 1980’de yaşadıklarını inceleyebiliriz. Şirketin başı 1980’de derde girmiştir. Şirket 30 yıldır ilk kez para kaybetmiştir. Bu nedenle de genel müdürü emekliye ayırıp, yeni birisini genel müdür olarak işe alırlar. Bu yeni genel müdür işe koyulup şöyle der: “Tamam bundan sonra doğrusunu yapacağız”. İsteddiği ilk şey, üretilen bütün parçalar için bir hesaplama yapılmasıdır. Şirket on binlerce parça üretmekteydi. Her bir parça için şunları bilmek istiyordu: bu parçayı üretmenin maliyeti nedir?Mümkünse, bu parçayı dışarıdan satın almanın maliyeti ne olacaktır? Sonunda, üretmelerinin dışarıdan satın almaktan daha pahalıya geldiği tüm parçaları dışarıdan almaya ve fazla kapasiteyi düşürmeye karar verdi. Ve şirket bunu büyük boyutta gerçekleştirdi[10].

Sonuçta, maliyet hesaplarının ardından maliyetler düşeceğine yükseldi. Çünkü genel müdür,bir taraftan sabit maliyetleri değil değişken maliyetleri azaltmış, diğer taraftan da dışarıdan almaya başladıkları parçalar için tedarikçilere ödeme yapmak durumunda kalmıştı.

Üç ay sonra her şeyin yeniden kontrol edilmesini istedi. Sonuçlar elbette yanıltıcı oldu. Hala üretmekte oldukları parçalar üzerinde, eskiden, artık dışarıdan aldıkları parçalarla paylaştıkları genel giderleri de taşıyorlardı. Bu nedenle maliyet

hesapları, dışarıdan alınmaları durumunda, maliyetleri azaltacak parça sayısının sonsuz olduğunu gösterdi. Böylece o parçaları üretmekten de vazgeçip, dışarıdan almaya başladılar. İş dev boyutlara ulaşmıştı.

Dördüncü çeyrek döneme gelindiğinde mali sonuçlar elbette hiç de iyi değildi. Genel Müdür, en büyük yatırım olan montaj fabrikalarının üstüne yoğunlaşmaya karar verdi. Bu fabrikaların etkinliklerinin oldukça iyi olduğu söyleniyordu, ama genel müdür“ Etkinliği haftada beş gün, günde iki vardiya üzerinden hesaplıyoruz. Ama bu yatırım, haftada yedi gün ve günde üç vardiya için yapıldı. Demek ki montaj fabrikaları %50'nin altında verimlilikle çalışıyor. ”dedi. Böylece tüm montaj fabrikalarını haftada yedi gün ve günde üç vardiya çalıştırmaya başladı. Tamamlanmış ürün stokları oluşturdu. Kısa bir süre sonra şirketin mali tabloları, net karlarının arttığını göstermeye başladı. Çünkü genel müdür, stoklara daha çok genel gider yüklemişti. Geleneksel maliyet muhasebesine göre stok pasif değil, aktiftir. Yıl sonuna gelindiğinde şirket yeniden kara geçmiş gibi görünüyordu. Genel müdür büyük bir ikramiye aldı ve hemen ardından şirketten ayrıldı. Sonuçta şirketten on binlerce eleman atıldı ve onun ardından gelen genel müdür, şirketin yalnızca üçte birini bile güçlükte kurtarabildi[10].

Parça maliyetini hesaplama şeklinin, bu parçaları üretmek yerine dışarıdan alarak maliyette yapacağımız tasarrufu yansıttığını sanmak, bir kaynağı faaliyete geçirmenin kar elde etmekle eş anlamlı olduğunu varsaymak, stoğun bir aktif olduğunu “maliyet dünyasından” kaynaklanan varsayımların sonuçlarıdır. Dr. Goldratt'a göre, ayakta kalabilmek için şirketinizin sürekli bir gelişim sürecine girişmesi gerektiğine inanıyorsanız bunu sağlayacak şey maliyetlerin azaltılması değildir. Bu gelişme yolu kısıtlıdır. Şirketlerin başarısını gerçekte, süreçteki üretim belirler. Süreçteki üretim ile, şirketin satışlar kanalıyla para yaratma hızı kastedilmektedir.

Zincir benzetmesine geri dönecek olursak, süreçteki üretim ancak zincirin sonunda, tüm halkaların çabalarıyla kazanılır. Maliyete bakmaktan süreçteki üretime bakmaya kaymak, zincirin ağırlığı üzerine yoğunlaşmaktan, zincirin gücü üzerine yoğunlaşmak gibidir. Zincirin gücünü en zayıf halka belirler. En zayıf halka dışındaki bir başka halkanın geliştirilmesi zincirin genel gücünü geliştirmiş olmaz.

“Küresel optimum , yerel optimumların toplamı değildir. ”Bu düşünce şekli, yirminci yüzyıl boyunca uygulanan iş yapma yönteminden önemli bir sapmadır[10].

Kısıtlar teorisine göre performans ölçülerini belirlerken, işletmelerin asıl amacı olan “şimdi ve gelecekte para yaratmak” fikrini göz önünde bulundurmalarıdır. [6]

Dr. Eliyahu Goldratt’a göre, bir firmanın performansını ölçmek için iki grup ölçütün kullanılması gereklidir.

-Operasyonel Ölçüler

-Finansal Ölçüler

### **4.3.1 Operasyonel Ölçüler**

Kısıtlar teorisi, şirkette çalışan herkesi ve her birimi temel amaç doğrultusunda yönlendirmek ve amaca doğru ilerleme olup olmadığını belirlemek için, aşağıdaki üç soruya cevap bulması gerektiğini belirtir[10].

- Şirket ne kadar değer yaratmaktadır?
- Sisteme ne kadar yatırılmaktadır?
- Faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için ne kadar harcanmaktadır?

Bu üç soruya verilecek cevaplar sırasıyla firmanın para yaratma hızı, envanter ve faaliyet giderleridir.

Dr. Goldratt bu üç kavramın, etkili bir planlama ve kontrol sisteminin merkezinde olması gerektiğini ileri sürer. Firmanın para yaratma hızı, envanter ve faaliyet giderleri, şirketin amacının birimlere ve çalışanlara iletiminde kullanılacak basit kavramlardır. Bu sayede hem yöneticilerin hem de çalışanların ulaştıkları sonuçları, kendileri için belirlenmiş olan standartlarla kıyaslayarak değerlendirmeleri kolaylaşmış olur[10].

#### **a. Firmanın Para Yaratma Hızı (T)**

Firmanın para yaratma hızı, satışlar yoluyla sistemin para tedarik etme hızıdır. Kar amaçlı bir şirket, üretimle değil satışla gelir elde eder. Bu nedenle

kısıtlar teorisi, çıktı kavramından hareket etmez. Çünkü çıktı, her zaman satılmış ürün anlamına gelmemektedir. Kısıtlar teorisine göre, hammadde ve malzemelerin stoklanması ile yarı mamul ve mamul stokları için ürün imal etmenin, pazar ve üretim ortamındaki dalgalanmalardan korunmak dışında hiçbir anlamı yoktur. Bu nedenle stokların mümkün olduğunca azaltılması gerekmektedir[10].

Kısıtlar teorisine göre;

Firmanın Para Yaratma Hızı (T) = Satışlar – Satılan Ürünün Hammadde Maliyeti'dir

Goldratt'a göre amaç, global amaç T değerini maksimum yapmaktır. Bunun yolu ise, sistemdeki kısıtın belirlenmesi, işletmenin çıkarı için kullanılması ve diğer tüm kaynakların T değerini maksimize etmek için koordine edilmesidir[11].

### **b. Envanter (I)**

Envanter, sisteme satış yapmak için yatırılan paranın tamamıdır. Buna, şirketin bina, fabrika, kullanılan araç-gereçler, taşıt vs. gibi maddi varlıkları ile mal stokları dahildir. Bunun sebebi tüm varlıkların, kısıtlar teorisi açısından gerektiğinde satılabilir olmasıdır. Ancak bu teoriye göre genel üretim giderleri ve doğrudan işçilik maliyeti envanter maliyeti içinde hesaba katılmaz. Başka bir deyişle, envanter değeri, sadece dış satıcılardan alınan ve mamulün imalatında kullanılan bileşenlerin maliyetinden oluşur. Çünkü kısıtlar teorisine göre, yöneticiler envantere değil, şirkete değer katmalıdırlar. Bu nedenle üretilmiş ancak satılmamış her ürün, yöneticilerin sorumluluğunu artıran ve sermayenin karlılığını düşüren bir yük olarak görülür[10].

### **c. Faaliyet Giderleri (OE)**

Faaliyet giderleri, sistemin hammadde ve malzemeyi ürüne dönüştürmek için harcadığı tüm kaynak tüketimleridir. Bu kaynak tüketimleri içinde tüm dönüşüm maliyetleri (Doğrudan işçilik ve genel üretim giderleri), AR-GE, yönetim ve pazarlama, satış ve dağıtım giderleri yer alır. Bu teoriye göre işletme yönetiminin

temel amacı firmanın para yaratma hızını artırırken envanteri ve faaliyet giderlerini azaltmak olmalıdır[10].

### 4.3.2 Finansal Ölçüler

Kısıtlar teorisi, yukarıda açıklanan operasyonel ölçülerin, net kar, yatırımın getirisi gibi finansal ölçüler ile yöneticilerin günlük eylemleri arasında kurulacak köprü için yeterli olduğunu söyler. Aşağıdaki eşitlikler bu köprünün nasıl kurulacağını ortaya koyar[10].

$$\text{Net Kar (NK)} = \text{Fırmanın Para Yaratma Hızı (T)} - \text{Faaliyet Giderleri (OE)}$$

$$\text{Yatırımların Getirisi (YG)} = \text{T} - \text{OE} / \text{I}$$

Geleneksel yaklaşım ile Kısıtlar Teorisi, yöneticilerin karar verme sürecinde farklı sonuçlar verirler . Bunun sebebi birbirlerinden farklı ölçütler kullanıyor olmalarıdır. Bunu bir örnek üzerinde açıklayalım.

A ve B ürünlerini üreten bir üretim işletmesinin genel üretim gideri toplamı 435,00 YTL olup bu maliyet her iki ürüne de doğrudan dağıtılamayan şu gider kalemlerinden oluşmaktadır: ekipman amortismanı, bakım onarım, sigorta, vergiler, dolaylı işçilik, çeşitli ustabaşı/ gözetmen ücretleri, enerji ve diğer genel giderler. Bu ürünlerle ilgili diğer bilgiler aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Geleneksel maliyet muhasebesi sistemi içerisinde dağıtım anahtarı olarak doğrudan işçilik saatleri kullanan bu işletme A ve B ürünlerine 435,00 YTL'lik genel üretim giderlerini (G.Ü.G.) şu şekilde hesaplayarak dağıtmaktadır.

Çizelge 4.1 A ve B Ürünlerine ait Bilgiler[10]

<b>Gerçek veya tahmini veriler</b>	<b>Ürün A</b>	<b>Ürün B</b>
Satılan birim sayısı	10.000 birim	5.000 birim
Fabrika satış fiyatı	0,1 YTL/birim	0,1 YTL/birim
Toplam hammadde maliyeti	620,00 YTL	375,00 YTL
Kullanılan doğrudan işçilik saatleri	500 saat	1000 saat
Toplam doğrudan işçilik maliyeti (0,1 YTL/saat)	50,00 YTL	100,00 YTL
Her standart sipariş için süreç zamanı	3 gün	4 gün

$$G.Ü.G. \text{ Dağıtım Oranı} = \text{Toplam G.Ü.G.} / \text{Toplam Direkt İşçilik Saatleri}$$

$$G.Ü.G. \text{ Dağıtım Oranı} = 435,00 \text{ YTL} / (500 + 1.000)_{\text{sa}} = 0,29 \text{ YTL} / \text{D. İş. Saati.}$$

Geleneksel yöntemle göre yapılan hesaplamalar ve toplam üretim maliyeti aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

$$A \text{ Ürünü için Toplam G.Ü.G.} = 500 \times 0,29 = 145,00 \text{ YTL}$$

$$B \text{ Ürünü için Toplam G.Ü.G.} = 1.000 \times 0,29 = 290,00 \text{ YTL}$$

Çizelge 4. 2 Geleneksel Yönteme Göre A ve B Ürünleri için Maliyet Hesapları[10]

<b>Finansal Bilgiler</b>	<b>Ürün A</b>	<b>Ürün B</b>
Doğrudan hammadde	620,00 YTL	375,00 YTL
Doğrudan işçilik	50,00 YTL	100,00 YTL
<b>Toplam Doğrudan Maliyetler</b>	<b>670,00 YTL</b>	<b>475,00 YTL</b>
Her bir ürüne düşen ToplamG. Ü. G.	145,00 YTL	290,00 YTL
<b>Toplam Üretim Maliyeti</b>	<b>815,00 YTL</b>	<b>765,00 YTL</b>
Üretilen birim sayısı	10.000	5.000
Birim Maliyet	0,0815 YTL	0,153 YTL
Satış Fiyatı	0,10 YTL	0,150 YTL
Birim Başına Kar (Zarar)	0,0185 YTL	( 0,003 YTL)

Doğrudan işçilik saatlerine dayalı geleneksel bir dağıtım yöntemi kullanıldığında, B ürünü birim başına 0,003 YTL zarar göstermekte, buna karşılık A ürünü 0,0185 YTL kar elde etmektedir. Bunun temel sebebi, B ürününün iki katı doğrudan işçilik saati kullanması sebebiyle genel üretim giderlerinden iki kat fazla pay almasıdır. Ancak kullanılan doğrudan işçilik saati her zaman iki kat fazla G.Ü.G. anlamına gelmeyebilir. Ürün satış fiyatını dikkate alan süreç muhasebesi yönteminde ise üretim süreci zamanının değeri aşağıdaki şekilde formüle edilir[10].

$$\sum \ddot{U} \times F \times S = \text{Toplam G.Ü.G.}$$

$\ddot{U}$  : Süreç zamanında üretilen her bir ürün sayısı

F : Her bir ürünün Fiyatı

S : Her bir ürünün süreç zamanı (gün, saat veya dakika)

Buna göre toplam süreç zamanı şu şekilde hesaplanır:

$$= (10.000 \text{ birim} \times 0,10 \text{ YTL/ürün} \times 3 \text{ gün}) + (5.000 \text{ birim} \times 0,15 \text{ YTL/ürün} \times 4 \text{ gün})$$

$$= 3.000 \text{ YTL/gün} + 3.000 \text{ YTL/gün} = 6.000 \text{ YTL / gün}$$

Böylece A ve B ürünleri faaliyet giderlerini (G.Ü.G.) yarı yarıya paylaşacaktır. Her bir ürün grubuna yüklenecek faaliyet giderleri (G.Ü.G.) şöyledir.

$$\text{Faaliyet Giderleri} = (3.000 \text{ YTL} / 6.000 \text{ YTL}) \times 435,00 \text{ YTL}$$

$$\text{Faaliyet Giderleri} = 217,00 \text{ YTL}$$

Süreç zamanına göre hesaplanan ürün maliyetleri aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.3 Süreç Zamanına Göre A ve B Ürünleri için Maliyet Hesapları[10]

<b>Finansal Bilgiler</b>	<b>Ürün A</b>	<b>Ürün B</b>
Doğrudan Hammadde	620,00 YTL	375,00 YTL
Doğrudan İşçilik	50,00 YTL	100,00 YTL
<b>Toplam Doğrudan Maliyetler</b>	<b>670,00 YTL</b>	<b>475,00 YTL</b>
Her bir ürüne düşen toplam G.Ü.G	217,50 YTL	217,50 YTL
<b>Toplam Üretim Maliyeti</b>	<b>887,50 YTL</b>	<b>692,50 YTL</b>
Üretilen Birim Sayısı	10. 000	5. 000
Birim Maliyet	0,08875 YTL	0,1385 YTL
Satış Fiyatı	0,10 YTL	0,15 YTL
Birim Başına Kar (Zarar)	0,01125 YTL	0,01125 YTL

Geleneksel yönteme göre hesaplanan ürün maliyetleri, süreç zamanı dikkate alındığında oldukça değişmektedir. Süreç muhasebesi uygulandığında A ürününün birim başına karlılığı azalırken B ürününün birim karlılığı oldukça yükselmiş ve A ürününden daha karlı hale gelmiştir[10].

Ancak insanların, alışkın oldukları yöntemlerin hatalı olduğunu söyleyip yeni bir yöntem önerildiğinde mutlaka bir tepkiyle karşılaşılır. Bu nedenle kısıtlar teorisinin önerdiği süreç muhasebesinin işletmelerde uygulanabilmesi için insanların eğitilerek gönüllü katılımlarının sağlanması gereklidir.

İnsanların yaratıcı olmasını sağlamak için önce, kabul edilebilir çözümlerin yanlış olduğuna ikna edilmeleri gereklidir. Çünkü kabul edilebilir çözümler insanların düşünmesini engeller.



## 5. MATERYAL VE YÖNTEM

### 5.1. Zayıf Halkaların Belirlenmesi

Hiçbir işletme sonsuz miktarda para kazanamayacağından, muhakkak zayıf bir bağa sahiptir. Bu durum nasıl belirlenmelidir ve hangi elemanlar zayıf halkayı maksimum performans vermekten alıkoymaktadır? Zayıf halkalar bir dizi farklı yolla kategorize edilir. Bunlar: Davranışsal, yönetsel, kapasite, pazar ve lojistik olarak sıralanabilir. Her birinin İşletmenin düzgün işleyişinde kendine has etkisi vardır. Lojistik kısıtlar; hatalı yönetim stratejileri, politikaları ve karar mekanizmalarıdır. Davranışsal kısıtlar; global perspektifte düşük performansla sonuçlanan, işçiler tarafından gösterilen davranışlar ve iş yapma alışkanlıklarıdır[4].

#### 5.1.1 Davranışsal Kısıtlar

Davranış, çevreye ve oluşan çeşitli durumlara karşı, mantıksal bir şekilde yapılmaya kalkışılan eylemler veya tepkilerin sonucudur. Ne zaman bir davranış gelecekle çatışma halindeyse ve işletmenin global ölçümleri üzerinde negatif bir etkiyle sonuçlanırsa, buna davranışsal bir kısıt denilebilir. Davranışsal kısıtlar bir dizi farklı sebepten kaynaklanır. Belki de en yaygın sebep ölçüm sistemidir. “Bana beni nasıl ölçeceğini söyle, ben de sana nasıl davranacağımı söyleyeyim”[4]. Dolaylı yada dolaysız olarak ölçüm sistemi insanlara nasıl davranmaları gerektiğini dikte eder. Bunun en güzel örneği sürekli meşgul olmaktır.

Değiştirilmesi en zor davranışlardan biri- belki de en zararlısı- kaynakların sürekli meşgul tutulması yaklaşımıdır. Bu varsayım işçileri her zaman meşgul tutmanın üretkenlik sayılmasından kaynaklanmaktadır. Bu davranışın sonucunun bir uzantısı olarak envanter miktarları artar, ürün karmaları dengesiz hale gelir, çizelgeler kayar ve malzeme açıkları meydana gelir.

Davranışsal kısıtın başka bir örneği ise hazırlık aşamasında global sonuçlarını değerlendirmeden en çok tasarrufu gerçekleştirme eğilimidir. Hazırlıkları bu şekilde,

çıktı, envanter ve işlem giderleri üzerindeki global etkisinden soyutlayarak planlamak, karlılıkta bir azalma ile sonuçlanabilir. Global bir perspektiften bakınca bu yaklaşım neredeyse irrasyonel gözükür ve karlılık üzerindeki etkisi sıklıkla tahmin edilebilir.

### **5.1.2 Yönetimsel Kısıtlar**

Kötü yönetim politikaları; fiziksel kaynakların kullanımını maksimize etme kabiliyetini sınırlarlar veya kısıt olmayan kaynakların, çıktının yaratılmasını korumakta düzenli kullanımını önlerler. Örneğin pazara sürülecek ürünleri belirlemek için faaliyet tabanlı muhasebe kullanan satış temsilcileri için komisyon çizelgeleri oluşturulması politikası kârlılığı maksimize etmek için kaynakların kötü işletilmesine sebebiyet verebilir veya iyileştirmeye odaklanmak için kalite maliyetini kurma politikası firmanın tümünde kârlılığı artırmayacak bir alana para yatırılması ile sonuçlanabilir. Bunu değiştirmenin tek yolu yöneticilerin fikirlerinin değişmesidir[4].

### **5.1.3 Kapasite Kısıtları**

Bir kapasite kısıtı, bir kaynağa olan talep onun elverişli kapasitesinden fazla olduğu zamanlarda oluşur. 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 besleyememe olasılığı oluşacak noktaya kadar kaynaklara yüklenen talep artış gösterirse, bu problem ikincil kısıt olarak adlandırılabilir[4].

### **5.1.4 Pazar Kısıtları**

Belki de dikkate alınması gereken en önemli kısıtlar pazar tarafından yaratılanlardır. Pazar ürünü, fiyat mekanizmasını, üretim süresini, talep edilen malların ve hizmetlerin kalite ve miktarını kontrol eder ve çıktıyı yaratmak için gerekli koşulları oluşturur. Pazar talebi, işletme kaynaklarıyla yapılabilecek

miktardan daha az olduğu zaman bir pazar kısıtı oluşur. Pazar kısıtlarının bir çok sebebi olsa da çoğu yönetim politikalarına bağlı olarak var olurlar[4].

### **5.1.5 Lojistik Kısıtları**

İşletmenin planlama ve kontrol sisteminden kaynaklanan problemler meydana geldiğinde bir lojistik kısıtı olduğu söylenebilir. Kapasiteye duyarsız malzeme ihtiyaç planlama sistemleri kaynakların düzgün senkronizasyonu açısından problemler yaratabilir ve mevcut olan envanter ve üretim ile ilgili problemlerin miktarını artırabilir. Örneğin her satın alma için üç farklı tedarikçiden, üç farklı alternatif içinden en ucuzunun seçilmesinin gerekli olduğu bir durumda hantal bir satın alma süreci çıktının yaratılmasını engelleyebilir[4].

### **5.1.6 Zorunlu Durumlar**

Zorunlu koşullar, faaliyeti düzenlemek için içten veya dıştan kaynaklı işletmelere, bölümlere ve kişilere konulmuş sınırlar veya talep edilenlerdir. Bunlar zehirli atıkların arıtılması gibi çevreyle ilgili kanuni düzenlemeleri, müşteri talepleri veya dürüstlük gibi ahlaki konuları içerebilir. Yönetim çalışanlara uyulması gereken zorunlu koşullar getirebilir. Zorunlu koşullardan biri karşılanmadığı zaman genelde ciddi karşılıklar meydana gelir. Eğer istihdamın zorunlu koşullarından birisi dürüstlük ise ve bir çalışan hırsızlık yaparken yakalanırsa, büyük olasılıkla işten çıkarılacaktır. Eğer işin getirdiği zorunlu koşullardan biri sürekli nakit akışı ise ve bu koşul gerçekleşmiyorsa işletme büyük ihtimalle iflas edecektir[4].

Zorunlu koşullar kısıtlardan ayrılmalıdır. Zorunlu bir koşul tatmin edilmezse kısıt halini alacaktır. Bir kere karşılanınca, bu koşuldaki herhangi bir iyileştirme işletmenin karlılık pozisyonunda bir iyileştirme ile sonuçlanmayacaktır. Buna rağmen zorunlu koşulların sürekli tatmin edilmesi gerekmektedir.

### 5.1.7 Maliyet Yaklaşımı

İşletmelerde meydana gelen irrasyonel davranışların çoğu maliyet yaklaşımından kaynaklanır. Maliyet yaklaşımı global amaçlar pahasına, yerel amaçların optimize edilmesi eğilimiyle sonuçlanmaktadır. İşletmelerin çoğunda, organizasyonu bölümlere ayırmak ve yerel düzeyde sonuçları optimize etmek biçiminde sonuçlanan ölçümler geliştirmek konusunda neredeyse doğal bir eğilim gözlenmektedir. Maliyet yaklaşımı çoğu kısıtın çıkış noktasını oluşturmaktadır ve belki de işletmeler için en büyük düşmandır[4].

### 5.2 Lojistik

Herhangi bir kaynağın kullanılabilceği zaman üç şekilde harcanabilir: Üretim zamanı, hazırlık zamanı ve aylak zaman. Bütün işletmelerin kısıt olan ve kısıt olmayan kaynakları vardır[4].

**Kısıt kaynak:** Kendisine olan talep kadar veya bu talepten daha düşük bir kapasiteye sahip olan herhangi bir iş merkezi, bölüm veya işlem olabilir. Kısıt kaynağın en yüksek verimle kullanılabilmesi için sadece çıktı sağlayabilecek ürünlerin bu kısıtla üretilmesi gerekir. Eğer talep kapasiteyi aşarsa, yönetim en kârlı ürün karmasını üretmelidir[8].

**Kısıt Olmayan Kaynak:** Kapasitesi kendisine olan talepten fazla olan kaynaklardır. Kısıt olmayan bir kaynağı %100 kapasite ile çalıştırmak çıktı miktarını artırmaz, aksine süreç için envanteri artırarak performansı azaltır[8].

TTH metodu, tampon yönetimi ve VAT analizi gibi lojistikte uygulanan Kısıtlar Teorisi yaklaşımları, kısıtın kapasitesinden temellenen ve tüm lojistik sistemini yönetmeyi sağlayan bir metodoloji önerirler. Goldratt, kısıtın performansını dolayısıyla tüm sistemin performansını etkileyen lojistik sisteminin iki önemli özelliğini tanımlamıştır. Bunlar; bağımlı olaylar ve istatistiksel dalgalanmalardır. Bu iki özelliğin etkilerini azaltmak için yapılan çalışmalar Kısıtlar Teorisi yaklaşımını oluşturur[4]. Bağımlı kaynaklar veya olaylar bir görevi tamamlarken atılması gereken bir dizi adım anlamına gelir. 1. adım 2. 'den önce,

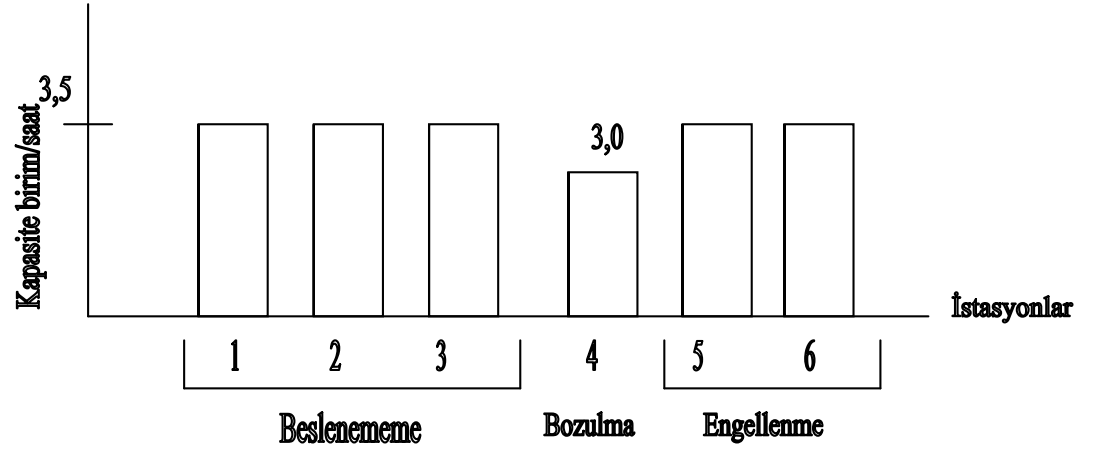
2. adım 3. 'den önce gelmeli ve bu böyle gitmelidir. İstatistiksel dalgalanmalar, faaliyetlerin sürelerinin deterministik olmadığını çünkü ortalamadan sapmaların mevcut olduğunu belirtirler. İşe mazeret belirtmeden devamsızlık, geç kalma, işi yavaşlatma, kaybolan veya zarar gören parçalar ve makine duruşları gibi aksaklıklar genel olarak istatistiksel dalgalanmaların sebepleridir.

Bir hattaki bağımlı kaynaklar arasındaki ilişki istenmeyen durumlar oluşturur. Örneğin eğer birinci iş merkezine bir gecikme olursa bu olay 2. iş merkezindeki işlemin geç başlamasına neden olur. Dolayısı ile burada da iş geç biter ve bu olay son işlem merkezine kadar yansıyarak işin son ürünün teslim tarihinde artan bir gecikmeye yol açar.

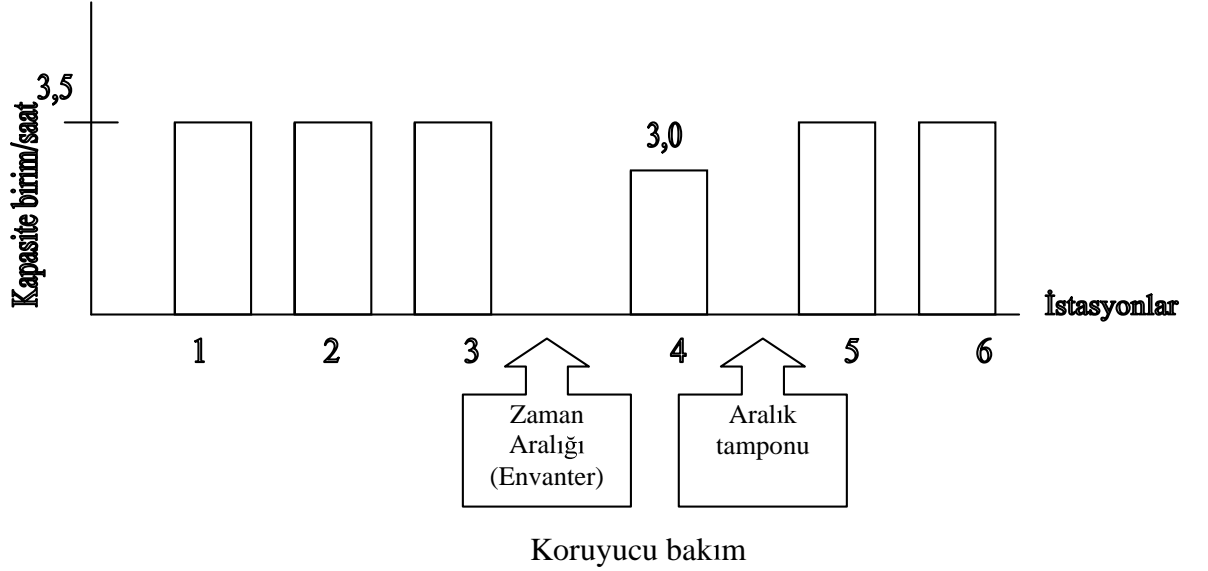
**Hatlar:** Hat sözcüğü “ bir akış atölyesi düzeninde düz bir çizgi ile temsil edilen ve bir ürünü imal etmek için ayrılmış belli bir alan “ olarak tanımlanır. Gerçekte bu bir çok kaynağın konveyör gibi bir sistemle birbirine bağlanmış hali olabilir. Hat içsel veya dışsal kısıta sahip olabilir. Eğer hatta üretilen ürünler için Pazar talebi hattın kapasitesinden düşükse, Pazar talebi dışsal bir kısıt durumuna gelir. Eğer bir hattaki kaynaklardan biri ürün için Pazar talebinden daha az kapasiteye sahipse, hat içsel bir kısıta sahiptir. Hat kapasitesi, bir hattaki bir dizi kaynak içinde sınırlayıcı işlem veya en yavaş kaynak tarafından belirlenir.

6 istasyonlu bir hatta 4. istasyon saatte 3 birim üretirken kalan istasyonların saatte 3,5 birim üretmekte olduğu varsayalım. Kısıt bir hat için problem ve çözümü aşağıda belirtilmiştir. Çıktının kaybı kısıtla ilgili üç farklı durumdan kaynaklanabilir[4].

- 1- Kısıt bozulmuştur.
- 2- Kısıt beslenememiştir.
- 3- Kısıt engellenmiştir.



Şekil 5.1 Dengelenmemiş kısıtlı bir hat için düşünceler ve kayıp çıktının sebepleri[4]



Şekil 5.2 Dengelenmemiş kısıtlı bir hat için düşünceler ve kayıp çıktı için çözümler[4]

İlk olarak, kısıt bozulduğunda kayıp çıktı kısıtın bozuk kaldığı zaman miktarı kadardır (Aslında bu kategori kısıta bağlı olarak, işçi devamsızlığı, hazırlık süreleri, kısıt istasyondaki işçinin iş için gerekli olan eğitimi almamış olması, takım veya malzemenin bozulması veya ıskartalardan kaynaklanan içsel gecikmelerdir). Kısıtın bozulmasını önlemek için önem verilmesi gerekli birincil konu kısıttaki önleyici bakım (düzenli eğitim, hazırlık sürelerinin azaltılması) çalışmalarındır. Ayrıca kısıtın çalışması durduğunda mümkün olan en kısa sürede onu tekrar çalışır hale getirmek için de bu gereklidir.

İkincisi, kısıt çalışmaya elverişli olabilir fakat kısıtın işlemesi için gerekli süreç içi envanter elverişli olmayabilir. Kısıtın bu şekilde aylak kalmasına beslenememe denir ve bunun sebebi parçaların giriş işlemine geç verilmesi veya ilk istasyonla kısıt istasyon arasında bir duruş meydana gelmesidir. Kısıtın beslenememesi karşısında çözüm kısıtın önüne envanterden oluşan bir tampon konulmasıdır. Bu tampon; kısıt , işlenecek parçaya gereksinim duyduğunda, bu durum ilgili parçaların hazır olmasını sağlamak için giriş işlemlerinde malzemenin daha erken salınması sağlanarak yaratılır. Örnekteki 1, 2 ve 3. istasyonlarda oluşan bozulmaların kısıtı bir kerede üç saatten fazla aç bırakmadığı varsayılın. Bundan dolayı 4. istasyonun önüne, 1, 2 ve 3. istasyonlarda beklenmeyen durumlara karşı korunmayı gerçekleştirmek üzere, 3 saatlik envanter tamponu yerleştirilir. Bu envanter tamponu, kısıttan önce ortaya çıkan istatistiksel dalgalanmalardan, kısıtı ve sistem çıktısını korur.

Üçüncü problemde ise kısıt çalışmak için elverişli olabilir fakat ürettiklerini koyacak yer bulunamayabilir. Bu durum; kısıtın engellenmesi olarak adlandırılır ve kısıttan sonraki istasyonlar bozulduğunda ve bozulan istasyon ile kısıt istasyon arasındaki tamponların envanter ile dolması durumunda oluşur. Engellenme problemine çözüm, kısıttan sonraki bir istasyonda meydana gelebilecek istatistiksel dalgalanmaların etkisinden kısıtı korumak için kısıttan sonra bir aralık tamponu oluşturularak sağlanır. Örnekte 5. ve 6. istasyonlar tarafından kısıtın bir kerede iki saatten fazla engellenemediği varsayılın. Dolayısıyla buna karşılık kısıtın hemen ardından iki saate karşılık gelen bir aralık tamponu yani  $2 \times 3 = 6$  birimlik bir stok alanı oluşturulmalıdır. Kısıttan sonraki tampon, bir aralık tamponudur ve çoğunlukla boş olmalıdır. Eğer aralık tamponu dolu ise üretilen birimleri koymaya yer olmayacağından kısıt durmak zorunda kalacaktır. Eğer aralık tamponu genelde dolu ise kısıttan sonra gelen kısıt olamayanlardaki bozulmalar çıktıyı tehlikeye atıyor demektir. Böyle bir durumda aralık genişletilmelidir[4].

Bu üç faktörün hattın çıktısı üzerinde yadsınamaz etkileri vardır. Kısıttan önceki ve sonraki süreç içi envanter stok alanlarının genişliğinin, tesisin yerleşim planlaması yapılırken belirlenebileceği açıktır.

### 5.2.1 Kontrol Noktaları:

Mantıksal ürün yapılarında 6 adet kontrol noktası vardır[4].

- 1- Kısıt
- 2- İlk işlem
- 3- Ayrılma noktaları (ortak bir parçanın çeşitli seçeneklerde işleme girebileceği noktalar)
- 4- Birleştirme noktaları (montajlar)
- 5- Son işlem
- 6- Tampon

Herhangi bir lojistik akışının kontrolü için yukarıda adı geçen noktalar kontrol edilmelidir. Sistemin kısıtı ana kontrol noktasıdır. Diğer tüm noktalar, kısıta doğru akan ve ondan gelen malzemelere dayalı olarak planlanır ve kontrol edilir. Kısıtta malzeme tüketimine sebebiyet veren işlemlerde hammadde salınmasını sınırlayacak iş kuyukları ve akış yönetilebilir. Bir iş merkezine ortak bir parça (İki veya daha fazla ürün) girdi olarak geldiğinde ve birden fazla ürün çıktığında ayrılma işlemleri meydana gelir. Burada olası hata A parçasında kullanılması gereken parçanın B parçasında kullanılmasıdır. Çıktıların nasıl üretilmesi gerektiğine dair bilgi bu tip iş istasyonlarına verilmelidir.

Birleştirme işlemi bir veya birden fazla kısıt olmayan kaynağın üretmiş olduğu parçaların, bir kısıtın ürettiği parçalarla montajıdır. Kısıt olmayan parçaların birleştirme noktasına daha erken gelmeleri planlanır. Bu sayede kısıt parçalar montajdan gecikmeye maruz kalmadan geçebilir. Son işlem veya sevkiyat noktası, teslim tarihinden önce ürünlerin sevkiyat alanına ulaştığını garantilemek amacıyla yönetilir. Kısıt kabiliyetlerini kullanabilecek biçimde işletilmelidir. İlgili tüm kontrol noktalarının çizelgesi kısıt çizelgesi ve onun uygulanmasına bağlıdır. Tamponlar, malzemelerin salınma zamanlarıyla montaj alanında kısıta ulaşmaları ve oradan sevkiyat alanına varışları arasındaki planlanmış zaman dengelemeleridir. Tamponlar anahtar kaynaklar ve sistemin performansı üzerinde istatistiksel dalgalanmaları azaltır[4].



### **5.2.2 Beş Adımlı Odaklanma Süreci:**

Kısıtlar teorisinin ardında yatan felsefe sistemin üretkenliğini sürekli olarak çıktıyı artırarak yükseltmek ve içinde bulunulan anda ve gelecekte para kazanmaktır. Sistemi iyileştirmek için performansı sınırlandıran kısıtlara odaklanılmalıdır[12]. Kısıtların yönetilmesi ve ortadan kaldırılması için, Kısıtlar Teorisi beş adımlı bir gelişme süreci izler[10]. Bu süreç şu adımları içermektedir.

#### **Birinci Aşama: Kısıtların Tespit Edilmesi**

Üretim faaliyetlerinin uyumlu hale getirilmesi yani üretim sürecinin daha etkin ve akıcı hale getirilmesi için ilk yapılması gereken, üretim ortamındaki kısıtların tanımlanması ve belirlenmesidir. Bir sistemdeki darboğazı bulmak için iki yol vardır; birisi kapasite kaynak profili hazırlamak, diğeri belirli bir firmadaki bilgimizi kullanmak, sistemi incelemek ve yöneticilerle, çalışanlarla konuşmaktır.

Üretim yapan bir işletmede kısıt bir işçi veya darboğaz oluşturan makine olabilir. Kısıtı belirlemek için yöneticiler bütün fabrikayı incelemeli ve büyük miktarlarda işlenecek malzemenin stokta beklediği yerleri tespit etmelidir.

Kısıtı belirlemenin bir diğeri yolu da elde bulunan kaynaklar ile ihtiyaç duyulan kaynakları karşılaştırmaktır.

Bunları bir örnekle açıklayalım[10];

XYZ işletmesinde birbirini takip eden A,B,C,D gibi dört makine bulunmaktadır. Bu makineler ile Y ve Z ürünleri üretilmektedir. Bu makinelere ilişkin veriler tabloda görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.1 Y, Z ürünlerine ait üretim süreleri[10]

Makine	1 br. Y Ürünü için İhtiyaç Duyulan Süre (dk. )	1 br. Z Ürünü için İhtiyaç Duyulan Süre (dk. )	100 br. Y Ürünü için İhtiyaç Duyulan Süre (dk. )	50 br. Z Ürünü için İhtiyaç Duyulan Süre (dk. )	Makinede Geçen Toplam Süre	Fazla (Eksik) Süre
A	15	10	1500	500	2000	400
B	15	30	1500	1500	3000	(600)
C	15	5	1500	2500	1750	650
D	15	5	1500	250	1750	650

Y ürününe olan talep 100 birim ve Z ürününe olan talep de 50 birimdir. Bütün makinelerin kapasitesi de 2400 dakikadır. A makinesinde, Y ürününün üretilmesi için 15 dakika ve Z ürününün üretilmesi için de 10 dakika işleme tabi tutulması gerekmektedir. A makinesinde hem Y hem de Z ürünlerinin üretilmesi için toplam 2000 dakikaya ihtiyaç vardır. Bu işlemleri diğer bütün makineler için yaparsak B makinesinin kısıt oluşturduğunu belirleriz.

### İkinci Aşama:Kısıtların nasıl Düzeltileceğine Karar Verilmesi

Temel kısıtlar belirlendikten sonra bütün çalışmalar, tüm sistemin performansını artırabilmek için kısıtların tamamen kullanılmasını sağlamak yönünde olmalıdır. Diğer bir deyişle, kısıtlar teorisinin ikinci aşamasında amaç sistemin temel kısıtlarının sürecini en yüksek düzeye çıkarmaktır, yani kısıtlardan maksimum süreci elde etmeye çalışmaktır[10]. Bunun için kısıtlı kaynak kullanımı başına en çok süreci sağlayan malzemeler işlenerek firma kârı artırılabilir. Bu doğrultuda bu aşamada maksimum süreci sağlayacak optimal ürün karması belirlenebilmektedir.

Sistemde belirlenen kısıt veya kısıtların olumsuz etkilerini minimize etmek ya da ortadan kaldırmak için bir strateji geliştirilmelidir. Kısıt fiziksel ise öncelikle hedef mümkün olduğunca kısıtı etkin kullanmaya çalışmak olmalıdır[10].

Örneğimizde 1 birim Y ürününün satış fiyatı 150 \$ ve 1 birim Z ürününün satış fiyatı da 180 \$ 'dır. Y ürünü, fiyatı 15 \$ olan bir parçadan ve 60 \$ 'lık hammaddeden meydana gelmektedir. Buna göre Y ürününün para yaratma hızı 75 \$'dır.  $[150 \$ - (15 \$ + 60 \$)]$

Z ürününün üretilmesinde ise 60 \$'lık hammadde kullanılmaktadır. Ve Z ürününün para yaratma hızı da 120 \$'dır.  $(180 \$ - 60 \$)$

Kısıtların nasıl kullanılacağına karar verebilmek için karar vericinin sistemin 1 \$ para yaratabilmesi için kısıt olan kaynaktan kaç dakikaya ihtiyaç duyulduğunu bilmelidir. Sadece B makinesine odaklanırsak; Y ürününün 1 dakikalık para yaratma hızı  $(75 \$ / 15 \text{ dk.})$  5 \$'dır. Z ürünü için ise  $(120 \$ / 30 \text{ dk.})$  4 \$'dır.

Bu sonuca göre mevcut şartlar altında Y ürünü 1 dakikada daha çok para yaratmaktadır. Bu nedenle B makinesinin kapasitesini kullanırken önceliği B ürününe vermeliyiz. Buna göre B makinesinde 100 birim Y ürünü ve 30 birim Z ürünü üretebiliriz.  $[(100 \text{ br.} \times 15 \text{ dk.}) + (30 \text{ br.} \times 30 \text{ dk.})]$

Bu şekilde oluşturulan ürün karmasının para yaratma hızı ise  $[(100 \text{ br.} \times 75 \$) + (30 \text{ br.} \times 120 \$)] = 11.000 \$$  olur.

Yöneticiler genellikle ürün karması kararını verirken her bir ürünün para yaratma hızını dikkate almazlar. Yöneticiler, kısıt üzerine yoğunlaşmak yerine ürün karmasına karar verirken en yüksek satış fiyatına sahip olan ürüne öncelik vermeyi tercih ederler. Oysa kısıtlar teorisi, amaca ulaşabilmek için bunun mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini ileri sürer[10].

Örneğimizde bu şekilde düşünerek karar verdiğimiz varsayarsak, B makinesinde 60 birim Y ürünü ve 50 birim Z ürünü üretmeli ve satmalıdır. Buna göre de 10.500 \$ elde ederiz.

### **Üçüncü Aşama: İlgili her şeyin ikinci aşamanın uygulanması için seferber edilmesi**

Sistemdeki tüm parçaların, kısıtlı olmayan kaynakların etkinliğini düşürse bile, kısıtları destekleyecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Ürün karması belirlendikten sonra tüm her şey bu kararın uygulanması için seferber edilmelidir. Performans ölçütleri bu kararın uygulanmasına yani belirlenen ürün karmasına göre düzenlenmelidir[10].

Organizasyondaki bütün kısıt yaratmayan kaynaklar, kısıtın yönetilmesi ve maksimum verimin elde edilmesi için geliştirilmiş stratejiyi destekleyecek şekilde kısıtla senkronize edilmelidir. Başka bir deyişle, sistemin kısıt oluşturmeyan diğer her unsuru, maksimum etkinliği desteklemek için kısıta ayarlanmalıdır. Eğer kısıt oluşturmeyan kaynak kısıtın çıktısını destekleyen kapasitenin üstünde kullanılırsa, bu kullanım para yaratma hızını arttırmayacak sadece gereksiz ara stokların oluşmasına yol açacaktır[10].

Örneğimizde 100 birim Y ürünü ve 30 birim Z ürünü üretip satabilmek için her şey bu karara göre ikinci plana alınmalıdır. Durumu açıklamak gerekirse, hatalı ürün üretilmediğini varsayarsak C makinesi karar gereği B makinesinde işlenerek kendisine gönderilen 100 birim Y ürünü ve 30 birim Z ürünü işleyecektir. Bu ise C makinesinin yalnızca 1650 dakika çalışmasını gerektirecektir. Daha önce belirtildiği gibi her makinenin 2400 dakikalık üretim kapasitesi bulunmaktadır ve bu durumda C makinesi 750 dakika atıl kalacaktır.

Klasik anlayışa göre C makinesinin 750 dakika atıl kalmasını önlemek için yöneticiler boş zamanlarında da kapasitesini tamamlayacak şekilde ek işler vererek etkinliğini arttırmaya çalışacaklardır. Ancak etkinlik artışı para yaratma hızını arttırmayacaktır. Kısıtlar teorisine göre, yapılması gereken açıktır; eğer sistem kısıttan faydalanmak için verdiğimiz kararlar ters düşüyor ise etkinlik ölçütlerini göz ardı etmeliyiz.

#### **Dördüncü Aşama: Kısıtların ortadan kaldırılması**

Kısıtların ortadan kaldırılması, kısıtlı kaynağı, kısıtlı olmayan kaynağa dönüştürme çabasıdır. Kısıtların ortadan kaldırılması birkaç şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin kısıtlı kaynak ile aynı fonksiyonlara sahip yeni bir makine almak, fazla mesaiden yararlanmak, vardiya sayılarını artırma, o makinenin ürettiği parçayı, yarı mamulü dışarıdan satın almak gibi yollarla giderilebilir. Eğer kısıtlı kaynak iş gücü ise o işçinin yaptığı işleri yapabilecek başka bir işçi alınması, diğer işçileri o işçinin yaptığı işleri yapabilecek şekilde eğitilmesi, o işçinin daha hızlı çalışması için eğitilmesi yollarıyla kısıt giderilebilir[10].

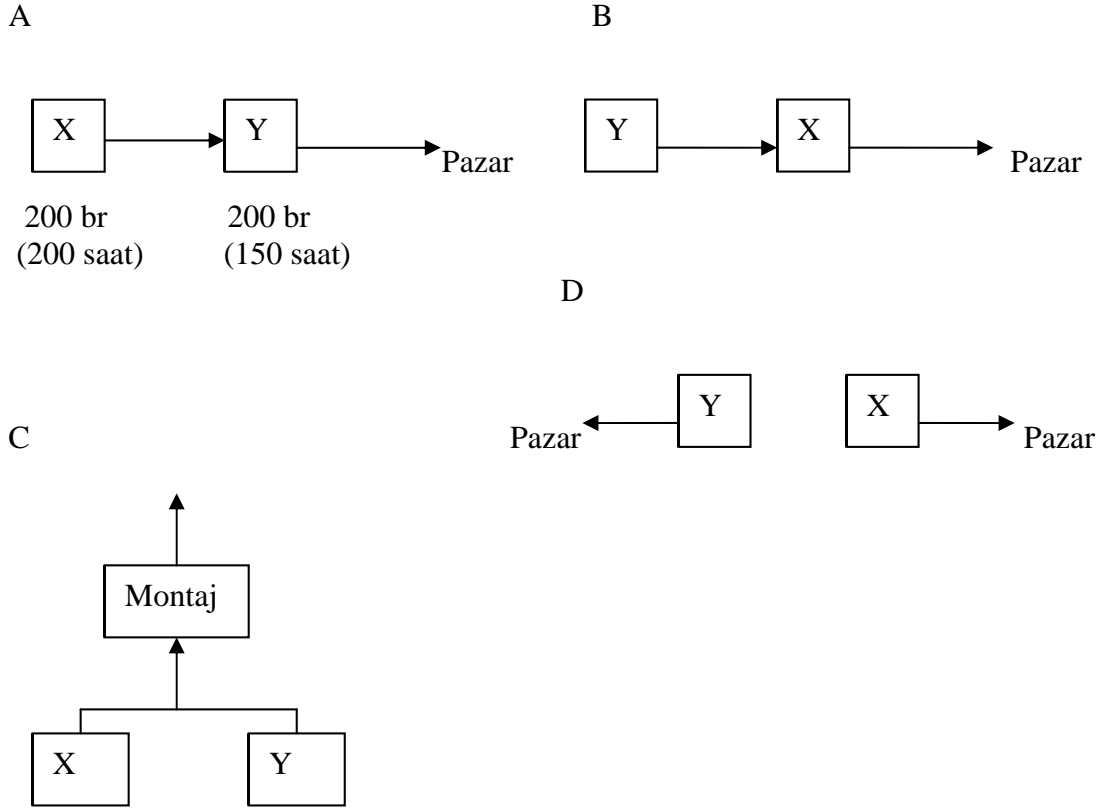
Örneğimizde B makinesi kısıtlı. Bunu ortadan kaldırmak için B makinesinin yaptığı işi yapan bir makine daha alabiliriz. İkinci bir yol da A,C ve D makineleri eğer yapılabilirse B makinesinin yaptığı işi yapacak şekilde ayarlanabilir. Bir başka yöntem de , B makinesinin yaptığı işi daha kısa sürede yapmasını sağlayacak şekilde iş ve zaman etütleri ile iş basitleştirmesi yapılabilir.

#### **Beşinci Aşama: Kısıtlar kaldırıldığında ilk aşamaya geri dönülmesi**

Kısıt ortadan kaldırıldığında, ilk aşamaya geri dönülmesi ve sürece yeniden başlanması gerekmektedir. Kısıt kaldırıldıktan sonra sürekli gelişme süreci durmayacak, çünkü başka bir kısıt ortaya çıkacaktır. Bu noktada firma yönetimi, tembelliğin bir sistem kısıtı olmamasını sağlamalıdır. Zira tembellik, şartlar değişince değişmeye istekli olmayan yöneticileri tanımlamaktadır. Örneğin tembelliğe yenilen bir yönetici, mevcut kısıt kaldırıldıktan sonra da sanki bu kısıt ortadan kaldırılmamış gibi davranmaya devam etmektedir. Oysa mevcut kısıt kaldırıldıktan sonra yeni kısıt pazar kısıtı olabilir ve yöneticiler bu durumda pazar taleplerini arttırmaya çalışmalıdır[10].

### 5.2.3 Kısıtların Yönetimi ve Ortadan Kaldırılması

Darboğaz oluşturan ve darboğaz olmayan kaynakların nasıl yönetilebileceği aşağıdaki şekilde gösterilmiştir[10].



Şekil 5.3 Darboğaz oluşturan ve Oluşturmayan Kaynakta Ürün Akışı[10]

Kaynak X ve Y çeşitli ürünlerin üretildiği iş merkezleridir. Her bir iş merkezinin ayda 200 saatlik kapasitesi vardır.

Sadece tek tip ürün ürettiğimizi varsayalım. Her bir X ürününün 1 saatlik işlem süresine ve her bir Y ürününün de 45 dakikalık işlem süresine ihtiyacı vardır. Pazar talebi ise aylık 200 birimdir. İçinde bulunduğumuz durumu dört farklı durum için değerlendirelim :

A durumunda ; darboğazlı kaynak darboğaz oluşturmaz kaynak beslemektedir. Ürün akışı X iş merkezinden Y iş merkezine doğrudur. X'in

kapasitesi 200 birim ve Y'nin kapasitesi de 267(200 saat/ 45 dakika) birimdir. Y iş merkezi, X iş merkezini beklemek zorundadır. Y'nin kapasitesi X'inkinden fazladır.

B durumu ise A durumunun tersidir. Yani darboğaz oluşturmeyen kaynak darboğazlı kaynağı beslemektedir. Y'nin 267 birim ve X'in de 200 birim kapasitesi varken yalnızca 200 birim Y ürünü üretebiliriz. (%75 kapasite) veya X iş merkezinin önünde işler yığılır.

C durumunda ürün X ve Y iş merkezlerinden gelen parçaların montajı ile üretilmektedir. 1 birim X iş merkezinden, 1 birim de Y iş merkezinden gelmektedir. X'in 200 birimlik kapasitesi vardır. Y iş merkezi %75 kapasiteden daha yüksek bir kapasite ile çalışamaz. Aksi takdirde montaj hattının önünde Y parça sayısı artar.

D durumu; X ve Y iş merkezleri birbirlerinden bağımsız ve eşit miktarda talebe sahip ürünler üreten iki iş merkezidir. Y ürününden, pazar talebinin üzerinde üretirsek gereksiz envanter stokları artar.

Bu dört durum sadece darboğazlı ve darboğaz oluşturmeyen kaynakların örnek uygulamaları ve ürün ve pazar ile olan ilişkisini göstermek için hazırlanmıştır. Bir parçanın darboğazlı kaynaktan işleme tabi tutulmak için beklediği durumlarda kaynaktan bekleme zamanı farklıdır. Yani parçanın, kaynak başka bir işle meşgul olduğu için beklediği süre fazladır. Planlamacılar hazırlık sürelerini azaltmak için parti büyüklüklerini artırırlar. Mesela parti büyüklüğünün 2 katına çıktığını düşünelim. Hazırlık süreleri %50 azalır. Ancak diğer süreler ( işlem zamanı, kuyrukta bekleme zamanı) iki kat artar. Ayrıca envanterler de iki katına çıkar[10].

### **5. 2. 3. 1 Darboğazlı Kaynağın Bulunması**

Kapasite profili, her bir kaynaktaki üretim yükleme ve üzerindeki işlerin nasıl programlandığına bakılarak çıkartılır. Buradaki en önemli nokta, verilerin kabul edilebilir ölçüde doğru olması gerektiğidir. Örneğin ürünlerin M1' den M5'e doğru bir akışı takip ettiğini varsayalım. İlk analiz sonrası kapasite kullanım yüzdeleri şu şekildedir;

M1 % 130

M2 % 120

M3 % 105

M4 % 95

M5 % 85

Darboğaz olamayacağı için düşük kapasite ile çalışan kaynaklar hesaplama dışı bırakılmaktadır. M1, M2 ve M3 aşırı yüklenmiştir. Yani kapasitelerinin üzerinde programlanmışlardır. M1 makinesi en fazla yüklenendir. Bu nedenle M1 makinesinin önünde işlenmeyi bekleyen yarı mamul stoğu bulunmaktadır. Eğer böyle bir stok oluşmamış veya miktarı fazla değil ise, hata muhtemelen malzeme listesinde veya üretim rotasındadır. Hatanın bulunup düzeltildiğini ve yeni kapasite profilinin şu şekilde oluştuğunu varsayalım;

M1 % 110

M2 % 115

M3 % 105

M4 % 90

M5 % 85

M1, M2 ve M3 makineleri hala aşırı yüklenmiştir. M2 makinesi ise şu anda en fazla yüklenen makinedir. Eğer hesaplarımızdan eminsek, M2 makinesini darboğaz olarak belirleriz.

Eğer mevcut bilgileri elde etmek zahmetli ise veya bilgilerin güvenilirliğinden kuşku duyuluyor ise, daha sonraki bölümlerde açıklayacağımız VAT sınıflandırmasından yararlanılır. İşlemlerin V,A ve T olarak tanımlanması bize darboğazın yeri hakkında ipucu verir. Bu yer belirleme sonrasında detaylı inceleme yapılır. Çalışanlar ile yapılan görüşmeler, darboğazın yerini kesinleştirir[10].



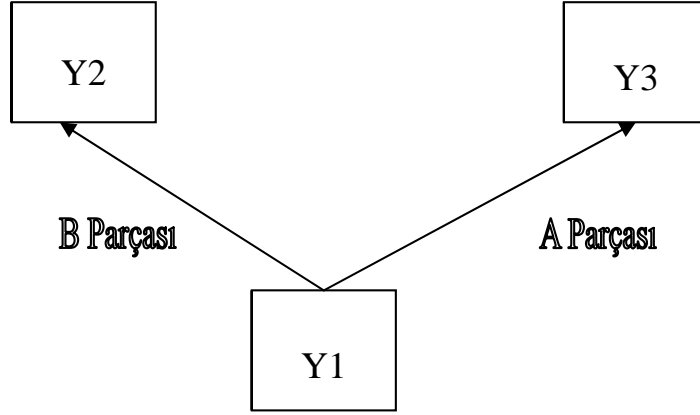
### **5.2.3.2 Zaman Tasarrufu**

Daha önce belirttiğimiz gibi darboğazlı kaynak, kendisine olan talepten daha düşük kapasiteye sahip olan kaynaktır. Darboğazlı kaynağın kapasitesi pazar talebinden daha düşüktür.

Darboğazlı kaynakta yapılan bir saatlik tasarruf bütün üretim sistemi için tasarruf edilmiş bir saattir. Oysa, darboğaz oluşturmeyen kaynakta durum böyle değildir. Darboğaz oluşturmeyen kaynaktaki bir saatlik tasarruf sadece atıl zamana eklenen bir saat demektir. Çünkü darboğaz oluşturmeyen kaynak sistemin ihtiyaç duyduğundan fazla kapasiteye sahiptir. Yani gevşek kapasitesi vardır. Bu nedenle daha fazla zaman tasarrufu çıktıyı arttırmayacak, aksine atıl zamanı arttıracaktır[10].

### **5.2.3.3 Darboğaz Olmayan Kaynağın Darboğaza Dönüşmesinden Kaçınılması**

Darboğaz oluşturmeyen kaynağın yapması gereken iş miktarı artarsa darboğazlı kaynak haline gelebilir. Bu gibi kaynaklara, kapasite kısıtlı kaynak denir[10].



Şekil 5.4 Darboğaz oluşturmaman Kaynaklar[10]

#### B Parçası

Parti Büyüklüğü: 200 birim  
 Hazırlık Süresi : 150 dakika  
 İşlem Süresi : 2 dak/birim

#### A Parçası

Parti Büyüklüğü: 500 birim  
 Hazırlık Süresi : 200 dakika  
 İşlem Süresi : 1 dak/birim

Mevcut durum Şekil 5.4.'de ifade edilmektedir. Buna göre Y1, Y2 ve Y3 darboğaz oluşturmaman üç kaynaktır. Y1 kaynağı Y3 için A parçasını ve B parçasını da Y2 için üretmektedir. A parçasını üretmek için Y1'in 200 dakika hazırlık süresine ve her bir parça için bir dakika işlem süresine ihtiyacı vardır. A parçası için parti büyüklüğü 500 birimdir.

B parçasını üretmek için ise 150 dakika hazırlık süresine ve her bir parça için iki dakika işlem süresi gerekmektedir. B parçası için parti büyüklüğü 200 birimdir. Parti miktarı ve hazırlanma süresi daha fazla olduğu için, karar verici pozisyonundaki kişiler A parçasını üretmenin daha uygun olacağını düşünür. Ancak yeni bir sipariş alındığını, parti büyüklüğünün üç kat artarak A parçası için 1500 adede ve B parçası için de 600 adede çıktığını düşünelim. İlk bakışta 1500 adetlik tek bir parti üretim yapılacağı düşünülerek 400 dakika hazırlık süresinden tasarruf edileceği düşünülür. 1500 adet için, üç kere hazırlık ve üretim yerine bir kere makine hazırlama yapılacak ve tek seferde 1500 adet üretilecektir. Sorun, burada

tasarruf edilen 400 dakikanın hiçbir amaca hizmet etmediği, aksine B parçasının üretimini geciktirdiğidir.

Parti miktarının değişmediği durumda, A parçası 700 dakikada (200 dakika + 500 birim x 1 dakika/birim) üretilerek Y3'e , B parçası 550 dakikada (150 dakika + 200 birim x 2 dakika/birim) üretilerek Y2'ye aktarılmaktadır. Y2, 200 adetlik üretime başlamak için 700 dakika, Y3 bir sonraki 500 adetlik üretim için 550 dakika beklemektedir. Miktar üç kat arttığında ise A parçası 1700 dakikada üretilerek Y3'e, B parçası 1350 dakikada üretilerek Y2'ye aktarılacaktır. Bu durumda, Y2 600 adetlik üretim için 1700 dakika, Y3 ise bir sonraki 1500 adetlik üretim için 1350 dakika bekleyecektir.

İlk durumda, işçilerin birbirlerini bekleme süreleri arasında fark 150 dakika iken, ikinci durumda bekleme süresi 350 dakikaya çıkmıştır. Parti büyüklüğünü artırdığımızda kaynakların kullanımları arasında boşluklar büyümektedir. Boşluk, örnekte de görüldüğü üzere, yarı mamullerin bir sonraki işleme aktarılmasındaki gecikmelerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Kaynağın kapasitesinin, talepten küçük olması bir darboğaz nedeni iken, örnekteki durumda kaynağın boş kalması ve daha sonra kendisinden iş talep edilmesi durumu da bir diğer darboğaz oluşma nedenidir.

#### **5. 2. 4 Çizelgeleme Süreci**

Bir darboğaz, üretim, depolama, dağıtım veya satış sürecinde çıktıyı engelleyen bir adımdır. Bu tanım gereği, bazı üretim adımları darboğaz olabilir. OPT yazılımından geliştirilmiş olan 10 kuralın çoğu darboğaz ve darboğaz olmayan kaynakları yönetmeye odaklanır[4].

#### **1-Bir kaynağın harekete geçirilmesi ve kullanılması eş anlamlı değildir.**

Bir makinenin harekete geçirilmesi, parçaları işlemekte kullanılması iken, makinenin kullanılması, o parçaların sadece çıktıya dönüştürülebileceği zaman işlenilmesi anlamına gelmektedir.

**2- Darboğaz olmayanın kullanım düzeyi kendi potansiyeli tarafından değil ama sistemdeki başka bazı kısıtlar tarafından belirlenir.**

Darboğaz olmayan makinenin kullanım oranı darboğazın kullanım oranı tarafından belirlenir. yedi gün 24 saat boyunca üretim yapan fakat sınırlı pazar talebine sahip olan işletmenin fazladan oluşturduğu bitmiş ürün envanterini depolamak için yeni bir ambar kiralamak zorunda kalması gibi. İşletme giderleri ve envanter artmıştır, çıktıda ise artış olmamıştır. OPT ekipmanın yavaşlatılmasını veya bir süre kapatılmasını tavsiye edecektir. Böylece tesisin çıktısı pazar talebine eşitlenecektir. Bununla beraber, eğer kapama ve açma maliyetleri çok yüksek ise bu ekipmanın tamamıyla kapatılmasını engelleyecektir. Başka bir alternatif ise tesisin çıktısını ve ortalama envanter çevrimini azaltarak köklü değişikliklere daha fazla zaman ayırmaktır.

**3- Darboğaz bir saat kayıp tüm sistem için bir saat kayıp demektir.**

Bu kural 1.kuralın paralelindedir ve onu genişletir ve yöneticilere darboğazdaki tüm faaliyetlere odaklanmaları konusunda yardımcı olur. Örneğin operatörler öğle yemeği yerken darboğazı çalışır halde tutmak mümkün müdür? Eğer değilse diğer işçiler darboğaz makineyi kullanabilecek şekilde eğitilmelidir. Bu sayede darboğaz makine hiçbir zaman gereksiz biçimde aylak kalmaz.

**4- Darboğaz olmayan bir saat kazanç sadece seraptır.**

Çıktı darboğaz olmayanda oluşturulan tasarruflarla artırılmaz. Bu nedenle yöneticiler iyileştirme çabalarına başka bir yerde odaklanmalıdır. Darboğazda harcanan zaman hazırlık süresi ve işleme süresinden oluşurken, darboğaz olmayanda harcanan zaman hazırlık süresi, işleme süresi ve aylak zamanı içerir. Bir darboğazda hazırlık zamanını azaltmak tüm sistem için zaman kazanmak anlamına gelir. Diğer yandan bir darboğaz olmayanda zamanı azaltmak sadece aylak zamanı artırır.

**5- Darboğaz, sistemdeki çıktı ve envanteri yönetir.**

Envanter dikkatli bir biçimde kullanılmalıdır. Bu sayede işlemesi gereken parçaların kendisine ulaşmaması durumu ortadan kalkar.

**6-Aktarma partisi büyüklüğü mutlaka süreç partisi büyüklüğüne eşit olmak zorunda değildir.**

Darboğazın önündeki darboğaz olmayan bir kaynakta büyük bir partinin çalışıldığı düşünülün. Eğer bir an darboğaz işlenecek parçaya gereksinim duyarsa, darboğaz olmayan partiyi işlemeye devam ederken partinin bir parçasının darboğaz tarafından işlenmeye başlanması arzu edilir.

**7-Süreç partisi büyüklüğü sürecin farklı safhalarında aynı olmamalıdır.**

Genelde darboğazlardaki parti büyüklükleri darboğaz olmayanlardakinden daha büyük olmalıdır. Bu sayede hazırlık sürelerine bağlı olarak oluşan zaman kaybı azalır. Tabi ki darboğaz olmayanlardan gelen küçük partiler, darboğaza, daha büyük bir parti oluşturmak üzere zamanında ulaşmalıdır. En iyi parti büyüklüklerini belirlemek ve onları çözelgelemek karmaşık hesaplamalar gerektirir.

**8-Kapasite ve öncelik eş zamanlı olarak düşünülmelidir.**

Belli bir parti için üretim süresi bir makinede ona verilen önceliğe ve makinenin kapasitesine dayandığından öncelik kuralları makinenin kapasitesiyle bağlantılı olarak düşünülmelidir.

**9-Kapasiteyi değil akışı dengeleyin.**

Tesis içindeki akış pazar talebiyle eşit olmalıdır. Sıklıkla yöneticiler makinelerin kapasite kullanım oranlarıyla ilgilenirler ve değişkenliklerden doğan bozulmaları görmezlikten gelirler. Her biri ortalama saatte bir parça işleyen seri biçimde yerleştirilmiş üç adet makine düşünülün. İşleme zamanlarındaki değişkenlikten dolayı özellikle değişkenliği tamponlayabilmek için çok az miktarda süreç içi envanter varsa makineler engellenme ve beslenememe sonucu zaman kaybedebilir. Bu sistemde saat başına akışın saatte bir parçadan daha az olacağı açıktır. Pazar talebiyle dengelenmesi gereken akıştır, kapasite kullanım oranı değildir.

**10-Yerel optimumların toplamı, tüm sistemin optimumuna eşit değildir.**

Tüm bölümler kendi amaçları doğrultusunda optimizasyon yaparlar. Ustabaşılar ekipmanlarını tam kapasite ile çalıştırmak isterken, satış personeli de

satış miktarını artırarak alacakları prim miktarını artırmaya çalışmaktadır. Bu yüzden işletmede problemler doğabilir. Her bölüm kendi amacını değil, işletmenin amacını optimize etmek için çalışmalıdır.

Goldratt ve Cox (1986) OPT'nin 10 kuralını kaynakların farklı şekilde sıralandığı durumlara uygulamak için Trampet Tampon Halat – TTH- olarak adlandırılan bir çizelgeleme metodu önermişlerdir. Analoji bir gezi yürüyüşüne çıkmış izci çocuklardan alınmıştır[6]. Gruptaki(Hattaki) en hızlı çocuktan en yavaş çocuğa kadar olan mesafe sistemdeki envantere eşittir. Eğer hızlı çocuklar (Darboğaz olmayanlar) önde yürürlerse, hattın sonuna kadarki mesafe (veya envanter) artar. Tabii ki hattın sonunda en yavaş çocuk (darboğaz) gelmektedir. Bu sorun nasıl çözülebilir? En yavaş çocuk hattın başlangıcına konabilir ve hızlı çocukların tümü öndeki çocukla aynı hızda gitmek için yavaşlamaya zorlanabilir. Alternatif olarak tüm çocukların bir halatı tutması sağlanabilir, böylece en yavaş çocuk en önde olmasa bile hızlı çocuklar fazla uzaklaşamaz. Halatın uzunluğu sistemdeki envanter miktarına benzetilmektedir. Esnek bir halata sahip olmak hızlı çocukların, en yavaş çocuğun durmasına sebebiyet vermeden, durup ayakkabılarını bağlamalarına izin verir. Eğer halat çok uzunsa en yavaş ve en hızlı arasında çok büyük mesafe oluşacaktır. Eğer gerçek bir halat yoksa en yavaş çocuk adım attıkça trampete vurulur ve diğerlerinin bu sesi dinleyip aynı şekilde adım atmaları ve belli mesafe içinde kalmaları istenir. OPT'nin 10 kuralının hepsi bu sistem içinde uygulanabilir. Örneğin en yavaş çocuğun çantasındaki en ağır şeyleri almak olası ise, çocuk daha hızlı yürüyebilir. Dolayısıyla sistem performansı artmış olur.

#### **5. 2. 4. 1 Trampet Tampon Halat (TTH) Metodu**

TTH metodolojisi atölye için düzgün ve ulaşılabilir bir çizelge geliştirmek ve bir imalat faaliyetinin üretkenliğini global- yerel olmayan- bir perspektifte yönetmek için kullanılan bir tekniktir. TTH süreci, beş adımlı odaklanma sürecinin uygulanmasının bir şekli olarak tasarlanmış ve dahası üretim ortamının yönetiminde karlılık perspektifi açısından büyük bir ilerlemeyi ifade etmektedir. Bir fabrikanın kısıtlar teorisi ile nasıl çizelgelenmesi gerektiğini temsil etmesiyle belirginleşir[4].

**Trampet**, sistem kısıtları için hazırlanan çizelgeleri ve beş adımlı odaklanma sürecinin işletme aşamasını temsil eder. Kısıtın elverişli zamanını en büyükmek ve ana üretim çizelgesi yaratmak için kullanılmaktadır. Askeri bir kıtadaki bir trampet gibi, imalat faaliyetinin trampet vuruşudur. Diğer tüm kaynakların kısıt çizelgesine senkronize biçimde üretime katılmasını sağlar[4].

Kısıtı çizelgelemek yerine, her sipariş için başlangıç ve bitiş zamanlarının bir zaman çizgisine yerleştirilmesi işlemi şu iki koşulun sağlanması için yapılır[4].

- Her satış siparişinin teslim tarihinin karşılanmasını garantilemek için yeterli koruma vardır.

- Aynı yeri aynı anda kullanmaya teşebbüs eden siparişler arasında hiçbir çatışma mevcut değildir.

İkinci koşul geçerli bir çizelge yaratabilmek için karşılanmak zorunda iken, birinci koşul ikinci koşulun sonuçlarına bağlıdır. Eğer zaman elverişli değilse satış siparişleri için belirlenen teslim tarihleri karşılanamayacaktır. İkincil kısıtların görünmeye başlamasıyla beraber ek düşünceler doğar. Bu kaynaklar kapasite düzeylerine yakın çizelgelenmişlerdir ve bu yüzden birincil kısıt çizelgesinin taleplerini karşılamada güçlüklerle sahip olacaklardır. Birincil kısıt çizelgelenmekten sonra, kısıta yakın düzeylerde yüklenmiş olan kaynaklar birincil kısıt için çizelgenin karşılanabilmesini sağlayacak şekilde korunmalıdır. İkincil kısıt çizelgeler, ikincil kısıtta elverişli zamanı en iyi kullanacak şekilde oluşturulmalıdır. Fakat ikincil kısıt çizelgesi kısıt için daha önce oluşturulmuş çizelgeyi göz önüne almalıdır. Bu şekilde ikincil kısıt çizelgesi oluşturulurken fazladan şu fikir eklenmelidir. Birincil ve ikincil kısıt çizelgeleri arasında hiçbir çatışma olmamalıdır.

**Tampon** işlerin kötüye gitmesini engellemek için bir zaman mekanizmasıdır. Tampon; işleme zamanı, hazırlık zamanı ve ürünün ihtiyaç duyulduğunda tamponun orijinine ulaşabileceği koruyucu zamanın toplam miktarının büyüklüğünün tahminine eşittir. Korumaya gereksinim olan üç alan (tampon orijini) vardır[4].

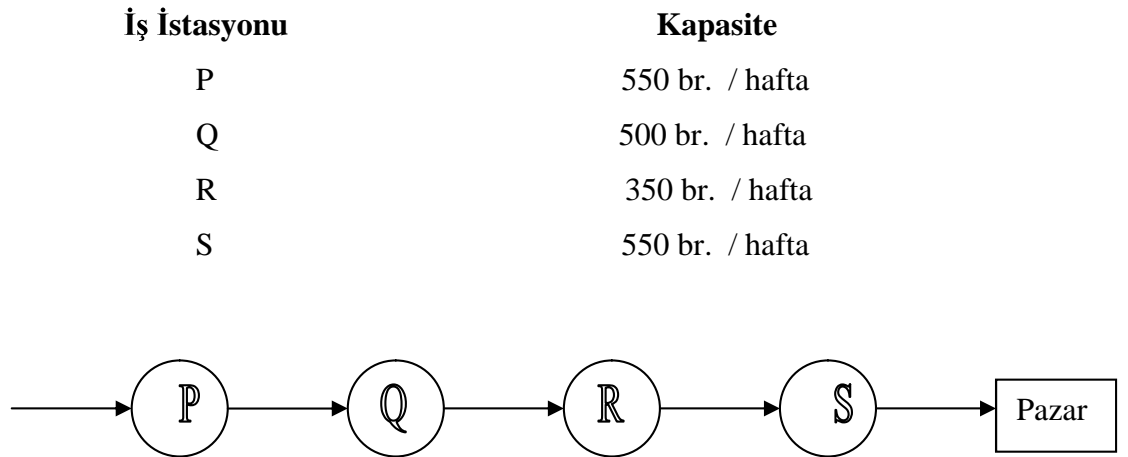
-Müşterilerin parçalarının zamanında ulaştırıldığını garantileyen sevkiyat.

-Kaynak zamanının en iyi şekilde kullanımını garantileyen kısıt.

-Bir kolu kısıt tarafından beslenen, diğer kolu ile kısıt olmayan kaynak tarafından beslenen montaj işlemlerinde, kısıt olmayan kaynaktan gelen parçaların gelmesini beklememesi gerektiği durumlar[4].

**Halat**, diğer kaynaklar için senkronizasyon mekanizmasıdır ve tüm kapı (giriş) işlemler için serbest bırakma (salma) çizelgelerinden meydana gelir. Teknik olarak halat; zaman tamponununun kısıt çizelgesi tarihinden çıkarılmasına eşittir. Malzemenin salınması kısıt olmayan kaynaklarda işlenen parçalar için zamanlamayı belirler[4].

Örneğin Şekil 5.5 , bir üretim hattındaki işlemleri göstermektedir. Buna göre; iş istasyonlarının üretim kapasitelerine ait veriler aşağıdaki gibidir[10].



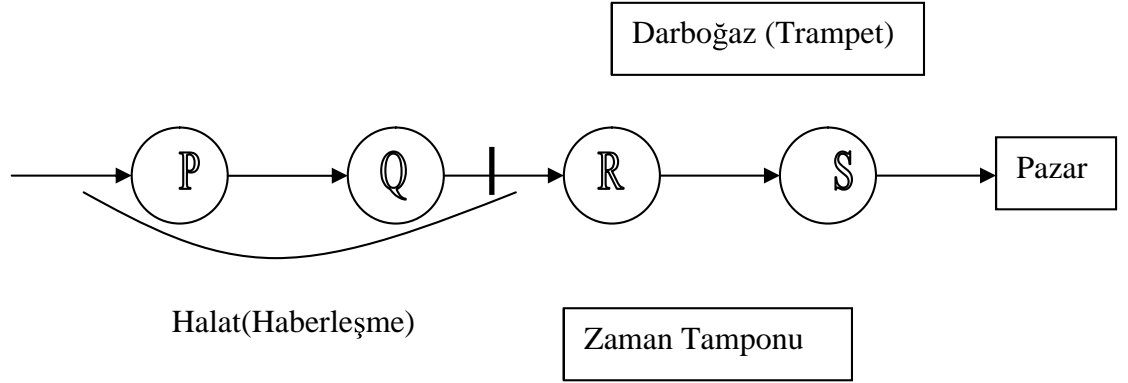
Şekil 5. 5 Üretim Hattındaki İş Akışı[10]

Verilere göre R kaynağı, darboğazlı kaynaktır. Üretim kapasitesi en düşük olan R kaynağı, Trampet Tampon Halat yöntemine göre trampettir. Zaman tamponumuzu R kaynağının önüne yerleştiririz. Diğer bütün kaynakların darboğazlı kaynak olan R ile uyumlandırılması için R ile P birbirlerine halat ile bağlanır. Yani aralarında bir haberleşme hattı kurulur. Böylece P ve Q kaynakları haftada 350 birim üretecek şekilde programlanırlar. R kaynağından önce yerleştirdiğimiz zaman tamponu, P ve Q kaynaklarında meydana gelebilecek değişikliklere karşı üretim hattının uyumunu korumak içindir.



S kaynağı da haftada 350 birim üretecek şekilde programlanır. Çünkü S kaynağı, darboğazlı kaynak olan R ile beslenmektedir ve aralarında bir uyum olmalıdır.

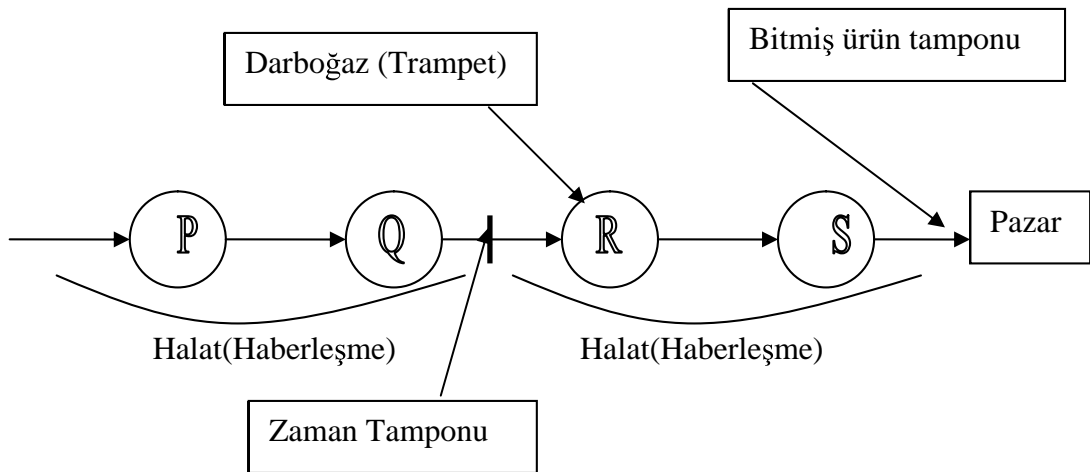
Tramper-Tampon-Halat yöntemi sonrasında durum şu şekilde olur[10].



Şekil 5.6 TTH Yönetimi Sonrasında Durum[10]

İş İstasyonu	Üretim Miktarı	Kapasite
P	350 br. / hafta	550 br. / hafta
Q	350 br. / hafta	500 br. / hafta
R	350 br. / hafta	350 br. / hafta
S	350 br. / hafta	550 br. / hafta

Üretim hattının ilk işlem aşamalarına ait aksaklıklar, diğer işlem adımlarındaki zaman tamponları sayesinde fazla hissedilmez. Ancak üretim hattının son aşamalarındaki aksaklıklar, taleplerin karşılanamama riskini doğuracaktır. Bu nedenle, üretim hatlarının sonunda tamamlanmış ürünlerden oluşan zaman tamponlarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğimiz üzerinde bu durumu gösterirsek;



Şekil 5.7 Bitmiş Ürün Tamponu[10]

TTH yönetiminin sağlayacağı faydaları şu şekilde sıralayabiliriz[10]:

\* TTH yönetimi, işletmedeki kısıtların üretimini maksimum yaparak müşteri ihtiyaçlarının zamanında karşılanmasını sağlayacak ürün akışını senkronize etmektedir. Kapasite kısıtlı kaynaktan ileriye ve geriye doğru üretimi planlayarak, işlerin gecikmesi veya fazla mesai yapılmasını önlemektir.

\* Üretim hattındaki kısıtlı kaynak, diğer kaynakların üretim ritmini ayarlamaktadır. Kısıtlı kaynağın önüne konulan zaman tamponu ile kısıtlı kaynağın istatistiksel dalgalanmalardan korunması sağlanır.

\* TTH yönetimi, çok ürünlü üretimler için oldukça elverişlidir. TTH yönetimi, kanban sisteminin her kaynakta her ürün için zorunlu tuttuğu stok miktarını sadece darboğazlı kaynakta zorunlu tuttuğu için üretim ortamında daha az stokla aynı çıktı miktarına ulaşılabilir.

#### **5. 2. 4. 2 Tampon Yönetimi**

Tampon yönetimi,

- Planı bozma ve gerçek hasara yol açma tehlikesi bulunan acil ve ciddi problemleri işaret eden bir alarm sistemi olarak hizmet eder.

- Ürün süresi üzerinde kontrolü sağlar.

- Atölye ortamında zorunlu önceliğe sahip zayıf alanlardaki iyileştirmeleri işaret eder.

Tampon yönetimi teşhis edici bir atölye ortamı kontrol metodolojisi aracıdır. Trampet-Tampon-Halat metodunun uygulandığı ortamda kullanılabilir. Tampon yönetimi imalat için kısa dönemli ve uzun dönemli kararlara destek sağlar ve geniş bir uygulama alanına sahiptir[4].

#### **Tampon Büyüklüğü Kavramı :**

TTH metodolojisine göre bir tamponun amacı bir çizelgeyi korumaktır. Bunun anlamı, çizelgelenmiş parçaların gereksinim duyulduğu zaman istenilen yerde olmasıdır.

TTH metodolojisine göre, sadece kısıtlı kaynaklar ve sevkiyat teslim tarihleri uygun bir biçimde çizelgelenir. Bu çizelgeler (trampet) korunmalıdır. Ayrıca kısıt ile kısıt olmayan parçaların montajının yapıldığı bazı montaj işlemleri de korunmalıdır. Tampon büyüklüğü korunan alanlar için kurallara uygun olan en geniş üretim süresidir. Vakaların büyük kısmında tampon büyüklüğünün belirlenmesinde işleme süreleri ihmal edilebilir. En önemli olan şey istatistiksel olarak meydana gelebilecek dalgalanmaların ve kısıt olmayan kaynakların sahip olduğu fazla kapasitelerin düzeyidir[4].

Örneğin 10 saatlik bir tamponun uygulanmasının anlamı bu parçaların en çok özellikle gelecek 10 saat içinde beklenmesidir. (halatın serbest bırakma çizelgesinin doğru biçimde uygulandığı durumda)Tüm parçalar, hammadde olarak salınmasından sevkiyat alanına kadar olan yolda, tampon tarafından korunan çizelgelenmiş en az bir alandan geçer. O parçanın toplam üretim süresi tampon büyüklüklerinin toplamı olarak hesaplanır[4].

Temelde, tampon yönetiminin ardındaki fikir, tampon konan kaynakların önündeki envanteri gözlemek ve gerçek ile planlanan performansı karşılaştırmaktır.

### **Envanter ve Zaman Tamponları**

Envanter tamponları, müşteri siparişlerini normal teslim zamanında teslim edebilmek için malzeme, parça veya ürün stoklarıdır. Envanter tamponları sistemin müşteri ihtiyaçlarına daha hızlı yanıt verebilmesini sağlar. Zaman tamponları, üretim rotasında malzemelerin belli bir noktaya gelmesi için ihtiyaç duyulan hazırlık süreleri hariç, izin verilen ek üretim süresini temsil eder. Zaman tamponları herhangi bir süreçte oluşan içsel bozulmalardan sistem çıktısını korur[13].

### **Envanter Tamponu Kategorileri:**

Bitmiş ürün envanteri tamponları en yaygın envanter tamponu tipidir. Bunlara perakende envanterleri tükendiğinde veya üretim süresi, kısmi olarak işlenmiş malzemelerde bile müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere zamanında üretim yapmak çok zor veya imkansız olduğunda ihtiyaç duyulur[13].

Hammadde (veya satın alınmış parça) envanter tamponları hammaddelerin ihtiyaç duyulduğunda elverişli olmasını garantilemekte kullanılır. Bu tip tamponlar tedarikçilerin güvenilirliği düşük olduğunda veya üretim süresi göreceli olarak uzun olduğunda ve tedarikçiye söz verilen teslim tarihlerinde gerekli parçaları sağlamak için yeterli süreye izin vermiyorsa gereklidir[10].

Süreç içi envanter tamponları üretim süresi müşterinin teslim tarihinden daha uzunsa uygundur ve süreç içi envanterler son işlemler için malzeme sağlamakta kullanılabilir. Bu tip envanterler için ayrıca bazı özel durumlar da söz konusudur. Örneğin, bir parti maldan kötü kazanç sağlandığı takdirde, güvenilirliği olmayan işlemler, hammadde aşamasından yeni bir partiye başlamaya yeterli zaman bırakmazsa, bu tip bir tampon uygun olabilir. Bir süreç içi envanter kısıt olmayan bir kaynağın çok fazla uzunluktaki değişimlerden kısıt bir kaynağın ters bir biçimde etkilenmesini engellemek için kullanılabilir.

Süreç tarzı üretim yapan tesislerde, ürün envanter tamponları son ürün olmak için işlenebilecek, kısmi işlenmiş malzemelerden oluşmaktadır. Montaj tesislerinde parça envanteri tamponları, son ürünleri oluşturmak için diğer parçalarla montajı yapılan kısmi işlenmiş parçalardan oluşmaktadır.

### **Zaman Tamponu Kategorileri:**

Bir imalat süreci kapasite kısıtına sahipse bir kısıt zaman tamponuna çizelgenin uyumunu sağlamak ve kısıt kaynağın beslenememesini engellemek için ihtiyaç duyulur. Ayrıca kısıt tamponuna malzemelerin ulaşmasını izlemek yöneticileri önemli bozulmalara karşı bilgilendirir. Böylece düzeltici faaliyetler sürecin iyileştirilebilmesi için devreye sokulabilir[4].

Montaj zaman tamponları, kısıt kaynak tarafından işlenmiş parçalar ile kısıt olmayan kaynak tarafından işlenmiş parçaların birleştirilmesi işlemlerinde kullanılır. Bu şekilde kısıt olmayan parçaların bozulmalardan korunması ve kısıtta işlenen parçalar tamamlanır tamamlanmaz montaj işleminin gerçekleştirilmesi garantilenir. Montaj ve kısıt zaman tamponları montaj işlemlerinin çizelgedeki şekilde sürmesini sağlar[4].

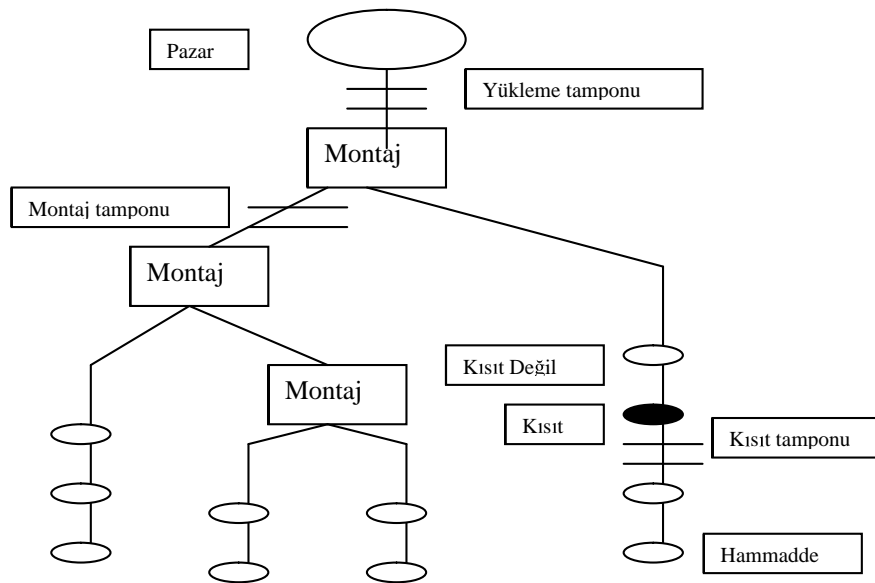
Envanter tamponları iç müşteriler gibi düşünülmalıdır. Bu şekilde üretim çizelgeleri ve müşteri gereksinimleri sürekli olarak karşılanabilir. Envanter yenileme zaman tamponları malzemenin envanter tamponlarına zamanında gelmesini sağlamak için kullanılır. Bitmiş ürün envanterine gereksinim duymayan ürünler için sürecin sonunda, zamanında teslimatların garantilenmesi ve sistem performansının izlenmesi için bir sevkiyat zaman tamponuna gereksinim vardır. Bu zaman tamponu montaj, ön hazırlık ve paketleme işlemlerinde kapasite kısıtlarının dışında meydana gelen sevkiyat teslim tarihlerini korur.

### Kapasite Kısıt Tamponu:

Bir yanda kısıtın (trampet) işlemleri için gereksinim duyulan gerçek varış zamanlarının karşıtı olarak kısıtın işlemleri (trampet) için detaylı bir çizelge vardır. Kısıtın T zamanında belli bir partiyi işlemeye başlamak üzere çizelgelendiği varsayılınsın. Bunun anlamı parçaların kısıt alana T eksi tampon büyüklüğünün (malzemenin salınmasının çizelgelendiği) karşılık geldiği zamanla, T zamanı arasında ulaşmasının beklendiği anlamına gelir[4].

**Montaj Tamponları:** Kısıt olmayan parçalarda kullanılan hammaddenin, serbest bırakılması ve kısıt parça ile yapılan montajın arasındaki süredir.

**Yükleme Tamponları:** Kısıt bitirme zamanı ve onun yükleme tarihi arasındaki zaman miktarıdır.



Şekil 5.8 Kısıt, Montaj ve yükleme tamponları[4]

## **Tamponların Stratejik Rolü:**

Uygun bir biçimde tasarlanmış envanter ve zaman tamponları kaynakların etkin kullanımını garantilerken diğer tüm planlanmış envanterler ve ek üretim sürelerine gereksinimi yok eder. Bu durum tesisin müşteri isteklerini daha az envanter, daha kısa üretim süreleri ve toplam olarak da daha az üretim kapasitesiyle karşılamasına izin verir.

Envanter tamponları genelde sadece yüksek talebe sahip veya oldukça standartlaşmış ürünleri içerecek biçimde tasarlanmış envanterlerdir. Bu durum özellikle bitmiş ürün envanter tamponları için doğrudur. Kısmi işlenmiş malzemelerin olduğu durumda envanter tamponunun tutulacağı aşama dikkatle seçilmelidir. İdeal olarak malzeme tümden veya geri dönüşü olmayacak biçimde farklılaştırılmadan dolayısıyla imalatın erken aşamalarında bir noktada olmalıdır. Envanter tamponları geleneksel güvenlik stoklarının benzeri değildir. Genelde güvenlik stokları talepte veya tedarikte oluşan dalgalanmalara karşı stokta bulundurulması planlanan envanter miktarıdır. Ana üretim çizelgesinde tahmin hatalarına ve kısa dönemli değişikliklere karşı koruma olarak planlanmış ek kapasite ve envanter miktarıdır. Fakat bir çok geleneksel güvenlik stoğu stratejik bir amaç için ihtiyaç duyulan envanter tamponu gereksinimini karşılamaz. TTH sistemlerinde, bu tip güvenlik stoğu envanterlerinin bazıları zaman tamponları ile değiştirilerek ya azaltılır ya da yok edilir[4].

Zaman tamponları bir otomobildeki darbe koruyucuları ile aynı fonksiyona sahiptirler. Bu tamponlar ekipman bozulmaları, işe devamsızlık, geçici aşırı yük gibi problemlerden dolayı oluşan bozulmaları sönmek için onların yerleşebileceği bir zaman aralığı oluşturur aksi halde bunlar malzemelerin tesis içinde zamanında akışını engeller TTH sistemlerinde her işlem için planlanmış üretim süresi sadece çalışma ve hazırlık zamanlarını kapsar. Zaman tamponları rotalamada meydana gelen bozulmaların etkisini emmek için rotaların belli bölümlerine eklenir. Böylece imalat sürecinin kritik bileşenleri korunmuş olur. Bu şekilde sistemin tümü en küçük üretim süreleri ve envanter ile çizelgede tutulur[4].

Zaman tamponları, malzemenin rotalamada ulaşması tasarlanmış olduğu noktaya ulaşması için teorik olarak gereken en az süre kadar önce salınması ile uygulanır. Örneğin, kısıta ulaşmadan önce bir malzemenin altı işleminden geçmesi gerektiği varsayalım. Eğer altı işlem için çalışma ve hazırlık süreleri toplam 10 saat ise, bir malzeme salındıktan sonra en erken 10 saat sonra kısıta ulaşabilecektir. Bir zaman tamponu malzemelerin kısıtta işlenmek üzere çizelgelendikleri zaman elverişli olmalarını garantilemeye yardımcı olur. Bu durumda 15 saatlik bir zaman tamponu malzemelerin kısıtta işlenmek üzere çizelgelendikleri zamandan 25 saat önce salınacakları anlamına gelir. 15 saat beklenen hazırlık ve çalışma süreleri dışında süreç ile ilgili herhangi bir beklenilmeyen gecikmeyi soğurmaya yardım eder. Genelde, zaman tamponlarının büyüklüğü rotalama boyunca potansiyel gecikmelerin sıklık ve büyüklüğü kullanılarak belirlenmelidir[4].

Lojistik sistemlerin bir çoğunda, tek tek kaynakların çizelge performansını korumak için bir çaba olarak kuyruk ve bekleme zamanı gibi büyüklükler kullanılır. TTH sistemlerinde stratejik olarak tasarlanmış zaman tamponları tüm sistem performansını korumak için kullanılır. Zaman tamponları için tasarlanmış toplam zaman diğer lojistik sistemleri tarafından izin verilen zaman paylarından belirgin şekilde azdır.

Envanter ve zaman tamponlarının özel tiplerinin imalat süreçleri açısından uygunlukları bir tesisten diğerine önemli farklılıklar gösterir. Bu yüzden özel tesis karakteristikleri, rekabet kabiliyeti ve müşteri gereksinimlerine dayalı olarak V,A ve T tesislerde tampon tasarımlarında bazı genellemeler yapılabilir.

### **5. 2. 5 VAT Analizi**

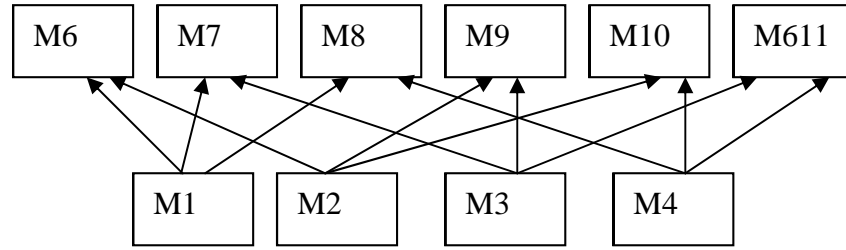
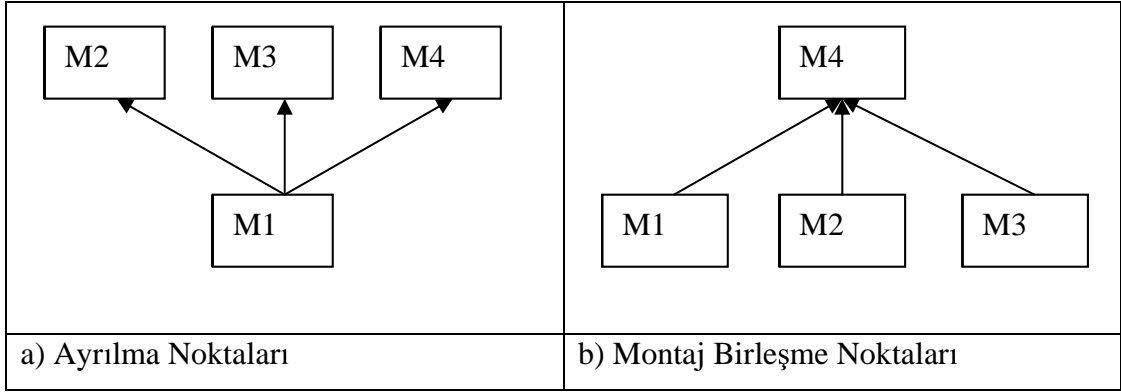
Kısıtlar teorisinin birinci adımı organizasyondaki kısıt kaynakların belirlenmesidir. Üretim süreçlerinin geleneksel sınıflandırılmasına göre üretim yapıları sürekli (süreç endüstrileri ve tekrarlı imalat), kesikli (İş atölyesi) ve proje tipi üretimdir. Kısıtlar teorisi geleneksel yöntemi terk etmiş ve üretim sürecini I,V,A,T şekillerine göre sınıflandırmıştır. Bu tesis tipleri ürün ailelerinin, hammaddeden başlayarak çeşitli iş merkezlerini geçerek son ürünlere dönüşmesi boyunca akışını

tamamlamaktadırlar. Bu kendilerine değer eklemek için kullanılan kaynaklarla, parçalar arasındaki ilişkiyi sağlar. Her tesis tipi kısıt kaynaklarının bulunması için farklı teknikler gerektiren kendine özgü karakteristiklere sahiptir[4].

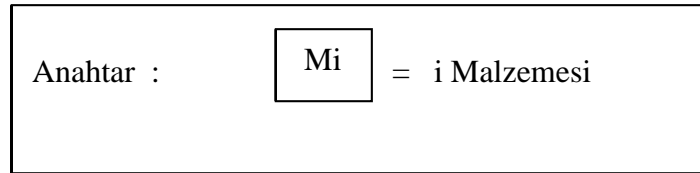
Malzeme listeleri ve parça rotaları tesisteki kaynaklar boyunca mantıklı ürün akışını yansıtmak üzere birleştirilmiştir. Bu mantıksal ürün yapıları tesis planlama, çalışanların yönlendirilmesi, planlama-kontrol ve bilgi sistemi tasarımı için bilgi sağlarlar. Her mantıksal ürün yapısının üretim planlama çizelgeleme ve kontrolü basitleştiren kontrol noktaları vardır.

Bir tesisin yapısını belirlemek için ürün akış diyagramları kullanılır. Ürün akış diyagramlarında üç nokta kategorisi özel öneme sahiptir: Ayrılma noktaları, montaj birleşme noktaları ve montaj ayrılma noktaları. Ayrılma noktaları malzemenin ürün akışı sırasında iki veya daha fazla farklı malzemeye ayrıldığı adımlardır. Montaj birleşme noktaları iki veya daha fazla bileşen parçasının tek bir ana ürün oluşturmak üzere montajlandığı noktalardır. Montaj ayrılma noktaları bir dizi ortak bileşen parçasının çok sayıda ve çok çeşitli yollarla olası ana ürünleri oluşturmak üzere birleştirildiğinde veya montajlandığında meydana gelir. Bu noktalar Şekil 5.9'de gösterilmiştir.





c) Montaj Ayrılma Noktaları



Şekil 5.9 Birleşme ,montaj birleşme ve montaj ayrılma noktaları[4]

### 5. 2. 5. 1 I Tesislerinin Karakteristikleri

I akış hattının yapısı şekil 5.10’da gösterildiği gibidir. Akış hattı çok miktarda standart ürünü üretmek için temel metottur. Bu yapı belli birinci işlemde sonra ikinci, ikinci işlemde sonra üçüncünün geldiği şekilde devam eden belli bir sıraya sahip işlemlerden oluşur. Tüm ürünler aynı sabit sırayı izlerler. Süreç içi envanter miktarı azdır ve parçalar ürünün tamamlanması için bir rota doğrultusunda sürekli olarak bir işlemde diğerine doğru akarlar. I yapısına verilebilecek klasik örnek Henry Ford tarafından tasarlanmış olan montaj hattıdır. Sloganı şudur “Herhangi bir renkte Model T alabilirsiniz siyah olması koşuluyla”(çünkü en hızlı

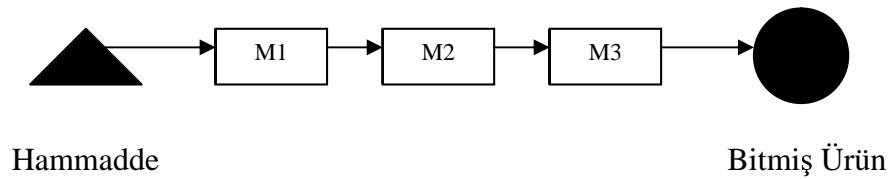
siyah boya kurumaktadır). İdeal I hattı üretim çeşitliliğini desteklemek için ya hiç ya da sadece önemsiz birkaç tane ekipman hazırlık süresine sahip olmalıdır[4].

I yapısı için temel kontrol noktaları kısıt, giriş iş merkezi, kısıt ve yükleme tamponlarıdır. Tampon büyüklükleri tesis içindeki süreç içi envanter miktarını belirler ve üretim süresini doğrudan etkiler. Kısıt olmayanlarda akış ölçümleri (çizelge için performans) önemli iken kısıtta verimlilik ve kullanım oranı ölçümü önemlidir.

I yapısının üç genel karakteristiği şunlardır:

- Yüksek hacim
- Standart tasarım
- Sabit talep

I yapıları sürekli otomatik veya manuel olarak işleyen süreçler (Kesiksiz imalat) veya tekrarlı süreçler (Kesikli ürün ve hizmetler) olabilir. Bu durumların her birinde farklı konular vurgulanmalıdır. Bir I yapısı ile ilişkili bazı konular; bağımlı sıralamaların çıktı üzerindeki ve istatistiksel dalgalanmaların ters etkisi, yüksek sermaye yatırımı, hazırlık süreleri, işçiliğin uzmanlaşması, hattaki görevlere göre ücret farklılaştırmaları ve esneklikten yoksunluktur.



Şekil 5. 10 Tipik Bir I Tesisinin Ürün Akışı[4]

### 5. 2. 5. 2 V Tesislerinin Karakteristikleri

V tesisleri için ürün akış diyagramları üretim süreci boyunca ayrılmaya noktalarıyla karakterize olur. Bu tip tesislerde tek bir hammadde her ayrılmaya noktasında değişime uğratarak bir çok farklı son ürüne dönüştürülür. V tesislerinde ürün akışının genel şekli “V” harfini andırır. Şekil 5.11’de tipik bir V tesisinde ürün

akışının şekli görülmektedir. Şekilde tek bir hammaddenin 4 farklı (R1-R4) kaynaktan 8 ürüne (M8-M15) dönüştürülmesi gösterilmektedir[4].

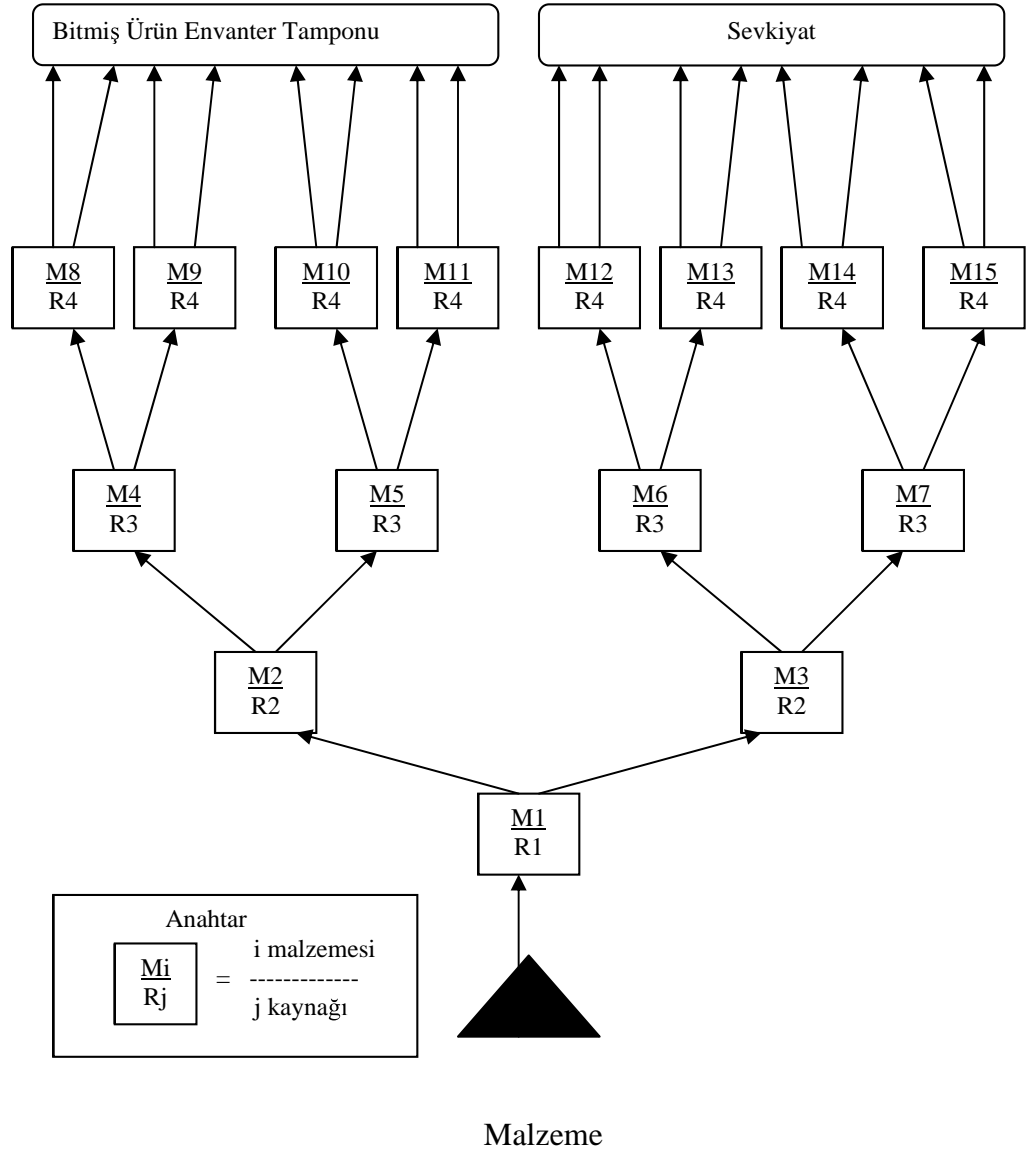
Tekstil, kağıt, kimya ve metal üretimi gibi süreç üretimine sahip tesislerin çoğu V tesisidir. Ayrıca metal, plastik, tahta ve pamuk elyafı gibi temel hammaddelerden geniş çeşitlilikte ürünler üreten imalat tesisleri de V tesisidir. Örneğin bir tekstil tesisindeki temel üretim akışlarının şekli bir çelik şekillendirme tesisininkine çok benzemektedir.

V tesisinin temel karakteristiği ürün ayrılma noktalarının olmasıdır. Her ayrılma noktasında hangi üründen üretilmesi gerektiği kararı alınmalıdır. V tesislerindeki en büyük problem ayrılma noktalarında malzemelerin yanlış atanmasıdır. V tesisi her biri farklı rotaya sahip fakat aynı hammaddeden üretilen çeşitli ürünlerin olduğu bir dizi I tesisinin toplamı olarak düşünülebilir. Bir V tesisi bir veya birkaç hammadde ile başlar sırayla işlemlerden geçtikçe farklı ürünlere ayrılır.

V tesislerinde temel kontrol noktaları kısıt ve girişteki iş merkezi, ayrılma noktalarındaki iş merkezleri, kısıt tamponları ve sevkiyat tamponlarıdır. Ayrılma noktalarındaki iş merkezleri malzemelerin yanlış atanmasını önlemek için çizelgelenmelidir. Tampon büyüklükleri atölyedeki süreç içi envanter miktarını belirler ve üretim süresini doğrudan etkiler. Kısıtta verimlilik ve kullanım oranının ölçümü önemli iken kısıt olmayanlarda akışların ölçümü önemlidir. Çoğu V tesisindeki genel karakteristikler şöyledir[4];

- Birkaç hammaddenin çok sayıda ürünü oluşturmak üzere ayrılması.
- Sabit rotalama (ürünler aynı işlem sırasını takip ederler).
- Sermaye yoğun ekipman.
- Maliyet rekabeti yapılamaz.
- Düşük kar marjına sahiptir.
- Hammadde tipi ürünler (metaller, tarımsal ürünler, tekstil v.b.).
- Kapasite çok fazladır.
- Ayrılma noktalarında malzemenin yanlış biçimde ayrılması.
- Hammadde ve bitmiş ürün envanterleri çok fazladır.

- Genelde etkin olamayacak kadar geç ulaşan planlama ve kontrol bilgisi.
- Bölüm verimlilikleri ve kullanım oranları ölçümlerinde düşük performans[4].



Şekil 5.11 Tipik bir V tesisinin ürün akışı[4]

### 5. 2. 5. 3 A Tesislerinin Karakteristikleri

A tesisleri süreç boyunca montaj birleşme noktaları ile karakterize olmuştur. Bu tip tesislerde çok sayıda satın alınmış veya imal edilmiş bileşen parçası veya malzeme tek bir son ürün oluşturmak üzere alt montajlar şeklinde birleştirilir. Son

montaj gerçekleştirilmeden önce tipik olarak çeşitli düzeylerde alt montajlar zorunludur. Bir tesis için temel birleşme sürecini gösteren ürün akışı şekli bir piramiti andırır[4].

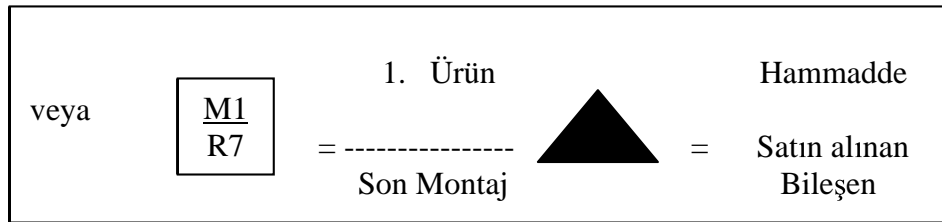
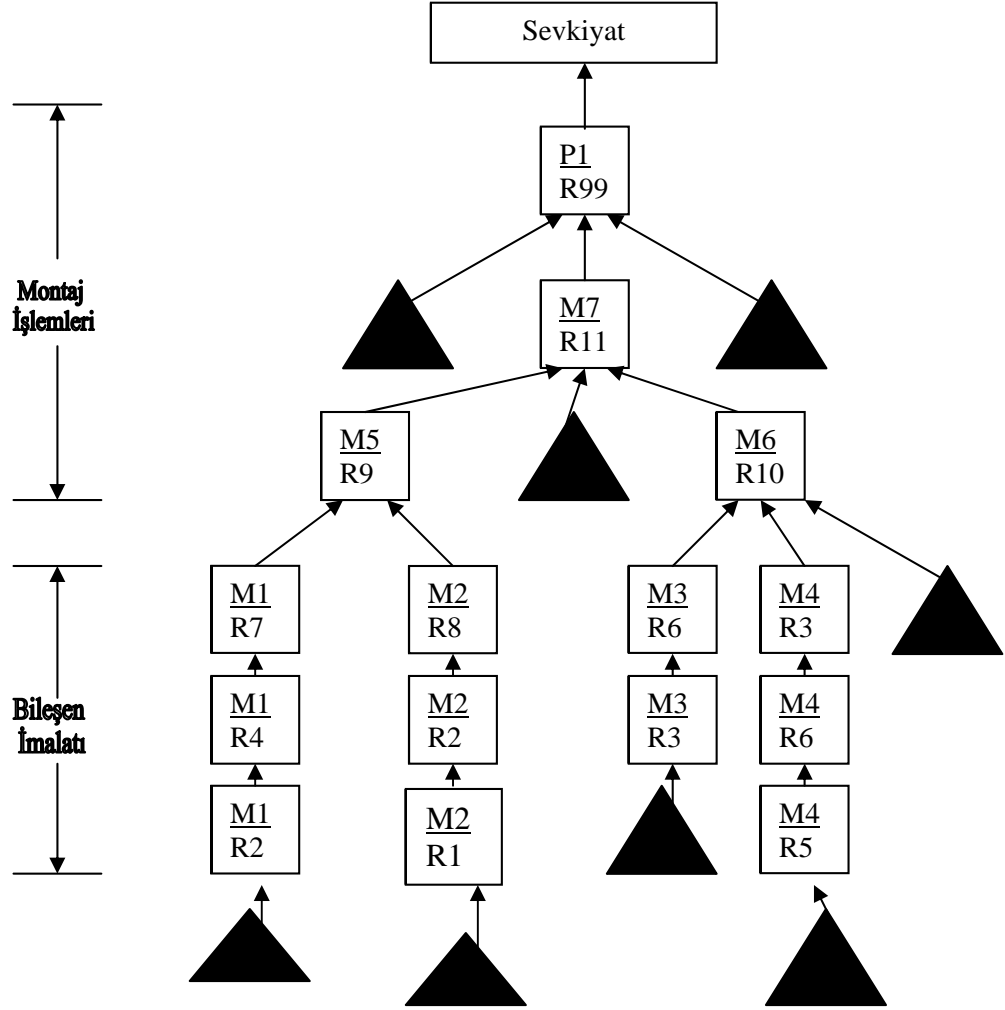
Şekil 5.12 bir A tesisinde tipik olarak ürün akışını göstermektedir. 8 farklı malzeme veya bileşen parçası tek bir ürünün montajı ve imalatında kullanılmaktadır. Ayrıca farklı kaynaklar tüm alt montajlar R99'daki son montaja ulaşana kadar çeşitli parçaları işlemeye ve alt montajını yapmaya devam ederler.

En belirgin karakteristiği ürün birleşmeleridir. Çizelgeleme, birleşme noktalarında parçalara ihtiyaç duyulduğunda, parçaların mevcut olmasını sağlamak için yapılmalıdır. Kapasitenin atamasının yanlış yapılması belirgin bir problemdir. A tesislerinde üretilen ürünlere örnek olarak jet motoru ve uçak üretimi verilebilir. Ayrıca konfeksiyon ve çadır üretimi gibi küçük imalatçılar da A tesislerinin rotalarına örnek olarak verilebilir.

A tesislerinde temel kontrol noktaları kısıt, giriş iş merkezi, birleşme veya montaj iş merkezleri ile kısıt, montaj ve sevkiyat tamponlarıdır. Birleşme iş merkezleri, kapasite yanlış atamaları yolu ile parçaların ürün haline gelmek üzere akışındaki eş zamanlamanın bozulmasını engellemek için çizelgelenir. Tampon büyüklükleri fabrikadaki süreç içi envanterin miktarını belirler üretim süresini doğrudan etkiler. A tesislerinin genel karakteristikleri şöyle sıralanabilir[4];

- Çeşitli parçalar ve alt montajların imalatı ve birkaç ürün halinde montajları.
- Ürünlerde çapraz olarak çok az veya standart olmayan montajlar.
- Rasgele parça rotaları (Bir iş atölyesi ortamı)
- Genel amaçlı ekipman.
- Uygun olmayan parçaya kaynak kapasitesinin yanlış tahsisi.
- Hazırlık sürelerini düşürmek için her kaynakta işlemlerin sıralandığı durumlarda kaynak verimliliklerinin bilinmesi gereklidir.
- Büyük miktarlarda süreç içi envanter.
- Uzun üretim süreleri.
- Montaj noktalarına parçaların eş zamanlı olarak ulaşmaması.

- Düşük kaynak kullanım oranı fakat aşırı fazla mesai.
- Zayıf teslim tarihi performansı.



Şekil 5.12 Tipik bir A Tesisinin Ürün Akışı[4]

#### 5. 2. 5. 4 T Tesislerinin Karakteristikleri

T tesisleri, bir çoğu çok sayıda son üründe ortak olan göreceli olarak sınırlı sayıda bileşen parçasından farklı son ürünlerin montajlandığı temel birleşme noktalarının egemenliğindedir. T tesislerinde, ürün yapısının çok sayıda montaj ürün kazanmak için genişlediği son montaj işleminde kritik kaynak ve ürün etkileşimleri meydana gelir. Dar bileşen tabanı, son ürünleri temsil eden çok geniş bir tepe kısım ile ürün akışı “T” harfini andırır[4].

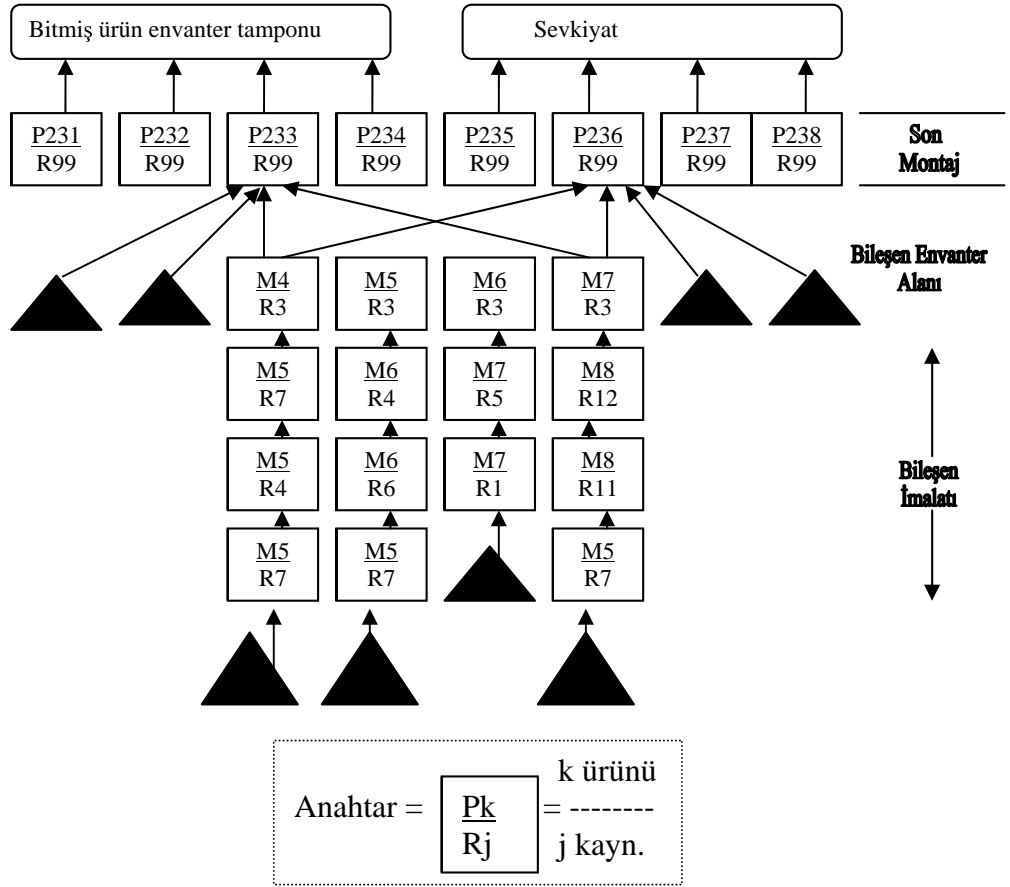
Şekil 5.13 'de bir T tesisinde tipik olarak akışın nasıl olduğu gösterilmektedir. Şekilde az sayıda olası son ürün şekilleri (P231-P238) vardır. Ayrıca çok sayıda ürünün montajlandığı 8 adet bileşen de görülmektedir. Son montaj işleminden önceki bileşen ambarlarının bulunduğunu vurgulamakta yarar vardır.

T tesislerinin temel karakteristiği parçaların ortaklığıdır. Son montaj çizelgelenirken parçaların başka ürünler tarafından çalınması sonucu kayıp olması baskın bir problemdir. Bir T tesisinde malzemeler yüzlerce hatta binlerce son ürün tipini sağlamak için ortak temel montajlara akarlar.

T tesislerinin yönetiminde ilk adım malzemelerin çalınmasını doğuran sebepleri yok etmektir. Envanterin doğru olarak kullanımını artırmak için kilitli envanter odaları ve uyarılar gibi başka mekanizmalar da uygulanmalıdır. Daha sonra montaj çizelgelendiğinde montaj tamponları parçaların elverişli olmasını garantileyecek biçimde planlanmalıdır. Tampon yönetimi ortak parçaların tedariğinin sürdürülebilmesi için kritiktir. T tesisi için temel kontrol noktaları kısıt, montaj ve sevkiyat tamponlarıdır. Ayrılma noktaları, parçaların ürünlere akışının eş zamanlanmasını garantilemek için kapasitenin yanlış atanmasını önleyecek biçimde çizelgelenir. Tampon büyüklükleri fabrikadaki süreç içi envanter miktarını belirler ve üretim süresini doğrudan etkiler. Kısıtta verimlilik ve kullanım oranı ölçümü önemli iken kısıt olmayanda akış ölçümleri önemlidir. T tesisinin karakteristikleri şu şekildedir[4];

- Ortak alt montajlar bir çok ürünü üretmek için birleştirilir.
- Ürünler arasında parça ve montaj ortaklıkları vardır.

- Doğru tahmin yapmayı zorunlu kılacak biçimde, imalat ve dağıtım toplam zamanından daha kısa, müşteri tarafından istenen üretim süreleri.
- İmalat ile montaj arasında büyük envanter (montaj) yığınları vardır.
- Son montaj çizelgelemesi müşteri siparişine dayalı olarak yapılır.
- Üretim sürecinin sonundaki işlemler işgücü yoğunudur.
- Bir T yapısı A ve V yapılarının üzerinde olabilir veya bunların bir kombinasyonudur.
- Ağırlıklı yapıya göre parça rotalamaları sabit veya rasgele olabilir.
- Malzemelerin (Montajların) yanlış atanması büyük problemler yaratır; bir müşterinin siparişini tamamlamak için ortak parçaların ve alt montajları çalmak ciddi sonuçlar doğurur



Şekil 5.13 Tipik bir T tesisinin ürün akışı[4]

- Büyük miktarda bitmiş ürün envanteri bitmiş ürün isteklerini karşılayabilmek için kullanılır.
- Genelde kötü teslim tarihi performansı- bazen erken, çoğunlukla geç.
- Kayıp parçaları hızlandırmak için fazla mesai büyük ölçeklerde kullanılır.

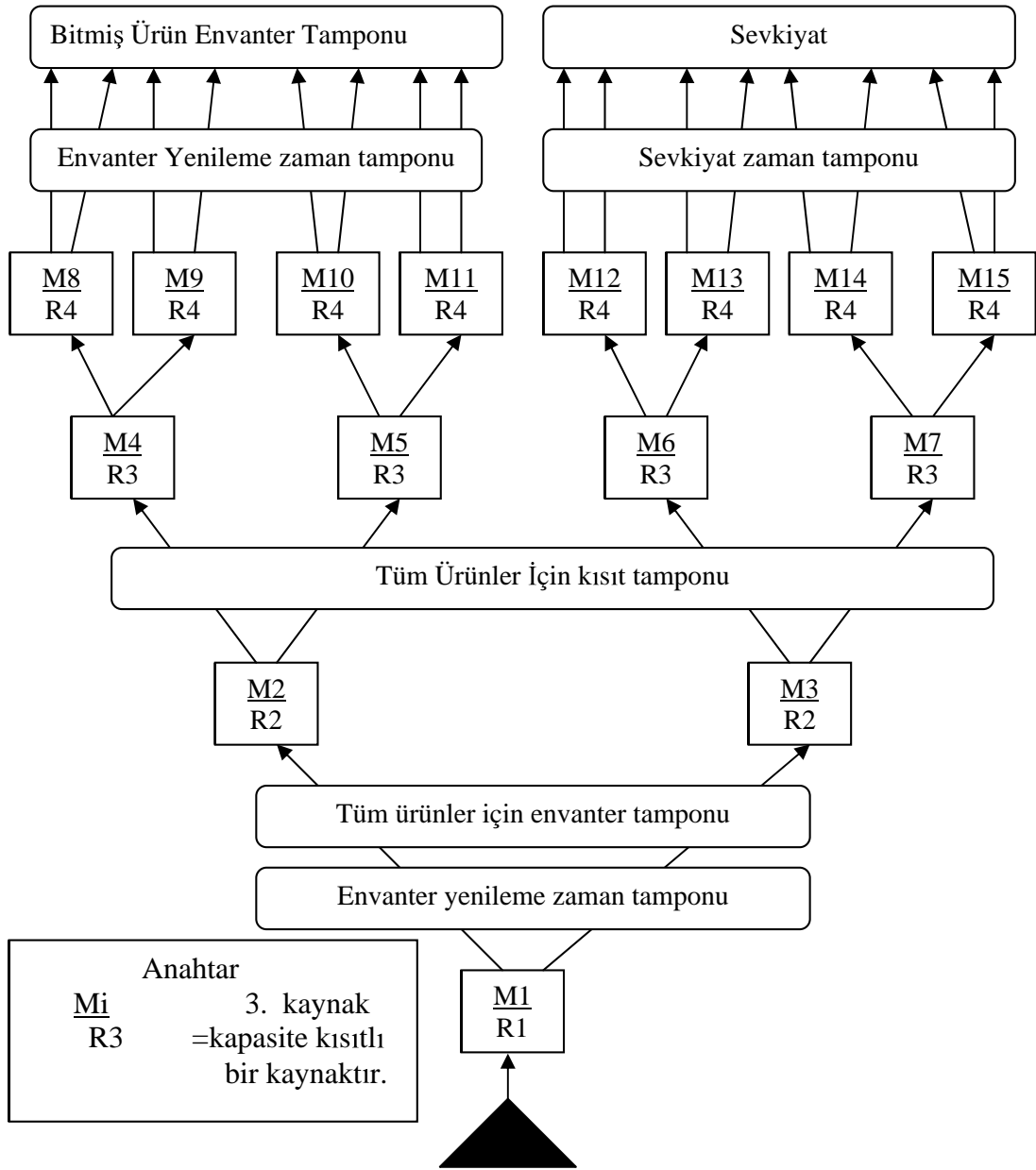


- Performansın izlenmesinde geleneksel ölçümler (verimlilik, nakliye bütçeleri) kullanılır.

#### **5. 2. 5. 5 V Tesislerinde Tamponların Stratejik Olarak Yerleştirilmesi**

Eğer talep edilen teslim süreleri ürün imalat sürelerinden daha kısa ise bitmiş ürün ve süreç içi ürün envanter tamponları uygundur. Envanter tamponlarının zaman dikkate alınarak sürekli biçimde yenilendiğini garantilemek için envanter yenileme tamponları oluşturulmalıdır. Bitmiş ürün envanter tamponlarında tutulmayan herhangi bir ürünün, müşteri siparişlerinin çizelgedeki biçimde sevk edildiğinden emin olmak için bir sevkiyat zaman tamponu ile korunması gereklidir. Son olarak V tesisleri sık sık bir kısıt zaman tamponu ile korunması gereken bir kapasite kısıtına sahiptir[4].

Şekil 5.14 'de bir V tesiste envanter ve zaman tamponlarının tipik olarak yerleştirilmesi görülmektedir. Şekilde bir envanter yenileme zaman tamponu tarafından desteklenen bir bitmiş ürün envanter tamponu (acil sevkiyata gereksinim duyan ürünler için) vardır. Ayrıca özel müşteri siparişlerini karşılamak için üretilen bitmiş ürünler için bir sevkiyat zaman tamponu görülmektedir. Bu zaman tamponlarının tümü de üçüncü kaynakta (R3) konumlandırılmış olan bir önceki zaman tamponundan akmak için malzemelere izin verilen ek süreç zamanını temsil etmektedir. R3'te bir kısıt zaman tamponu R2'de konumlandırılan envanter tamponundan akan malzemelerin, R3'e onun çizelgesinin entegrasyonunu sağlamak için ulaşmasında yeterli zamanı olmasını sağlamak için oluşturulmuştur. Son olarak bir envanter yenileme zaman tamponu tarafından desteklenen süreç içi ürün envanter tamponu R2'den önce yerleştirilmiştir. Bu diyagramda gösterilmemesine rağmen hammadde envanter tamponları gereksinim duyulan satın alınan bileşenler ve malzemelerin elverişliliğini garantilemeye yardımcı olmak için kullanılabilirler[4].



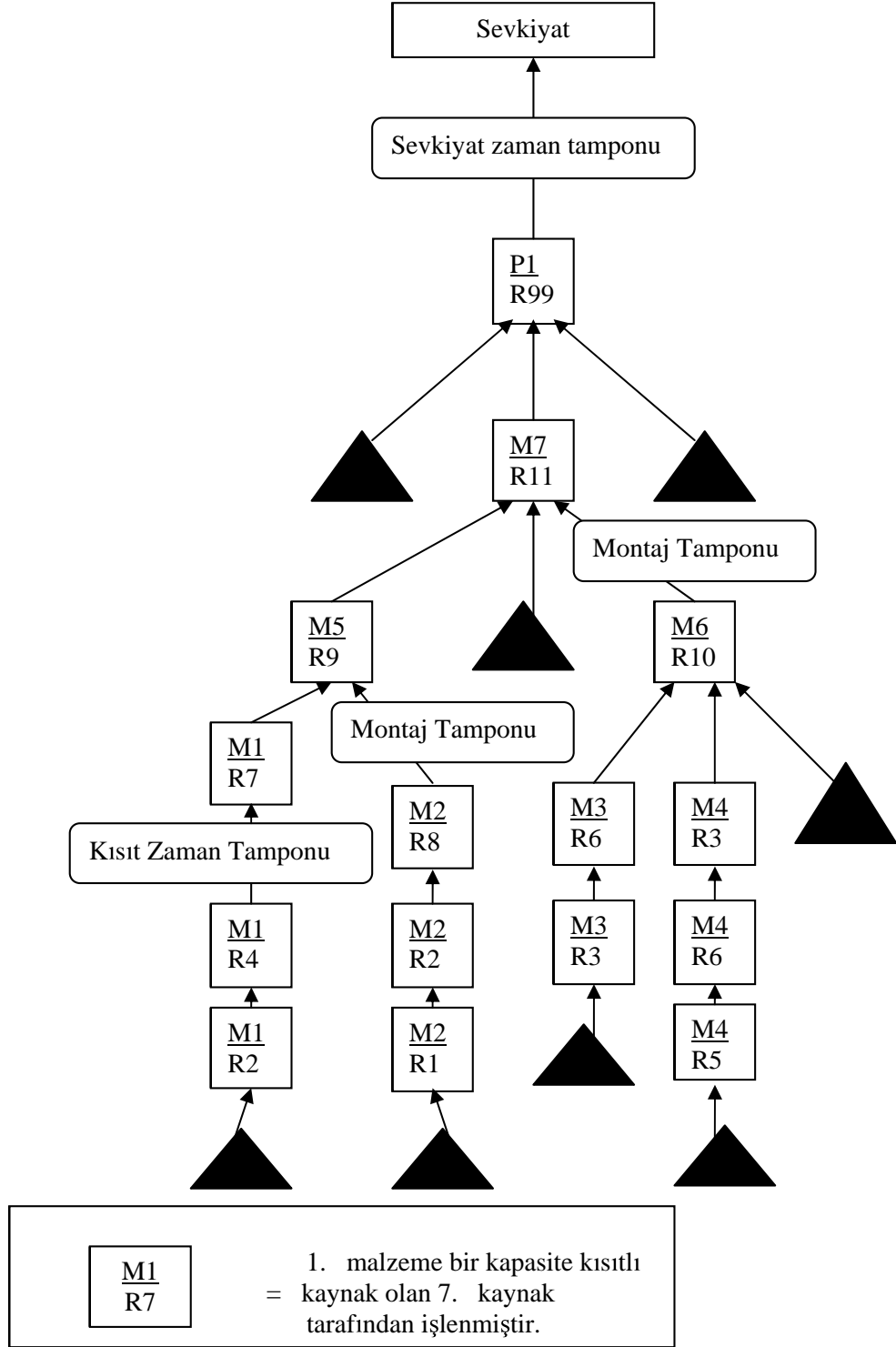
Şekil 5.14 V tesiste envanter ve zaman tamponlarının tipik olarak yerleştirilmesi[4]

### 5. 2. 5. 6 A Tesislerde Tamponların Stratejik Olarak yerleştirilmesi

Özel ürünlere karşı yüksek talep dışında kalan durumlarda, A tesisler için bitmiş ürün envanter tamponları genelde uygun değildir. Süreç içi bileşen envanter tamponları genelde pazara karşılık verebilme gücünü iyileştirmek için kullanılmaz. Çünkü son ürünlerin her birini üretmek için çok fazla sayıda parçaya gereksinim duyulur. Birden fazla ürün için özel bileşen parçaları ortak değildir ve ihtiyaç duyulan parçaları talebin hacmi ayarlamaz. Bu yüzden A tesisler sıkça kapasite

kısıtlarına sahip olurlar. Bu tip durumlarda, hem kapasite kısıt zaman tamponları hem de montaj zaman tamponları kısıt ve kısıt olmayan kaynak tarafından işlenen parçaların zamanında salınması ve kontrolünü garantiye almak için zorunludur. Teslim tarihlerine uyabilmek için sevkiyat zaman tamponlarının sürekli olarak kullanılması gereklidir[4].

Şekil 5.15 'de A tesisinde tipik olarak ihtiyaç duyulan zaman tamponlarının yerleştirilmesi gösterilmiştir. Bir kısıt zaman tamponu R7 kısıtından önce yerleştirilmiştir. R9 ve R11'deki alt montaj işlemlerinde kısıt olmayan tarafından işlenmiş parçaların zamanında ulaşmasını garantilemek için bir montaj zaman tamponuna ihtiyaç duyulur. (Not: R99'daki son montaj işleminde bir montaj tamponuna gereksinim duyulmamaktadır. Çünkü tüm işlenen parçalar, kısıt tarafından işlenen bir bileşene sahiptir.)

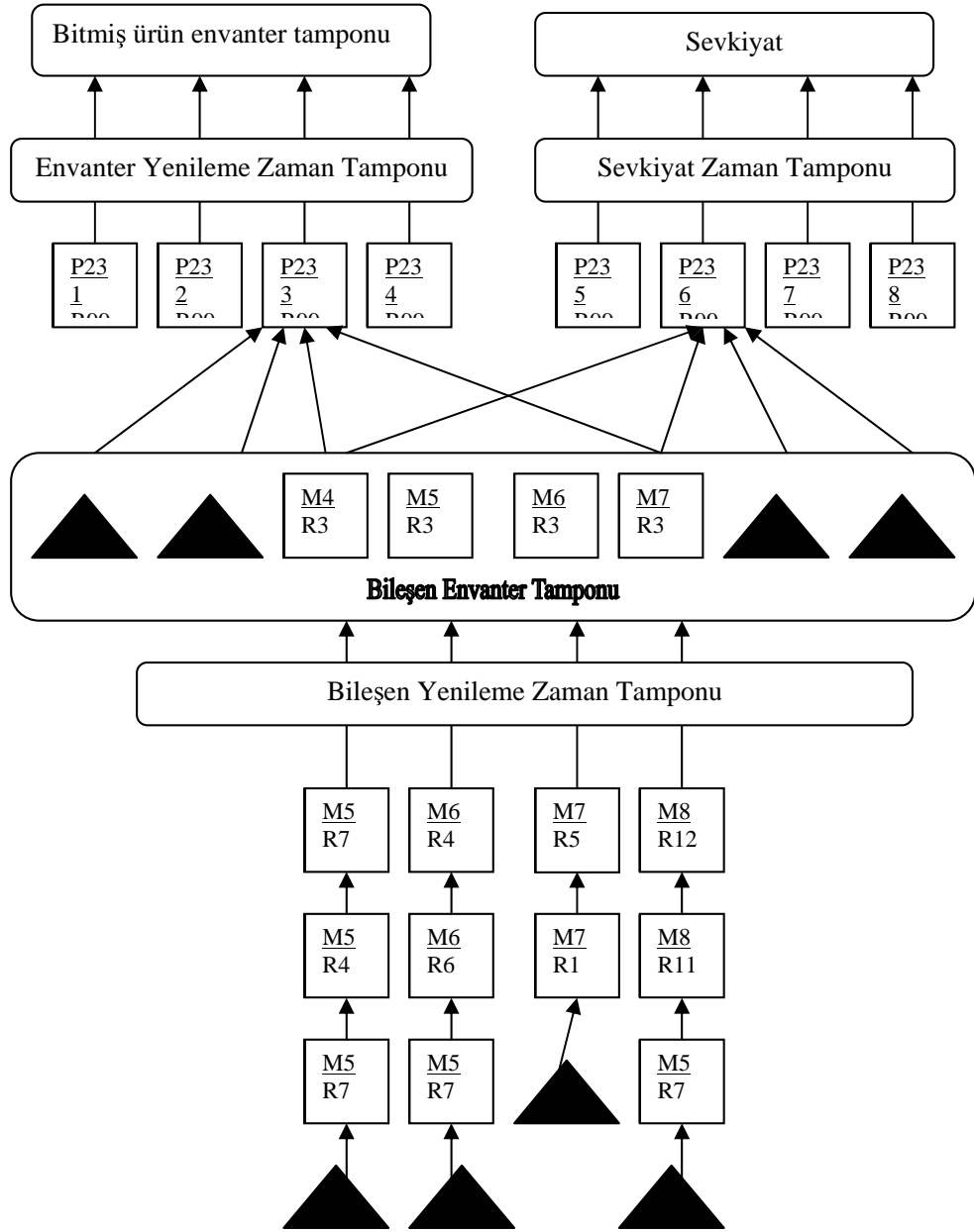


Şekil 5.15 A tesiste envanter ve zaman tamponlarının tipik olarak yerleştirilmesi[4]

### 5. 2. 5. 7 T Tesislerde Tamponların Stratejik Olarak Yerleştirilmesi

T tesislerinde rafta olmayan mala talep yaygındır. Ama bitmiş ürün envanter tamponları tedbirli olarak kullanılmalıdır. Çünkü her tipten büyük bir envanterin taşıma maliyeti çok fazladır. Bunun yerine fiziksel olarak son montaj bileşen ambarlarında yerleştirilmiş, bileşen envanter tamponlarında süreç içi envanter korunmalıdır. Bu tamponlar, bitmiş ürün envanter tamponlarını yenilemek ve müşteriyi tatmin etmek için son montajda ihtiyaç duyulan tüm bileşenleri tutar. Sevkiyat tamponları tek tek müşteri siparişlerini korurken envanter yenileme zaman tamponları, bileşen ve bitmiş ürün envanter tamponlarını destekler. T tesislerde tipik olarak gerçek kapasite tamponları bulunmaz. Bu yüzden kısıt ve montaj tamponlarına genelde ihtiyaç duyulmaz[4].

Şekil 5.16 bir T tesiste tipik olarak ihtiyaç duyulan tamponların yerleştirilmesini göstermektedir. Sevkiyatı hızlı olan ürünler için bir bitmiş ürün envanter tamponu, bir bitmiş ürün zaman tamponu tarafından desteklenir. Ayrıca bir sevkiyat tamponu bitmiş ürün envanter tamponunda depolanmayan ürünler için oluşturulmuştur. T tesislerde önemli bir tampon, son montajdan önceki bileşen envanter tamponudur. Bu envanter tamponu çeşitli son ürünlerin montajında gereksinim duyulan tüm bileşenler için yeterli sayıda kaynağı içermelidir. Bu envanter tamponu ayrıca bileşen yenileme envanter tamponu tarafından zamanında envanter tamponunun yenilendiğinden emin olmak için desteklenir[4].



Şekil 5.16 T Tesiste envanter ve zaman tamponlarının tipik olarak yerleştirilmesi[4]

## 6. KISIT TEORİSİ VE DÜŞÜNCE SÜREÇLERİ

Kısıt teorisi, kısıtların ortadan kaldırılmasına yönelik olarak sistemin ana problemleri üzerine yoğunlaşan, alternatif çözümler sunan çeşitli araçlar kullanmaktadır. Bu araçlara bütün olarak düşünce süreçleri adı verilmektedir. Düşünce süreçleri, sistemin performansını sınırlandıran kısıtın incelenmesi, çözüm önerilmesi, çözümlerin ön koşullarının bulunması ve uygulanması sırasında karşılaşılabilecek güçlüklerin düşünce süreçleri yöntemleri kullanılarak ortadan kaldırılmasını içerir[3].

Yapılan araştırmalar, organizasyonel değişim prosesinin başarılması en zor proses olduğunu göstermektedir. Gerekli değişimleri kolaylıkla ve başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmek için “düşünce süreçleri” yaklaşımı geliştirilmiştir. Düşünce süreçlerinin amacı, bir organizasyonun mevcut durumunu geliştirmek için gerekli faaliyetleri tanımlamak, belirsiz durumlara çözüm üretmektir. Düşünce süreçlerinin temelinde üç soru bulunmaktadır.

**Ne Değişecek?** Bir organizasyonun geliştirilmesi değişimi gerektirir, fakat değişim her zaman gelişmeyle sonuçlanmaz. Bazen kötü sonuçlara neden olabilir. Değişim sadece doğru bileşene odaklandığında gelişme ile sonuçlanır. Bu nedenle neyin değiştirileceğini belirlemek çok önemlidir. Bu soru ile, organizasyonun performansını arttırmayı ya da performansını geliştirmeyi engelleyen, yanlış politikalar ve etkenler tespit edilir. Bunun için sonuç-neden-sonuç tekniği kullanılır. Burada kısıt olarak ifade edilen durumlar, arzu edilmeyen sonuçlardır. Ne değişecek sorusu, kısıtlar teorisi uygulanarak organizasyonel bir kısıtın, yani performansı engelleyen temel problemin tanımlanmasına öncülük eder. Bu amaçla mevcut gerçeklik ağacı yöntemi kullanılır[3].

**Neye Dönüşecek?** Bu aşamada kök problem için mantıklı, basit ve pratik çözümler araştırılır. Kısıtlar teorisi, gerçek dünyada basit çözümlerin, problemleri ortadan kaldırma gücüne sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu aşamada amaçlanan, çözüm üretmeyen politikaların neye dönüşmesi gerektiğini belirlemektir. Bunun için buharlaşan bulut ve gelecek gerçeklik ağacı yöntemleri kullanılır[3].

**Dönüşüm Nasıl Gerçekleştirilecek?**Bu aşamada, çözümün nasıl gerçekleştirileceği sorusunun yanıtı aranır. Bunun için, ön gereksinim ve geçiş ağacı kullanılır[3].

Bu sorular problem çözme tekniklerinin de esasını oluşturur. Bu soruları cevaplamak için temel olarak neden-sonuç diyagramlarına dayanan araçlar kullanılır. Düşünce süreçlerinde sorular, amaçlar ve kullanılan yöntemler Çizelge 6.1’de görülmektedir.

Çizelge 6.1 Düşünce Sürecinde Kullanılan Yöntemler[3]

JENERİK SORULAR	AMACI	YÖNTEMLER
Ne Değişecek?	Temel problemlerin tanımlanması	Mevcut gerçeklik ağacı
Neye Dönüşecek?	Basit ve pratik çözümler geliştirmek	Buharlaşan bulut Gelecek gerçeklik ağacı
Dönüşüm Nasıl Gerçekleşecek?	Çözümlerin uygulanması	Ön gereksinim ağacı Geçiş ağacı

Düşünce süreçleri araçları değişimi yönetmek amacıyla kullanılırlar. Çizelge 6.1’de de görüldüğü gibi beş temel araçtan oluşurlar. Bunlar mevcut gerçeklik ağacı, buharlaşan bulut, gelecek gerçeklik ağacı, ön gereksinim ağacı, geçiş ağacı olarak sınıflandırılır.

### **6. 1 Mevcut Gerçeklik ağacı (Current Reality Tree - CRT):**

Düşünce süreçlerinin uygulanmasındaki ilk adım istenmeyen etkilerin listelenmesi ve bunlara göre mevcut gerçeklik ağacının oluşturulmasıdır. Mevcut gerçeklik ağacı bir sistemin mevcut durumunu analiz etmek ve problemleri daha iyi anlamak için oluşturulur ve sistemin performansını azaltan istenmeyen etkilere sahip temel problemleri tanımlar. Mevcut gerçeklik ağacı, istenmeyen etkiler ve onların sonuçları arasındaki neden-sonuç ilişkilerini gösteren bir diyagramdır. Amaç,



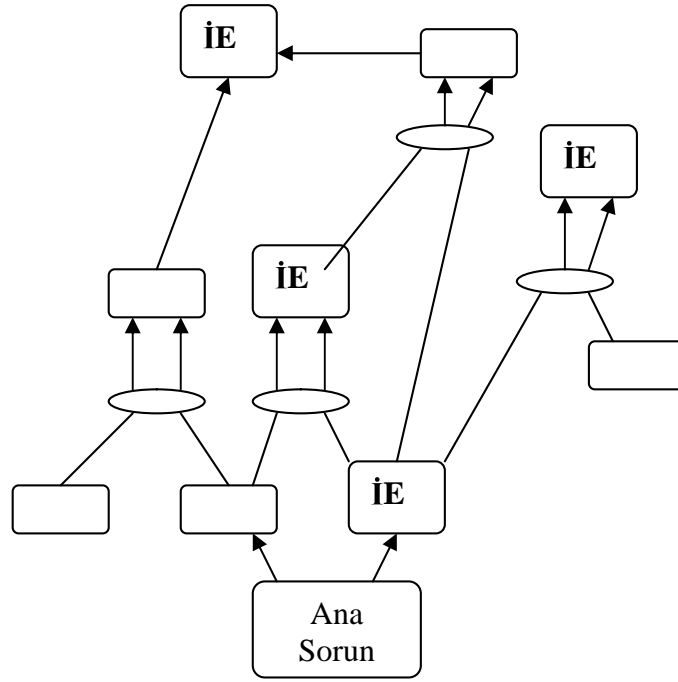
problem yaratan kök nedeni bulmaktır. Öncelikle kök neden bulunur ve ortadan kaldırılır. Böylece istenmeyen etkiler yok olur. Mevcut gerçeklik ağacı, istenmeyen bir sonuçtan temel nedene ulaşmaya kadar birbirine bağlı nedenlerin ve sonuçların oluşturduğu bir çözüm yöntemidir[12].

CRT süreci istenmeyen etkilerin gözlemlenmesiyle başlar ve sert mantık kuralları ile EĞER SONRA formatındaki sistem modellerini kurar. Bu model, sistem hakkındaki sezgilerin gerçekliğinden emin olmak için mantıksal yapılarla insanlar tarafından incelenir, daha sonra ana problemin keşfedilmesi için değerlendirilir. CRT yapısındaki ilişkiye neden olan durumlar gerçekliği gözlemlemeye yönelen durumlardır. Ağacı inceleme ve geliştirme, soruna yabancı veya sistemdeki olumsuz duruma düşmüş karar verici için zordur, çünkü karar verici gerçeğin objektif gelişimini kabul etmek zorundadır[9].

CRT oluşturma faaliyeti, genellikle 8 adımda gerçekleştirilir[9].

1. Kontrol alanı ve etki bölgesini belirleyin.
  - Karar verilecek sürecin sınırları nedir ?
  - Kontrol ve etkinizin sınırlarını zihninizde canlandırın.
2. Bir istenmeyen etkiler listesi oluşturun.
  - Sorunu belirleyin ve neden ile başlayan bir soru halinde ifade edin.
  - Sorunun mevcut olduğunu gösteren istenmeyen etkileri sıralayın.
  - İstenmeyen etkileri doğru cümlelerle ifade edin.
  - İstenmeyen etkilerin gerçekten istenmeyen olup olmadıklarını kontrol edin.
  - İstenmeyen etkilerin gerçekten var olup olmadıklarını kontrol edin.
  - En kötü 5 istenmeyen etkiyi seçin ve diğerlerini bir kenara koyun.
3. CRT' ye başlayın.
  - En kötü 5 istenmeyen etkiyi post-it' lere yazın.
  - Bu post-it' leri işaretleyin.
  - Büyük bir kağıdın en üst kısmına istenmeyen etkileri sıralayın
4. İlk 2 istenmeyen etkiyi birleştirin.

- Beş istenmeyen etki içinden ilgili görünen iki tane bulun.
  - Nedeni alta sonucu üste gelecek şekilde yerleştirip ok ile birleştirin.
  - Mantıksal ilişki araştırma listesine göre ilişkiyi kontrol edin ve yeterlilik şartını sağladığından emin olun. Gerekiyorsa ek neden ekleyin.
  - Neden-sonuç ilişkisini netleştirmek için gereken tüm eklemeleri yapın.
5. Diğer istenmeyen etkileri birleştirin.
- Adım 4' ü diğer istenmeyen etkiler için de uygulayın.
6. Neden-sonuç zincirini aşağıya doğru devam ettirin.
- Her dalı diğeriyle bağlayın.
  - Her dalı mantıklı bir sonuca ulaşana kadar devam ettirin (Daha fazla aşağıya inilemeyen varlıklara kaynak neden denir.).
  - Adım 2' deki kalan istenmeyen etkileri mümkünse kullanın.
  - Başlangıçtaki beş istenmeyen etkinin tümü birleştiğinde durun.
7. İstenmeyen etkileri yeniden düzenleyin.
- Başlangıçtaki beş istenmeyen etkiyi yeniden kontrol edin, hala istenmeyen etki olarak mı yer alıyorlar ? Değilse işaretleri kaldırın.
  - Ağaçtaki her bir varlığı gözden geçirin, istenmeyen etki olarak gördüklerinizi işaretleyin.
  - Tüm istenmeyen etkileri birleştirmekte gerekmeyen dalları budayın.
8. Kaynak nedenleri ve ana sorunu belirleyin.
- Tüm kaynak nedenleri belirleyin.
  - Her kaynak nedenin kaç istenmeyen etki yarattığını belirleyin.
  - İstenmeyen etkilerin % 70 ya da daha fazlasını yaratan tek bir kaynak neden varsa bu ana sorundur.



İE : İstenmeyen Etki

Şekil 6.1 Mevcut gerçeklik ağacı[4]

## 6. 2 Buharlaştan Bulut ( Conflict Resolution Diagram-CRD):

İstenmeyen sonucu ortadan kaldırmak için önerilen çözümlerle temel ve ön gereksinimlerin tanımlandığı, çözümler arasındaki çatışmanın ortaya konduğu ve bu çatışmanın yok edilmesi için enjeksiyonun yapıldığı araçtır. Bu araç, tek bir problemin ayrı olarak ele alınmasını, karşılaşılan çatışmaların ve varsayımların belirlenmesini ve çözüm amacıyla incelenmesini içerir. Buharlaştan bulut yöntemi problemin yaşandığı mevcut durumdan arzulanan gerçek duruma geçişte, problemlerin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunarak etkili bir köprü görevi görmektedir[4].

Bulut, ana soruna kalıcı çözümler tanımlamak için gerekli ağaç yapısıdır. Düşünme sürecine orijinal yaklaşımda ana sorunla başlayarak ve ters etkilerini tanımlayarak yaratılır. CRT yaklaşımı beş istenmeyen etki için beş buharlaştan bulutla başlar ve CRD bu noktada devreye girerek istenmeyen etkilerden ortaya çıkan beş ana çatışmanın sentezini yapar. Çoğu zaman çatışmada ortaya atılan

varsayımlar sözlü hale getirildiğinde, çatışan taraflar yanlış varsayımlar altında çatıştıklarını fark ederler ve çatışma bir buhar bulutu gibi dağılır.

CRD oluşturma faaliyeti, genellikle dokuz adımda gerçekleştirilir[9].

1. Oklarla bağlanmış boş kutucuklardan oluşan bir form oluşturun.
2. Çatışan gereksinimleri belirleyin ve kutucuklara yazın.
3. Gereksinimleri belirleyin ve kutucuklara yazın.
4. Hangi amaca hizmet ettiklerini belirleyin ve kutucuğa yazın.
5. CRD ilişkilerini değerlendirin.
  - Tüm CRD' yi soldan sağa doğru okuyun (..... yapmak için .... . yapmalıyız).
  - Eğer yanlış görünen yerler varsa düzeltin.
6. Varsayımlar geliştirin.
  - Her okun altında yatan varsayımların bir listesini yapın.
  - Her ok için 10 varsayım bulmaya çalışın.
  - Ok ilişkilerine açıklayıcı notlar yazın.
  - Açıklamaların yanı sıra, CRD' nin her yatay bölümü için “.... . yapmak için .... yapmalıyız” ifadelerini oluşturun.
  - Çatışma ifadesini “Bir yandan ... bir yandan da .... , ikisini birden yapamayız. ” şeklinde yazın.
  - Varsayımları işe katın (“Bir yandan ... bir yandan da .... . , ikisini birden yapamayız, çünkü .... . ”).
  - Tüm varsayımlar belirlendiğinde sırayla numara verin.
7. Varsayımları değerlendirin.
  - Her ok ilişkisinin altında bulunan varsayımları değerlendirin.
  - Hangilerinin zayıf ya da geçersiz olduğunu belirleyin.

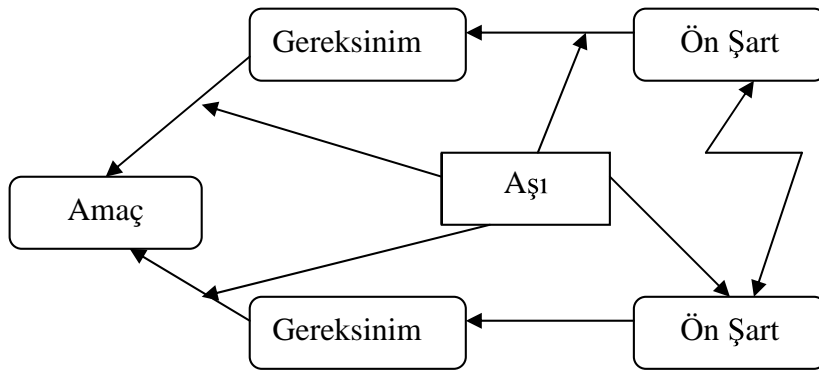
- Zayıf ya da geçersiz olanların yanına işaret koyun.

8. Eklemeler yaratın.

- Zayıf ya da geçersiz olarak işaretlediğiniz varsayımları kırmak için fikirler geliştirin.
- Gereksinimlerin geçerliliğini kontrolle başlayın. Gerçekten yazıldığı gibi gerekliler mi ?
- Yeni fikirler oluşturmak için “alternatif çevre” tekniğini kullanın. (Bu teknikte, “gereksinime ihtiyaç duymadan amaca başka nasıl ulaşırım ?” sorusunun cevabı aranır.)
- Çatışan ön gereksinimlerden birini seçmek zorunda kalmadan geçerli gereksinimleri desteklemeye çalışın.
- Eğer varsayımı kırmak için belirli bir faaliyete ulaşamadıysanız, istenen bir durum kullanın.

9. En iyi eklemeyi seçin.

- En iyi eklemeyi seçmek için bir karar kuralına karar verin.
- Kullanmadığınız eklemeleri daha sonra kullanmak için saklayın.



Şekil 6. 2 Buharlaşan bulut[4]

### 6. 3 Gelecek Gerçeklik Ağacı (Future Reality Tree-FRT):

Gelecek gerçeklik ağacı, uygulamaya başlamadan önce çözümün değerlendirilmesine ve iyileştirilmesine olanak sağlar. Çözümde eksik olan noktaları tanımlar. İstenen sonuçlar için gerekli ve yeterli tüm koşulları tamamlanamamışsa, gelecek gerçeklik ağacı bu eksiklikleri ortaya çıkarır. Bu fonksiyonlar iki önemli kazanç sağlarlar. Birincisi mantıksal olarak gerçekleştirilecek faaliyetlerin etkinliği zaman, enerji veya kaynaklar harcanmadan test edilebilir. İkincisi ise, durumun başlangıçtakinden daha kötü hale gelmesi engellenebilir. Bu araç neye doğru değişecek sorusunun ikinci kısmını sistemimizin yeni şeklini değerlendirerek cevaplar[4].

Geleceği hayal ederek canlandırmak ve tahmin etmek için kullanılan bir araçtır. Gelecek gerçeklik ağacı, mevcut sistemde yapılacak değişiklikler ile meydana gelebilecek sonuçlar arasındaki neden sonuç ilişkisini gösterir. 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[4].

İstenen etkiyi oluşturma aracıdır. FRT “eğer-ne” çalışmasıdır. FRT, CRT’ den bir önemli noktada ayrılır. CRT istenmeyen etkilerin gözlenmesiyle başlarken, FRT istenen etki seçeneklerine nasıl ulaşılabileceği düşüncesi ile başlar. FRT, uygulamaya başlamadan önce çözümün değerlendirilip geliştirilmesini ve çözümde nelerin eksik olduğunun fark edilmesini sağlar. İstenen etkilere neden olan yeterli ve gerekli bütün şartların tanımlanmasında başarısızlığa uğranıldığında, FRT eksikliği ortaya çıkarır[4].

FRT oluşturma faaliyeti, genellikle 11 adımda gerçekleştirilir[9].

1. Tüm gerekli malzemeleri toplayın.
  - Geniş bir kağıt, kalem ve post-it’ ler.
  - Hazırlandıysa CRT.
  - Hazırlandıysa CRD.

2. İstenen etkileri oluşturun.

- CRT hazırlandıysa, istenmeyen etkileri istenen etkiler olarak ifade edin.
- CRT yoksa, istenen etkileri bağımsız olarak oluşturun.
- Pozitif ifadeler kullanın.
- Şimdiki zaman kullanın.
- İstenen etkileri post-it' lere yazıp sayfanın en üstüne yerleştirin.

3. Eklemeleri ekleyin.

- Hazırlandıysa CRD' den ekleme alabilirsiniz.
- CRD yoksa beyin fırtınası gibi tekniklerle eklemeleri oluşturun.
- Eklemeleri durum olarak ifade etmelisiniz.
- Eklemeleri sayfanın en altına yerleştirin.
- Eğer varsa CRD' den çıkan amacı ortaya yerleştirin.
- Eğer varsa CRT' deki ana sorunun tersini ekleme olarak kullanın.

4. Boşlukları doldurun.

- Eklemelerden yukarı doğru hareket edin. Eklemeleri ve var olan gerçekleri kullanarak beklenen etkilere ulaşmaya çalışın.
- Bir beklenen etkiden diğerine aşamalar halinde yukarıya ilerleyin ve istenen etkiye ulaşın.
- Gerektiğinde eklemeleri kullanın.

5. Pozitif güçlendirici döngüler kullanın.

- Ağacın alt bölgelerindeki beklenen etkileri güçlendiren istenen etkiler bulun ve ilişkilendirin.

6. Negatif dalları arayın.

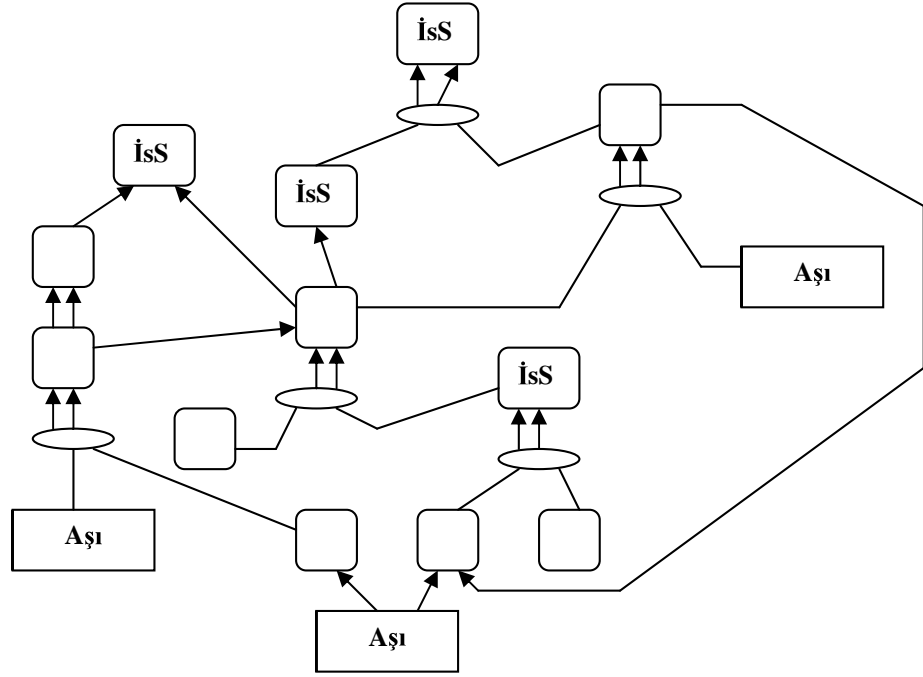
- FRT tamamlandıktan sonra negatif etkisi olabilecek dalları arayın.
- Her beklenen etkiyi "Bu çıktının yanında, başka nelere neden olabilir ?" sorusuyla inceleyin.

7. Negatif dalı geliştirin.

- Negatif dalı geliştirmek için ayrı bir kağıt kullanın.

- Bir istenen etkiye ulaşıncaya kadar yukarı doğru dalı geliştirin.
  - Gereklikçe, önceden kullanılmayan gerekçeleri de ekleyin.
8. Dönüm noktasını belirleyin.
- En son pozitif ya da nötr birim ile, ilk negatif durumu birleştiren nedensellik okunu bulun.
  - Bu okun altında yatan tüm varsayımları sıralayın.
  - Varsayımları negatif dalın bir tarafına listeleyin.
9. Anahtar varsayımları kırmak için eklemeler geliştirin.
- Beyin fırtınası gibi bir fikir yaratıcı yöntem kullanın.
  - Varsayımlara yapılabilecek eklentileri listeleyin.
10. Eklentiye geçerli hale getirin.
- Başka bir kağıda eklentinizin sonuçlarını mantıklı bir şekilde sıralayın.
  - Eğer gerekiyorsa, ek gerçeklikler ya da eklentileri birleştirin.
  - Negatif dalın istenen etkisinin zıt durumuna ulaşıncaya kadar yukarıya doğru geliştirin.
  - Eklentinizin kendi üzerinde ters etki yapmadığına dikkat edin.
11. Negatif dalı budayan eklentinizi FRT' ye dahil edin.
- Dalı budayan eklentiye, negatif etki yaratan etki nesnesine ekleyin.
  - Hala negatif bir sonuç oluşup oluşmadığını kontrol edin.





Şekil 6.3 Gelecek gerçeklik ağacı (İsS = İstenen sonuç) [4]

#### 6. 4 Ön Koşul Ağacı (Prerequisite Tree-PRT):

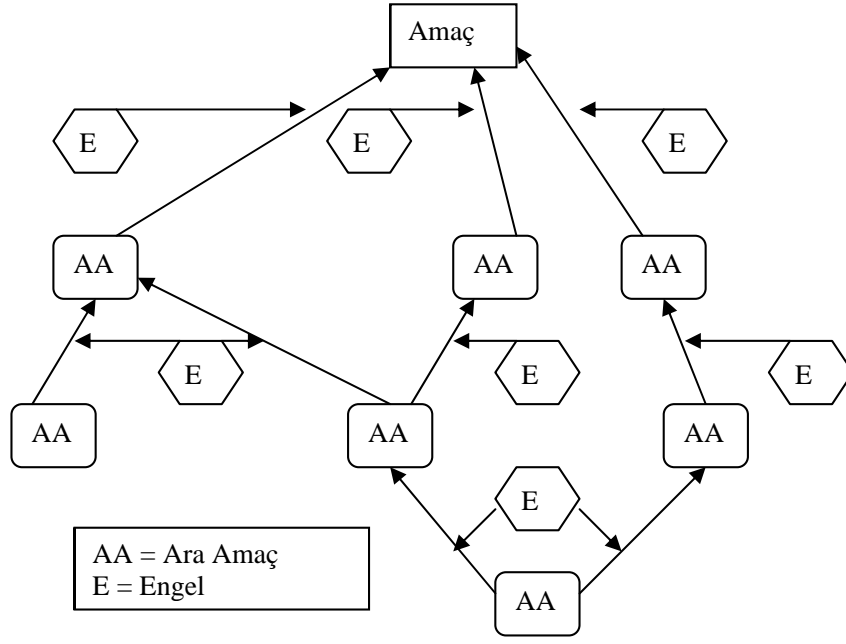
Çözüm fikrinin önündeki tüm engellerin üstesinden gelmek için gerekli olan ikincil çözüm kümelerinin oluşturulması için mantıksal bir yol sunar. Amacı büyük bir hedefe ulaşmak için ihtiyaç duyulan ara adımların tümünün tanımlanmasına yardımcı olmaktır. Ön koşul ağacının geliştirilmesi arzulanan sonuçlara ulaşmayı engelleyen lokal engelleri, durumları ve ihmalleri tanımlar ve bu engelleri ve değişime direncin üstesinden gelmeyi sağlayacak yeni hedefleri ve amaçları belirler. Bu araç “Değişim nasıl gerçekleştirilecek?” sorusuna verilecek yanıtın ilk kısmını oluşturur[4].

PRT kurma adımları aşağıda sıralanmıştır[9].

1. Bir liste yaratın.
  - PRT’ nin amacını kısa ve tam bir cümle halinde sayfanın en üstüne yazın.
2. İki kolon oluşturun.
  - Sol kolona Engeller adını verin.

- Sağ kolona Ara Amaçlar adını verin.
3. Engelleri listeleyin.
    - Sol kolona amaca ulaşmanızı engellediğini düşündüğünüz tüm engelleri yazın.
    - Engelleri gereksinimler olarak değil, durumlar olarak ifade edin.
  4. 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 CRD kullanın.
  5. 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. PRT' ye başlayın.
    - Büyük bir kağıt alın.
    - PRT amacını en yukarıya yerleştirin
  7. 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. Engel-ara amaç çiftlerini dizin.
    - Engel-ara amaç çiftlerini dizin.
    - Rastgele sırada olabilirler.

- Gerekliyorsa iki sıra dizebilirsiniz.
9. 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. Boşlukları doldurun.
- Her dalı aşağıdan yukarıya doğru mantıksal açıdan inceleyin.
  - Bulduğunuz mantıksal boşlukları daha fazla engel-ara amaç çifti geliştirerek doldurun.
11. Kesikli çizgileri kaldırın.
- Tüm bileşimleri inceleyin.
  - İnceleme tamamlandığında tüm kesikli çizgileri tam çizgiler haline getirin.
12. Yatay bağlantıları arayın.
- Dikey dallar arasında ağı yapısına benzeyen yatay bağlantılar arayın.
13. Son bağlantıları yapın.
- En üstteki ara amaçları PRT' nin amacına bağlayın.
  - Eğer mantıksal bağ kurulamıyorsa, yeni engel-ara amaç çiftleri ekleyin.



Şekil 6.4 Ön Koşul Ağacı[4]

### 6. 5 Geçiş Ağacı (Transition Tree-TT):

Geçiş ağacı, amaca ulaşmak için gerekli faaliyetlerin tanımlanmasında kullanılır. Arzu edilmeyen sonucun tanımlanmasından, değişimin tanımlanmasına kadar adım adım süreçleri ortaya koymak için tasarlanmış bir sebep-sonuç zinciridir. Geçiş ağacı, satış, tahmin, çizelgeleme, yeni ürün geliştirme prosesleri gibi mevcut ve yeni oluşturulan süreçlerin belgelenmesinde, yeni yerleşim düzeninin oluşturulması, işletme süreçlerinin geliştirilmesi, stratejik hareketlerin belirlenmesi durumlarındaki değişimlerin zamanında yapılmasında kullanılmaktadır[4].

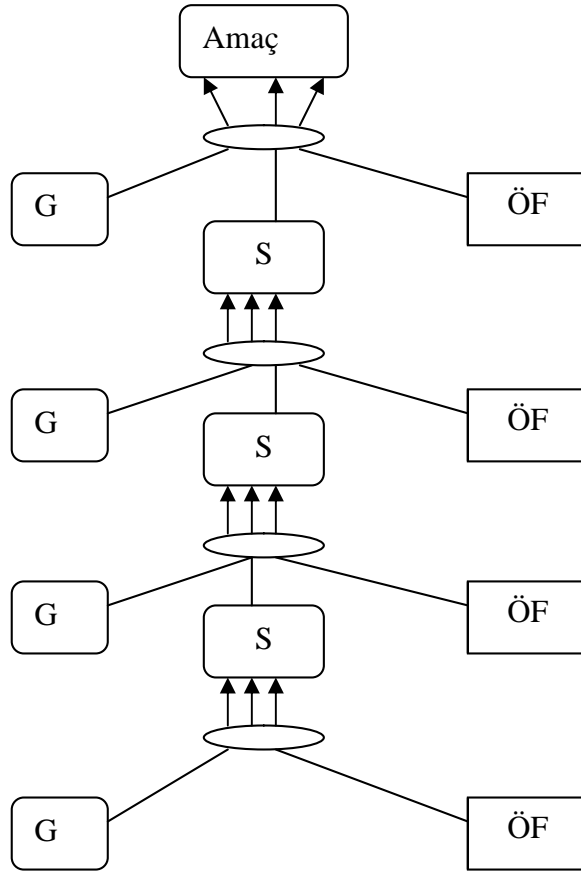
Planlanan her eylemin nedeni belirtilerek, planın alt kademelere aktarılması aşamasında gerekli açıklama ve doğrulama ihtiyaçları otomatik olarak karşılanmış olmaktadır. Geçiş ağacının bu önemli özelliği insan türünün en belirgin özelliklerinden olan değişikliğe karşı gelme direncinin aşılmasına yardımcı olmaktadır. Bu amaç "Değişim nasıl gerçekleştirilecek?" sorusuna verilecek yanıtın son kısmını oluşturur[4].

Geçiş ağacı, adım adım uygulama planıdır. İncelenen süreç, varolan durumundan arzulan duruma bu yapıyla geçirilir. Ön koşul ağacı ile tanımlanan hedeflerin başarılması için ve istenen duruma geçişi sağlamak için verilen kararlara nasıl ulaşılabileceğini göstermekte, adım adım rehberlik sağlamaktadır.

Aşağıda TT oluşturma adımları sıralanmıştır[9].

1. Tüm gerekli malzemeleri toplayın.
  - Geniş bir kağıt, kalem, post-it' ler.
  - Eğer varsa, FRT ya da PRT' den amaç, FRT' den eklemeler, PRT' den ara amaçları alın.
2. Amacı belirleyin.
  - TT' nin amacı nedir ?
  - Kesin bir cümle halinde amacı yazın.
  - Amacı kağıdın üstüne ve ortaya yerleştirin.
3. İlk faaliyeti belirleyin.
  - Yapmanız gerektiğini düşündüğünüz ilk adım nedir ?
  - Şimdiki ya da geniş zaman kullanarak kesin bir cümle halinde yazın.
  - Kağıdın alt kısmına ve sağa yerleştirin.
4. Gerçekliği ve gereksinimi belirleyin.
  - Şu anki gerçekliğin hangi durumunu değiştirmeye çalışıyorsunuz ?
  - Şimdiki ya da geniş zaman kullanarak kesin bir cümle halinde yazın.
  - Kağıdın alt kısmına ve sola yerleştirin.
  - Yapacağınız hareketle hangi acil ihtiyacınızı karşılamaya çalışıyorsunuz ?
  - Şimdiki ya da geniş zaman kullanarak kesin bir cümle halinde yazın.
  - Kağıdın alt kısmına gerçeklik ve faaliyetin arasına yerleştirin.
5. İlk etkiyi belirleyin.
  - İlk gerçeklik, ihtiyaç ve faaliyetin birleşimiyle hangi direkt ve önlenemez sonuç meydana gelir ?
  - Şimdiki ya da geniş zaman kullanarak kesin bir cümle halinde yazın.

- Oklarla birbirine bağlayın.
6. Bağlantıları inceleyin.
- Mantıksal ilişki araştırma listesine göre bağlantıyı inceleyin.
  - Negatif dalı olup olmadığına bakın.
7. Nedenselliğin ilk seviyesini onaylayın.
- Gerçekten TT' nin alt kısmından başlayıp başlamadığınızı belirleyin.
  - Belirttiğiniz gerçeklik gerçekten şu anda mevcut mu yoksa mevcut olması için bir şeylerin yapılması gerekiyor mu ?
  - Belirttiğiniz ihtiyaç gerçekten ilk ihtiyaç mı yoksa daha önce karşılanması gereken daha temel bir ihtiyaç var mı ?
  - İlk hareket gerçeği değiştirecek mi yoksa önce başka bir şey mi yapılmalı ?
  - Bu soruların cevabı evet ise ağaç ilk seviyeye ulaşınca kadar aşağıya doğru tamamlanır.
8. Bir sonraki hareketi belirleyin.
- Ağaçtaki ilk etkiye bakın.
  - Hangi yeni hareket, bu etkiyle birleştiğinde sizi amacınıza yakınlaştırır ?
  - Şimdiki ya da geniş zaman kullanarak kesin bir cümle halinde yazın.
  - İlk etkinin sağına yerleştirin.
9. Bir sonraki gerçekliği/ihtiyacı belirleyin.
- Yeni hareketi ve etkiyi birlikte değerlendirin.
  - Eğer ihtiyaç varsa, şimdiki ya da geniş zaman kullanarak kesin bir cümle halinde yazın.
10. Bir sonraki etkiyi belirleyin.
11. En son bağlantıyı kontrol edin.
12. TT amacına ulaşınca kadar 8. ve 11. adımlar arasını tekrarlayın.
13. Tamamlanmış ağacı gözden geçirin.



Şekil 6.5 Geçiş Ağacı (G = Gereksinim, ÖF = Özel Faaliyet, S = Sonuç)[4]

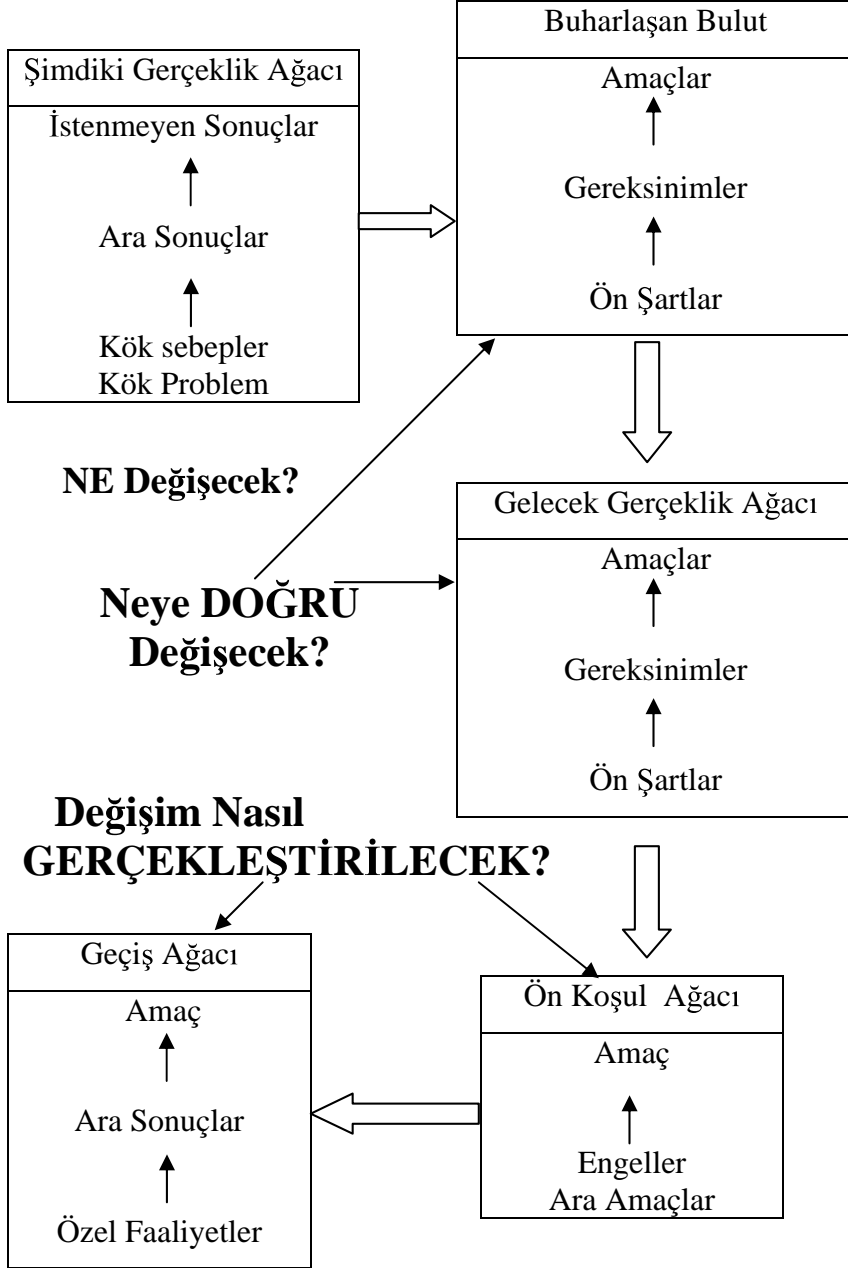
## 6. 6 Mantıksal Şüphe Kategorileri

Mantıksal şüphe kategorileri ağaçları bir arada tutan “ mantıksal yapıştırıcı” işlevi görür. Aslında ağaçların yapısını yöneten ve gözden geçiren sekiz mantıksal kural veya test vardır. Bir ağaç, mantıksal bir yapıya kavuşabilmek için bu testlerin hepsinden geçmelidir. Bu sekiz test şu şekildedir[4].

- Anlaşılabilirlik
- Bağımsız olma.
- Nedensel olmak.
- Sebep yeterliliği.
- Ek sebep.
- Sebep-sonuç döngüsü.
- Tahmin edilebilir olma.

- Gereksiz tekrar.

Bu testler ağaçlar oluşturulduktan sonra, onu bir bütün olarak gözden geçirmek için kullanılır.



Şekil 6.6 Düşünme Araçları [9].

## 6.7 Kısıtlar Teorisi Uygulama

Bir işyerinde gerçekleştirilen işler, beklenenden uzun sürüyor, fazla mesai yaşıyor bütçeyi aşıyorsa, alt işlerin teslim tarihlerinde karmaşa, yeni fikir ve yöntemlere ilgisizlik, direnç ve yeni projeler yapma konusunda ilgisizlik varsa;



işlerin yönetim tarzı önemli bir kısıt olarak ele alınabilir. İşin kendisinin yönetiminde Kısıt Teorisi yaklaşımlarından yararlanmak mümkündür. Tipik olarak iş yönetiminde, belirlenen alt işlerin zamanında teslim edilmesine odaklanılır ve bunun için aşırı bir baskı yapılır ve iş planı sık sık güncellenir. Kısıt Teorisi kapsamında Kritik zincir ve en zayıf halka yaklaşımları iş yönetiminde görülebilen bu tür problemleri etkili bir şekilde çözebilir[14].

### **6. 7. 1 Kalite İyileştirmede Uygulama**

Kalite satışlar için gerek koşul, fakat müşterinin kalite ihtiyaçlarını karşılıyor olmak yeter şart değil. Kuruluşun daha fazla ürün satmasını da gerektirmez. Kaliteli ürünlerin kabul edilebilir fiyatlarla satılıyor olması daha önemlidir. Bunun için şirket kalite ve karlılığı uzlaştıracak ve bağdaştıracak çözümler geliştirmelidir. Bir çok kuruluş iyileştirme çalışmalarını geri dönen ürünler, şikayet sayısı ve fire oranı gibi ölçülere göre saptar ve yapılacak iyileştirmelerin faydalarını düşünerek başlatır[14].

Bütün bu iyileştirmeler ancak satış potansiyelini artıracak uygulamalardır. Karlılığın artırılması ise bu iyileştirmelerin karı artıracak şekilde düzenlenmesi, uygulanması, yapılandırılması ve sistemin hangi iyileştirmelere öncelik verileceğinin bilinmesini gerektirir[14].

### **6.7. 2 Üretim Yönetiminde Uygulama**

Üretim sistemlerinin hız, güvenilirlik ve kapasite artırımında Kısıt Teorisi kullanımı ile ilgili olarak şu durumu varsayalım: Siparişler zamanında yetişmiyor, üretim çevrim zamanları gereğinden uzun, fazla mesai çok, süreç içi envanter ve bitmiş ürün stokları fazla, çok sayıda yeniden çizelgeleme yapılıyor, değişken veya sabit darboğazlar var. Böyle durumlarda üretim yönetiminin kendisi önemli bir sistem kısıtıdır[14].

### **6. 7. 3 Sorun Çözme Önerileri**

#### **a. Önce En Zayıf halkayı Güçlendirin**

Şirketiniz nerede para kaybediyor, en çok nerede fırsatlar elden kaçıyor, hangi kritik departmanın sonuçları tüm şirketin sonuçlarını olumsuz yönde etkiliyor? Acı gerçek şudur “ şirketler en yetersiz elemanları ya da ekipleri kadar yeterlidirler”. Çünkü diğer halkalar ne kadar güçlü olurlarsa olsunlar kurumunuzun başarısını sınırlayan, “en zayıf halka ” olacaktır. Zayıf halka bir departman, bir ekip, satış, müşteri hizmetleri, finansman, üretim olabileceği gibi, kurum genelinde sonucu etkileyen bir beceri, iletişim, zaman yönetimi de olabilir. En tehlikelisi tepe yöneticisinin yada işverenin kendisinin olmasıdır. “Balık baştan kokar” sözü boşuna söylenmemiştir[14].

#### **b. Önce Temel Soruna Odaklanın, Semptomlara Aldanmayın**

Bir doktorun hastasıyla ilgilenirken önce görünen semptomları (ağrı,sızı, bulantı, uyuşma gibi) öğrenip sonra bunların sebeplerini (tahlil, röntgen v. s. yöntemlerle) araştırması gibi Kısıt Teorisi planlamasında da semptomlar yerine gerçek problemlerin peşinde olmak ve kalıcı çözümler aramak gerekir. Çalışanların fiziksel rahatsızlık, stres, gerilim, iletişim bozuklukları, işlerde birikme v.b. problemler yaşıyor olması, anlaşmazlıkların çoğalması, işten ayrılanların veya çıkarılanların sayısının yüksek olması hatta satışların düşüyor olması bile birer semptomdur. Kısıt Teorisi planlamasında sıralamayı sorunun kaynağından semptomla doğru yapmalıdır. Sonuç olarak önce “farkındalık” gelir. Bir sorununuz olduğunu fark edene kadar sorununuz için hiçbir şey yapmazsınız. İkinci aşama, hızlı yol almaya değil doğru yolda olmaya dayanmalıdır. Strateji, yön, öncelik, hedef belirleme ya da genel anlamda bir “değişim” bu aşamada sürece dahil edilmelidir[14].

## 7. UYGULAMA

Uygulama için “AYSAN Anadolu Yay Sanayi ve Ticaret A. Ş. ” seçilmiştir. Bu bölümde firma tanıtımı ve Kısıtlar Teorisi temel uygulama alanlarından olan ürün karması seçimi ve fabrika çalışanları ve yöneticilerle bire bir görüşme ve gözlemlerle ortaya konulan kısıtlar için, çözüm önerileri geliştirilecektir.

### 7. 1 Firmanın Tanıtımı

AYSAN Anadolu Yay Sanayi ve Tic. A. Ş. Türk otomotiv sanayine yay üretmek amacı ile 1977 yılında kurulmuş ve 1979 yılı sonunda ise üretim faaliyetlerine başlamıştır. Türk otomotiv sanayine hizmet veren AYSAN Anadolu Yay Sanayi ve Tic. A.Ş.1981 yılında Türk çiftçisine hizmet amacı ile tarım makineleri imalatına ve 1983 yılında da metalurji fabrikaları için gerekli olan refrakter malzeme üretimine başlamıştır.

Uzun yıllar Türk sanayinde gerek yurt içi ve gerekse ihracat çalışmalarında yer alan kuruluş, bazı nedenlerden dolayı üretime ara vermiş ve şu anda yeni bir yönetim ve konusunda bilgili ve tecrübeli kadrosu ile yaprak yay (makas) ve tarım makineleri konusunda faaliyete başlamıştır.

<b>ŞİRKET ADI</b>	<b>AYSAN ANADOLU YAY SANAYİ VE TİC. A. Ş.</b>
<b>FAALİYET ADRESİ</b>	<b>AYDINLAR CAD. NO:20 35070 IŞIKKENT, BORNOVA İZMİR TÜRKİYE</b>
<b>TELEFON</b>	<b>0232 437 02 18</b>
<b>FAX</b>	<b>0232 437 02 26</b>
<b>e-mail</b>	<a href="http://www.aysananadoluyay.com">www. aysananadoluyay. com.</a>

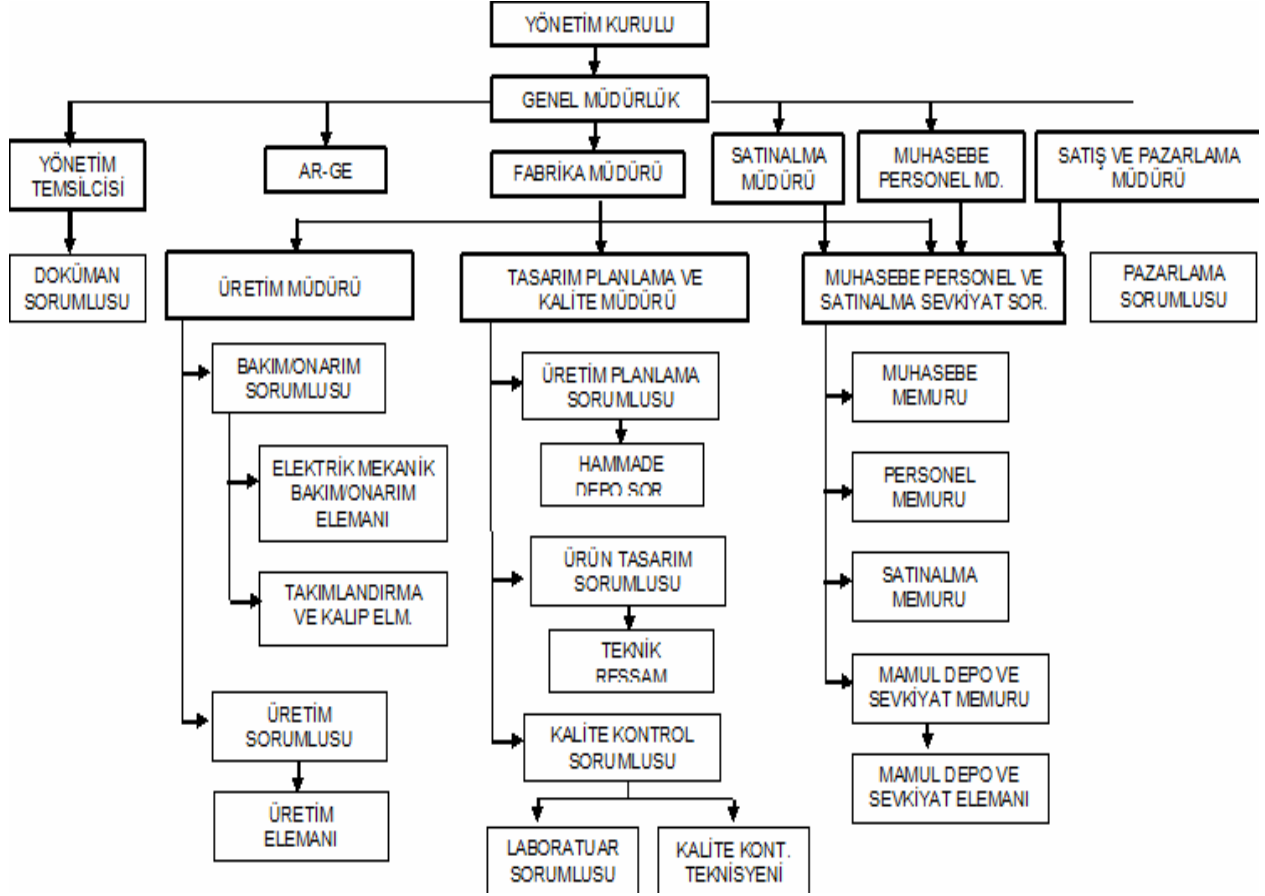
## **VİZYON**

AYSAN LTD. ŞTİ. nin vizyonu; yaprak yay ve zirai aletler sektöründe, hem yurtiçi hem de yurt dışı piyasada kaliteli ürünleri, zamanında teslimatları, müşteri memnuniyetini kendine ilke edinmiş personeli ile kendini sürekli gelişmeye odaklamış örnek ve lider kuruluş olmaktır.

## **MİSYON**

Vizyon doğrultusunda her türlü ticari, ahlaki, hukuki kurallara saygılı ve bu kuralları harfiyen yerine getiren; müşterilerine, çalışanlarına ve ilişki içerisinde bulunduğu tüm kesimlere katkılarını sürekli olarak geliştiren dinamik bir organizasyon olmak. Bunun için Toplam Kalite Yönetimi felsefesini ve sürekli gelişim anlayışını ilke edinerek mükemmele yolculukta devamlı mesafe kaydetmek.

## ORGANİZASYON ŞEMASI



## **7. 2 KAYNAK YÖNETİMİ**

### **7. 2. 1 Kaynakların Sağlanması**

AYSAN, Kalite Yönetim Sisteminin uygulama, sürdürme ve etkinliğini sürekli iyileştirme ve müşteri şartlarının sağlanması ile müşteri memnuniyetini arttırmak için gerekli kaynakları Yönetimin Gözden Geçirme Toplantılarında tespit etmekte ve gerekli yatırımları yapmaktadır.

Uygun personelin sağlanması için, gerekli yetenek, tecrübe ve eğitim seviyesi ile ilgili olarak insan kaynaklarının belirlenmesi ilgili görev tanımlarına göre gerçekleştirilir. Personel miktarı ile ilgili insan kaynaklarının belirlenmesi, kullanılan araçların teknolojisi, kapasite kullanımı ve kalite seviyesi dikkate alınarak belirlenir. Yönetim, çalışma performansı ve doğrulama için personel gereksinimleri ilgili bölüm sorumlusu tarafından yapılır ve personel bölümü tarafından yerine getirilir.

### **7. 2. 2 İnsan Kaynakları**

#### **Genel**

Ürün/Hizmet kalitesini etkileyebilecek işleri yapan personel, personel birimince belirlenmiş olan tahsil düzeyleri, geçmiş deneyimleri, aldıkları ilave eğitimlere göre değerlendirilir ve işe alınırlar.

Organizasyon şemasında gösterilen her pozisyon için görev tanımları oluşturulmuştur. Görev alacak kişilerde olması gereken özellikler, görev tanımlarında belirtilmiştir. Personel seçme ve yerleştirme aşamasında, tanımlanan özelliklerin yanı sıra ilgili bölüm yöneticilerinin görüşleri ve yasal zorunluluklar da dikkate alınır.

#### **Yeterlilik, Farkında Olma (Bilinç) ve Eğitim**

Ürün kalitesini etkileyen proseslerde, prosesin gerektirdiği yetkinliğe sahip personele sorumluluk verilmektedir. Yeni ürün / modellerle ilgili, müşteri bilincinin

arttırılması ve hataların önlenmesi için gerekli eğitimler, Fabrika Müdürü, Yönetim Temsilcisi ve Bölüm Yöneticileri tarafından, iş başında veya toplantılar yoluyla personele verilmektedir. Hazırlanan plana göre verilen eğitimler ile gerek üretim teknikleri gerekse kalite yönetim sistemi anlatılarak personelin bilinçlenmesi ve personelin hedeflere ulaşmak için katkıda bulunması sağlanır. Planlı eğitimler Eğitim Prosedürü kapsamında uygulanmaktadır.

Eğitim ve bilgilendirme sonucunun ürüne yansıtılması için prosesler izlenmektedir. Proseslerin anlaşılması, müşteri beklentilerinin algılanarak kalitenin gelişmesine ve müşteri memnuniyetinin artırılmasına katkıda bulunulması, istatistik uygulama sonuçlarının proseslere iyileştirici yönde yansıtılması gibi kriterler bazında yapılan gözlemler doğrultusunda, personel bilinç düzeyi değerlendirilmekte ve yükselmesi sağlanmaktadır. Firma içi eğitimler, yukarıda belirtilen amaçlar için kullanılır. Öğrenim, eğitim, bilgi, beceri ve deneyim ile ilgili kayıtlar Kayıtların Kontrolü Prosedürüne uygun olarak saklanır.

### **7. 2. 3 Alt yapı**

AYSAN, ürün şartlarına uygunluğu sağlamak için gerekli olan alt yapıyı; binalar, çalışma alanları, üretim donanımı ve destek hizmetlerini de kapsayacak şekilde belirlemiş ve sürekli uygunluğunu sağlamaktadır. Ürün kalitesini doğrudan etkileyen makine, teçhizat ve yardımcı işletmelerin uygun durumda olmasını sağlamak amacıyla periyodik olarak önleyici bakım hizmetleri yürütülmektedir. Arıza hallerini de içeren bakım/onarım çalışmalarını açıklayan prosedür ve talimatlar tanımlanmış ve sürekli uygulanmaktadır.

Periyodik bakımlardan önce gerekli malzeme, araç-gereç ve yedek parçalar tespit edilir ve tedarik edilmesi sağlanır. Planlanan tarihlerde talimatlarına uygun olarak gerekli bakımlar yapılır. Her yıl, yapılacak olan periyodik önleyici bakımlar için Üretim Teçhizatı Periyodik Bakım Planı hazırlanır. Yapılan tüm bakım faaliyetleri ve sonuçların kayıtları tutulur.

Bakımların, dışarıdan yetkili bir kişi ya da kurumlara yaptırılması durumunda, onaylı bir bakım raporu veya formu alınır. Yapılan işlemler yeterli

görülürse, raporlar ya da formlar Üretim Müdürü tarafından onaylanır. Herhangi bir arıza durumunda, arızayı tespit eden kişi, Arıza Bildirim ve Tespit Formunu kullanarak arızayı iletir. Arızanın giderilmesi için yapılan çalışmalar da Tezgah Sicil Formuna işlenir.

#### **7. 2. 4 Çalışma Ortamı**

Çalışma ortamlarında, ürünün müşteri taleplerini karşılaması için gerekli olan, çalışanların verimliliğini ve ürünün hedeflenen kalitesi ile performansını sağlayacak uygun şartlar oluşturulmakta ve gerek görülen iyileştirmeler planlanmaktadır.

İşletmelerde ve bürolarda yapılan işlerin niteliğine uygun aydınlatma uygulanmaktadır. Ayrıca bürolarda iş veriminin olumsuz yönde etkilenmemesi için uygun ısıtma/soğutma ve klima sistemleri kullanılmaktadır. Kuruluştaki çalışanlar için sosyal aktiviteler (yemek, dinlenme ve sportif faaliyetler), ulaşım vb. imkanlar mevcuttur.

#### **7. 3 Üretim Hatları Hakkında Genel Bilgi**

Fabrikada siparişe göre üretim yapılmaktadır. Müşterilerin istedikleri malzeme ve özelliklerde yaprak yay ve tarım aletleri üretimi yapılmaktadır. Üretim, işlem sıralarına göre aşağıda listelenen makinelerde yapılmaktadır.

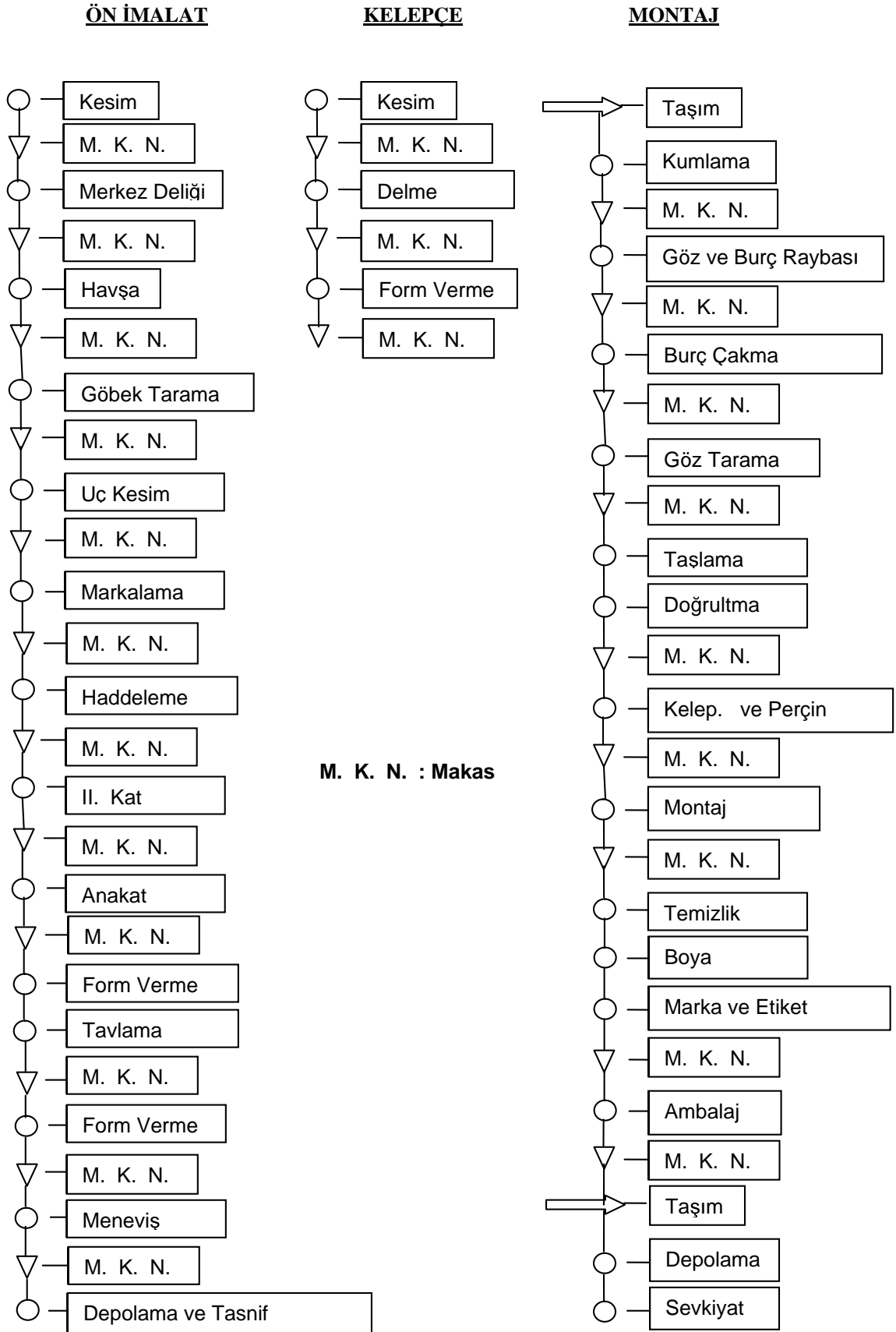
Satış ve pazarlama departmanı kendilerine müşterilerden gelen sipariş mektuplarını ve müşterinin isteği olan ürünün teknik özelliklerini, miktarını Sipariş Onay Formunu doldurarak Tasarım Planlama ve Kalite Müdürüne verirler. Tasarım Planlama ve Kalite Müdürü siparişleri onaylar ve üretim programına alır ve bilgisayarda ilgili programa işler. Siparişlerin ilgili programa işlenmesinden Üretim planlama sorumlusu sorumludur. Bilgisayarda programa işlenen siparişlerle ilgili teknik resimlerin çıkarılması ve gerekli malzeme ihtiyaçlarının (cins,miktar listesi) çıkarılması Üretim Planlama Sorumlusu tarafından yapılmaktadır.



Tasarım Planlama ve Kalite Müdürü, Üretim Planlama sorumlusundan aldığı üretim programı ile ilgili bilgileri değerlendirerek üç aylık üretim programını hazırlar. Bu programları her hafta pazartesi günü son duruma göre revize ederek Fabrika Müdürü, Satış ve Pazarlama Müdürü, Üretim Müdürü ve Muhasebe, Personel ve Satınalma Sevkiyat Sorumlusuna verir. Üretim Planlama Sorumlusu üç aylık makas programına bağlı kalarak, programdaki ürünlerin imalat emri kartlarını hazırlar (Eğer ürün ilk kez imalata girecekse teknik resimleri üretim planlama sorumlusu tarafından Teknik Ressamın da yardımı ile imalat emri kartının üzerine işlenir). Üretim planlama sorumlusu ayrıca imalat emri kartları üzerinde imalat emri ve sipariş numaralarını da belirtir. Onaylanan ve malzemeleri tamamlanmış siparişlerin imalat emri kartları üç nüsha olarak çıkarılır ve biri Üretim Müdürüne verilir. Üretim Müdürü siparişin zamanında ve istenilen kalitede üretilmesinden sorumludur.

Makas ve zirai alet üretimi aşağıda verilen iş akış şemalarına göre yapılmaktadır.

## MAKAS İMALAT AKIŞ ŞEMASI



## MAKAS KALİTE PLANI VE KONTROL NOKTALARI - ÖN İMALAT

	<u>KONTROL EDİLEN ÖZELLİK</u>	<u>ÖLÇME ALETİ</u>
Kesim Kontrol Noktası M. K. N. 1	a) Boyu b) Genişlik c) Kalınlık	Metre Kumpas Kumpas
Delik Kontrol Noktası M. K. N. 2	a) Delik çapı b) Kenar-eksen c) Boy eksen mesafesi	Kumpas Kumpas Metre
Havşa Kontrol Noktası M. K. N. 3	a) Havşa derinliği b) Matkap çapı	Kumpas Kumpas
Göbek Tarama Kontrol Noktası M. K. N. 4	a) Genişlik b) Boy c) Kenar delik eksen	Kumpas Metre Kumpas
Uç Kesim Kontrol Noktası M. K. N. 5	a) Uç kesme genişliği b) Uç kesme boyu c) Eksenden mesafe	Kumpas Kumpas Şerit metre
Sıcak Markalama Kontrol Noktası M. K. N. 6	a) Harflerin ebadı b) Kenara olan uzaklığı	Kumpas Kumpas
Haddeleme Kontrol Noktası M. K. N. 7	a) Hadde boyu b) Hadde kalınlığı c) Genişliği d) Yüzey düzgünlüğü	Kumpas+Metre Kumpas Kumpas Göz kontrolü
II. Kat Kıvrırma Kontrol Noktası M. K. N. 8	a) Uç kesme genişliği b) Uç kesme boyu c) Eksen mesafesi d) Sarım şeklinin ölçüsü	Kumpas Kumpas+Metre Metre+Mastar Mastar+Kumpas
Ana Kat Kontrol Noktası M. K. N. 9	a) Mil çapı b) Göz çapı c) Eksen mesafesi d) Göz dönüklüğü	Kumpas Kumpas Metre Mastar
Form Verme ve Tavlama Kontrol Noktası M. K. N. 10	a) Isı kontrolü	Dijital termometre Termocouple

Form Verme Kontrol Noktası  
M. K. N. 11

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| a) Form              | Metre ve numune ile  |
| b) Tav sonu sertliği | Sertlik ölçme cihazı |
| c) Yağ sıcaklığı     | Termometre           |
| d) Yüzey kontrolü    | Göz kontrolü         |

Meneviş Kontrol Noktası  
M. K. N. 12

- |                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| a) Isı kontrolü | Dijital termometre   |
| b) Sertliği     | Sertlik ölçme cihazı |

### MAKAS KALİTE PLANI VE KONTROL NOKTALARI - KELEPÇE

	<u>KONTROL EDİLEN ÖZELLİK</u>	<u>ÖLÇME ALETİ</u>
Kesim Kontrol Noktası M. K. N. 13	a) Boyu b) Genişlik c) Kalınlık	Metre+Kumpas Kumpas Kumpas
Delik Kontrol Noktası M. K. N. 14	a) Delik çapı b) İki delik eksenı c) Kenar eksen mesafesi	Kumpas Kumpas Kumpas
Form Verme Kontrol Noktası M. K. N. 15	a) Genişliği b) Yüksekliği c) Çatlaklık Kontrolü	Kumpas Kumpas Göz Kontrolü

### MAKAS KALİTE PLANI VE KONTROL NOKTALARI - MONTAJ

	<u>KONTROL EDİLEN ÖZELLİK</u>	<u>ÖLÇME ALETİ</u>
Kumlama Kontrol Noktası M. K. N. 16	a) Yüzey kontrolü b) Şiddeti c) Bant hızını	Göz kontrolü Almen plaka Kronometre
Göz ve Burç Raybası Kontrol Noktası M. K. N. 17	a) Göz çapı b) Burç içi çapı	Kumpas+Mastar Kumpas+Mastar
Burç Çakma Kontrol Noktası M. K. N. 18	a) Ovalleşme b) İç çapı c) Dış çapı	Göz kontrolü Kumpas Kumpas

Göz Tarama Kontrol Noktası M. K. N. 19	a) Genişliği b) Boyu	Kumpas Kumpas
Doğrultma Kontrol Noktası M. K. N. 20	a) Çapakların taşlanması b) Kavis kontrolü c) Form düzgünlüğü d) Kat arası boşluk	Göz kontrolü Metre Mastar Sentil kontrolü
Kelepçe ve Perçin Çakma Kontrol Noktası – M. K. N. 21	a) Perçinlerde çatlama Var / Yok b) Kelepçe kata dik gelecek şekilde perçinlenmesi c) Perçin havşa yuvasından dışarı taşmaması d) Perçin Boyu	Göz kontrolü Göz kontrolü Göz kontrolü Kumpas
Montaj Kontrol Noktası M. K. N. 22	a) Toplam kat kalınlığı b) Kat aralarındaki boşluk c) Kavis d) Test değerleri e) Genel görünüm f) Merkez saplaması ölçüleri	Kumpas Sentil Metre Yükleme tezgâhı Göz kontrolü Kumpas
Temizlik, Boya, Markalama ve Etiket Kontrol Noktası – M. K. N. 23	a) Temizliği b) Markalama uygunluğu	Göz kontrolü Göz kontrolü
Ambalaj Kontrol Noktası M. K. N. 24	a) Ambalaj uygunluğu	Göz kontrolü

## ZİRAİ ALET İŞ AKIŞ ŞEMASI



Üretim, müşteriden alınan sipariş için gerekli hammaddenin tedarikçi firmadan istenilmesiyle başlar. Gecikme olmadan fabrikaya gelen hammadde, hammadde stok sahasına indirilir. Öncelikle gelen hammaddenin istenilen özelliklere sahip olup olmadığının anlaşılabilmesi için Kalite Kontrol bölümünde bazı testlere tabi tutulmaktadır. Makas imalatında 50CrV4, 55Cr3, 55Si7, 60SiMn5 gibi değişik malzemelerden imal edilmiş lamalar hammadde olarak kullanılmaktadır.

Fabrikada tek vardiya günde dokuz saat ve haftada beş gün üretim yapılmaktadır. Ancak yetişmesi gereken siparişler olduğunda, işçilere fazla mesai yaptırılarak sipariş, zamanında teslim edilmektedir. Fabrika kuruluş olarak çok eskidir. Ancak 2006 yılında el değiştirmiş ve üretim yapılmadığı dönemlerde kaybedilen müşterilerin geri kazanılabilmesi için yapılanma sürecine girilmiştir. Bu amaçla geçen ay ISO 9001-2000 belgesi alınmıştır. Şu anda piyasa şartlarında müşterinin istediği kalitede mamul üretimi için çalışmalar, işçi eğitimleri yapılmaktadır.

Fabrikada siparişe göre üretim yapılmaktadır. Makas günlük, aylık ve yıllık üretim yani talep miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 7. 1 Aylara Göre Makas Üretimi (Talep)

AYLAR	MAKAS ÜRETİMİ (Kg)
Mart	1980
Nisan	3. 906
Mayıs	49. 666
Haziran	47. 631
Temmuz	70. 625
Ağustos	15. 769
Eylül	25. 810
Ekim	52. 911

Fabrikanın üretim kapasitesi , atölyelerin kapasitelerine göre günlük olarak işlenen malzemenin miktarına göre aşağıda verilmiştir.

	PRESLER	TAV ÖNÜ	MONTAJ	BOYAHANE
GÜNLÜK ÜRETİM KAP. (9 Saat)	6,2 TON	9. 5 TON	10,5 TON	10,5 TON

Pazarlama bölümü sipariş miktarını artırmak için gerekli tanıtım ve görüşmeleri yapmaktadır. Sipariş arttıkça da Yönetim yeni işçi alımları yapmaktadır.

#### 7.4 Ürün Karması Problemi

Kısıtlar teorisi tarafından karlılığı en büyük yapacak olan ürün karmasının belirlenmesi bir dizi basit adımı içermektedir. Bu yöntem karlılığı en yüksek ürünlerin, ürün karmasına ilk sırada seçilmesine dayanır. Kısıtlar teorisi yöntemiyle oluşturulan ürün karması, sistemin çıktısını en büyükmek için bir ana üretim çizelgesi oluşturmakta kullanılır. Kısıtlar teorisinin beş odaklanma adımından ilk ikisi bu ana üretim çizelgesinin oluşturulmasını kapsamaktadır. Yöntemin algoritması aşağıdaki gibidir[4];

**1. Adım:** Sistemin kısıtlarını belirle.

**1A. Adım:** Her kaynağın kapasitesini hesapla.

**1B. Adım:** Kapasiteler üzerindeki yükleri hesapla.

**1C. Adım:** Darboğaz (kısıt) kaynağı belirle. (Pazar talebi kapasitesini geçen kaynak darboğazdır.)

**2. Adım:** Sistemin kısıtlarını nasıl işleteceğini belirle. (Kısıtın en iyi nasıl kullanılabileceğini belirle)

**2A. Adım:** Her ürün için azami karı hesapla.

Bir ürün için azami kar = Satış fiyatı – Hammadde Maliyeti

**2B. Adım:** Kapasite kısıtlı kaynakta üretilen birim başına çıktıyı hesapla.

Darboğaz kaynakta ürünün azami karının ürünün darboğaz kaynakta işleme zamanına oranını hesapla.

**2C. Adım:** Her üründen ne kadar üretilmesi gerektiğini belirle.



2B. Adımda her ürün için bulunan oranı azalan sırayla darboğazın kapasitesi dolana kadar yerleştir.

**2D. adım:** Net karı hesapla (Çıktı – İşletme gideri).

Net kar, her üründen üretilen toplam miktar ile ilgili ürünün çıktısı çarpılıp bu sonuçtan işletme gideri çıkartılarak bulunur.

**3. Adım:** Geri kalan her şeyi 2.Adım'da verilen kararlara bağla. Kısıt olmayan kaynaklardan hiçbirini gerek duyulandan fazla çalıştırma. Kaynakları meşgul tutmak amacıyla sisteme malzeme salma[4].

Ürün karması yöntemi firmanın net karlılığını en büyük yapacak bir ana üretim çizelgesi üretir. Ürün Karması şu varsayımlar altında geçerlidir. Tüm ürünler için ortak bir teslim tarihi vardır, işlerin azami karlılıkları bilinmektedir, ürün talebi sınırlıdır ve bu talebi karşılamak için elverişli kapasite sınırlıdır, darboğaz kaynakta kapasite artırılmayacaktır. İş atölyesi çizelgelerini bu bilgilerden çoğuna sahip olduğu düşünülürse bunlar kabul edilebilir varsayımlardır ve zaman aralıkları bir hafta gibi kısa dönemlerse işler ortak teslim tarihlerine sahiptirler[4].

Karlılığı en büyük yapacak bir ürün karması bulma metodu üzerine yapılmış çok sayıda çalışma vardır. Bu metotlardan biri tam sayılı programlamadır. Fakat bu metot problem formülasyonu için yüksek düzeyde uzmanlık gerektirmekte ve çözüm işlemi saatler sürebilmektedir. Kısıtlar teorisi ürün karması yöntemi ise bir hesap makinesi kullanılarak kolayca ve hızlı bir biçimde ürün karması çözümleri üretebilmektedir.

Fabrikada müşterinin talepleri doğrultusunda çok farklı çeşitlerde makas imalatı yapılmaktadır. Bu tezde İtalyan Firması Sidergarda'nın römorklarda kullanılmak üzere sipariş verdiği 12 kattan oluşan makas örnek olarak alınmış ve aşağıda bu makasa ait üretim süreleri verilmiştir.

12 KATLI 14,72 KG AĞIRLIĞINDA 1 ADET MAKAS İÇİN;

Çizelge 7.2 İş Atölyesi (Makine) Kapasiteleri

İŞLEM	MAKİNA SAYISI		İŞLEM SÜRESİ	GÜNLÜK ÜRETİM KAP.
Kesim	1	ÖN İMA.	156 sn	208 Ad/gün
Merkez Deliği	2		426 sn	76x2=152 Ad/gün
Kafa Kıvrırma	1		103 sn	315 Ad/gün
II. Kat Kıvrırma	1		89 sn	364 Ad/gün
Uç Kıvrırma	1		173 sn	187 Ad/gün
Kelepçe Deliği	1		102 sn	318 Ad/gün
Havşa	1		59 sn	549 Ad/gün
Tav Kavis	1	ISIL	53 sn	611 Ad/gün
Menevişleme	1	İŞLEM	48 sn	680 Ad/gün
Burç Çakma	Elle	MON.	96 sn	338 Ad/gün
Rayba	1		188 sn	112 Ad/gün
Bilye Püskürtme	1		50 sn	648 Ad/gün
Montaj	Elle		53 sn	611 Ad/gün
Boyama	1	BOYA MA	48 sn	680 Ad/gün
Ambalaj	Elle	SEVKİ YAT	60 sn	540 Ad/gün
TOPLAM İŞLEM SÜRESİ			2.007 sn	

Çizelge 7.2'deki verilerden yararlanarak işletmenin günlük talebi karşılayabilmesi için üretim hatlarındaki her bir makinenin, makine hata yüzdeleri de dikkate alınarak ne kadar süre ile çalıştırılması gerektiğini hesaplayarak fiili kapasite ile karı en büyüleyecek ürün karmasını tespit edebiliriz. Yukarıda öncelikle üretim hattında yer alan makinelerin kapasiteleri belirlenmiştir. Bu kapasiteler belirlenirken bir günde tek vardiya ve dokuz saat çalışıldığı düşünülmüştür.

Ekim ayında makas talebi 52.911 Kg yani  $52.911 / 14,72 = 3594$  Adet'tir. Ekim ayındaki talep miktarına göre makine doluluk oranlarını şu şekilde hesaplayabiliriz.

Çizelge 7.3 Makas İmalatı Makine Doluluk Oranları

İŞLEM	İŞLEM SÜRESİ	GÜNLÜK ÜRETİM KAP.	AYLIK ÜRETİM KAP.	DOLULUK ORANI (%)
Kesim	156 sn	208 Ad/gün	208 x 20= 4160 Ad.	3594/4160= 0,8639
Merkez Deliği	426 sn	76x2=152 Ad/gün	3. 042	<b>118,14</b>
Kafa Kıvrırma	103 sn	315 Ad/gün	6. 300	57,04
II. Kat Kıvrırma	89 sn	364 Ad/gün	7. 280	49,36
Uç Kıvrırma	173 sn	187 Ad/gün	3. 740	96,09
Kelepçe Deliği	102 sn	318 Ad/gün	6. 360	56,50
Havşa	59 sn	538 Ad/gün	10. 980	32,73
Tav Kavis	53 sn	611 Ad/gün	12. 220	29,41
Menevişleme	48 sn	680 Ad/gün	13. 600	26,42
Burç Çakma	96 sn	338 Ad/gün	6. 760	53,16
Rayba	188 sn	172 Ad/gün	3. 446	<b>104,29</b>
Bilye Püskürtme	50 sn	648 Ad/gün	12. 960	27,73
Montaj	53 sn	605 Ad/gün	12. 220	29,41
Boyama	48 sn	680 Ad/gün	13. 600	26,42
Ambalaj	60 sn	540 Ad/gün	10. 800	33,27
TOP.İŞ. SÜRESİ	2.007sn			

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi Firma makas talebini karşılayabilecek yeterli kapasiteye sahip değildir. Çünkü bu talebi karşılamak için Merkez deliği makinesinin %118,14 kapasite ,Raybalama ünitesinin ise % 104,29 kapasiteyle çalışmaları gerekmektedir. Mamule karşı olan talep karşılanamayıp geri çevrildiği takdirde bu durum Fabrikanın para kaybetmesine sebep olur. Üretim kapasiteleri yetersiz olan makineler fabrika için darboğaz oluşturmaktadır ve bu kısıtlar için çözüm bulunmalı ve fabrika müşteri kaybetmemelidir.

Yukarıda imalat süreleri verilen Makasın hammadde ve diğer giderleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 7.4 Makas Birim Maliyetleri

Sıra No	MALZEME ADI	EBADI	BİRİM	KULL. MİK.	BİRİM FİY. YTL	TUTARI (YTL)
1	55Cr3 Lama	60x5-12	Kg	15,456	1,04	16,074
2	St. 37 Lama	22x6,5x175	Kg	0,262	1,30	0,341
3	LastikAraParça	50x70x8	Ad.	2,1	0,8	1,680
4	Merkez Civatası	M8x1,25x82	Ad.	1,05	2	2,100
5	Mer.CivataSom.	M8x1,25	Ad.	1,05	0,03	0,031
6	Perçin	Ø8x16	Kg	0,02	2	0,050
7	Gres Yağı	Grafitli	Kg	0,037	4,5	0,167
8	Ambalaj		M3	0,0004	350	0,14
9	Boya		Kg	0,08	4,5	0,36
10	Tiner		Kg	0,039	2,9	0,113
11	Naylon		Kg	0,0073	3,3	0,024
12	Sulama Yağı		Kg	0,110	3	0,33
13	Doğal Gaz		M3	3,385	0,5	1,692
14	İşçilik		Dk.	30,912	0,143	4,420
15	Elektrik		Kw	2,649	0,12	0,318
16	Nakliye		Kg	15,456	0,05	0,773
17	Genel Giderler		Kg	14,72	0,073	1,075
		TOPLAM				29,688
	Not : Maliyet 2,01 YTL/Kg					

Yukarıda birim üretim maliyetleri verilen makasın Kg satış fiyatı : 2,30 YTL/Kg Adet Fiyatı ise 33,85 YTL/Adet'tir.

Fabrikada makas imalatı yanında zirai alet üretimi de yapılmaktadır. Aşağıdaki çizelgede üretimi yapılan zirai aletlere ait üretim süreleri, kapasite ve talebe göre doluluk oranları verilmektedir. Atölyelerin doluluk oranları hesaplanırken aylık talep miktarı Yüksek Tiller için 100 ve Çizel 9 için 75 adet/ay olarak alınmıştır.

Çizelge 7. 5 Zirai Alet Makine Doluluk Oranları

İŞLEM	Üretim Süresi		Kapasite Ad. /Gün		Kapasite Ad/Ay		Top. Ad. /Ay	Doluluk Oranı %
	Y.Tiller Dk/Ad 13'lü	Çizel9	Y. Tiller	Çizel	Y. Tiller	Çizel		
Kesim	90	30	6	18	120	360	480	36,45
Kaynak	240	120	2,25	4,5	45	90	135	<b>129,62</b>
Üç Askı İmalatı	30	30	18	18	360	360	720	24,30
Ayak İm.	77	30	7	18	140	360	500	35,00
Boya	120	90	4,5	6	90	120	210	83,33
Montaj	90	60	6	9	120	180	300	58,33

Yukarıdaki çizelgede zirai alet üretim süreleri ve aylık talep miktarına göre üretim bölümlerinin doluluk oranları verilmiştir. Görüldüğü gibi Kaynak atölyesi, zirai alet talebini karşılayacak gerekli kapasiteye sahip değildir. Firmanın daha fazla para kazanmasına engel olduğu için darboğaz oluşturmaktadır. Bu kısıtın da ortadan kaldırılması için çözüm önerileri geliştirilmelidir.

Zirai alet maliyetleri ise aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 7.6 Zirai Alet Maliyet Tablosu

TARIM ALETLERİ MALİYET TABLOSU						
ALET ADI-KODU : ÇİZEL 9 2S				TOPLAM : 500 Kg		
MALZEME	EBADI	BR.	A	B	C	AXBXC
			Kul. Oranı	Ay. Say.	Fiyatı YTL	Tutarı YTL
NPU Profil	100	Kg	151,30		1,2	181,56
Kutu Profil	50X50X3	Kg	4,85		0,975	4,728
Kesimli Sac	85X5	Kg	9,30		1,43	13,30
St-37 Lama	100X10	Kg	19,80		1,26	24,95
Kesimli Sac	45X5	Kg	0,17		1,43	0,243
St-37 Lama	60X10	Kg	12,60		1,21	15,25
St-37 Lama	80X10	Kg	2,86		1,21	3,46
St-37 Lama	30X8	Kg	1,30		1,21	1,57
SAE-1020 Lama	55X15	Kg	58,10		1,26	73,21
60SiMn5 Uç Dem	60X12	Kg	16,90		1,49	25,18
Kesimli Platina	Kalın. 15	Kg	25,30		1,70	43,01
KelepçeKesi. Sac	Kalın 8	Kg	91,50		1,57	143,65
Ayak	Döküm	Kg	157,80		2,37	374,38
Perno C-1040	Ø28x200	Ad	2,1		3,9	8,19
Perno C-1040	Ø25x210	Kg	0,84		3,9	3,28
Rondela C-1040	Ø30	Kg	1,54		1,37	2,10
Bıçak Civatası	7/16"UNF x45	Ad	9,45		0,1687	1,595
Bıçak Civatası	7/16"UNF x60	Ad	9,45		0,2194	2,073
Emniyet Civatası	M14x115 x130	Ad	9,45		0,8647	8,172
Cıvata	1"x110U NC	Ad	9,45		1,903	17,985
Cıvata	3/4"x125 UNC	Ad	18,90		1,253	23,68

Cıvata	5/8"x50U NC	Ad	4,2		0,43	1,80
Cıvata	5/8"x60U NC	Ad	4,2		0,506	2,12
Somun	7/16"UNF	Ad	18,9		0,036	0,685
Somun	M14x175	Ad	9,45		0,0718	0,679
Somun	1"UNC	Ad	9,45		0,3968	3,75
Somun	3/4"UNC	Ad	37,8		0,1547	5,848
Somun	5/8"UNC	Ad	8,4		0,094	0,788
Yaylı Rondela	7/16"	Ad	18,9		0,0165	0,312
Yaylı Rondela	M14	Ad	9,45		0,0249	0,236
Yaylı Rondela	1"	Ad	9,45		0,1004	0,95
Yaylı Rondela	5/8"	Ad	8,4		0,034	0,285
Düz Rondela	7/16"	Ad	18,9		0,0045	0,086
Halkalı Pim	10x45	Ad	3,15		0,253	0,80
Pop Perçin	Ø4 mm	Ad	2,1		0,018	0,038
Aliminyum Etiket		Ad	1,05		0,46	0,477
Aysan Çıkartma		Ad	4,2		0,325	1,365
GazaltıKay. Teli	1,2 mm	Kg	0,04x36	9	2,275	10,319
GazaltıKay. Tüpü		Kg	0,025x36	9	2,275	18,427
Kırmızı Boya	3,25	Kg	0,007x44	9	5,85	16,216
Siyah Boya		Kg	0,007x11	9	3,56	2,477
Tiner		Kg	0,003x55	9	2,90	4,306
Sulama Yağı		Kg	0,005x16, 9		3,90	0,329
Doğalgaz		M3	0,25x16,9		0,5	4,225
Direkt İşçilik		Dk	1,2x500		0,143	85,8
Elektrik		Kw	0,1x500		0,12	6
Nakliye		Kg	500		0,05	25
TOPLAM						1. 164,88

Çizelge 7.7 Zirai Alet Maliyet Tablosu

TARIM ALETLERİ MALİYET TABLOSU						
ALET ADI-KODU : TİLLER 13 Y 3S				TOPLAM : 640 Kg		
MALZEME	EBADI	BR.	A	B	C	AXBXC
			Kul. Oranı	Ay. Say.	Fiyatı YTL	Tutarı YTL
NPU Profil	100	Kg	183,60		1,2	220,32
Kutu Profil	50X50X3	Kg	5,43		0,975	5,294
60SiMn5 Parça	100x10	Kg	17,00		1,56	26,52
St-37 Lama	70x10	Kg	2,80		1,21	3,388
St-37 Lama	60x10	Kg	70,00		1,21	84,70
St-37 Lama	80x10	Kg	2,50		1,21	3,025
SAE-1020 Lama	55x15	Kg	30,80		1,26	38,80
60SiMn5Ay. Lama	30x30	Kg	233,80		1,69	395,12
60SiMn5 Uç Dem	70x10	Kg	23,60		1,56	36,81
St-37 Lama Platina Kes	Kalınlık 15	Kg	33,30		1,70	43,46
Perno Ç-1040	Ø25x215	Ad	1,05		3,9	4,09
Perno Ç-1040	Ø36x200	Ad	2,1		3,9	8,19
U Civata Ç-1040	Ø14x430	Kg	14,20		1,37	22,29
Civ. Kara Dipli K.B	7/16"UNF x60	Ad	27,3		0,2194	5,989
Cıvata	5/8"UNCx 60	Ad	4,2		0,506	2,125
Cıvata	3/4"x50	Ad	2,1		1,253	2,631
Somun	M14x1,75	Ad	81,9		0,0718	5,88
Somun	7/16"UNF	Ad	27,3		0,036	1,064
Somun	5/8"UNC	Ad	4,2		0,34	0,394
Somun	3/4"	Ad	2,1		0,1547	0,325
Yaylı Rondela	M14	Ad	27,3		0,0249	0,679



Yaylı Rondela	7/16"	Ad	27,3		0,0165	0,45
Yaylı Rondela	5/8"	Ad	4,2		0,034	0,142
Yaylı Rondela	3/4"	Ad	2,1		0,053	0,111
Düz RondelaÇ1040	7/16"	Ad	27,3		0,0045	0,123
Halkalı Pim	Ø10x45	Ad	3,15		0,253	0,797
Pop Perçin	Ø4 mm	Ad	2,1		0,018	0,038
Aliminyum Etiketi		Ad	1,05		0,46	0,483
Sulu Çıkartma		Ad	4,2		0,325	1,365
Gazaltı Kay.Teli		Kg	0,014x19,6	13	2,275	8,115
Gazaltı Kay.Tüpü		Kg	0,025x19,6	13	2,275	14,491
Kırmızı Boya		Kg	0,007x19,6	13	5,85	10,434
Siyah Boya		Kg	0,007x21,2	13	3,56	6,867
Tiner		Kg	0,003x40,8	13	2,90	4,614
Sulama Yağı		Kg	0,005x21,2	13	3,90	5,374
Doğalgaz		M3	0,305x21,2	13	0,5	42,02
Direkt İşçilik		Dk	3x640		0,143	274,56
Elektrik		Kw	0,15x370		0,12	6,840
Nakliye		Kg	640		0,05	32,00
TOPLAM						1.319,918

Yukarıda belirtilen kısıtlar göz önünde bulundurularak, Fabrikanın karını maksimum yapacak ürün karmasının tespit edilmesi gerekmektedir. Önce birim getirisi (Birim satış fiyatı-Birim hammadde maliyeti)en yüksek olan üründen başlayarak sırayla talep edilen ürünlerin fiili kapasiteyi aşmayacak şekilde karşılanması düşünülmüştür. Bu öneriye göre yapılan hesaplamalar şu şekildedir.

Çizelge 7.8 Ürünlerin Birim Getirileri

	MAKAS (14,72 Kg)	TİLLER13 Y 3S	ÇİZEL 9 2S
Birim Satış Fiy.	2,30X14,72=33,85YTL	2. 773,00 YTL	1 888,00 YTL
Bir. Ham.Mal	23,42 YTL	1 013,358 YTL	1 054,08 YTL
Birim Katkı	10,43 YTL	1759,642 YTL	833,92 YTL
Kg Başına Katkı	0,70YTL/Kg	2,74 YTL/Kg	1,67 YTL/Kg

Buna göre öncelikle en yüksek getirisi olan Tiller 13 Y 3S ürününe olan talep karşılanacak daha sonra Çizel 9 ve Makasa olan talep, kısıt atölyeler dikkate alınarak üretim kapasitesini aşmayacak şekilde karşılanacaktır. Buna göre ürün karmasını oluşturan üretim miktarları şöyledir.

Çizelge 7.9 Geleneksel Yaklaşımına göre Üretim Miktarları

	MAKAS (14,72 Kg)	TİLLER 13 Y 3S	ÇİZEL 9 2S
Üretim Miktarı	3042 Adet/Ay	100 Adet/Ay	35 adet/Ay

Yukarıda verilen üretim miktarlarına göre hazırlanan gelir tablosu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 7.10 Geleneksel Yönteme Göre Aylık Net Gelir

	MAKAS(14,72 Kg)	TİLLER13 Y3S	ÇİZEL 9 2S
Üretim Miktarı	3042 Adet/Ay	100 Adet/Ay	35 adet/Ay
Top. Ham. Mal.	71.243,64 YTL	101.335,6 YTL	36.892,8 YTL
Aylık Satış Geliri	102.971,7 YTL	277.300,00YTL	66.080,00 YTL
AylıkTop.Katkı Mik.	31.728,06 YTL	175.964,4 YTL	29.187,2 YTL
Aylık Net Gelir	236.879,66 YTL		

Fabrikada mevcut kapasite kısıtları altında, net gelirini maksimum yapan ürün karması için “Süreç Muhasebesi”nin uygulanmasına karar verilmiştir.

Süreç muhasebesine göre hazırlanan ürün karmalarında öncelik en yüksek getiriye sahip olan üründe değildir. Net getiriye maksimum yapacak ürün karması için ilk öncelik, Katkı (Birim satış Fiyatı-Birim Hammadde Maliyeti)/ Darboğazlı

Kaynakta Geçirilen Süre Oranı en büyük olan üründedir. Buna göre öncelikle üretim hatlarına ait veriler incelenmiş ve gerekli oranlar hesaplanmıştır. Fabrikada Makas üretimi için darboğazlı kaynak Merkez Deliği Operasyonu, Zirai Alet üretimi için ise Kaynak Atölyesidir. Buna göre hesaplanan oranlar şu şekildedir.

Çizelge 7.11 Katkı/DKGS Oranları

	MAKAS (14,72 Kg)	TİLLER13Y3S	ÇİZEL 9 2S
Birim Satış Fiyatı	2,30X14,72=33,85YTL	2. 773,00 YTL	1.888,00 YTL
Bir. Ham.Maliyeti	23,42 YTL	1.013,358 YTL	1.054,08 YTL
Katkı	10,43 YTL	1759,642 YTL	833,92 YTL
Darboğazlı Kay. Geç. Süre(DKGS)	7,1 Dk	240 Dk	120 Dk
Katkı/ DKGS	1,469	7,332	6,949

Süreç muhasebesi ilkelerine göre öncelik sıralaması Tiller 13 Y 3S, Çizel 9 2S ve Makas üretimi şeklindedir. Görüldüğü gibi Geleneksel Yöntem ile bulduğumuz sonuç ile Süreç Muhasebesi yöntemi ile bulunan sonuç aynıdır.

Makas üretim hattında darboğaz oluşturan kaynaktaki işlem süresi 7,1 dakikadır. Bir günde 1 Makinada  $540/7,1=76$  Adet ,Ayda  $76 \times 20 = 1520$  adet makas üretimi yapabiliyoruz. Mevcut 2 makinemiz bulunmaktadır. Ayda Toplam  $1520 \times 2 = 3040$  Adet makas üretimi yapabiliyoruz.

Zirai alet üretiminde ise darboğaz oluşturan kaynakta geçirilen süre Tiller 13 Y 3S için 240 dakika, Çizel 9 2S için 120 dakikadır. Buna göre Ayda 45 adet Tiller 13 Y 3S, 90 adet de Çizel 9 2S üretimi yapılabilir.

Çizelge 7.12 Günlük Üretim Katkı Miktarı

	MAKAS14,72 Kg	TİLLER13Y3S	ÇİZEL 9 2S
Birim Satış Fiyatı	2,30X14,72= 33,85YTL	2.773,00 YTL	1.888,00 YTL
BirimHam. Maliyeti	23,42 YTL	1.013,358 YTL	1.054,08 YTL
Katkı	10,43 YTL	1759,642 YTL	833,92 YTL
ÜretimMiktarı(Aylık)	3040 Adet	45 Adet	90 Adet
Günlük Üretim	152 Adet	2,25 Adet	4,5 Adet
Günlük Satış Geliri	1585,36 YTL	3959,19YTL	3752,64 YTL

Yukarıdaki bilgiler çerçevesinde bir Doğrusal Programlama modeli oluşturup “Lindo Paket Programı” yardımıyla net satış gelirini maksimum yapan üretim miktarlarını bulalım.

X1 : Makas üretimi için kullanılacak süre.

X2 : Tiller 13 Y 3S üretimi için kullanılacak süre

X3 : Çizel 9 2S üretimi için kullanılacak süre

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Max } Z = 1585,36X1 + 3959,19X2 + 3752,64X3$$

Zaman Kısıtları:  $X1 \leq 20$

$$X2 + X3 \leq 20$$

Aylık Talep Kısıtları:  $152X1 \leq 3594$

$$2,25X2 \leq 100$$

$$4,50X3 \leq 75$$

$X1, X2, X3 \geq 0$

Darboğaz kaynaklar , aylık üretim süresi ve talep miktarları dikkate alınarak oluşturulmuş modelimizin lindo çıktısı şu şekildedir.

Çizelge 7.13 Optimal Çözüm için Lindo Çıktısı

DEĞİŞKEN	DEĞER
X1	20
X2	20
X3	0
<b>Max Z = 713. 327,8 YTL/Ay</b>	

Ayda 20 gün Makas , 20 günde Tiller 13 Y 3S üretimi yaparsak, yukarıda belirtilen kısıtlarla maksimum geliri elde etmiş oluruz.

Fabrikaya fazladan bir maliyet getirmeden üretimi artırmak için, kısıt durumunda bulunan proseslerdeki makineler dinlenme sürelerinde de çalıştırılabilir. Bu taktirde bir günde 9 değil 10 saat çalışılmış olur. Yeni duruma göre modelimizi yeniden oluşturursak aşağıdaki sonuçları elde etmiş oluruz.

Çizelge 7.14 İyileştirme Sonrası Makas İmalatı Makine Doluluk Oranları

İŞLEM	İŞLEM SÜRESİ	GÜNLÜK ÜRETİM KAP.	AYLIK ÜRETİM KAP.	DOLULUK ORANI (%)
Kesim	156 sn	208 Ad/gün	208 x 20=4160 Ad.	3594/4160=0,8639
Merkez Del.	426 sn	85x2=170 Ad/gün	3. 400	<b>105,7</b>
Kafa Kıvrırma	103 sn	315 Ad/gün	6. 300	57,04
II. Kat K1v.	89 sn	364 Ad/gün	7. 280	49,36
Uç Kıvrırma	173 sn	187 Ad/gün	3. 740	96,09
Kelepçe Del.	102 sn	318 Ad/gün	6. 360	56,50
Havşa	59 sn	538 Ad/gün	10. 980	32,73
Tav Kavis	53 sn	611 Ad/gün	12. 220	29,41
Meneviş	48 sn	680 Ad/gün	13. 600	26,42
Burç Çak.	96 sn	338 Ad/gün	6. 760	53,16
Rayba	188 sn	192 Ad/gün	3. 840	<b>93,59</b>
Bilye Püs.	50 sn	648 Ad/gün	12. 960	27,73
Montaj	53 sn	605 Ad/gün	12. 220	29,41
Boyama	48 sn	680 Ad/gün	13.600	26,42
Ambalaj	60 sn	540 Ad/gün	10.800	33,27
TOP.İŞ. SÜRESİ 2.007 sn				

Çizelge 7.15 İyileştirme Sonrası Zirai Alet Makine Doluluk Oranları

İŞLEM	Üretim Süresi		Kapasite Ad. /Gün		Kapasite Ad/Ay		Top. Ad. /Ay	Doluluk Oranı %
	Dk/Ad							
	Y.Tiller 13'lü	Çizel 9	Y.Tiller	Çizel	Y.Tiller	Çizel		
Kesim	90	30	6	18	120	360	480	36,45
Kaynak	240	120	2,5	5	50	100	150	<b>116,6</b>
ÜçAskı İmalatı	30	30	18	18	360	360	720	24,30
Ayak İm.	77	30	7	18	140	360	500	35,00
Boya	120	90	4,5	6	90	120	210	83,33
Montaj	90	60	6	9	120	180	300	58,33

Görüldüğü gibi Raybalama prosesi artık kısıt olmaktan çıkmıştır. Merkez deliği ve kaynak prosesleri hala kısıt kaynak durumundadırlar. Ancak bu sayede kapasite kısıtlı kaynakların kapasiteleri artırılmış ve doluluk oranları düşürülmüştür. Kaynaklar hala darboğaz durumunda olduklarından, süreç muhasebesine göre üretim miktarlarında değişiklik olmayacaktır. Yeni verilere göre Doğrusal Programlama modelimizi tekrar oluşturarak “Lindo” paket programıyla yeniden çözümlerse sonuç şu şekilde olur.

Çizelge 7.16 İyileştirme Sonrası Günlük Üretim, Katkı ve Net Kar

	MAKAS (14,72 Kg)	TİLLER13 Y3S	ÇİZEL 9 2S
Birim Satış Fiyatı	2,30X14,72=33,85YTL	2.773,00 YTL	1.888,00 YTL
BirimHam. Maliyeti	23,42 YTL	1.013,358YTL	1 054,08 YTL
Katkı	10,43 YTL	1759,642 YTL	833,92 YTL
ÜretimMiktarı(Aylık)	3400 Adet	50 Adet	100 Adet
Günlük Üretim	170 Adet	2,5 Adet	5 Adet
Günlük Satış Geliri	1773,1 YTL	4399,1YTL	4169,6YTL
Günlük Net Kar	1773,1-1065,58=707,54	4399,1-766,56 = 3632,7YTL	4169,6-554 = 3615,6 YTL

X1 : Makas üretimi için kullanılacak süre.

X2 : Tiller 13 Y 3S üretimi için kullanılacak süre

X3 : Çizel 9 2S üretimi için kullanılacak süre

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Max } Z = 1773,1 X1 + 4399,1X2 + 4169,6X3$$

Zaman Kısıtları:  $X1 \leq 22,2$

$$X2 + X3 \leq 22,2$$

Aylık Talep Kısıtları:  $170X1 \leq 3594$

$$2,5X2 \leq 100$$

$$5X3 \leq 75$$

$$X1, X2, X3 \geq 0$$

Darboğaz kaynaklar , aylık üretim süresi(22,2 gün) ve talep miktarları dikkate alınarak oluşturulmuş modelimizin lindo çıktısı şu şekildedir.

Çizelge 7.17 İyileştirme Sonrası Optimal Çözüm için Lindo Çıktısı

DEĞİŞKEN	DEĞER
X1	21,141176
X2	22,2
X3	0
<b>Max Z = 929. 836,325 YTL/Ay</b>	

Yeni Lindo çıktısına göre ayda 21,141176 gün makas üretilmeli 22,2 gün de Tiller 13 Y 3S üretimi yapılmalıdır. Görüldüğü gibi yeni durumda fabrikanın aylık gelirinde artış görülmüştür. Fabrikaya ilave makine ve yeni işçi alımları yapılarak bu kısıtlar tamamen ortadan kaldırılabilir.



## 8. TARTIŞMA

Aysan Yay(Makas) fabrikasındaki sorunlara çözüm aranırken Kısıtlar Teorisinin aşamaları uygun bir şekilde kullanılmıştır.

Öncelikle fabrikadaki sorun yani kısıt tespit edilmiş ve daha sonra bu kısıtın nasıl kullanılacağına karar verilmiştir. Üçüncü aşama olarak da kısıt karşısında her şey ikinci plana alınmış yani “kapasite kısıtlı kaynağın” kapasitesine göre ürün karması belirlenmiş ve üretim hattındaki bütün makineler belirlenen ürün karmasına göre çalıştırılmıştır. Klasik maliyet muhasebesine göre bu uygulama çelişki anlamına gelmektedir. Çünkü kapasite kısıtlı kaynak dışındaki makineler, hedeflenen ürün karmasındaki ürünleri ürettikten sonra boş beklemektedirler. Klasik yaklaşım bunun etkinlik ölçülerine ters olduğunu ileri sürer. Ancak kısıtlar teorisi kapasite kısıtlı kaynağın üretebileceğinden daha fazla ürün üretmesinin ara stokları, dolayısıyla maliyetleri artıracığını ileri sürer. Dördüncü aşama olarak kısıtın ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların hedefi; darboğaz oluşturan kaynağın kapasitesinin artırılmasıdır. Çünkü kısıtlar teorisi, darboğazlı kaynakta tasarruf edilecek zamanın bütün sistemde tasarruf edilen zaman olacağını, darboğaz dışındaki zaman tasarruflarının sadece zaman israfı ve maliyet artışı olduğunu ileri sürmektedir.

Kapasite kısıtlı kaynağın kapasitesini artırmak için önerilen alternatif çözüm yöntemleri şunlardır:

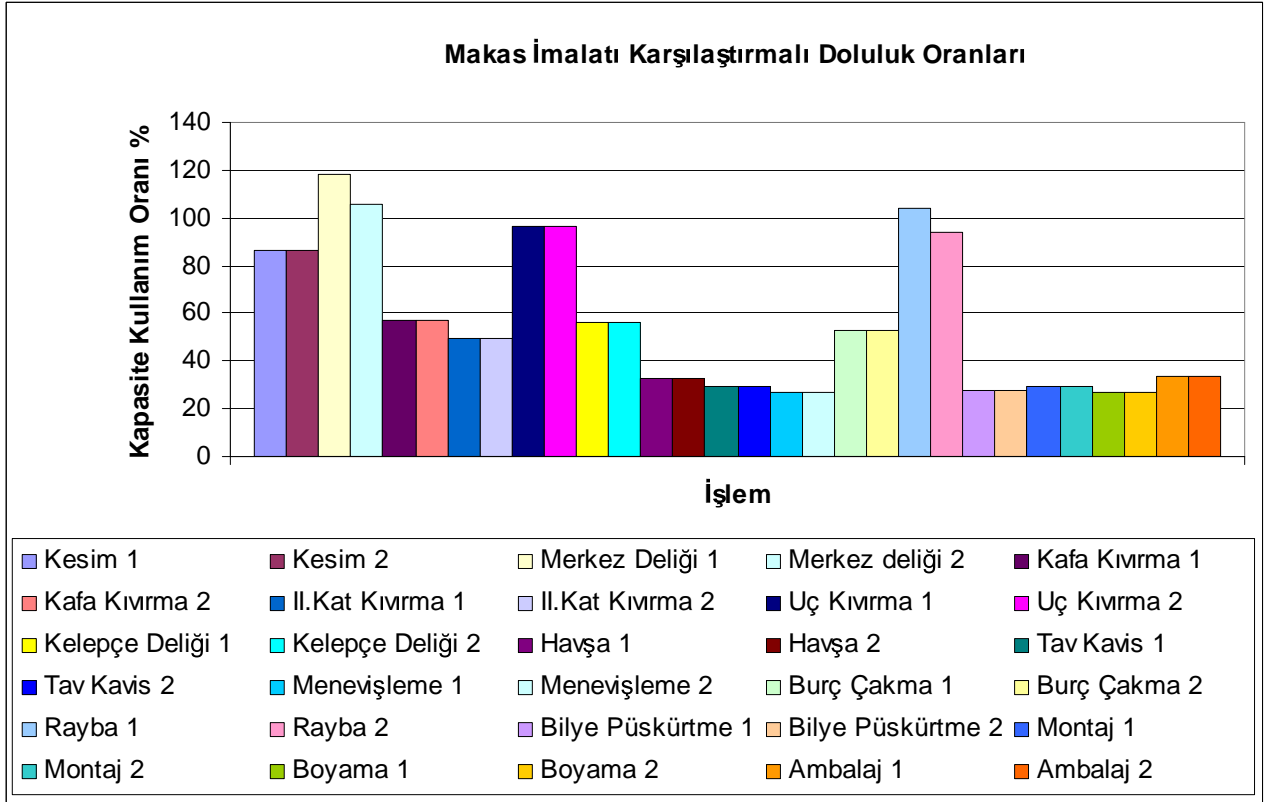
\* Makas üretimindeki işlemlerden olan merkez deliği prosesi makasın her katında uygulanması sebebiyle süresi en uzun olan işlemlerden biridir. Bu işlem için iki makine (matkap tezgahı) kullanılmaktadır. Şu anda fabrikada makas üretimi esnasında hammadde gerekli boyutlarda kesildikten sonra merkez deliği işleminin belli bir miktarı tamamlanıncaya kadar diğer bölümlerde üretim yapılmamaktadır. Çünkü makas talep eden firmalar makas adediyle birlikte, makasın özelliklerini de kendileri belirlemektedirler. Bu nedenle makas üretiminde stok söz konusu değildir. Ayrıca Tav ve Meneviş fırınları doğal gaz maliyetinin yüksekliği nedeniyle kapasitelerinin altında çalıştırılmamaktadır. Bu nedenle tavlancak mamul miktarı gerekli sayıya ulaştığında fırınlar çalıştırılmaktadır. Fabrikaya

merkez deliği prosesi için yeni makineler satın almaları ve dolayısı ile bu işi yapacak ilave eleman istihdam etmeleri önerilmiştir. Bu öneri, firmaya yeni müşteriler kazandıracak ve firmanın gelirini artıracaktır.

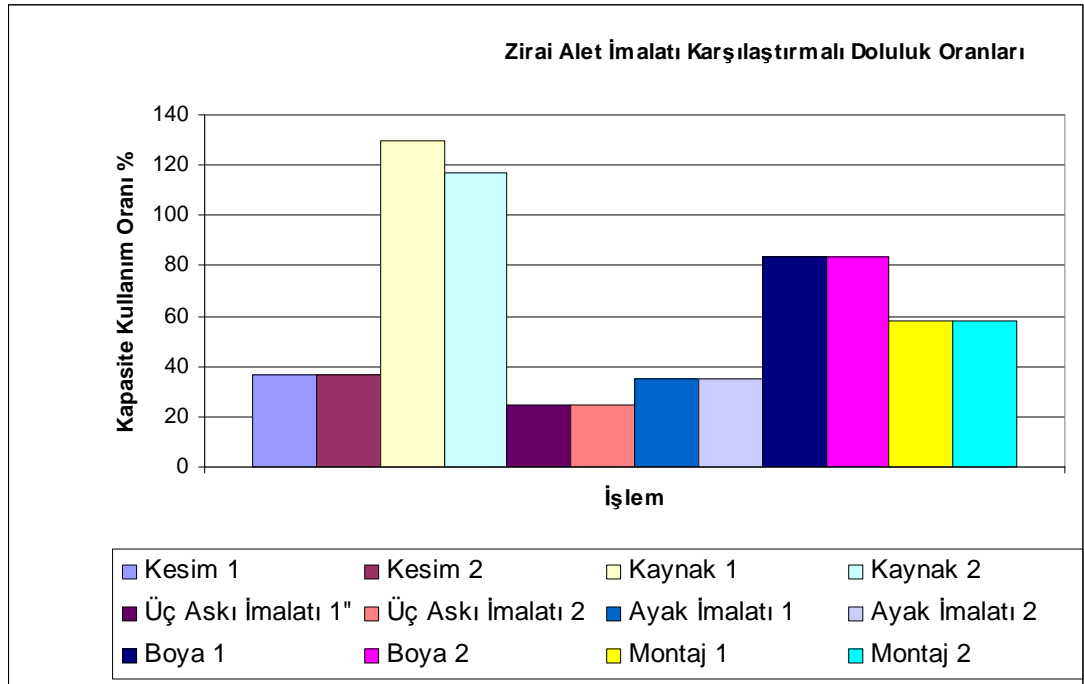
\* Bunun yanında merkez deliği prosesinde üretimin hiç durmadan devam etmesi sağlanabilir. Bu proses için diğer elemanlardan bazıları eğitilerek, istirahat saatlerinde de üretimin devam etmesi sağlanabilir. Bu öneri, seçilen örnek üzerinde uygulanmış ve bunun sonucunda da kapasite kullanım oranında azalma olduğu görülmüştür.

Zirai alet üretiminde ise darboğaz kaynak , kaynak atölyesidir. Zirai aletlerde parçalar kaynakla birleştirilmektedir. Bu işlem zirai aletin çeşidine göre farklı olmakta ve çok uzun sürmektedir. Zirai alet üretimi fabrikada ayrı bir atölye ve işçilerle yapılmaktadır. Burada da talebi karşılamak için eleman ve makine takviyesi yapılması önerilmiştir.

Aşağıdaki grafiklerde Makas ve Zirai alet üretimi kapasite kullanım oranları mevcut durum ve önerilen durum için karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir (Şekil 8. 1, 8. 2).



Şekil 8.1. Makas İmalatı Karşılaştırmalı Kapasite Kullanım Oranları



Şekil 8.2. Zirai Alet İmalatı Karşılaştırmalı Kapasite Kullanım Oranları

Daha önce de belirtildiği gibi sistemdeki bir kısıtın ortadan kaldırılması durumunda bir başka kaynak kısıt durumuna geçecektir.

\* Fabrikanın değişik bölümlerindeki proseslerde yapılan çalışmalar esnasında, fabrikada çalışanlar tarafından hiç düşünülmeyen başka bir konu daha incelenmiştir. Atölyenin değişik yerlerinde küçük parçaların işlenmeden önce ısıtıldığı küçük tav fırınları bulunmaktadır. Bu tav fırınlarında ısınan malzemeyi fırından alan ve diğer makinelerde işleyen tek bir işçi bulunmaktadır. Bu tav fırınlarını kısıt haline getiren nokta, bu fırınlardaki çok büyük enerji kaybıdır. Öncelikle ısınan parçalar bir tek işçi tarafından fırından çıkarıldığı için, fırınlar tam kapasite ile çalıştırılmamaktadır. Fırının yarıya yakın kısmında enerji boşa gitmektedir. Diğer bir kısıt oluşturan husus da; bir tek işçinin fırında gerekli sıcaklığa ulaşan malzemeyi zamanında işleyememesi ve malzemenin, gerektiğinden fazla fırında kalması sonucu kalitesini yitirmesidir (karbon yanması, tufal oluşumu).

Bu konu ile ilgili fabrika yöneticilerine fırınların tam kapasite ile çalıştırılabilmeleri için , fırınların önüne gerektiği kadar işçi ve makine yerleştirmeleri önerilmiştir. Bu öneri, fabrika için çok büyük enerji kazancı, dolayısıyla da daha fazla para kazanma anlamına gelmektedir.

\* Fabrikada istihdam edilmiş olan işçiler çoğunlukla orta yaşın üstünde emeklilik yaşına gelmiş kişilerdir. Fabrika el değiştirerek, yeniden yapılanmaya başladığında eskiden bu fabrikadan emekli olmuş kişiler tecrübeleri dikkate alınarak, tekrar işe alınmışlardır. Bu durum, kısa vadeli bir çözümdür. İleride fabrika için yetişmiş eleman sıkıntısı çok büyük bir kısıt oluşturacaktır. Bunun için şimdiden genç elemanlar istihdam edilerek iş başında eğitilmelidir. Bu konuda fabrika yöneticilerine gerekli tavsiyelerde bulunulmuştur. Bu öneri dikkate alınmış ve yeni genç elemanların alımına başlanmıştır.

\* Fabrika yöneticileri ve pazarlama bölümü elemanları ile yapılan görüşmeler neticesinde de, yukarıda bahsedilen kısıtların yanında, piyasadaki talebin değişik türden makaslara doğru kayması da bir kısıt olarak görülmektedir. Piyasada iki tür makas imalatı ve talebi bulunmaktadır. Biri Aysan'da üretimi yapılan katlı (konvansiyonel) makaslar, diğeri ise henüz üretilemeyen parabolik makaslardır.

Katlı makaslar örneğimizde olduğu gibi değişik kalınlık ve katlardan oluşan ve bunların bir bağlama elemanı ile birleştirilmesinden oluşan makaslardır. Parabolik makaslar ise parabol şeklinde ve tek bir parçadan oluşan makaslardır. Her iki tür makasın da tüketici ve üretici açısından kendine has avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Parabolik makaslar katlı makaslara göre daha dayanıklıdır. Katlı makaslarda katlardan bir tanesi kırıldığında kırılan katı yedeğiyle değiştirmek mümkündür. Parabolik makaslarda ise, tek parça olduğundan kırıldığında tamamen değiştirilmesi gerekir. Bu da tüketici açısından bir dezavantajdır. Parabolik makas üretimi hem daha uzun sürmekte hem de diğerine göre daha zordur. Çünkü parabolik makaslar tek büyük bir hammaddenin işlenmesi sonucu üretilmektedir. Piyasadaki makas talebinin %20'si katlı makasa , %80'i ise parabolik makasadır. Parabolik makas talebi görüldüğü gibi diğerine göre çok fazladır. Fabrikada parabolik makas imalatı yapılamadığı için, piyasadaki talep sürekli geri çevrilmekte, bu da müşteri kaybına dolayısı ile para kaybına sebep olmaktadır. Bu durum, fabrika için çok önemli bir kısıttır. Bu kısıtın ortadan kaldırılması ancak yeni yatırımlarla mümkün olacaktır. Fabrika ilk kuruluş olarak çok eskidir. Ancak fabrikanın şu andaki sahipleri tarafından 1,5 yıl önce satın alınmış ve fabrikada her yönden iyileştirme ve yenileme çalışmaları sürdürülmektedir. Şu anda yukarıda belirtilen kısıtın ortadan kaldırılması için çalışmalara başlanılmıştır. Gerekli makinelerin en ekonomik şekilde temini için gerekli piyasa araştırmaları ve bu makinelerde çalışabilecek kalifiye eleman alımları için çalışmalar yapılmaktadır.

## 9. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, modern üretim planlama ve denetim yöntemlerine bir alternatif olarak kullanılabilir kısıtlar teorisi yaklaşımı incelenmiştir.

Ekonomik koşulların, işletmeleri sürekli maliyetlerini azaltmaya zorladığı günümüzde mevcut yönetim sistemleri yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden sistem yaklaşımı esasına sahip yönetim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kısıtlar teorisi bu ihtiyaca cevap verme iddiasında olan bir yönetim sistemidir[15]. Kısıtlar teorisinin diğer yaklaşımlardan farkı öncelikli olarak sistemin zayıf noktalarına odaklanmasıdır. Üretim yönetimi açısından düşünüldüğünde bahsedilen zayıf noktalar sistemin en yüksek performansla çalışmasını engelleyen darboğaz kaynaklarıdır. Sistem çıktısını en büyükmek için darboğaz kaynakları, olabilecek en yüksek verimlilikte çalıştırılmalıdır. Kısıtlar teorisinin bunu sağlamak için önerdiği yöntem, darboğaz kaynaklarının beslenememe ve engellenme gibi durumlardan etkilenmesini en aza indirmek için önünde bir “zaman tamponu” oluşturmasıdır. Zaman tamponu aslında süreç içi envanterin darboğaz ihtiyaç duyduğunda kullanabilmesi için hazır halde bekletilmesinden başka bir şey değildir. Bu mekanizma sürekli olumsuz olarak görülen süreç içi envanter kavramına da farklı bir bakış açısı getirmekte ve onu sistem performansını artırmak için kullanılan bir araca dönüştürmektedir.

Kısıtlar bir işletmeye başka birileri tarafından getirilmemiştir. Kısıtı doğuran, bizzat işletmenin yöneticileri ve çalışanlarıdır. Bu yüzden kısıtı ortaya çıkarma süreci ancak ve ancak o işletmenin içindekiler tarafından yerine getirilebilir. Hiç kimse işletme hakkındaki yılların verdiği deneyime dayanan bilgiyi, içindekiler kadar iyi bilemez. Goldratt ve Enstitüsü tarafından üzerine basılarak defalarca tekrarlanan, teorisinin üstlendiği görevin kişiler için balık tutmak değil, balığın nasıl tutulacağını göstermek olduğudur. Teorisinin sadece kar amacı güden işletmelerde değil, aynı zamanda kar amacı gütmeyen işletmelerde de uygulanabilirliğinin bulunması büyük avantajdır. Kar amacı gütmeyen işletmelerin amaç “şimdi ve gelecekte para kazanmak” değildir. Ancak bu işletmelerde de, gerçekleştirilmesi gereken hedeflere ulaşılmasını engelleyen en az bir kısıt bulunmaktadır. Bu sorunun

özümünde kısıtlar teorisinin problem çözme aracı olarak kullandığı düşünce süreci ilkeleri kullanılabilir.

Aysan Yay fabrikasında Kısıtlar Teorisinin uygulanması neticesinde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Atölyelerde kapasite kısıtlı prosesler tespit edilmiş ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur.
- Enerji kaybı kısıtı üzerine fabrika yöneticilerinin dikkati çekilmiştir.
- İleride oluşabilecek istihdam sorunu yani yetişmiş eleman sıkıntısı olabileceği dile getirilmiştir.
- Piyasadaki talebin başka tür makaslara doğru kayması sonucu oluşan Pazar kısıtına dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada; Kısıtlar Teorisi anlatılmış ve yapılan uygulama neticesinde de fabrikaya (AYSAN) faydalı olabilecek önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler fabrika üst yönetimi tarafından benimsenerek, bu yönde gerekli çalışmalar başlatılmıştır (genç eleman istihdamı, merkez deliği işleme prosesine yönelik yeni takım tezgahları alımı, parabolik makas üretim hattı kurulumu vb.)

## KAYNAKLAR

- [1] FİLİZ, A. En zayıf halka “ Kısıt Teorisi” , ATİ Mühendislik Eğitim Yön.Danışmanı [www. bilgiyonetimi. org](http://www.bilgiyonetimi.org) ,26. 06. 2006.
- [2] ÜNSAL ,E. N. , TANIŞ ,V. N. , KÜÇÜKSAVAŞ ,N. , “ Kısıtlar Teorisi ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulama ”Ç. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 14,Sayı 2, 2005.
- [3] AKMAN,G. , KARAKOÇ,Ç. ,” Yazılım Geliştirme Prosesinde Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçlerinin Kullanılması “, *Çağın, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* Yıl:4 Sayı: 7 Bahar 2005 /1.
- [4] TEZCAN ,M. Ö. ,”Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı İle Darboğaz Kaynak Yönetimi” Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Bursa- 2001.
- [5] SAATÇİOĞLU ,M. ”Bir Yönetim Aracı Olarak Kısıtlar Teorisi ve Uygulaması” Gazi Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı ,Yüksek Lisans Tezi Ankara- 1999.
- [6] GOLDRATT, M. E. ,COX, J. ,”Hedef- The Goal” , Gower Publishing Company Limited , USA-1989.
- [7] BAYAZITLI, E. , GÜREL, E. , YAYLA, H. E. ,”Yönetim Muhasebesinde Güncel Bir Yaklaşım: Dönüşüm Muhasebesi”, [www.mu.edu.tr/iibf/times24/kitap/4-1.pdf](http://www.mu.edu.tr/iibf/times24/kitap/4-1.pdf) 05.07.2007.
- [8] “Üretim Süreçlerinde Kısıt Teorisi Kritik Zincir“,[www.makineihisas.com](http://www.makineihisas.com) 03.07.2007.



- [9] “Kısıtlar Teorisi“ [www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/kis-teo](http://www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/kis-teo) 03.07.2007.
- [10] TECEREN, Ö. ,”Süreç İyileştirmesinde Kısıtlar Teorisi ve Bir Uygulama”, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı ,Yüksek Lisans Tezi ,Ankara-2002.
- [11] “Theory of Constraints“,[www.bmj.com/cgi/content/Full/328/7432/662/19](http://www.bmj.com/cgi/content/Full/328/7432/662/19) Nisan 2007.
- [12] KINCAL, G. B. , “Bir Bilimsel Makale Sürecinin Oluşturulma Sürecinde Kısıtlar Teorisi : FRT (Gelecekteki Gerçekler Ağacı) Uygulaması”, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü , *Ege Akademik Bakış Dergisi* 7. 01. 2007: 365-377.
- [13] “Dr. Eliyahu GOLDRATT ve Üretim Yönetimine Yönelik Yaptığı Çalışmalar”,  
[www.onlinekalite.com/htmdosyalar/goldrattveteorisi.htm](http://www.onlinekalite.com/htmdosyalar/goldrattveteorisi.htm),06.07.2007.
- [14] FİLİZ, A. ,” Altı Sigma Prensipleri ve Uygulamaları Eğitim Notu”, KOBİ AB Uyum ve e-dönüşüm Uzmanlık-Danışmanlık Eğitimi Programı, Maltepe Üniversitesi MUDSEM Projesi . 2005-2006.
- [15] İNCEKIRIK, A. , “Türkiye’nin Avrupa Birliğine Giriş Sürecinin CRD Yöntemi ile Değerlendirilmesi” , Dokuz Eylül Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü ,*Ege Akademik Bakış Dergisi* 7 (1) 2007 :379-387.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.