

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ÜRETİM HATLARINDA DARBOĞAZ
OLUŞTURAN KAYNAK KISITLARININ ÇÖZÜM
MODELLENMESİ VE MEHTAP A.Ş.' DE BİR
UYGULAMA

OĞUZ BAYIR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI

GEBZE
2008

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ÜRETİM HATLARINDA DARBOĞAZ
OLUŞTURAN KAYNAK KISITLARININ ÇÖZÜM
MODELLENMESİ VE MEHTAP A.Ş.' DE BİR
UYGULAMA

OĞUZ BAYIR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. HALİM KAZAN

GEBZE
2008



**GEBZE YÜKSEK
TEKNOLOJİ
ENSTİTÜSÜ**

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JÜRİ ONAY FORMU

JÜRİ

ÜYE (BAŞKAN) :

ÜYE :

ÜYE :

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı ile yukarıdaki öğretim elemanlarından oluşmuş jüri tarafından düzenlenen/...../..... tarihli Tez Savunma Tutanağı neticesinde Yüksek Lisans / Doktora öğrencisi'ın çalışması GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Yönetim Kurulu/...../..... tarih ve .../..../..... sayılı kararıylaAnabilim Dalında Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak onaylanmıştır.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI: ÜRETİM HATLARINDA DARBOĞAZ OLUŞTURAN KAYNAK KISITLARININ ÇÖZÜM MODELLENMESİ VE MEHTAP A.Ş.' DE BİR UYGULAMA **YAZAR ADI: OĞUZ BAYIR**

Sanayi devrimiyle birlikte işletmelerin ihtiyaçları da farklı noktalara kaymıştır. Hızla gelişen teknoloji ile birlikte artık sürat ve verimlilik önem kazanmıştır. Günümüzün rekabet koşullarında da işletmeler mevcut kapasitelerini en iyi nasıl kullanabileceklerinin yollarını aramaktadırlar.

Bu çalışmada geçmişten günümüze üretimin kaydettiği gelişmeler ve bu gelişmelerin getirdiği sorunlar için önerilen çözüm yöntemleri işlenmiştir. Geleneksel üretim sistemlerinin yerini modern üretim sistemlerine bırakması ve işletmelerin modern yöntemleri tercih etme sebepleri üzerinde durulmuştur. İşletmelerin pazarda var olabilmek adına attıkları adımlar incelenmiş ve karşılaşılan sorunlara getirilen çözülmeye çalışılmıştır.

İşletmelerin verimli çalışma problemine getirilen çözüm yöntemlerinden Dr. E. Goldratt'ın ortaya attığı Kısıtlar Teorisi tüm detaylarıyla ele alınarak, pişirme gereçleri üreten bir işletmede uygulanabilirliği üzerinde durulmuştur. İşletmedeki sorunlar tespit edilerek gelişme kaydedilmesi amaçlanmıştır. Edinilen tecrübeler sonucunda işletmenin ilk durumu ile son durumu arasında bir karşılaştırma yapılarak işletmeye yeni bir imalat modeli oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Üretim yönetimi, Geleneksel ve Çağdaş Üretim Sistemleri, Kısıtlar Teorisi, Darboğaz, Kaynak Kısıtları.

SUMMARY

TITLE OF THESIS: THE SOLUTION MODELLING OF SOURCE CONSTRAINTS THAT CAUSE BOTTLENECKS IN MANUFACTURING LINES AND AN APLICATION IN MEHTAP A.Ş.

NAME OF THE AUTHOR: OĞUZ BAYIR

By the revolution of industry the needs of factories change to different situations. The speed and effectiveness got more important by highly improved technology. The factories try to find out the way of how to use their capacity effectively. It is obvious that the customer satisfaction goes with the competetive activities.

It was studied solution methods for the developemnts of manufacturing systems and the problem that developments causes. It was focused on the conversion of conventional manufacturing systems to modern systems and reasons of preferences the modern system by the firms.. After examining the firm's activities for competition some other solution suggestions for taken place problems.

It was studied detailly Theory of Constraints which was claimed by Dr. E. Goldratt for the problems in firms. It is worked to apply Theory Of Constraints to a kitchenware company. It is aimed a new model for the firm by comparing the situations after application of TOC by the experiments provide from researchs.

Keywords: Conventional and Modern Manufacturing Systems, Manufacturing Management, Bottlenecks, Resorces Constraints, Theory Of Constraints.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmamda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danıőman hocam Yrd. Doç. Dr. Halim KAZAN'a ve Mehtap Mutfak Eşyaları A.Ő.'deki çalışma arkadaőlarımaya en içten teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca her zaman yanımda olduğunu hissettiren ve manevi destek olan aileme de teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	IV
SUMMARY.....	V
TEŞEKKÜR.....	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XV
1.GİRİŞ	1
2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. ÜRETİM SİSTEMLERİ	6
3.1. ÜRETİM SİSTEMLERİNİN AMAÇLARI	7
3.2. ÜRETİM SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	7
3.2.1. Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma	9
3.2.1.1. Birincil (primer) Üretim	9
3.2.1.2. Analitik Üretim	9
3.2.1.3. Sentetik Üretim	9
3.2.1.4. Fabrikasyon Üretim	9
3.2.1.5. Montaj Üretim	10
3.2.2. Mamul Cinsine Göre Sınıflandırma.....	10
3.2.3. Üretim Miktarına/Akışına Göre Sınıflandırma	10
3.2.3.1. Siparişe Göre Üretim	10
3.2.3.2. Parti Üretimi.....	11
3.2.3.3. Sürekli Üretim	11
3.3. KESİKLİ VE SÜREKLİ ÜRETİM TIPLERİNİN ÖZELLİKLERİ	12

3.3.1. Üretim Miktarı	12
3.3.2. Kullanılan Makine ve Teçhizat	12
3.3.3. Fabrikanın Yerleştirme Düzeni	13
3.3.4. İş Yükü Dengesi	13
3.3.5. İşçilik Kalifikasyonu	13
3.3.6. İş Hazırlama Faaliyetleri.....	14
3.3.7. Hammadde, Yarı Mamul ve Mamul Stokları	14
3.3.8. Fabrika İçindeki Taşıma Faaliyetleri.....	14
3.3.9. Tamir - Bakım Faaliyetleri.....	15
3.3.10. Üretim Kapasitesi.....	15
3.4. DİĞER ÜRETİM TIPLERİ	17
3.4.1. Araştırma Üretimi.....	17
3.4.2. Model ve Prototip Üretimi	17
3.4.3. Test Modelleri Üretimi.....	17
3.4.4. Pilot Üretim	17
3.4.5. Dizaynı Tamamlanmamış Mamullerin Üretimi.....	18
3.4.6. Yeni Modele Geçiş Devresi Üretimi.....	18
3.4.7. Başlangıç Devresi Üretimi	18
3.4.8. Demonstrasyon ve Gösteri Mamulleri Üretimi	18
3.4.9. İhracat Mamulleri Üretimi.....	19
3.4.10. Modifikasyon, Tamir ve İade Mamulleri Üretimi.....	19
3.4.11. Geçici (Arızı) Üretim.....	19
3.5. Hücresel Üretim Sistemi (HÜS)	21
3.6. ÇAĞDAŞ ÜRETİM SİSTEMLERİ.....	25
3.6.1. Yalın Üretim Sistemi	26
3.6.2. Esnek Üretim Sistemleri (EÜS)	30
3.6.3. Tam Zamanında Üretim(TZÜ).....	33

3.6.3.1. Toplam Kalite Kontrolü.....	34
3.6.3.2. Talep Çekmeli Sistem	34
3.6.3.3. Üretim Süreçlerinin Esnekliği.....	35
3.6.3.4. Verimsizliklerin Yok Edilmesi	35
3.6.3.5. Sürekli İyileştirme	35
3.6.4. Çevik Üretim Sistemi	36
3.6.5. Genetik Üretim Sistemi	40
3.6.6. Sanal İmalat Sistemi	40
3.6.7. Rastgele İmalat Sistemleri	41
3.6.8. Bilgisayar ile Bütünleşik İmalat Sistemleri (Hızlı CIM).....	41
3.6.9. Sorumluluğa Dayalı İmalat Sistemleri	43
3.6.10. Dağıtılmış İmalat Sistemleri	43
3.6.11. Holonik İmalat Sistemleri	44
3.6.12. Fraktal İmalat Sistemleri	45
3.6.13. Biyolojik İmalat Sistemleri.....	48
4. KISITLAR TEORİSİ.....	52
4.1. VAT ANALİZİ (ÜRETİM TESİSLERİNİ YERLEŞİM TİPİNE GÖRE SINIFLANDIRMA)....	53
4.1.1. I Tipi Tesisinin Özellikleri	55
4.1.2. V Tipi Tesisinin Özellikleri	57
4.1.3. A Tipi Tesisinin Özellikleri	59
4.1.4. T Tipi Tesisinin Özellikleri	62
4.2. KISITLAR TEORİSİNDE KARŞILAŞILAN KISIT TÜRLERİ.....	63
4.2.1. Davranışsal Kısıtlar	63
4.1.2. Yönetimsel Kısıtlar	64
4.2.3. Kapasite Kısıtları	64
4.2.4. Pazar Kısıtları	64
4.2.5. Lojistik Kısıtları.....	65

4.2.6. Zorunlu Durumlar.....	65
4.3. MALİYET YAKLAŞIMI	66
4.4. KISITLAR TEORİSİNİN İLKELERİ.....	66
4.5. KISITLAR TEORİSİ VE LOJİSTİK.....	69
4.5.1. Beş Adımlı Odaklanma Süreci	70
4.5.1.1. Birinci aşama: Sistem Kısıtlarının Tespit Edilmesi.....	71
4.5.1.2. İkinci aşama: Kısıtların Nasıl Düzeltileceğine Karar Verilmesi	73
4.5.1.3. Üçüncü aşama: İlgili Her şeyin İkinci Aşamının Uygulanması İçin Seferber Edilmesi.....	75
4.5.1.4. Dördüncü aşama: Kısıtların Ortadan Kaldırılması	76
4.5.1.5. Beşinci aşama: Kısıtlar Kaldırıldığında İlk Aşamaya Geri Dönülmesi.....	76
4.6. TRAMPET-TAMPON-KORDON ÇİZELGELEME SİSTEMİ (TTK)	78
4.6.1. Trampet	80
4.6.2. Tampon	81
4.6.3. Kordon	81
4.7. KISITLAR TEORİSİNİN MANTIKSAL ARAÇLARI.....	82
4.7.1. Güncel Gerçeklik Ağacı.....	82
4.7.2. Çatışma Çözüm Diyagramı.....	83
4.7.3. Gelecek Gerçeklik Ağacı (FRT)	85
4.7.4. Ön koşul Ağacı(PRT).....	86
4.7.5. Değişim Ağacı	88
4.8. SMED SİSTEMİ	90
4.9. ÜRETİM SİSTEMLERİNDE DARBOĞAZ ARAŞTIRMASI	92
5.UYGULAMA	96
5.1. MEHTAP MUTFAK EŞYALARI A.Ş.'DE KISITLAR TEORİSİ YAKLAŞIMIYLA DARBOĞAZLARIN ARAŞTIRILMASI.....	98

5.1.1. BİRİNCİ AŞAMA: KISIT OLUŞTURAN DARBOĞAZLARIN TESPİT EDİLMESİ	98
5.1.2. İkinci Aşama Darboğaz Oluşturan Kısıtların Nasıl Düzeltileceğine Karar Verilmesi	105
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	114
KAYNAKLAR	119
EKLER	128
EK - 1 24 tencere Ürünü İçin İşlem Süreleri.....	128
EK-2 20 Sahan Ürünü İçin İşlem Süreleri	129
EK – 3 İş İstasyonlarının Birim Adet Kapasiteleri	130
EK- 4 Haftalık Program	132
EK – 5 Günlük Program	133
EK – 6 Kalıp Bağlamada Sağlanan İyileştirmenin Grafikselsel Gösterimi	134
EK –7 Yapılan İyileştirmeler Sonucunda Firmanın Üretim hattındaki Verimlilik artışının ifadesi	135
Ek-8 Kalıp Bağlama Sürelerinde Gerçekleştirilen İyileştirmenin Videosu	136
Ek-9 Hammadde Depo İle İlgili Yapılan İyileştirme Resimleri	137
Ek-10 Firmanın Ürün Maliyeti Hesaplanması.....	138
Ek-11Firmaya Ait 2007 Yılı İlk 6 Aylık ve 2008 Yılı İlk 5 Aylık Satış Adetleri Grafik Gösterimi.....	139
ÖZGEÇMİŞ	140

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
TZÜ.....	Tam Zamanında Üretim
EÜS.....	Esnek Üretim Sistemleri
TTK.....	Tramper Tampon Kordon
KT.....	Kısıtlar Teorisi
JIT.....	Tam Zamanında Üretim
TOC.....	Kısıtlar Teorisi
CIM.....	Bilgisayar Destekli İmalat
IMS.....	Zeki İmalat Sistemleri
HMS.....	Holonik İmalat Sistemi
FrMS.....	Fraktal İmalat Sistemi
BMS.....	Biyolojik İmalat Sistemi
SMED.....	Hızlı kalıp Değişirme Sistemi
MDS.....	Model Dönüşüm Süresi
CNC.....	Nümerik Kontrollü Bilgisayar
CAD.....	Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM.....	Bilgisayar Destekli İmalat
CAPP.....	Bilgisayar Destekli Üretim Planlama
AGV.....	Otomatik Kullanılabilen Araç

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Üretim sistemi	8
Şekil 3.2. Çizim Üretim Esnekliği-Birim Maliyet İlişkisi	23
Şekil 3.7. Bir Holonun Genel Yapısı.....	45
Şekil 3.8. fraktal imalat sistemi	47
Şekil 3.10. Biyolojik Sistem ile İmalat Arasındaki Yapısal Benzerlikler	50
Şekil 4.1. Ayrılma ve Birleşme Noktaları	55
Şekil 4.2. tipik bir “T” tesisi karakteristiği.....	56
Şekil 4.3. Tipik bir V Tesisinin Ürün Akışı.....	58
Şekil 4.4. tipik Bir “A” Tesisi Ürün Akışı.....	61
Şekil 4.5. tipik bir “T” tesisi karakteristiği	62
Şekil 4.6. Beş Adımlı Odaklanma Süreci Adımları	77
Şekil 4.7. Üretim Hattında Kapasiteyi Sınırlayıcı Kaynak Olması Durumunda TTK Mekanizması	79
Şekil 4.7. Güncel Gerçeklik Ağacı	83
Şekil 4.8. Çatışma Çözme Diyagramı	84
Şekil 4.9. Gelecek Gerçeklik Ağacı.....	86
Şekil 4.10. Ön Koşul Ağacı.....	57
Şekil 4.11. Değişim Ağacı.....	88

Şekil 4.12. Düşünme Araçları.....	60
Şekil 5.3. Bontempi Montaj Hattı.....	97
Şekil 5.4. Roller Teflon Kaplama Hattı.....	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Kesikli ve Seri Üretim Arasındaki Karşılaştırma.....	16
Çizelge 3.2. Geleneksel Üretim Sisteminin Özellikleri	20
Çizelge 3.3. P-Q Analizi	22
Çizelge 3.4.. Sürekli Gelişme ile Çevik Üretim Modeli Arasındaki Temel Farklar ..	38
Çizelge 3.5. Kitleli (Seri) Üretim Yalın Üretim ve Çevik Üretim Çeşitli Kriterlere Göre Farklaşması	39
Çizelge 3.7. İmalat Sistemlerinin Gelişim Süreci.....	51
Çizelge 5.1. Kalıp Bağlama süreleri	99

1.GİRİŞ

Üretim, insanoğlu yeryüzünde var olduğundan beri hatta hayat var olduğundan beri devam ede gelen bir faaliyettir. İnsanın huzur ve refah arayışı, onu giyiminde, barınmasında, kullandığı vasıtalarda, yediğı yemekte çeşitliliğe ve kaliteli mallara sahip olmak istemesine sebep olmuştur. Hazır hammaddelerin çağlara isim (taş devri, demir devri, silikon devri gibi) olarak verilmesi de üretimin insan ve yaşadığı yüzyıl için ne kadar büyük önem arz ettiğini göstermektedir.

Dünya ekonomisinde kriz ve ekonomik durgunluk ortamında bir yandan teknolojinin hızlı değışimi öte yandan sermayenin ve üretimin globalleşmesi, firmalar arası rekabeti önemli ölçüde artırmıştır. Bu rekabet ortamında, firmaların üretim sistemlerinin performanslarının artırılması için doğru değerlendirilmelerin yapılması, doğru stratejilerinin uygulanması önemli olmaktadır.

Üretim sistemi, kaynakların rasyonel biçimde kullanılarak girdilerin ürünlere veya hizmetlere dönüştürüldükleri üretim süreci olarak tanımlanabilir. Günümüz koşullarında işletmelerden ürün veya hizmeti alanların istek ve gereksinimlerinin farklılaşması geleneksel üretim sistemlerinin bir alt sistemi olan atölye tipi üretim sistemine olan ilginin artmasına neden olmuştur.

Günümüzün rekabetçi ortamı en düşük maliyetlerle çalışma baskısını giderek artırmaktadır. İşletmelerde önemli pay tutan malzeme maliyetlerini azaltacak bir çözüm olarak süreç içi stokların azaltılması çağdaş imalat yönetim felsefelerinin temel ilkelerinden biridir. Ancak pratikte süreç içi envanterin yok edilmesi olası değildir, buna karşılık onun büyüklüğünü kontrol altında tutarak daha kısa sürede bitmiş ürüne dönüştürme alanında başarılar elde edilmiştir.

İşletmelerin değişen ve yoğunlaşan rekabet koşullarının hakim olduğu globalleşme sürecinde, teknolojiyi en etkin bir biçimde kullanması ve bu konudaki gelişmelere karşı bilgilerini ve teknolojik yapılarını güncellemeleri zorunlu olmaktadır. Rekabet, üretim sürecinde verimlilik artışını sağlamaktadır. Satış yönlü bir işletmecilik veya yöneticilik anlayışının hakim olduğu 1960'li yıllardan, işletmelerin verimliliklerinin artırılması ve daha ileri giderek ulusların, ülkelerin kalkınmaları için teknolojinin kritik bir faktör olduğunun üzerinde konsensüse varıldığı günümüz koşullarına gelinmiştir. 1960'li yıllarda kaynaklarını etkin kullanan işletme tipi mevcut iken, 1980'li yıllardan beri esneklik, işletmelerin değerlendirilmelerinde ön plana çıkmıştır.

Goldratt'a göre hızlı gelişen süreç içinde, işletmelerdeki esas sınırlamalar, makine, işgücü, tesis, Pazar gibi fiziksel kısıtlardan ziyade, politika kısıtları olarak ortaya çıkmıştır. Goldratt, bu düşüncesini terminolojideki değişikliğe neden olarak göstermiştir.

Bu çalışmada geçmişten günümüze imalat sistemlerinin gelişim süreci ve bu gelişimle birlikte ortaya çıkan problemlere çözüm aranmaktadır. Bu arayış esnasında kullanılan çözüm yöntemi ise Kısıtlar Teorisidir. Kısıtlar teorisi üretim sistemlerinin sahip olduğu kısıtları tanımlayarak bunları aşmaya yönelik çözüm önerileri getirmektedir.

Çalışmanın ilk bölümünde üretim sistemlerinin tarihsel gelişimine yer verilmiştir. Bunun yanında çağdaş imalat sistemlerinden de bahsedilmiştir. Son dönemde ortaya çıkan yeni üretim sistemi kavramlarından olan fraktal, holonik, biyolojik imalat sistemlerinin tanıtımına da yer verilmiştir.

Çalışmamın son bölümünde çalışmakta olduğum mutfak eşyaları üreten firmada kısıtlar teorisinin önerdiği çözümlerin uygulaması yer almaktadır. Teorinin beş adımlı odaklanma süreci adı verdiği kurallar uygulanarak işletmenin problemlerine çözüm aranmıştır. Önerilen çözümlerin tablolar ile desteklenmesi ve ilk halleriyle karşılaştırılmasına da yer verilerek işletmede meydana gelen iyileştirmeler ile önceki ve sonraki durumlar karşılaştırılmıştır.

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Konuyla ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışma için, internet, kütüphaneler, dergiler, tezler ve kitaplardan araştırma yapılarak konu desteklenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalardan aşağıda kısa kısa bahsedilmiştir.

İşletmelerdeki darboğaz problemleri çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınmıştır.

İşletmelerdeki tekil darboğazların çözümlenmesi üzerine çalışılmıştır(Abraham Grosfeld Nir, Boaz Ronen, 1993).

Darboğaza sahip sitemlerde kısıtlar teorisi uygulaması (C.Carl Pegels, Craig Watrous, 2005) çalışılmıştır.

Sistemde oluşan darboğazları senkronize üretimle çözüm yoluna gidilmiştir.(R. Sivasubramanian, V. Selladural, A. Gunasekaran, 2003)

Darboğaz problemlerinin tam zamanında üretim yoluyla çözüm çalışmaları (Wieslaw Kubiak, 2005) yapılmıştır.

Üretimde kayan darboğazların çözümlenmesi üzerinde çalışma yapılmıştır (Anantaram Balakrishnan, Richard L. Francis, Stephen J. Grotzinger, 1996).

Darboğaz problemleri üzerine vaka analizleri yapılmıştır (Simon F. Hurley, Sukran Kadıpaşaoğlu, 1998).

Alan darboğaz probleminin çözümü için çalışma yapılmıştır (Tom Andel, 1998).

İşletmelerde kısıtlar teorisi kullanılarak sürekli iyileştirme konusunda çalışmalar yapılmıştır. (Ike Ehie, Chwen Sheu, 2005)

İşletmelerde kısıt meydana getiren darboğazlar üzerine çalışmalar yapılmıştır. (Jon Lee, 1991)

Kısıtlar Teorisinin bu yöntemi çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınmıştır (Luebbe and Finch, 1992; Fredandall and Lee, 1997).

Gunasekaren (1999)'da yoğun bir literatür taraması ardından çevik imalat sistemleri tasarımı için 4 boyut içeren bir çerçeve önermiştir. Bu boyutlar; stratejiler, teknoloji, insanlar ve sistemlerdir.

Kısıtlar teorisi prensiplerinin ana üretim çizelgesi, V-A-T analizi, hazırlık zamanı yönetimi gibi teorik problemlerde çalışma alanı bulunduğu görülmektedir (Spencer and Cox, 1995). Toplam kalite yönetimi ve Kısıtlar Teorisinin karşılaştırılması alanlarında Dettmer (1995) ve Köksal (2004) çalışma yapmıştır.

Kısıtlar teorisinin Malzeme ihtiyaç Planlaması ve Tam Zamanında Üretim gibi sistemlerle karşılaştırılmasına dair birçok çalışma olduğu görülür. Bu çalışmalar benzetim yoluyla desteklenmektedir. (Ramsay, et al., 1990; Steele, et al., 2005). Tam

Zamanlı Üretim Sistemleri ile Kısıtlar Teorisinin karşılaştırılmasına yönelik olarak Spencer and Cox (1995), Cook (1994), Thorne ve Smith (1997)'de çalışmalar yapılmıştır.

Tek makine çizelgeleme probleminde tek kısıt problemi Simons ve diğerleri (1999) tarafından ele alınmıştır. Spencer ve Cox (1995) Kısıtlar Teorisi çizelgeleme sistemini 4 adımda önermişlerdir.

Koruma kapasitesi birçok çalışmanın odağı olmuştur. Fry ve diğerleri (1997) bir fabrikada yüksek bir koruma kapasitesiyle sağladıkları faydayı çalışmalarında göstermişlerdir. Akış süresi ve süreç içi stokta gözlemlenen azalma Atwater ve Chakravorty (1995), Blackstone ve Fox (2002) tarafından incelenmiştir.

Kısıtlar teorisi çizelgeleme yaklaşımı Trampet-Tampon-Kordon sisteminde genellikle ilk-Giren-ilk-Çıkar ilkesi önerilmektedir (Goldratt and Fox, 1986)

Süreç partisi kaydırma sadece Russell ve Fry (1997) tarafından incelenmiş olup akış süreleri ve gecikmelerde önemli gelişmeler sağlandığı görülmüştür. Literatürde kısıtlar teorisinin, üretim parti büyüklüğü belirlenmesi konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Trampet-Tampon-Kordon tamponlama yaklaşımı Riezebos ve diğerleri (2003) tarafından incelenmiş olup bu alanda çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Kısıtlar Teorisi ve Dağıtım Gereksinimi Planlanması karşılaştırması ve çoklu ürün karmalarının performanslarının finansal yönden incelenmesi Watson ve Polito, (2003) tarafından, Kısıtlar Teorisi ve süreç muhasebesi incelenmesi Küçüksavaş ve diğerleri (2005), performans ölçütleri ve 5 adımlı odaklanma sürecinin ele alınması Gupta ve diğerleri (2002) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kısıtlar teorisi literatürüne göre, zaman tamponu uzunluğunun tanımlanması ilk olarak deneysel yolla deneme yanılma yaklaşımına göre tahmin edilmiştir (Tu and Li, 1998). Tampon uzunlukları daha sonra stok yönetimi diye bilinen bir süreç boyunca ayarlanır ve görüntülenir.

Louw ve Page (2004) kısıtlar teorisi kontrollü üretim sisteminde bir analitik model geliştirerek zaman tamponu tahminin benzetim modeline aktararak çeşitli senaryolarını değerlendirmiştir. Ürün karmaşıyla çalışan sistemler için bu modeli önermektedirler.

3. ÜRETİM SİSTEMLERİ

Üretim, temel amacı topluma değer yaratmak olan ve insan gereksinimlerinin, doğa tarafından tam olarak karşılanmaması sonucu ortaya çıkan ve insanlar tarafından geliştirilen bir etkinliktir.

Sistem, amacı doğrultusunda birbirleri ve çevresi ile, süreçlere dayalı etkileşimi olan öğeler topluluğudur. Üretim sistemi açık bir sistem olup girdiler, dönüştürme süreçlerinden geçirilerek çıktılar hâline getirilir. Girdiler, temel olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır: Doğa (toprak, madenler, su, hava), Emek (işgücü), Sermâye.

Üretim kavramı ekonomistler ve mühendisler tarafından ayrı biçimlerde tanımlanır. Ekonomistler üretimi “yarar yaratmak” şeklinde tanımlarlar. Mühendisler ise, fiziksel bir varlık üzerinde onun değerini arttıracak bir değişiklik yapmayı veya hammadde ya da yarı ürünleri, kullanılabilir bir ürüne dönüştürmeyi üretim sayarlar.

3.1. Üretim Sistemlerinin Amaçları

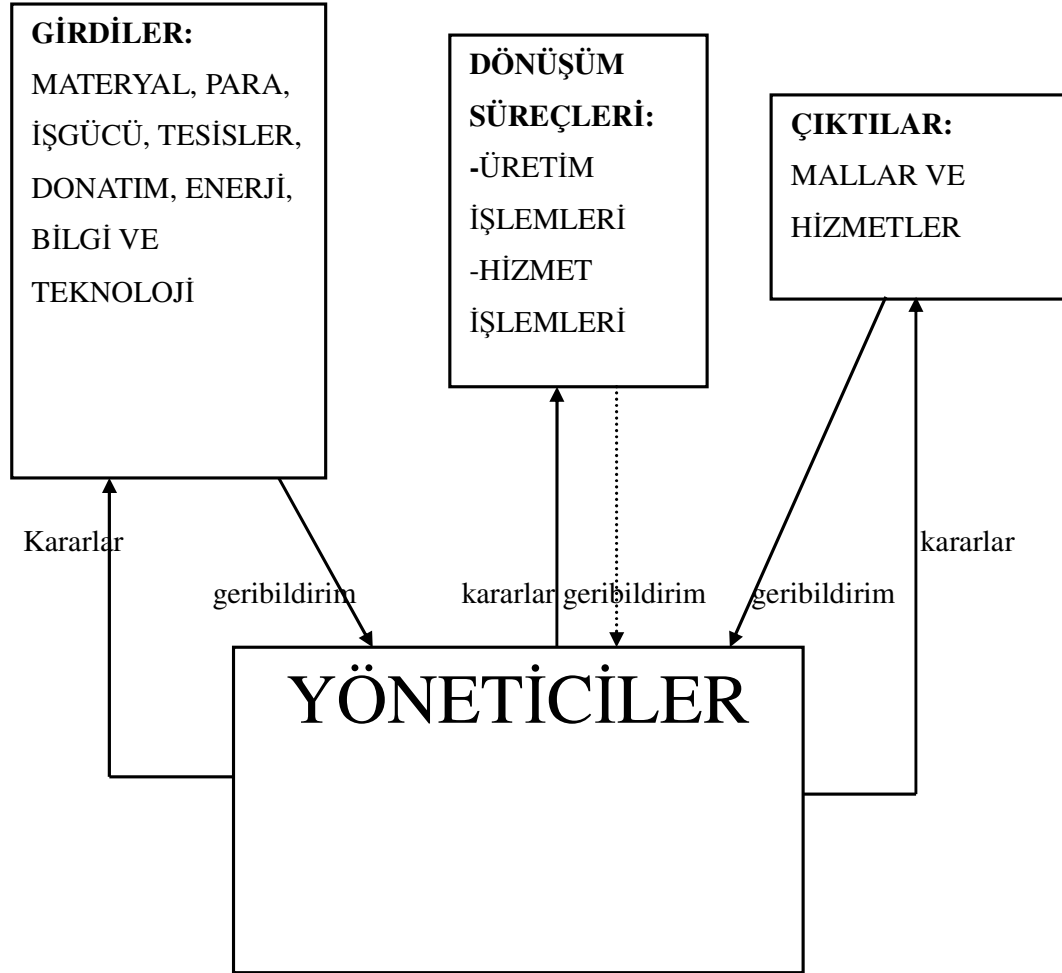
İşletme yönetiminin temel fonksiyonlarından biri, işletmede var olan kaynakların önceden saptanmış amaçlar doğrultusunda en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak yöntemleri geliştirmek ve uygulamaktır.

Üretim sistemleri, aşağıdaki unsurları, işletme politikaları doğrultusunda en uygun biçimde gerçekleştirmeyi amaçlamaktadırlar.

- 1) Çıktı miktarı
- 2) Maliyetler (malzeme, emek, dağıtım, stok, vs.)
- 3) Kullanım (malzeme, mevcut ekipman, işgücü)
- 4) Kalite ve mamul güvenilirliği
- 5) Zamanında teslim etme
- 6) Yatırımlar (varlıkların dönüşümü)
- 7) Ürün değişimine uyum kabiliyeti, esnekliği
- 8) Miktar değişimine uyum kabiliyeti, esnekliği

3.2. Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Üretim sisteminin tipinin belirlenmesi üretim plânlamanın ilk aşamasıdır ve üretim sisteminin tipi de işletme içindeki fabrika ve işgücü düzenlemeleriyle belirlenir. Burada üretim tipinin belirlenmesi, üretimin stoğa mı yoksa siparişe göre mi yapılacağı, satış miktarı ve siparişlerin sıklığı ile doğrudan ilişkilidir. Genel bir kural olarak yüksek üretim miktarları otomasyona ve düşük üretim hacimleri de insan gücüne uygundur. Sayısal kontrollü tezgâhlar aşağı yukarı eşit verimlilikle iki hacim tipinde üretimde de kullanılabilirler. Ama eğer makineler yüksek kapasiteyle kullanılamayacaksa karşılanması zor olan ilk maliyetlere sahiptirler.



Şekil 3.1. Üretim sistemi (Kaynak: R. Ewans ve ark., 1997)

Üretim sistemlerini; üretim yöntemi, mamul cinsi, mamul miktarı veya üretim akışı kriterlerine göre farklı biçimlerde sınıflandırmak mümkündür.

3.2.1. Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma

3.2.1.1. Birincil (primer) Üretim

Doğada mevcut hammaddelerin işlenmek veya kullanılmak üzere çıkarılmasıdır. Demir, bakır ve diğer madenler ile kömür ve petrol üretimi vs. bu üretim sınıfına girer.

3.2.1.2. Analitik Üretim

Temel hammaddelerin bazıları daha sonra ayırıcı işlemlerle parçalanıp işlenerek çeşitli mamullere dönüştürülür. Şeker pancarından şeker, ham petrolden benzin, fuel-oil boksitten alüminyum vs. analitik üretim sınıfına girer.

3.2.1.3. Sentetik Üretim

Doğadan elde edilen temel hammaddelerin bazıları da birleştirici işlemlerle yeni mamullere dönüştürülür. Sentetik kauçuk, alaşımlı çelik, plastik, cam vb. mamuller sentetik üretim grubuna girerler.

3.2.1.4. Fabrikasyon Üretim

Temel veya diğer hammaddelerin şekil verme yolu ile yeni mamuller edilmesidir. Döküm, tornalama, pres kesme vb. yöntemlerle şekil vererek mal üreten sistemler bu gruba girerler.

3.2.1.5. Montaj Üretim

Çeşitli hammadde, yarı mamul ve parçaları sistematik biçimde bir araya getirilerek karmaşık bir mamul üretmektir. Otomobil, televizyon, traktör, buzdolabı montaj yolu ile üretilen mamullerdir.

3.2.2. Mamul Cinslerine Göre Sınıflandırma

- a) Demir - Çelik Üretimi
- b) Kömür Üretimi
- c) Takım Tezgahları Üretimi
- d) Kimyasal Maddeler Üretimi
- e) Elektriksel Araç - Gereç Üretimi
- f) Elektronik Mamuller Üretimi
- g) Tekstil Mamulleri Üretimi

3.2.3. Üretim Miktarına/Akışına Göre Sınıflandırma

Üretilen mamulün miktarı ile üretim faaliyetlerinin fabrika içindeki akışı arasında yakın bir ilişki vardır. Aynı cinsten bir mamulün az veya çok sayıda üretilmesi; kullanılan makinelerin tiplerini, imalat yöntemlerini, standartları, insan gücünden yararlanma biçimini, fabrikanın yerleşme düzenini, üretim planlama ve kontrol yöntemlerini etkiler.

3.2.3.1. Siparişe Göre Üretim

Tüketicinin veya müşteri firmanın zaman, miktar ve kalite bakımından özel olarak belirlediği bir mamulün üretilmesidir. Gemi, büyük buhar kazanı, büyük takım tezgahları, proses makineleri, özel elektronik cihazlar vs.nin üretimi bu gruba girer.

Sipariş üretimi, imalatın yapıldığı sürelerin düzeni bakımından üç alt gruba ayrılır.

- a) Az sayıda mamulün yalnız bir defa üretilmesi,
- b) Az sayıda mamulün talep geldikçe, belirsizlik aralıklarda üretilmesi
- c) Az sayıda mamulün belirli aralıklarda periyodik olarak üretilmesi

3.2.3.2. Parti Üretimi

Bir mamulün özel bir siparişi veya sürekli bir talebi karşılamak amacı ile belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. Parti üretiminde iki temel problem vardır. Bunlardan biri en uygun parti büyüklüğünün saptanması, diğeri minimum kapasite kaybına yol açan üretim programlarının hazırlanmasıdır. Parti üretimi endüstride ağırlığı en fazla olan ve sık rastlanılan bir üretim tipidir. Ev eşyası, konfeksiyon, gıda, otomobil gibi her çeşit tüketim malı parti üretimi grubunda yer alır.

3.2.3.3. Sürekli Üretim

Eldeki makine ve tesislerin yalnız belirli bir mamule tahsis edilmesi ile yapılan üretdir. Söz konusu mamulün talep düzeyi ve üretim miktarları çok yüksektir. Sürekli üretimi;

- a) Kütle,
- b) Akış (proses) üretimi,

olarak iki alt gruba ayırmak mümkündür. İki grup arasındaki önemli fark şöyle belirlenir: Kütle üretiminde bir mamulden çok büyük miktarlarda ve uzun süre imal

edilir. Fakat gerektiğinde, makine, yerleşme düzeni, tertibat, kalıp vs. de bazı değişiklikler yapma sureti ile başka bir tip mamulün üretimine geçme olanağı vardır. Akış veya proses üretiminde makine ve tesisler yalnız bir cins mamulü üretecek şekilde dizayn edilmiş ve yerleştirilmiştir. Aynı yerde başka bir mamulü üretmek ya çok pahalıdır veya olanaksızdır. Çimento, şeker, petrol rafinerisi, motor vb. endüstriyel akış üretiminin belli başlıca örnekleridir.

3.3. Kesikli ve Sürekli Üretim Tiplerinin Özellikleri

Üretim miktarına veya akışına göre yapılan sınıflandırmada; sipariş, parti ve sürekli üretim olmak üzere üç tip tanımlamıştık. Bunlardan ilk ikisinde, tanımlarından da anlaşılacağı üzere, aynı mamulün belirli veya belirsiz aralıklarda üretilmesi söz konusudur. Bu açıdan üretim tiplerini kesikli ve sürekli olarak iki ana grupta toplamak mümkündür. İki grup arasındaki farklar şöyle özetlenebilir:

3.3.1. Üretim Miktarı

Kesikli üretimde mamul miktarı küçüktür. Buna karşılık mamul çeşidi fazladır. Eğer mamul çeşitlerinden bazılarının talebi yüksek düzeylere ulaşırsa, fabrika içinde bunlar için ayrı ve sürekli üretim yapan hatlar kurulur.

3.3.2. Kullanılan Makine ve Teçhizat

Kesikli üretimde mamul cinsi ve dolayısıyla yapılan işler değiştiğinden, hammaddelere şekil veren tezgahların çeşitli işler görme niteliğinde olmaları istenir. Bu tür makinelere çok amaçlı veya üniversal tezgahlar denir. Üniversal tezgahlarda, yapılabilecek işlem tipi bakımından sınırları geniş olmasına karşılık, hız ve verimlilik

düşüktür. Halbuki sürekli üretimde kullanılan özel tezgahlarda, çalışma hızı ve insan gücünden yararlanma oranları oldukça yüksektir.

3.3.3. Fabrikanın Yerleştirme Düzeni

Makinelerin ve çalışma alanlarının fabrika içindeki yerleşme düzeni, işlemlerin cinsine veya mamulün oluşmasında izlenen yola göre kurulur. Kesikli üretimde bazen, prosese göre yerleştirme düzeni yapılır. Yani, aynı işi gören tezgahlar (torna, freze, matkap) bir yerde toplanarak makine atölyesi oluşturulur. Sürekli üretimde, hammaddeden başlayarak mamul hale ulaşınca kadar iş parçası üzerinde uygulanan işlemleri yapan tezgahlar bir imalat hattı üzerinde sıralanmışlardır.

3.3.4. İş Yükü Dengesi

Üretilen malın cinsinin sık değişmesi ve miktarının önceden bilinmemesi programlama yapmayı olanaksız kılar. Bu nedenle kesikli üretimde iş yükü dengesini sağlamak çok güçtür. Bazı tezgahlar boş beklerken bazılarının işi yetiştirememesi olağan sayılmalıdır. Halbuki sürekli üretimde programlar çok önceden titizlikle hazırlanmış olduğundan tezgahların iş yükleri arasında duyarlı bir denge vardır.

3.3.5. İşçilik Kalifikasyonu

Üretilen malın cinsinin sık değişmesi imalatı yapan işçinin daha fazla bilgi ve inisiyatif kullanmasını gerektirir. Kesikli ve sürekli üretim tiplerinin özellikleri göz önüne alınırsa, birincide daha kalifiye işçi çalıştırmanın zorunlu olduğu söylenebilir. Sürekli üretim yapan fabrikalarda birkaç kalifiye elemana karşılık, önceden ayrıntılı olarak planlanmış, belirli, rutin sayılabilecek işleri gören çok sayıda vasıfsız işçi vardır.

3.3.6. İş Hazırlama Faaliyetleri

Yapılacak her yeni iş için ayrı bir iş emrinin hazırlanması, iş yükü ve programların yeniden düzenlenmesi gerekir. Buna bağlı olarak malzeme istekleri ve iş takip ve kontrol faaliyetleri de artar. Üretilen mal cinsinin sık değiştiği kesikli üretim tipinde iş hazırlama faaliyetlerinin yoğun olması doğaldır. Üretimin büyük partiler halinde yapıldığı sürekli üretim tipinde her parti için ilgililere bir kez iş emri verilir. Ancak iş emrinin çok ayrıntılı olarak hazırlanmış bulunması şarttır. Dolayısıyla sürekli üretimdeki iş hazırlama faaliyetlerini yoğunluk bakımından az, fakat karmaşık olarak nitelemek mümkündür.

3.3.7. Hammadde, Yarı Mamul ve Mamul Stokları

Kesikli üretimde mamul cinsi sık değiştiğinden hangi hammaddeden ne miktar ve ne zaman kullanılacağını kesinlikle bilmek güçtür. Dolayısı ile ihtiyaç duyulabilecek her türlü hammadde ve malzeme stokta hazır bulundurulmalıdır. Sürekli üretimde hammadde ihtiyacı önceden bilinir ve kullanım hızı sabittir. İşlemler veya istasyonlar arasında herhangi bir bekleme olamaz.

3.3.8. Fabrika İçindeki Taşıma Faaliyetleri

Mamul cinsinin, büyüklük ve ağırlığının ve imalat sırasındaki rotanın çok değiştiği ve bu yüzden belirsiz olduğu kesikli üretimde taşımaların üniversal araçlarla yapılması doğaldır. Bu tür araçların başında sabit veya hareketli vinçler, istif arabaları gelir. Bunlar fabrika alanı içinde her noktaya ulaşabilirler. Sürekli üretimde taşınan cisim belirli ve taşıma hızı sabit olduğundan amaca uygun biçimde tasarlanan konveyör, kaygan yüzey, raylı araba vb. özel araçlar kullanılır.

3.3.9. Tamir - Bakım Faaliyetleri

Üretim araçlarının ve tesislerinin tamir ve bakımları çeşitli şekillerde yapılabilir. Belirli kullanım süreleri sonunda yapılan bakım ve arıza anındaki tamir faaliyetleri üretimi bir ölçüde aksatır. Makinelerin ve işlemlerin birbirinden farklı olduğu kesikli üretimde bu aksama azdır. Zira bakıma alınan makinenin veya bozulan tezgahın göreceği işi bir başka tezgahta yapma olanağı bulunabilir. Halbuki sürekli üretimde, daha önce belirtildiği gibi, bir noktadaki aksama bütün hattın durmasına eden olabilir. Bu nedenle sürekli üretimde bakım planlarının hazırlanması büyük önem taşır.

3.3.10. Üretim Kapasitesi

Üniversal tezgahlardan oluşan bir imalat atölyesinin kapasitesi çeşitli yollardan artırılabilir. Örneğin, çalışma yöntemlerini geliştirme vb...

Fazla mesai yapma veya yeni tezgahlar lama yolu ile mevcut kapasiteyi artırma olanağı vardır. Bu nedenle kesikli üretimde kapasitenin esnek olduğu söylenebilir. Sürekli üretimde ise tezgahlar birbirine bağımlıdır. Bunlardan birinin kapasitesini artırmanın olumlu bir etkisi yoktur. Aksine üretim hattında tıkanmalar meydana gelir. Kapasitede bir değişiklik yapabilmek için tüm sistemi ilgilendiren büyük yatırımlara ihtiyaç vardır.

Kesikli üretim ve sürekli üretim tiplerinin kıyaslanmasını aşağıdaki gibi, tablo halinde görmek mümkündür.

Kriter	Kesikli Üretim	Seri Üretim
1.Üretim miktarı	Mamul miktarı az, çeşit fazla	Mamul miktarı fazla, çeşit az
2.Kullanılan makine ve teçhizat	Çok amaçlı üniversal tezgahlar, hız az, verimlilik düşük	Özel tezgahlar, Hız yüksek, verimlilik yüksek
3.Yerleşme Düzeni	Gruplanmış halde	Mamule göre seri düzenleme (üretim hattı)
4. İşyeri düzeni	Dengelemek güç, gecikmeler var	Dengelemek mümkün
5. İşçilik	Kalifiye	Vasıfsız işçilik
6. İş hazırlama faaliyetleri	Çok yoğun, ancak basit	Az, ancak karmaşık ve özen gerektirir.
7. Fabrika içi taşıma faaliyetleri	Üniversal taşıma, tezgahları taşıma, çok yoğun	Araç hızı yüksek tertibatlar
ş. Tamir - bakım	Arıza etkisi az	Bakım planlaması çok önemli
9.Üretim kapasitesi	Esnek kapasite	Komple yeni yatırım

Çizelge 3.1. Kesikli ve Seri Üretim Arasındaki Karşılaştırma

(Kaynak: Gökşen Y, Geleneksel Üretimden Esnek Üretime Karşılaştırmalı Bir

İnceleme 2003, s: 8)

3.4. Diğer Üretim Tipleri

Doğrudan tüketici ihtiyacını karşılama amacına yönelmeyen veya tek başına düşünüldüğünde ekonomik açıdan karlı olmamasına rağmen girişilen üretim faaliyetlerini öncekilerden ayrı bir grupta toplayarak kısaca tanımakta yarar vardır. Bunları özel üretim tipleri olarak adlandırmak mümkündür. Özel üretim tipleri şunlardır:

3.4.1. Araştırma Üretimi

İşletmenin geleceğe dönük bir takım tasarılarını gerçekleştirmek için girişilen araştırmalarda deney yapma amacı ile üretilen mamullerdir.

3.4.1.2. Model ve Prototip Üretimi

Araştırma faaliyetlerinin bir parçası olmakla beraber, mamulün çalışma şartlarını, performansını ve fabrikada üretilme koşullarını deneme amacını taşır.

3.4.1.3. Test Modelleri Üretimi

Mamulün, normal kullanılma koşullarından daha ağır içinde dayanıklılığını test amacı ile üretilen modellerdir.

3.4.1.4. Pilot Üretim

Deneme mamullerinin gerçek üretim hattında imaline geçildiğinde her şeyin normal cereyan edeceği sanılmamalıdır. Önceden görülmesi mümkün olmayan bazı sorunların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu durumun önüne ancak pilot üretimle geçilebilir.

3.4.1.5. Dizaynı Tamamlanmamış Mamullerin Üretimi

Mamulün laboratuarda denenmesi çok uzun zaman alabilir, belirli cins bir hammaddenin tedariki gecikebilir veya ihtiyaç nedeni ile mamulün bir an önce tüketicinin yararına sunulması gerekebilir.

3.4.1.6. Yeni Modele Geçiş Devresi Üretimi

Mamul modelinin esaslı biçimde değişmesi için üretim hızının çok yavaşlaması, hatta bir süre durması zorunlu olabilir. Böyle bir durumda önce mevcut üretimi aksatmadan yapılması mümkün değişiklikler gerçekleştirilir. Daha sonra, belli bir süre üretimi durdurarak yeni modele geçilir.

3.4.1.7. Başlangıç Devresi Üretimi

Her noktası önceden titizlikle planlanmış bir mamulün üretimine geçildiği zaman dahi, kağıt üzerinde görülemeyen birtakım güçlüklerle karşılaşılır. Bunların giderilmesi için bir süre gerçek üretim faaliyetlerinin dikkatle izlenmesi, aksayan yanlarının düzeltilmesi gerekir.

3.4.1.8. Demonstrasyon ve Gösteri Mamulleri Üretimi

Bazı firmalar sergi, fuar veya satış yerlerinde tanıtılmak ve çalışma şeklini müşterilere göstermek amacı ile mamulün pek az sayıdaki miktarını özel biçimde imal ederler.

3.4.1.9. İhracat Mamulleri Üretimi

Çeşitli ülkelerdeki kullanım, ölçü, standart, iklim, beğeni vb. farklar nedeni ile bir ülkeye ihraç edilecek mamulün bir kısım niteliklerinin değiştirilerek üretilmesi gerekir.

3.4.1.10. Modifikasyon, Tamir ve İade Mamulleri Üretimi

Gemi, uçak, tren ve benzeri askeri araçların, kısa zamanda ortaya çıkan yeni teknolojik gelişmelere uydurulması istenebilir. Bunun için söz konusu mamul, genellikle üretici firmaya gönderilerek modifikasyona tabi tutulur veya diğer bir deyişle modernize edilir.

3.4.1.11. Geçici (Arızı) Üretim

Sürekli üretimde bulunan bir fabrikanın zaman zaman sipariş niteliğinde üretim yapması istenebilir. Geçici üretimi gerçekleştirmek için çeşitli alternatifleri denemek mümkündür. Bunların başında sadece geçici üretim yapan ve asıl fabrikanın küçük bir modeli olan bir minyatür fabrika kurulması veya çoğunluğu üniversal tezgahlardan oluşan makine atölyesinden yararlanılması gelir. En uygun alternatifin saptanması hiç kuşkusuz maliyet hesaplarına dayandırılmalıdır. Bazı hallerde ise geçici üretimin diğer firmalara ihale edilerek yaptırılması daha ekonomik olabilir.

<i>Özellikler</i>	<i>Atölye Tipi Üretim</i>	<i>Akış Tipi Üretim</i>	<i>Proje Tipi Üretim</i>	<i>Sürekli Üretim</i>
<i>Makine Tipleri</i>	Esnek, genel amaçlı	Özel amaçlı tek	Genel amaçlı; Hareketli	Özel amaçlı
<i>Süreç Tasarımı</i>	Fonksiyonel tipi Süreç tipi	Ürün bazlı iş akışı	Proje tipi veya Sabitlenmiş iş Akışı	Ürün bazlı iş akışı
<i>Hazırlık Zamanları</i>	Uzun; Değişken	Uzun	Değişken	Çok uzun
<i>Çalışanlar</i>	Tek işlevli; Çok işlevli (bir adam+bir makine)	Tek işlevli; Daha az yetenekli	Tek işlevli; yetenekli (bir adam+bir makine)	Çok az sayıda çalışan
<i>Stoklar</i>	Çeşitlilik için büyük miktarlarda stok	Tampon stoklamayı sağlamak için	Değişken; Genelde hammaddeler için	Düşük süreç içi stok
<i>Parti Büyüklüğü</i>	Küçük-orta	Büyük miktarlar	Küçük miktarlar	Uygulanamaz
<i>Her Birim İçin Üretim Zamanı</i>	Uzun, değişken	Kısa, sabit	Uzun, değişken	Kısa, sabit

Çizelge 3.2. Geleneksel Üretim Sisteminin Özellikleri

(Kaynak: MPM Yay. 1998, s: 64-66)

3.5. Hücresel Üretim Sistemi (HÜS)

Günümüzde kalite, maliyet ve teslimat performansını eş zamanlı olarak artırmanın en geçerli çaresi Yalın düşünce ve üretim olarak görülmektedir [Womark and Johns,1996]. Yalın üretimin olmazsa olmaz aşamalarından biri Hücresel Üretimdir. Hücresel Üretim bir sistemi mümkün olduğunca bağımsız alt sistemlere ayıran ve alt sistemlerin hızlı ve etkin çalışma yeteneğini, tüm sisteme yansıtmayı amaçlayan bir yaklaşımdır.

Atölye tipi üretimin üretim çeşitliliği avantajı ile seri üretimin verimlilik avantajını birleştirmek amacı ile alternatif bir üretim sistemi olarak geliştirilen hücresel imalat sistemi, makinelerin, iş parçalarının benzerliklerini baz alan, farklı algoritmalara göre gruplandırılması temeline dayanır. Bir üretim hücresi bir araya getirilmiş makineler, malzeme taşıma sistemi ve bunları yöneten merkezi bir kontrol ünitesinden oluşur.

HÜS' de, ekonomik yararlarını başarmak amacıyla parçalar, parça aileleri oluşturmak için birlikte tanımlanıp gruplandırılmaktadır. HÜS, günümüzde yığın üretim sistemlerindeki verimliliği arttırmaya ilişkin popüler bir üretim tekniği durumundadır(Sarker, 2001, s .587).

Hücresel Üretim Sistemi, parçaların, parça aileleri biçiminde ve makinelerin, makine hücreleri biçiminde gruplandığı bir üretim sistemidir. Parça tasarımı ve üretim özelliği benzerliği kümeleşmeyi başarabilmek için kullanılmaktadır. (Shanker,Vrat, 1998, s .97)

Üretim Sistemleri, hacim-çeşitlilik boyutu temeline dayandırılarak da sınıflandırılabilir. Yüksek esnekliğe sahip bir sistem parçaların yüksek çeşitte üretilmesine izin vermektedir. İki uç üretim durumu; yüksek hacim düşük çeşit ve düşük hacim yüksek çeşittir. Bu iki uç durum arasında önemli bir orta hacim, orta çeşit üretim durumu vardır (Singh, 1996, 532-533).

Bir üretim sisteminin ideal yapısının yararlı bir göstergesi Hitomi'nin P:Q oranı vasıtasıyla elde edilmektedir.

		ÜRETİM NİCELİĞİ	
ÜRÜN		DÜŞÜK	YÜKSEK
ÇEŞİDİ	DÜŞÜK	Mevcut davranış ve uygulamalara göre(bağlı olarak)	Ürüne göre yerleşim
	YÜKSEK	Sürece göre yerleşim	Mevcut davranış ve uygulamalara göre(bağlı olarak)

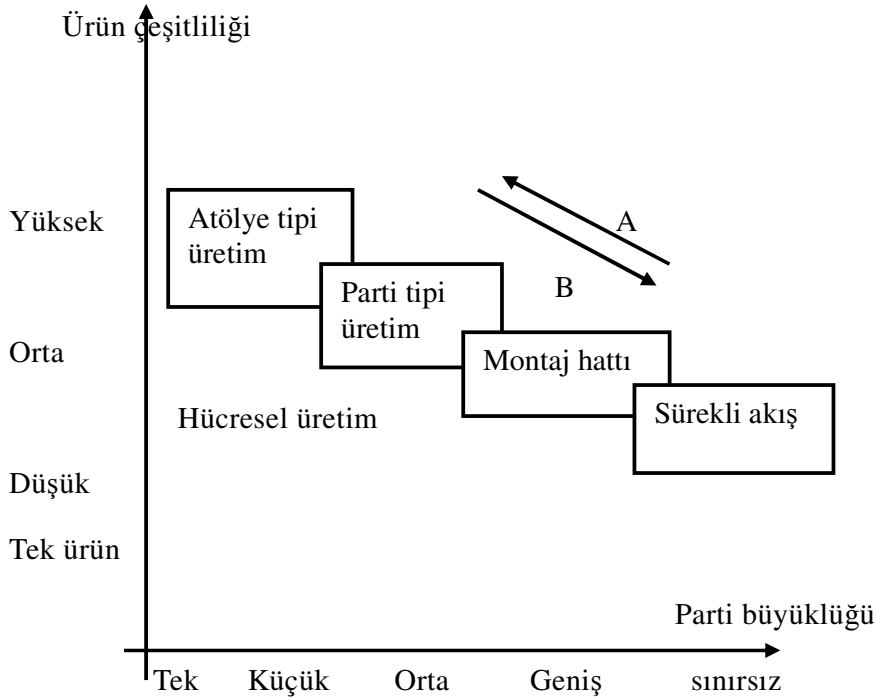
Çizelge 3.3. P-Q Analizi

(Kaynak: Hitomi, 1990; aktaran: Brandon, 1996, s: 89-90)

Ürünlerin sayısı P değişkeni, üretim niceliği Q değişkeni ile temsil edilmektedir. Üretim yerleşiminin doğal yapısı yukarıdaki çizelgeden saptanabilir. Ürün çeşidinin yüksek, üretim niceliğinin düşük olduğu durumda sürece göre yerleşimden; ürün

çeşidinin düşük, üretim niceliğinin yüksek olduğu durumda ise ürüne göre yerleşimden bahsedilebilir (özellikle kilit/anahtar ürünlere göre). Diğer iki durum için ise, üretim sistemi tasarımında organizasyonun geçmişi, yürütülmekte olan stratejik planlama ve geleceğe yönelik öngörülerin etkili olacağı söylenebilir (Brandon, 1996, 89-90).

Aşağıdaki diyagram grafiksel olarak üretim esnekliği ve birim başına maliyet arasındaki ilişkiyi geleneksel üretim sistemleri açısından göstermektedir (Fraizer, Spriggs, 1996; aktaran: Reynolds, 1998, 90).



Şekil 3.2. Çizim Üretim Esnekliği-Birim Maliyet İlişkisi(Kaynak: Tezcan M., Yüksek Lisans Tezi, 2001, s: 72

A: artan esnekliğin yönü B: birim başına azalan maliyetin rolü

Şekil 3.2., grup teknolojisi-hücre yerleşiminin parti tipi üretim için en uygun olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni ise parçaların küçük ve orta hacimdeki partiler halinde üretilmesi ve göreceli olarak ürün karmasının kararlılığıdır.

Genelde üç tip tesis yerleşimi vardır (Ham, Hitomi, Yoshida, 1985, 154):

1. Ürüne göre yerleşim (veya akış hattı/üretim hattı)
2. Grup Teknolojisi yerleşimi (veya hücreyel)
3. Sürece göre yerleşim (veya işlevsel).

Buna göre mevcut bir yerleşim tipinin P ve Q arasındaki ilişkiye bağlı olduğu söylenebilir. P-Q analizi yoluyla uygun bir tesis yerleşimi belirlenebilir.

<i>Yıllar</i>	<i>Performans Kriteri</i>	<i>İdeal İşletme Tipi</i>
1960	Fiyat	Etkin İşletme
1970	Fiyat+Kalite	Kaliteli İşletme
1980	Fiyat+Kalite+Ürün Çeşitliliği	Esnek İşletme
1990	Fiyat+Kalite+Ürün Çeşitliliği+Farklı ve Hızlı Olma	Yenilikçi İşletme
2000	Kalitenin İşletmedeki Her Birimin Sorumluluğunda Olduğu Müşteri Odaklılık, Bilgi katma değeri	Mükemmeli Arayan İşletme

Çizelge 3.6. Performans Kriterleri ve İdeal İşletme Tipleri(Kaynak: Bolwijn,Kumpe, 1990 Aktaran: Çil ve Evren, 1994)

3.6. Çağdaş Üretim Sistemleri

Küresel rekabet beraberinde kısa ve belirsiz yaşam döngüsüne sahip ürün artışını, yeniliğe açık süreç teknolojilerini getirmiştir. Aynı zamanda, kendi istekleri doğrultusunda düşük maliyet ve zamanında teslim bekleyen müşteriler ortaya çıkmıştır. Kitlesele üretim(mass production) bu talepleri çeşitli olması yönüyle karşılayamamıştır.

Günümüzde ekonomik gidişat, globalleşmenin etkisiyle firmaların dünya ekonomik liginde yer alabilmeleri için geleneksel üretim tekniklerini modern sistemlerine dönüştürmeleri gerekmektedir.

Günümüz koşullarında rekabet avantajı elde edebilmek ve pazarda yer edinebilmek için esnekliği yüksek üretim sistemlerine yönelmektedir. Bu da ancak modern sistemler kullanarak mümkündür.

Çağımızda her şey çok hızlı değişmekte ve bu değişim yaşamın her alanını olduğu gibi üretim işlevini de etkilemektedir. 1970'li yıllarda Japon Endüstrisinin gerçekleştirdiği inanılmaz gelişimin başlangıcını oluşturan ve batılı endüstrilerinin, özellikle de Amerikan endüstrisinin bu gelişmelerin karşısında ki arayışlarını temsil eden yaklaşımlarla üretim alanında çok büyük değişimler yaşanmaya başlanmıştır ve bu süreç halen devam etmektedir. Bütün bu gelişmeler dolayısıyla işletmeler modern imalat yöntemlerine yönelerek varlıklarının devamını sağlamak amacındadırlar.

3.6.1. Yalın Üretim Sistemi

Yalın Düşünce'nin temel amacı, değer'in ilk ham maddeden başlayarak, değer yaratma süreci boyunca hiç kesintisiz akıtılarak hızla nihai müşteriye ulaştırılmasıdır. Bunu başarabilmek için tüm değer zincirine bir bütünlük çerçevesinde bakmak, israfları yok etmek ve tüm faaliyetleri müşteri için mükemmel değer oluşturmak amacına yönlendirmek gerekir.

Yalın Düşünce'de israf, bilinen anlamının ötesinde ürün ya da hizmetin kullanıcıya herhangi bir fayda sunmayan, müşterinin fazladan bedel ödemeyi kabul etmeyeceği her şeydir. Tasarımdan sevkiyata tüm ürün/hizmet yaratma aşamalarındaki her türlü israfın (hatalar, aşırı üretim, stoklar, beklemeler, gereksiz işler, gereksiz hareketler, gereksiz taşımalar) yok edilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyum esnekliğinin kazanılması, nakit akışının hızlandırılması dolayısı ile firma kârlılığının artırılması hedeflenir.

Yalın Düşünce uygulamalarıyla sistemdeki israflar sürekli olarak azaltılıp, kaynaklar daha fazla değer yaratmaya yönlendirildiğinde, sadece firmaların kârlılığı ve rekabet gücü artmaz, müşteriler de kendilerine daha uygun, daha kaliteli, daha ucuz ürün ve hizmetleri temin edebilirler. Bu zincir tüm sektörlerle ve tüm faaliyet alanlarına yayıldığında toplumsal zenginliğin artmasına katkıda bulunur.

Yalın düşünce, dünyanın her yerinde iş yaşamının skor tutucu standart birimi kabul edilen firmanın ötesine geçerek, bütüne bakabilmeyi; yani,

kavramsal boyuttan ayrıntılı tasarıma ve fiili uygulamaya, ilk satıştan sipariş girişleri ve üretim çizelgeleriyle teslimata ve uzaklarda üretilmiş hammaddelerden

müşterinin elindeki ürüne dönüşümü gerçekleştirerek, belirli bir ürünün tasarlanıp üretilmesini sağlayan faaliyetler kümesine bakabilmeyi gerektirmektedir. Bu bütünsel bakışı gerçekleştirmeye uygun örgütsel mekanizma ise yalın işletme olarak tanımlanabilir. Yalın işletme, bir anlamda, ilgili tüm kesimlerin değer akımına bir kanal yaratmak ve her türlü mudayı ayıklayıp elemek amacıyla bir araya geldikleri bir konferans olarak da düşünülebilir (Womack, Jones, 1998, s.18-19).

Üretimin doğuş noktasının yalın düşünce olduğu söylenebilir. Yalınlık kelime anlamıyla, elde bulunan kaynakların en etkili biçimde kullanımını, israfın önlenmesini ve gereksiz görülen her şeyin uzaklaştırılmasını ifade etmektedir (Baykasoğlu, Dereli, 2001, 3).

Yalın düşüncenin beş temel ilkesi mevcuttur, bunlar:

değer,
değer akımı,
akış,
çekme,
mükemmellik olarak sıralanabilir.

Değerin doğru bir biçimde tanımlanması yalın düşüncenin ilk kritik adımıdır. Yanlış ürün ve/veya hizmetin doğru biçimde üretilmesinin sonucu muda'dır ve hiçbir değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetleri göstermektedir. Muda, Japonca'da israf anlamındadır ve de yalın üretimin sahip olduğu üç temel ilkeden (muri, mura ve muda) biridir.

Yalın düşünce, değer, belirli müşterilerle oluşturulan diyalog sonucunda belirli fiyatlarla sunulan, belirli yetkinliklere sahip olan belirli ürünler türünden tam ve doğru olarak tanımlanmasına yönelik bilinçli bir çaba ile başlamak zorundadır.

Bunu gerçekleştirirken de, firmalardaki teknik uzmanların rollerinin yeniden tanımlanmasını ve değerini nerede oluşturulacağı konusunun yeniden düşünülmesini gerektirmektedir (Womack, Jones, 1998, 16- 17).

Üretimde gerçekleşen temel israflar ve bunların nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- hurdalar
- fazla üretim
- makine kapasitelerinin etkin kullanılmayışı
- gereksiz materyal taşımaları, dolayısıyla materyal aktarma maliyetlerindeki artış
- gereksiz ve katma değer yaratmayan operasyonlar
- işçinin makine zamanı içinde bekleme süreleri
- gereksiz işçi hareketleri olmaktadır.

İsrafların nedenleri ise;

- yetersiz çalışma yöntemleri
- uzun üretime hazırlık zamanları
- yetersiz ve iyi programlanmamış iş süreçleri
- çalışanların genel eğitim seviye düşüklüğü ve kurum içi eğitim eksikliği
- yetersiz ve sistematik olmayan bakım
- üretimde yeterli alan faydasının oluşturulamaması
- liderlik eksikliğidir.

İşletmelerin, yalın üretim sistemine geçerlerken birtakım teknikler kullanmaları gerekmektedir, söz konusu teknikler kısaca açıklanarak aşağıdaki biçimde sıralanabilir:

Kanban, kart anlamına gelmektedir ve çekme tipi bir üretimde bir sonraki işlem, bir önceki işlemden gereksinim duyduğu parçalar tam zamanında ve gereksinim duyduğu miktarda almaktadır; kanban bu sistemi yürütmeye yarayan bir yöntemdir. Jidoka, hattı durdurma yetkisinin operatörlere verilmesi ve sorunların kaynağının belirlenerek giderilmesinin sağlanması, makinelere ürettiği ürünü kontrol edebilme, bir sorun olduğunda otomatik durabilme ve/veya gerekli sinyalleri verebilme becerisinin kazandırılması, operatör işgücü ile makine operasyonlarının birbirinden ayrılması, birden fazla makinenin yönetilmesinin sağlanması biçiminde açıklanabilecek ilkeler üzerine kurulu olmaktadır.

MDS, model dönüş süresi –SMED-, bir partinin son parçasının üretimi ile bir sonraki partinin ilk hatasız parçasının üretimi arasında geçen süre olmaktadır ve parçaların, ekipmanların toparlanması, parçaların değiştirilmesi, yerleştirme ve ayarlama unsurlarından oluşmaktadır.

POKA-YOKE, unutkanlık, dikkatsizlik, yanlış anlama gibi insan unsurundan kaynaklanan durumlara karşı çeşitli hata yapmayı önleyici ve yardımcı araç ve/veya stratejileri kullanarak, ancak; daha fazla kontrol elemanına gerek duymadan sıfır hatalı üretime ulaşmayı amaçlamaktadır.

5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), seiri yapılanma, seito düzen, seiso temizlik, seiketsu süreklilik ve shitsuke de özen anlamına gelmektedir.

KAIZEN, geri bildirimle dayanan düzeltici bir faaliyettir. Kademeli, sürekli değişim, küçük yatırımlar, açık-paylaşılabilir bilgi ve uzun vadeli etkiler sonucu daha iyiye doğru değişim anlamı taşımaktadır.

Yukarıdaki açıklamaların ışığında, Esnek Üretim Sistemleri, Grup Teknolojisi, Hücresel Üretim Sistemi, Tam Zamanında Üretim v.b. yöntemlerin kullanılması yukarıda sözü edilen gelişim sürecinin açıklanması için gerekli oldukları söylenebilir.

3.6.2. Esnek Üretim Sistemleri (EÜS)

Müşteri zevk ve ihtiyaçlarının sürekli olarak değiştii günümüzde, pazarların görünümü ve yapısı tüketiciler tarafından belirlenmekte, değişik ürün yaratmak günümüz rekabetinin temelini oluşturmaktadır. Üretilen parça çeşitliliğinin fazla olması üretimde esneklik kavramını gündeme getirmiştir. Çevresel faktörlerdeki değişimlere tepki vermek ve uyum sağlamak organizasyon yapısının dinamik olmasına ve üretim sürecinin esnekliğine bağlı olmaktadır. İşletmedeki esnek yapı arttıkça tüketici istek ve davranışlarına daha hızlı yanıt verilebilmekte, hedef kitle ya da pazar korunup büyütülebilmektedir. Günümüzde ürün çeşidinin fazlalığı, yüksek kalite ve müşteri odaklı olma ilkesi, işletmelerin düşük, orta hacimli ve orta çeşitte üretim yapan sistemlere yönelmesine neden olmuştur.

İşletmelerin ürün üretme fikrinden satış sonrası hizmet anlayışına değin her boyutta düşünce ve eylemlerinde devrime yol açan unsurlardan biri, müşteri talebindeki farklılaşma ve hızlı dönüşümdür. Dolayısıyla işletmeler bu dönüşüme yanıt verebilmek için, müşterinin gereksinim duymasından daha önce harekete geçerek kısa sürede, en uygun fiyatta, beklenen kalitede ve istenilen yerde yeni ürünleri üretmelidirler.

Esnek Üretim Sistemleri, yoğun otomasyon ve teknoloji ağırlıklı üretimin yapıldığı, üretim faktörlerinin hızla üretime yönlendirilebildiği ve tüketicilere zamanında ulaştırılarak nakde çevrilebildiği, insanların bu ortama uyum gösterdiği ve değişikliklere hızla cevap verebildiği üretim süreci olarak tanımlanabilir ve genel özellikleri aşağıdaki biçimde sıralanabilir (Tekin ve Atamak, 1997, 245):

EÜS, ürün çeşidinin fazla olduğu işletmelerde kullanılabilir.

EÜS, aynı gruptan olup farklılık gösteren parçaları üretmek amacıyla kullanılmaktadır.

Genel amaçlı makine ve tezgahı içermektedir. Arklı parçaları üretmek için makine/teçhizat küçük çaplı değişiklikler yapılabilir.

Mamul, yarı mamul ve hammadde otomatik bantlarla, malzeme ve taşıyıcılarla hareket edebilmektedir.

Genel amaçlı makine/teçhizat ve malzeme taşıma sistemini kontrol eden ana bir bilgisayar vardır.

Farklı parçaların üretilmesi, makineler üzerinde gerçekleşen otomatik değişikliklerle mümkün olabilmektedir.

Üretimde personel müdahalesi asgariye indirilmiştir.

Fabrikaya hammadde girişinden mamul çıkışına kadar kalite kontrol, tasarım, üretim gibi tüm işlemler otomasyona dayalı olarak bilgisayarla gerçekleştirilmektedir.

EÜS'nin farklı kaynaklarda yer alan tanımları aşağıdaki biçimdedir (Atalay, Birbil, Demir, Yildirim, 1998, 19):

EÜS, bir malzeme taşıma sistemiyle birbirine bağlanmış Bilgisayar Sayısal Destekli (CNC) veya Sayısal Denetimli (CN) makinelerden ve bunların işleyişini kontrol eden bilgisayar sisteminden oluşan ve birbirinden farklı ürünler üretebilen bir üretim sistemi olarak tanımlanabilir.

EÜS, Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) ve Bilgisayar Destekli Üretim Planlama (CAPP)' dan oluşan Bilgisayarla Bütünleştirilmiş Üretim (CIM) kavramının bir fiziksel uygulaması olarak düşünülebilir.

EÜS, birden fazla tipteki parçayı küçük ya da orta hacimde etkin bir biçimde üretebilmek için tasarlanmış ve bilgisayar tarafından kontrol edilen yarı bağımsız iş istasyonları ve malzeme taşıma sistemlerinden oluşan otomatik bir üretim tipidir.

EÜS, yoğun otomasyon ve teknoloji ağırlıklı üretimin yapıldığı, montaj hatalarının olmadığı, üretim faktörlerinin hızla üretime yönlendirilebildiği ve zamanında tüketicilere ulaştırılarak nakde çevrildiği, insanların bu ortama uyum gösterdiği ve değişikliklere eskisinden daha hızlı cevap verebildiği üretim süreci olarak tanımlanabilir.

EÜS, çeşitli işlemler yapabilen ve aralarındaki bağlantı çok esnek olan, iki ya da daha fazla esnek üretim hücresinden oluşan bir sistemdir. EÜS, aynı teçhizat ve kontrol sistemini kullanarak çok çeşitli parçaları üreten, oldukça otomatikleştirilmiş üretim sistemleridir.

EÜS, bir ana bilgisayar kontrolündeki otomatik tezgahlar ve bunları birbirine bağlayan otomatik taşıma sisteminden oluşur.

Bir işletmenin esneklik düzeyini etkileyen temel unsurlar aşağıdaki biçimde sıralanabilir:

1. İşin Organizasyonu,
2. Üretim Planlama ve Kontrol Sistemleri,
3. Üretim Teknolojisi,
4. Bilgisayar Teknolojisinden Yararlanma Düzeyi

3.6.3. Tam Zamanında Üretim(TZÜ)

Literatürde tam zamanında üretim sistemi ile ilgili bazı tanımlarla karşılaşmak mümkündür. Örneğin Monden, bu üretim sistemini, gerekli ürünleri gerekli miktarlarda üretme yaklaşımıdır(1983:2) şeklinde tanımlarken, Crawford ve Cox, sistemi, bir üretim işletmesinde verimsizliklerin sürekli elimine edilmesi suretiyle mükemmelliğe ulaşma yaklaşımıdır şeklinde tanımlamışlardır.

(Crawford ve Cox, 1991: 34). Ayrıca, tam zamanında üretim sistemi, firma dışı müşterilerin istedikleri mal ve hizmetleri istedikleri zamanda üretmektir şeklinde tanımlanmaktadır (Atkinson vd., 1997: 72.).

Tam zamanında üretim sisteminin üretim işlemlerinde belirlediği amaçlar; mamul kalitesini yükseltmek, mamulün maliyetini azaltmak ve mamulün dağıtım imkanlarını artırmak şeklinde belirlenebilmektedir (Brinker ,1996: A3.6).

Tam zamanında üretim sisteminin üzerine inşa edildiği temel ilkeler; Toplam Kalite Kontrolü, Talep Çekmeli Sistem, Üretim Süreçlerinin Esnekliği,

Verimsizliklerin Yok Edilmesi ve Sürekli İyileştirme başlıklarında sınıflandırılabilir (Brinker,1996:A3.3).

3.6.3.1. Toplam Kalite Kontrolü

Tam zamanında üretim sisteminin üzerine inşa edildiği temel ilkelerden biri kalitedir. Üretimin hiç bir aşamasında kalitesizliğe izin verilmez. Bir kalite problemi çıktığında, üretim süreçlerinin tümüyle durdurulmasına bile izin verilir. Kalite problemlerini kaynağında yok etmek esastır. Bu yüzden, tedarik edilen girdilerle ilgili kalite sorunları tedarikçilerin sorumluluğundadır. Bir önceki üretim sürecinden teslim alınan kalite problemleri tekrar o aşamaya iade edilir. Her çalışan yaptığı işlerin kalitesinden birinci derecede sorumludur. Kişisel gayretlerle çözülemeyecek kalite sorunları, çalışanlar, yönetim ve tedarikçilerin işbirliğinden oluşan entegre bir anlayış çerçevesinde çözüme kavuşturulmaktadır.

3.6.3.2. Talep Çekmeli Sistem

Üretim süreçlerinde stoksuz, beklemesiz ve kesintisiz düz bir akış gerçekleştirmek için, tam zamanında üretim sisteminde talep çekmeli sistem kullanılmaktadır. Geleneksel üretim sistemlerinin aksine, tam zamanında üretim sisteminde hiçbir surette stok için üretim yapılmamaktadır. Talep çekmeli sistemin gereği olarak, bir sonraki üretim aşamasından istenmeyen hiç bir mamul bir önceki aşamada üretilmemektedir. Bu bizi, tam zamanında üretim ortamlarında, mamullerin önce satıldığı sonra üretildiği düşüncesine götürür. Kanban yöntemi ile gerçekleştirilen bu uygulama, tedarik edilen hammadde ve parçalar için de aynen tedarikçilere yansıtılmaktadır (Morrow, 1992:18).

3.6.3.3. Üretim Süreçlerinin Esnekliği

Küçük miktarlarda, fakat çok çeşitli mamul üretimimin esas olduğu tam zamanında üretim sisteminde, çalışanlar ve diğer üretim araçlarının esnekliği esastır. Üretim faktörlerinin çok maksatlı olarak kullanılabilmesi anlamına gelen esneklik; mamul çeşitliliğinin önemli olduğu üretim ortamlarında üretim faktörlerinden tam yararlanılmasını sağlamaktadır. Tam zamanında üretim sisteminde, üretim süreçlerinin esnekliği genel maksatlı üretim araçlarının tercihi ile sağlanırken, çalışanların esnekliği de, çapraz fonksiyonel uzmanlık kazandıracak eğitim çabaları ile gerçekleştirilmektedir. Çapraz fonksiyonel uzmanlık, çalışanların birden fazla alanda uzman hale getirilmesi anlamında kullanılmaktadır.

3.6.3.4. Verimsizliklerin Yok Edilmesi

Toplam kalite kontrolü, talep çekmeli sistem ve üretim süreçlerinin esnekliğine odaklan tam zamanında üretim sisteminde temel amaçlardan biri de verimsizliklerin yok edilmesidir(Crawford ve Cox, 1991:35). Bu maksatla yapılan işlemler, mamule değer katmayan işlem, faaliyet ve süreçlerin tümüyle ortadan kaldırılması şeklinde özetlenebilmektedir.

3.6.3.5. Sürekli İyileştirme

Özet olarak açıklanan tam zamanında üretim sisteminin temel ilkeleri ile oluşturulması hedeflenen ortam statik bir durum ifade etmemektedir. Aksine, tam zamanında üretim ortamlarında ulaşılan her hedef geçici ve sürekli iyileştirilebilir olarak kabul edilmektedir. Tam zamanında üretim sisteminde sürekli iyileştirme hem bir temel ilke hem de bir yaşam biçimi olarak değerlendirilmektedir (Mueller, 1998:7; Richmond ve Blackstone, 1988:28). Sürekli iyileştirmeler, genel olarak, küçük

problemlerin sürekli çözümü suretiyle sağlanmaktadır.

3.6.4. Çevik Üretim Sistemi

Çevik üretim; küçük ölçekte, modüler üretim tesislerinde, değişken arızalara maruz ortamlarda problemlerle başa çıkabilecek çevik işlemler üzerine odaklanan imalat sistemidir.

Günümüzde sürekli değişim ve belirsizlik çoğu endüstride hakimdir. Değişim işletmeler için istisna değil zorunluluk haline gelmiştir. Müşteri istekleri değişmekte, müşteriler yüksek kaliteli uygun fiyatlı ve kişiselleştirilmiş ürünler beklemektedirler.

Çevik Üretim kavramı Iacocca Institute tarafından yayımlanan “21st Century Manufacturing Enterprise Strategy” raporunun yayımlanması ile ortaya çıkmıştır. Bu raporda üç ana konudan bahsedilmektedir (Kidd,1994):

- İmalat alanında oluşan yeni rekabetçi ortam, değişimi zorunlu kılmaktadır.
- Rekabetçi avantaj kazanabilmek için yüksek kaliteli ve kişiselleştirilmiş ürünlere olan talebi derhal karşılamak gerekmektedir.
- Çeviklik kazanabilmek için değişime iten güçlere cevap vermek ve çevik yetenekleri kazanmak gereklidir. Yüksek becerilere sahip, motive olmuş ve güçlendirilmiş kalifiye personeli esnek teknolojiler ile bütünleştirmek gerekmektedir. Oluşturulması gereken bu yapı ile işletmeler arasında işbirliğine gidilmelidir.

Kidd (1994) yeni rekabetçi çevrede başarı sağlayacak çevikliğe ulaşmak için üç temel unsur; insan, organizasyon ve teknoloji, bütünleştirilmesi gerektiğini

savunmaktadır. (Goldman ve ark., 1995) Çevik üretimin sürekli olarak ve beklenmedik şekilde değişen rekabetçi, çevrede gerçekleştirilen faaliyetlerde rekabet avantajı kazandırdığını belirtmekte ve çevik üretimin 4 temel bileşeni olduğunu savunmaktadırlar.

- Ürünün değerini müşteri belirler.
- Değişim için her an her bölüm ve her çalışan hazırlıklı olmalıdır.
- Çalışanlar bir işletmenin en değerli kaynaklarıdır ve çalışanların becerileri en üst düzeyde değerlendirilmelidir.
- İşletmeler arasında sanal işbirlikleri kurulmalıdır.

Çevik üreticiler anahtar müşteriler ve anahtar tedarikçilerle bilgi paylaşımına giderek, sanal bir ağ oluşturmaktadırlar ve web destekli bu ağ sayesinde etkin bilgi paylaşımı oluşturularak hem müşteri ihtiyaçları hem de değişim daha erken ve doğru teşhis edilebilir (Parkinson, 1999). Yukarıdaki bileşenlerin ilk üç tanesi yalın üretim uygulamalarında da yer almakla birlikte yalın üretimde bu bileşenlere verilen önem israfın önlenmesine verilen önemden daha azdır.

Hormozi (2001), çevik işletmeyi değişime çabuk ve kolayca adapte olan işletme olarak tanımlamaktadır. Çeviklik, işletmeler arası ilişkileri, operasyonları ve süreçleri etkin bir şekilde değişime göre tekrar düzenlerken aynı zamanda sürekli değişim halindeki çevrede başarılı olma anlamına gelmektedir. Bu yeni üretim yaklaşımı uzun dönemli stratejik planlardan oluşur, tepeden tavana kadar bütün işletmeyi kapsar (Hormozi 2001;132). Nagel ve Bhargave(1994;331), ürün çeşitliliği, müşterilerin isteklerine karşı duyarlı olma ve ürün geliştirme süresinin rekabet gücünün belirleyicileri olduğunu ve başarının daha çevik bir organizasyon yapısı ile yakalanacağını savunmaktadırlar. Çevik Üretimi müşteri isteklerine ve

değişime en yüksek derecede cevap verebilen, sanal işbirlikleri oluşturan üretim yapısı olarak tanımlamaktadır. Geleceğin lider işletmeleri, kaliteye verilen önemi göz ardı etmeden sürekli gelişme ve çevik üretimi bütünleştirebilen organizasyon yapılarına sahip olacaklardır.

Geleneksel Yapı (Sürekli Gelişme)	Çevik Üretim
Fonksiyonel Departmanlar	Fırsatlara Göre Oluşan Faaliyet Grupları
Ürün ve Üretim Hattına Odaklanma	Temel Yeteneklere ve Becerilere Odaklanma
Kalite Ölçüsü: Hata Oranı, Uygunluk Kalitesi	Kalite ölçüsü: Ürünün Hayat Ömrü Boyunca Müşterinin Tatmin Olma Derecesi

Çizelge 3.4.. Sürekli Gelişme ile Çevik Üretim Modeli Arasındaki Temel Farklar

(Kaynak: Nagel ve Bhargave, 1994;332)

	Kitlesel Üretim	Yalın Üretim	Çevik Üretim
İsrafın önlenmesine verilen önem	Düşük	Yüksek	Yüksek
Organizasyonel İletişim derecesi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Müşteri isteklerine duyarlılık	Düşük	Orta	Yüksek
Kalifiye iş gören ihtiyacı	Düşük	Orta	Yüksek
İşletmeler arası işbirliğinin derecesi	Düşük	Düşük	Yüksek
Küçük parti üretiminde birim maliyetin büyük parti üretiminde birim maliyete oranı	Çok Yüksek	Yüksek	Eşit
Mevcut ürünler için teslim süresi	Kısa	Kısa	Kısa
Ürün çeşitliliği	Orta	Orta	Yüksek
Esneklik derecesi	Düşük	Orta	Yüksek
Çalışanları Yaratıcılığı	Düşük	Orta	Yüksek

Çizelge 3.5. Kitlesel (Seri) Üretim Yalın Üretim ve Çevik Üretim Çeşitli Kriterlere Göre Farklılaşması (Kaynak: Hormozi, 2001; s. 135-138)

Bunların yanında yalın üretim felsefesinde teknolojik ekipmanlara yatırım yapılırken çevik üretim insan ve bilişim sistemlerine yatırım yapmayı gerektirir, yalın üretim tedarikçilerle işbirliğini gerektirirken çevik üretim tedarikçilerle bir bilgi ağı oluşturarak tedarikçiler ve satın alıcı işletmeden uzman kişilerden oluşan sanal bir organizasyon kurmayı savunur (Hormozi, 2001).

Yalın üretim genel olarak kitlesel üretim metodlarının geliştirilmesi olarak görülürken çevik üretim kitlesel üretimden tamamen farklı olarak kişiselleştirilmiş

ürünler üzerinde durur. Çevik üretimin uygulanması daha stratejik bir karar iken yalın üretim uygulamaları daha çok imalat tesisi ile ilgilidir. Yalın işletmenin karakteristik özellikleri çok verimli ve etkin imalatçı olmak iken çevik bir işletmenin karakteristik özellikleri çok hızlı, etkin bir öğrenen organizasyon olmasıdır (Jin-Hai ve diğerleri,2003).

3.6.5. Genetik Üretim Sistemi

Genetik Üretim Sistemi, Genlerde bulunan DNA'nın işleyişini taklit eder. Genetik üretim sistemlerinin ilk kavramları Ueda tarafından tanımlanmıştır. Ürün çeşitliliğine dinamik imalat ortamına uyumluluk üzerine vurgu vardır. Canlı bir varlık hammaddeye bilgi ekleyerek yaratılmaz ve bütün gerekli bilgiler en başta DNA'da mevcuttur. Malzeme ve enerji eklemek suretiyle bu bilgi kendini büyüyen bir varlık içinde açığa çıkarır. İmalatta, ürün tasarımı ürünü tamamlamak için gereken bütün DNA bilgisini göstermelidir. Genetik üretim sistemleri geliştirilerek canlı üretim sistemlerine geçilmiştir.

3.6.6. Sanal İmalat Sistemi

Sanal imalat Sistemi, imalat aktivitelerinin bütünü modelleme ve simülasyonunu gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Eş zamanlı mühendislik geleneksel imalat sistemlerinin kısıtlarının üstesinden gelmek için bir yaklaşımdır. Sanal imalat, ürün, imalat süreçleri ve sistemlerini net biçimde modellemek ister. Simülasyon neticesinde de gerçek imalat sistemleri iyileştirilir, kontrol edilir ve tahmin edilir.

3.6.7. Rastgele İmalat Sistemleri

Rastgele imalat sistemleri, bilişim ağıyla bağlı dört çeşit unsurdan meydana gelir:

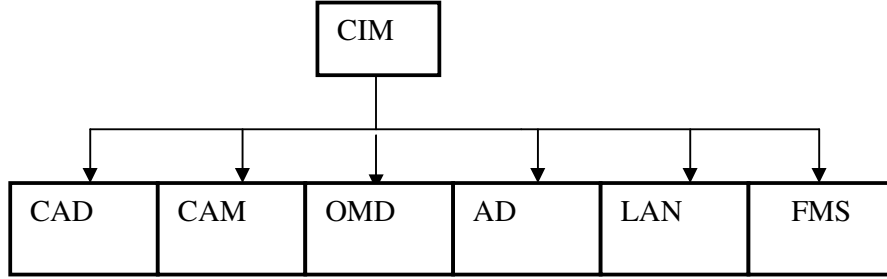
1. Makine yöneticisi her bir makineye atanır, süreçleri birleştirir.
2. İş yöneticisi bir siparişi ele almak için makine gruplarını düzenler.
3. İş patronu müşteriden sipariş alır, ilgili kişileri çağırır değerlendirme yapar, en iyi plana sahip olan iş yöneticisini seçer.
4. İlgili bölüm iş patronu ile makine yöneticilerin iletişim kurma yoludur.

3.6.8. Bilgisayar ile Bütünleşik İmalat Sistemleri (Hızlı CIM)

Hızlı CIM, Atölye zemini kontrol kodunun hızlı üretilmesi için faydacı bir yaklaşımdır ve yeni teorik bir paradigmaya dayanmaz. Veriye dayalı atölye zemini kontrol sistemleri inşa etmeyi hedefler, CIM kontrol edicileri için yeni bir gelişme yöntemi takip eder.

Sistemdeki bilgi akışından malzeme ve parça akışına, bunların işlenmesine, malzeme ve parça ürün tasarımından imalatına kadar olan geniş yelpazenin her noktasının bilgisayar desteğinde ve tüm sistemi kapsayan bir bütünlük içerisinde ele alınmasını ifade eden Bilgisayarla Bütünleşik İmalat, sistemde köklü teknolojik yenilenmenin ve büyük üretim verimliliği artışlarının kaynağını oluşturmaktadır. Böylece kalite, maliyet ve ürün esnekliği kriterleri arasında gittikçe artan rekabetçi ortamda CIM, uygulandığı işletmelere büyük avantajlar sağlayabilir (Kazan, 1997: 26).

CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), bilgisayar sistemlerinin entegrasyonu sonucu, tasarım ve üretimi yapılacak mamuller, uygun torna freze tezgahı veya hareketli iş istasyonlarının bütününden oluşmaktadır. Aşağıdaki Şekil'de Bilgisayar Destekli Üretim Sistemleri (BDÜS) görülmektedir (Tekin ve Kazan, 1993: 413).



Şekil 3.7. Bilgisayar Destekli Üretim Sistemleri(Kaynak: Kazan, Halim Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Sistemleri ve Bir İşletme Uygulaması, İstanbul Ün. Sos. Bil. Ens., Yayınlanmamış Doktora Tezi, 1997)

Bilgisayar destekli üretim sistemleri ile, bilgisayar destekli üretim otomasyon işlemleri, karar destek sistemleri ile entegre edilmekte ve bu şekilde bütün üretim süreci otomatik olarak yönetilebilmektedir. Bilgisayar destekli üretim sistemlerinin temel amacı, üretimde bilişim sistemlerini desteklemek, değişik teknolojileri kullanarak otomasyon ve işgücü entegrasyonunu sağlamaktır (Vonderembse ve Gregory, 1991: 47).

CIM, yönetim uygulaması ve imalat teknolojisi ile birlikte, yazılım ve donanım alanındaki gelişmelerden tam anlamıyla avantaj sağlayabilmek için bilgisayar teknolojisinin uygulanmasıdır (Donald ve Diğerleri, 1989: 152). Başka bir tanıma göre CIM, ürünlerin dağıtım, imalat tasarımı ve planlamasından üretim faaliyetlerinin

kontrol ve planlamasına kadar iletişim, veri tabanı yönetimi, yazılım ve donanım birliğinin tamamıdır. Mühendislik, üretim ve bilgi teknolojisinin entegrasyonu olarak da tanımlanan CIM, üretim teknolojisi proses kontrolü, araştırma ve kalite kontrol araçları, robotlar, bilgisayarlı sayısal kontrol makineleri (CNC), otomatik depolama ve taşıma, esnek üretim sistemleri, bar-code araçlarını da kapsayan geniş bir donanım grubuna sahiptir. Bilgi teknolojisi ise hem eski hem de yeni teknolojiye dayalı olan bilgisayar yazılım ve donanımı, veri tabanı ve iletişim sistemleri, bilgi merkezleri, yapay zeka, karar desteği ve simülasyonu kapsamaktadır (James, 1993: 183).

3.6.9. Sorumluluğa Dayalı İmalat Sistemleri

Sorumluluğa Dayalı İmalat, aktif ve pasif olmak üzere iki çeşit kaynak ajanına sahiptir. Aktif kaynaklar (AGV ya da akıllı paletler) özel parçaların üretiminden sorumludur. Pasif kaynaklar ise (iş istasyonları gibi) üretim işlemlerini gerçekleştirir. Aktif kaynaklar işlemleri taşır ve pasif kaynaklarla haberleşir.

3.6.10. Dağıtılmış İmalat Sistemleri

Günümüzün küresel ve yüksek rekabet ortamında kurumlar pazarların anlık fırsatlarını yakalamak durumundadırlar ve çabuk, düzgün olarak müşteri taleplerini karşılamalıdırlar. Bu sistemler, aşağıda ifade edilen sorunlara uygun çözümler önerir:

1. Ürün çeşitliliğini arttırmaya bağlı risk ve maliyetlerin yükselmesi.
2. Teknolojik karışıklığın artması ile, kurumu temel olmayan sahalarda bilgi sahibi olamaya iter. Bu durum pazara ulaşma süresini arttırır.
3. Kurumun hem fırsatlarını hem de risklerini arttıran, pazarın küreselleşmesi.

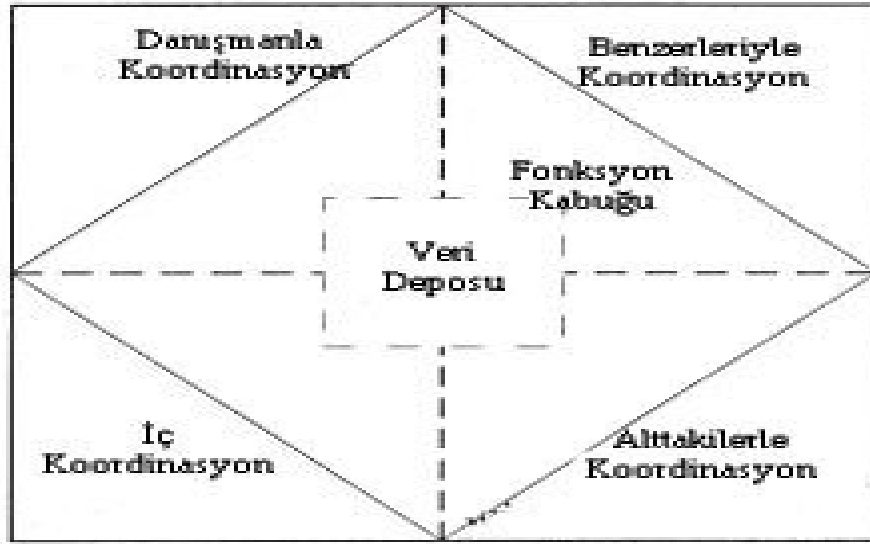
Dağıtılmış imalat sistemlerinin temel özellikleri; bağımsızlık, dağıtım, merkezilikten uzaklaşma, dinamizm, esneklik, uyumluluk, yalındır.

3.6.11. Holonik İmalat Sistemleri

Holonik imalat sistemi(HMS), IMS çalışmalarının bir bölümü olarak geliştirilip test edilen bir paradigmadır.

Holon kelimesi Yunanca bütün(holos) ve parça(on) isim ve takılarından oluşur. Holonların birleşmesiyle holarşi yapısı oluşur. Holarşi, holonlardan oluşan ve bütün sistemin hedef ve amaçlarını gerçekleştirmek için birlikte hareket eden sistemdir. Holonlar kendilerini düzenleyen parçalar olurlar ki;

- Parçalarına karşı bağımsız bütündür
- Üst seviye hedeflere karşı bağımlı kısımlardır
- Yerel çevreleriyle koordine içindedirler.



Şekil 3.8. Bir Holonun Genel Yapısı (Kaynak: Pirim H., Yüksek Lisans Tezi, 2006)

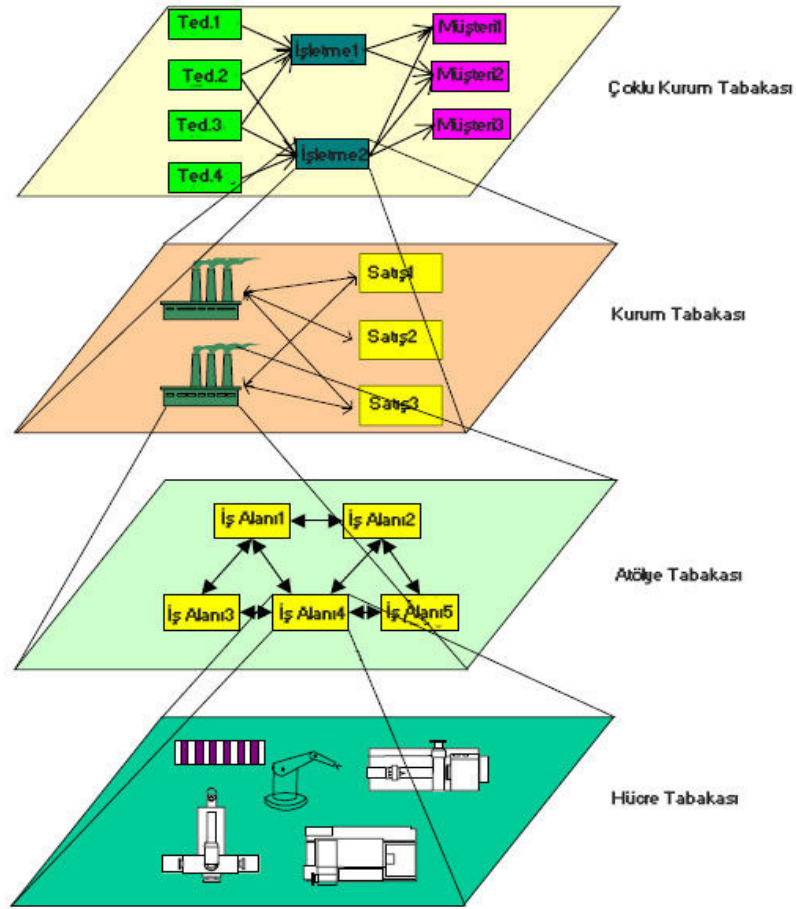
3.6.12. Fraktal İmalat Sistemleri

Fraktal imalat sistemi, Warnecke tarafından ortaya atılan ve küçük bölümlerden oluşan bir (fractal) fabrikadan türetilen yeni bir imalat kavramıdır. Fraktal kelimesi en üst seviyede bütün bir imalat atölyesini ifade edebileceği gibi en alt seviyede fiziksel bir makineyi de ifade edebilir.

Hızla değişen üretim ortamlarına ve pazara cevap vermek için imalat sistemleri esnek, uyumlu ve tekrar kullanılabilir olmalı. Fraktal imalat sistemi (FrMS) bu özellikleri karşılayacak yeni bir üretim paradigması olarak karşımıza çıkmaktadır. FrMS birçok temel bileşenden oluşur. Bu bileşenler 5 fonksiyonel modülden oluşur. Yani temel fraktal birim 5 fonksiyonel modülden oluşur:

1. Gözlemci
2. Analizci
3. Organize edici
4. Çözücü
5. Rapor edici

Bu modüllerin her biri ajan teknolojisini kullanarak işlerini yaparken bağımsız bir şekilde diğeriyle iş birliği yapar ve konuşur. Netice veren mimari ise yüksek derecede benzerliktir. Benzerlik, fraktalların ana özelliklerinden birisidir. FrMS'deki benzerliği anlamak için Şekil 3.8.'deki tabakaları incelemek yeterli olacaktır. Kurumlar arasındaki işlemler, kurum içinde de benzerdir. Kurum içindeki işlemler de iş alanı içindeki işlemlerle benzerdir. İş alanındaki işlemler de hücre içindeki işlemlerle benzerdir.



Şekil 3.9. Fraktal İmalat Sistemi

(Kaynak: Pirim H., Yüksek Lisans Tezi, 2006)

Her bir temel fraktal, atölye seviyesindeki hedefi başarmaya çalışırken özel seviye hedefine hizmet eder ve bağımsız hareket eder. Her seviyedeki kontrol edici,

fonksiyonel modüllerden oluşan benzer fonksiyonel yapıya sahiptir. Bu modüller de ajan gruplardan oluşur. Sistemin ilk hazırlığından sonra sistem yapılandırması, makine bozulması gibi beklenmeyen bir olay karşısında tekrar organize edilebilir. Sistem aynı zamanda üretilen ürün parçaları değiştiğinde de tekrar düzenlenecektir. Bu durumlarda FrMS'deki fraktallar dinamik ve bağımsız olarak yapılarını değiştirirler. Bunu fraktalların uygun çalışma mekanizmaları için ajanların aksiyonlarıyla yaparlar.

Fraktal imalat sistemlerini diğer imalat sistemlerinden ayıran özellikler:

1. Benzerlik
2. Kendini organize etme
3. Hedef oryantasyonu

Fraktal yaklaşımlar, başarılı olarak iş faaliyetlerine uygulanmaktadır. Örnek olarak Skoda fraktal üretim hatlarını uygulayarak karını %53 oranında arttırmıştır(Jordan vd., Wiley, NY, 2000). Fraktal tabanlı mimari, dağıtılmış, düzenlenebilir kendini ifade eden yapıların kendilerini faydalı sistemlere monte edebilmeleri için yapısal ve analitik destek sağlar.

3.6.13. Biyolojik İmalat Sistemleri

BMS, Okino ve Ueda tarafından ortaya atılmıştır. Canlılardan ilham alınan bireysel büyüme, organizasyon, uyum sağlama, gelişmelere dayanarak imalat ortamlarındaki önceden belirlenemeyen değişimlerle başa çıkabilmek için düşünülmüştür. Bir canlı sistem bağımsız ve kendiliğinden gibi gözüken davranışlar sergiler. Hiyerarşik düzenlenmiş ilişkiler içinde sosyal uyum içindedirler. Daha da ötesi tutarlılık ve hedefe uyum sağlama genetik kalıtımla kavramsal olarak

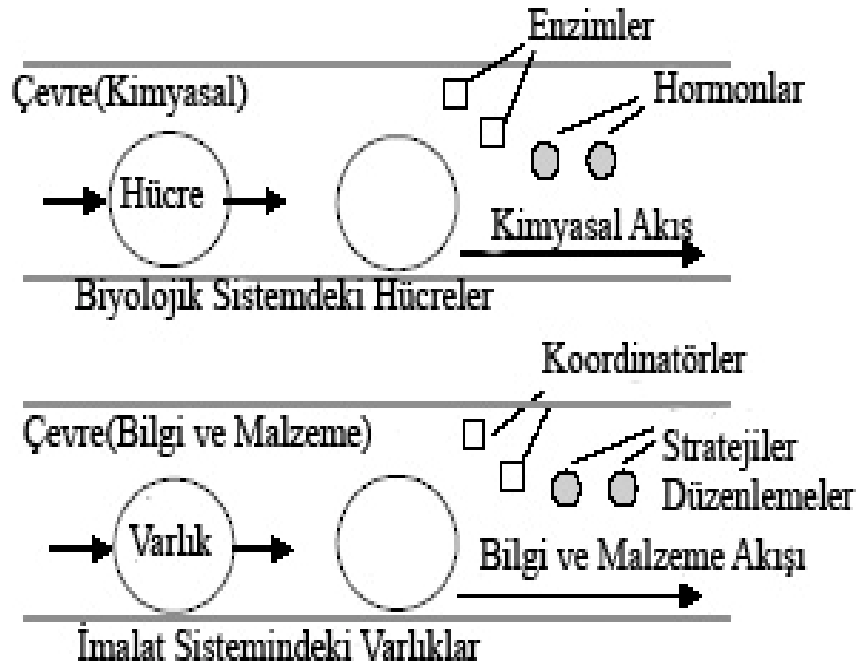
desteklenmektedir. Bu kalıtımda varlığın genetik kodu vardır. BMS, IMS/NGMS gibi projelerin içinde yer almıştır.

BMS'nin temel birimi, canlı sistemin diğer kısımlarını da içine alan hücre ya da modelon olarak adlandırılır. Modelo daha alt seviye modelonlardan (buna alt modelonların hiyerarşisi de denir), operatörlerden(enzimatik işlemler) ve ortak hafıza ya da ortamdandır(modelonlar arasında alışverişi olan bilgileri depolamak için alan) oluşur.

Hücreler temelde benzerdir. Farklılaşmaları iki tür biyolojik bilgiyle gösterilen fonksyonları ile olur.

1. Nesiller boyunca gelişen genetik bilgi(DNA tipi)
2. Tek bir organizma tarafından yaşam boyunca öğrenilen bilgi(BN tipi)

Özel varlıklar tarafından yönetilen biyolojik bilgilerin birleştirilmesi canlı sistemleri karmaşık hale getirir de otonom ve uyumluluğa katkı sağlar.



Şekil 3.10. Biyolojik Sistem ile İmalat Arasındaki Yapısal Benzerlikler (Kaynak: Pirim H., Yüksek Lisans Tezi, 2006)

BMS projesinde imalat sistemi dış etkilere tepki veren ve üreten bir organizma olarak düşünülür. İmalat sistemi, sistemi tanımlayan 'genetik bilgi'ye sahiptir. Projenin iki temel teması vardır. Kendini organize etme, üretim ağının gelişen simülasyonu (ESProN).

4000 M.Ö.	Taş ve Kile Biçim Verme, Bükme, Dövme, Aşındırma, Toprak İşleme, Tahta ve Doğal Fiber Kullanımı, Takoz ve Manuel Kontrol
2500 M.Ö.	Bronz işleme, kesme, levha şekil verme, yapıştırma, pirinçle lehimleme, delme, doğrama, cam boncuklar, çömlekçi tekerleği, tekerlek ve sicim delme
1000 M.Ö.	Demiri sıcak dövme, cam presleme, cam takma, makara, manivela
0	Vida basma, piriç basma, çelik dövme, krank kullanımı
1000	Taş eşyalar, porselen, protein yapışkanlar, su tekerleği kullanımı
1400	Kum, demir dökme, kum kağıt, saat yapımı, mineli çini, kristal cam, rotları birleştirme
1600	Kalıcı döküm, tekerlek bağlama
1800	Kalıp, çelik yuvarlama, kurşun ekstrüzyonu, vida kesme, buhar makinesi ve delme presi
1875	Bessemer çeliği, evrensel mil
1900	Alüminyum, bakır ekstrüzyonu, elektrik direnç kaynağı, elektrik motoru, otomatik çivi makinesi
1920	Kalıp döküm, sert otomasyon, üretim hattı
1950	Seramik döküm, nümerik kontrol
1960	CNC, CAD, grup teknolojisi, robot
1970	CAD/CAM programlanabilir kontrol edici
1980	CIM, esnek imalat, AGV, yapay zeka
1990	Yalın Üretim, çevik üretim
1994-2008	FrMS, HMS, BMS

Çizelge 3.7. İmalat Sistemlerinin Gelişim Süreci

(Kaynak: Pirim H. Yüksek Lisans Tezi, 2006)

4. KISITLAR TEORİSİ

Kısıtlar Teorisi 1980’li yılların başında Dr. Eliyahu Goldratt tarafından ortaya atılmıştır (Louderback ve Patterson, 1996:189). KT’nin temelleri Optimize Üretim Teknolojisine (OPT) dayanmaktadır (Fox, 2004:2). OPT yazılımı ve felsefesinin ilkeleri kısıtlar teorisinin temelidir. Dr. Goldratt öncelikle üretim problemlerini gidermek üzere dokuz temel ilkedен oluşan Optimize Üretim Teknolojisini ortaya koymuş, daha sonra OPT’den hareketle KT’yi geliştirmiştir. OPT ilkelerinden hareketle KT öncelikle üretim yönetimi felsefesi olarak geliştirilmiş ve ilk olarak “The Goal” ve “The Race” kitaplarında açıklanmıştır (Fox, 2004:3). Bir üretim yönetimi ve darboğazlarla ilgilenme yöntemi olarak algılanan KT, daha sonraları maliyet azaltmadan çok, süreç katkısı arttırmayla ilgilenen daha güçlü bir yönetim yaklaşımı olarak gelişmiştir (Fox, 2004:3).

KT’nin temel felsefesi, firmaların temel hedefinin kârlılıklarını arttırmak olduğu ve yönetimin bu hedefi başarmalarını engelleyen kısıtların yönetimine odaklanması gerektiğidir. KT’ye göre her firmada en az bir kısıt söz konusu olup bu kısıtlar kapasite kısıtı, yönetim kısıtı gibi içsel kısıtlar olabileceği gibi, pazar kısıtı, malzeme kısıtı gibi dışsal kısıtlar da olabilir. Bu kısıtların belirlenip ortadan kaldırılması (yönetilmesi), üretim sürecinin daha akıcı ve verimli hale gelmesini sağlayacak, bu sayede taleplerin zamanında karşılanması yoluyla firma rekabet üstünlüğü kazanacak ve dolayısıyla kârlılığı artacaktır. Ayrıca üretim sürecinde oluşan gereksiz yarı mamul stoklarının azalması yoluyla firmanın katlanacağı maliyetler azalacak, bu sayede kârlılıkta artış sağlanacaktır. Özetle KT’ye göre kısıt yönetim süreci ile firmaların temel hedefi olan kârlılıklarını arttırma hedefi başarılmış olacaktır.

Kısıtlar Teorisi genel olarak üç daldan oluşur. Bunlar Lojistik, Performans Ölçümü ve Problem Çözme/Düşünme Süreçleridir. Kısıtlar Teorisi organizasyonların çoğunda fiziksel kısıt bulunmayacağını bunun yerine politik kısıtlar bulunabileceğini belirtmektedir. Politik kısıtları bularak süreci analiz etmek ve önerilen çözümleri denemek için Goldratt Düşünme Süreci ismini verdiği genel bir yaklaşım geliştirmiştir (Rahman, 1998). Düşünme Süreçleri için kullanılan bir takım araçlar mevcuttur. Bunlar; mevcut gerçeklik ağacı, buharla an bulut, gelecek gerçeklik ağacı, öncelik ağacı ve geçi ağacı olarak sıralanabilir. Bu konu üzerinde yapılan en kapsamlı çalışma William Dettmer'e aittir (1997). Ayrıca Rahman (1998), Goldratt (1994) ve Blackstone (2001) tarafından konu ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Teorinin ilgi çeken diğer bir konusu ise, geleneksel maliyet muhasebesine getirdiği eleştiri ve önerdiği ürün karması bulma yaklaşımıdır. Çıktı, envanter ve işletme giderleri kavramlarını kendine özgü bir şekilde yeniden tanımlamıştır (Goldratt and Fox, 1986).

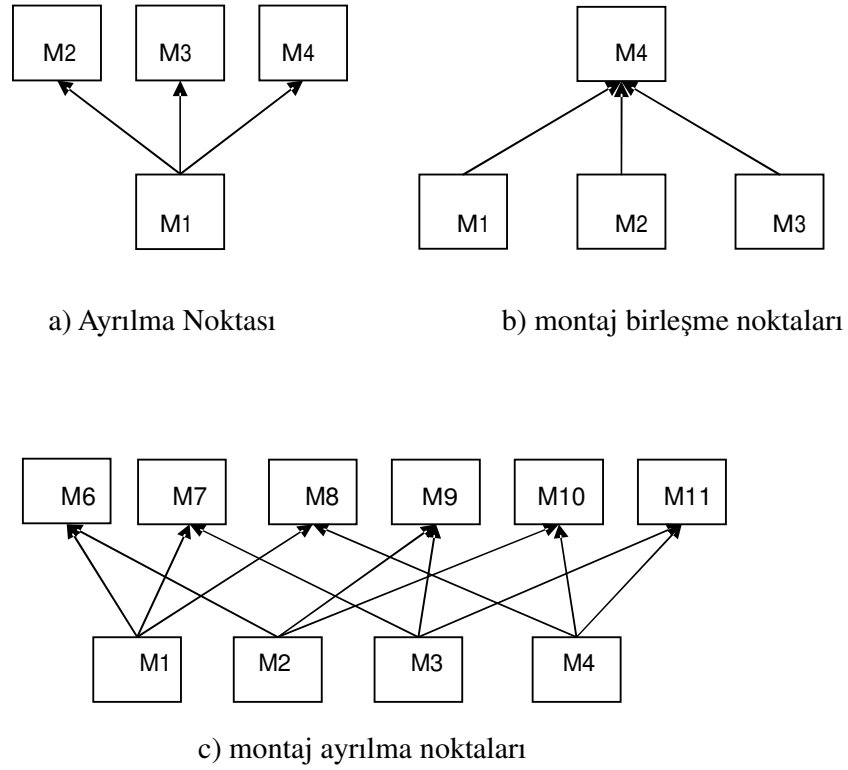
4.1. VAT Analizi (Üretim Tesislerini Yerleşim Tipine Göre Sınıflandırma)

Kısıtlar Teorisinin birinci adımı organizasyondaki kısıt kaynakların belirlenmesidir. Üretim süreçlerinin geleneksel sınıflandırılmasına göre üretim yapıları sürekli, kesikli ve proje tipi üretimdir. Kısıtlar Teorisi geleneksel yöntemi terk etmiş ve üretim sürecini I, V, A, T şekillerine göre sınıflandırmıştır. Başlangıçta V, A ve T olarak tanımlanan yerleşim tiplerine daha sonra I yerleşim tipi de eklenmiştir. Ancak bu aşamadaki çalışmalar literatürde VAT Analizi olarak adlandırılmaktadır. 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 kendine özgü farklı teknikler gerektiren karakteristiklere sahiptir (Tersine, 1994).

Bir tesisin yapısını belirlemek için ürün akı diyagramları kullanılır. Ürün akış diyagramlarında üç önemli nokta bulunmaktadır. Bu noktalar: Ayrılma noktaları, Montaj Birleşme Noktaları ve Montaj Ayrılma Noktalarıdır. Ayrılma noktaları malzemenin ürün akışı sırasında iki veya daha fazla malzemeye ayrıldığı adımlardır. Birleşme noktaları iki veya daha fazla farklı parçanın tek bir ürün oluşturmak üzere montajlandığı noktalardır. Montaj ayrılma noktaları bir dizi ortak bile en parçasının çok sayıda ve çok çeşitli yollarla olası ana ürünleri oluşturmak üzere birleştiğinde ya da montajlandığında meydana gelir. Bu noktalar şekil 4-1'de gösterilmiştir. (Umble and Umble, 1999).

Belli imalat ortamlarında, ürün akı diyagramları ayrılma, montaj birleşme ve montaj ayrılma noktalarını içerebilir. Bununla birlikte, genelde bu üç kategoriden biri baskın çıkar. Bu gözlem temel tesis yapılarının V, A ve T olarak biçimlendirilmesine olanak sağlamıştır.



Şekil 4.1. Ayrılma ve Birleşme Noktalar (Kaynak: Kartal Z. Yüksek lisans Tezi, 2006)

4.1.1. I Tipi Tesisinin Özellikleri

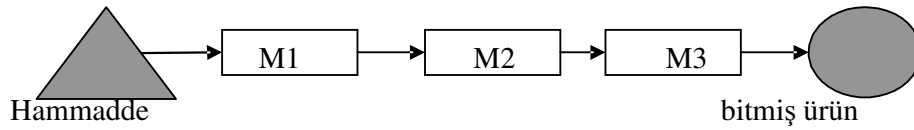
Akış hattı çok miktarda standart ürünü üretmek için temel metottür. Bu yapı belli birinci işlemden sonra ikinci, ikinci işlemden sonra üçüncünün geldiği şekilde devam eden belli bir sıraya sahip işlemlerden oluşur. Tüm ürünler aynı sabit sırayı izlerler. Süreç içi stok miktarı azdır ve parçalar ürünün tamamlanması için bir rota doğrultusunda sürekli olarak bir işlemden 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 kurmaktadır.” İdeal I hattı üretim çeşitliliğini desteklemek için ya hiç ya da sadece önemsiz birkaç tane takım hazırlık süre sine sahip olmalıdır.

I yapısı için temel kontrol noktaları kısıt, girişi merkezi, kısıt ve yükleme tamponlarıdır. Tampon büyüklükleri tesis içindeki süreç içi stok miktarını belirler ve üretim süresini doğrudan etkiler. Kısıt olmayanlarda akı ölçümleri (çizelge için performans) önemli iken kısıtta verimlilik ve kullanım oranı ölçümü önemlidir. I yapısının genel üç karakteristiği şunlardır:

- 1.Yüksek Hacim
- 2.Standart Tasarım
3. Sabit Talep

I yapıları sürekli otomatik veya manüel olarak işleyen sürekli süreçler (kesikli imalat) veya tekrarlı süreçler (kesikli ürün ve hizmetler) olabilir. Bu durumların her birinde farklı konular vurgulanmalıdır. Bir I yapısı ile ilgili bazı konular; bağımlı sıralamaların çıktı üzerindeki ve istatistiksel dalgalanmaların ters etkisi, yüksek sermaye yatırımı, hazırlık süreleri, işçiliğin uzmanlaşması, hattaki görevlere göre ücret farklılaşmaları ve esneklikten yoksundur (Blackstone, 1997).



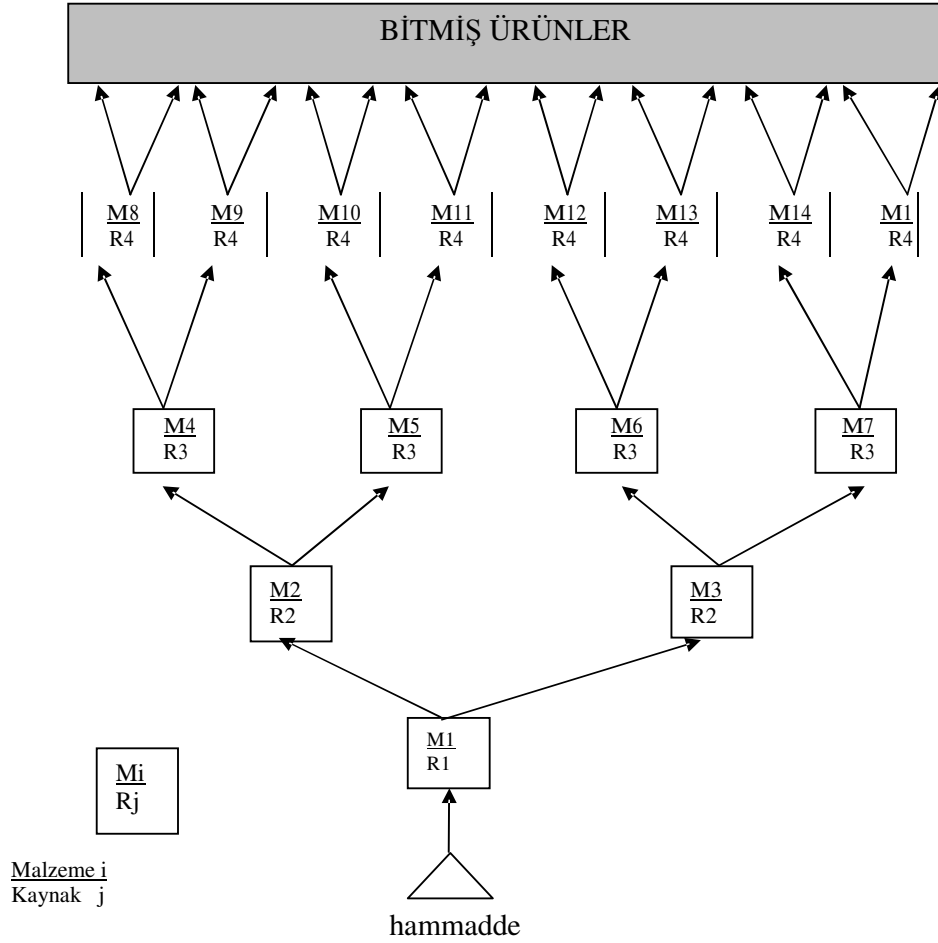
Şekil 4.2. tipik bir “I” tesisi karakteristiği(Kaynak: Kartal Z., Y. Lisans Tezi, 2006)

4.1.2. V Tipi Tesisinin Özellikleri

V tesisleri için akış diyagramları üretim süreci boyunca ayrılma noktalarıyla karakterize olur. Bu tip tesislerde tek bir hammadde her ayrılma noktasında değişime uğratılarak birçok farklı son ürüne dönüştürülür. V tesislerinde ürün akışının genel ekli “V” harfini andırır. şekil 4-2’de tipik bir V tesisinin ürün akı ekli görülmektedir. Bu şekil tek bir hammaddenin 4 farklı (R1 -R4) kaynaktan ürüne (M8- M15) dönüştürülmesini göstermektedir.

Tekstil, kağıt, kimya ve metal üretimi gibi süreç üretimine sahip tesislerin çoğu V tesisidir. Ayrıca metal, plastik, tahta ve pamuk elyafı gibi temel hammaddelerden genişçe itlilikte ürünler üreten imalat tesisleri de V tesisidir. Örneğin, bir tekstil tesisindeki temel üretim akışlarının şekli bir çelik şekillendirme tesisininkine çok benzemektedir (Umble and Umble, 1999).

V tesislerinin 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 ürünlere ayrılır.



Şekil 4.3. Tipik bir V Tesisinin Ürün Akışı(Kaynak: Kartal Z., Yüksek Lisans Tezi, 2006)

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 stok 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 öyledir;

- Birkaç hammaddenin çok sayıda ürünü oluşturmak üzere ayrılması
- Sabit rotalama
- Sermaye yoğun ekipman
- Maliyet rekabeti yapılamıyor olması
- Düşük kar payına sahip olması
- Kapasitesinin çok fazla olması
- Ayrılma noktalarında malzemenin yanlış biçimde ayrılması
- Hammadde ve bitmiş ürün stoklarının çok fazla olması
- Genelde geç ulaşamayacak kadar etkin olmayan planlama bilgisi
- Bölüm verimlilikleri ve kullanım oranlarında düşük performans (Cox and Blackstone, 1997).

4.1.3. A Tipi Tesisinin Özellikleri

A tesisleri süreç boyunca montaj birleştirme noktaları tarafından karakterize edilmiştir. Bu tip tesislerde, çok sayıda satın alınmış veya imal edilmiş bile en parçası veya malzeme tek bir son ürün oluşturmak üzere alt montajlar şeklinde birleştirilir. Son montaj işlemine geçilmeden önce çeşitli sayıdaki alt montaj işlemi gereklidir. Bir tesisteki ürün akış diyagramı temel birleştirme süreci temelinde bir piramidi andırır. Bu yüzden tasarımda A tesisi denmiştir.

Şekil 4-3'de tipik bir A tesisi ürün akı diyagramını göstermektedir. Toplamda farklı ürün veya bileşen parçası tek bir ürünün montajı ya da üretilmesinde

kullanılmaktadır. Ayrıca farklı kaynaklar tüm alt montajlar R 99'daki son montaja ulaşana kadar çeşitli parçaları işlemeye ve alt montajını yapmaya devam ederler.

A tesisleri tipik olarak 4 baskın özellik göstermektedirler.

Tesiste çok sayıda üretilmiş parça az sayıdaki son ürüne dönüşmek üzere montaj yapılır.

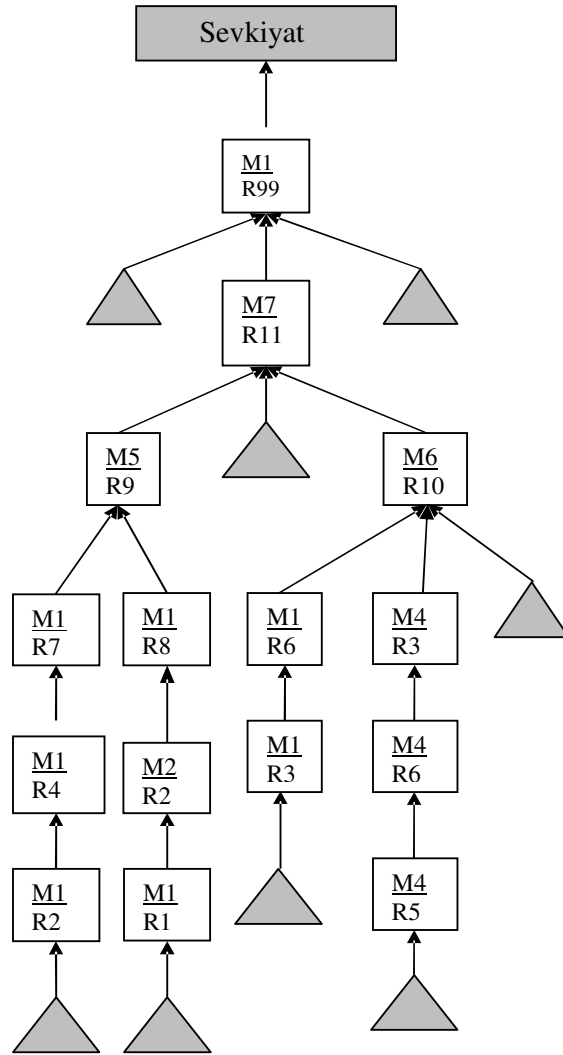
Bileşen parçaları çoğunlukla özel tek bir son ürüne dönüşür.

Bileşen parçaları için üretim rotaları bir son ürün için yüksek oranda benzer değildir.

Üretim sürecinde kullanılan makine ve parçalar genel amaçlı olarak kullanılmaya eğilimlidirler ve sıklıkla farklı işlerde kullanılırlar.

A tesislerinde parçalar genellikle tek bir son ürün olarak işlendiğinden ve böylece malzemelerin yanlış tahsisine çok az imkan olduğundan montaj birleştirme noktalarında baskındırlar. Bunun yerine, A tesislerinde kaynaklar yanlış tahsisinden kaynaklanan problemler doğmaktadır. Bireysel olarak kaynakların çok farklı malzemelerle süreç görmesinden dolayı, yanlış kaynak tahsisine çok rastlanılmaktadır. Yüksek verimliliği sağlamak için oldukça büyük parti miktarlarıyla çalışılır ve bu durum hazırlık zamanlarında önemli azalışlar içermektedir. Süreçte büyük partiler halinde çalışma işlemi kararsız bir dalga akışına benzetilebilir ve bu da düşük kaynak kullanımının çizelgede bol ya da kıt işlerine sebep olur. Fazla zamanla yok edinilmesine uğraşılmasına rağmen, siparişler çizelgenin gerisinde kalabilmektedir. Stok yığınları tesiste sabit olarak yer değiştirmesinden dolayı, yanlış görünümü sapmaya uğramış darboğazlar vardır. Bol ya da kıt çevreler montaj hattında özellikle parçaların çizelgelenmesinde bir kararsızlık durumu yaratırlar. Kaynak kullanımı ve çizelge arasındaki anlaşılır zıtlasmalar, yüksek bile en parça

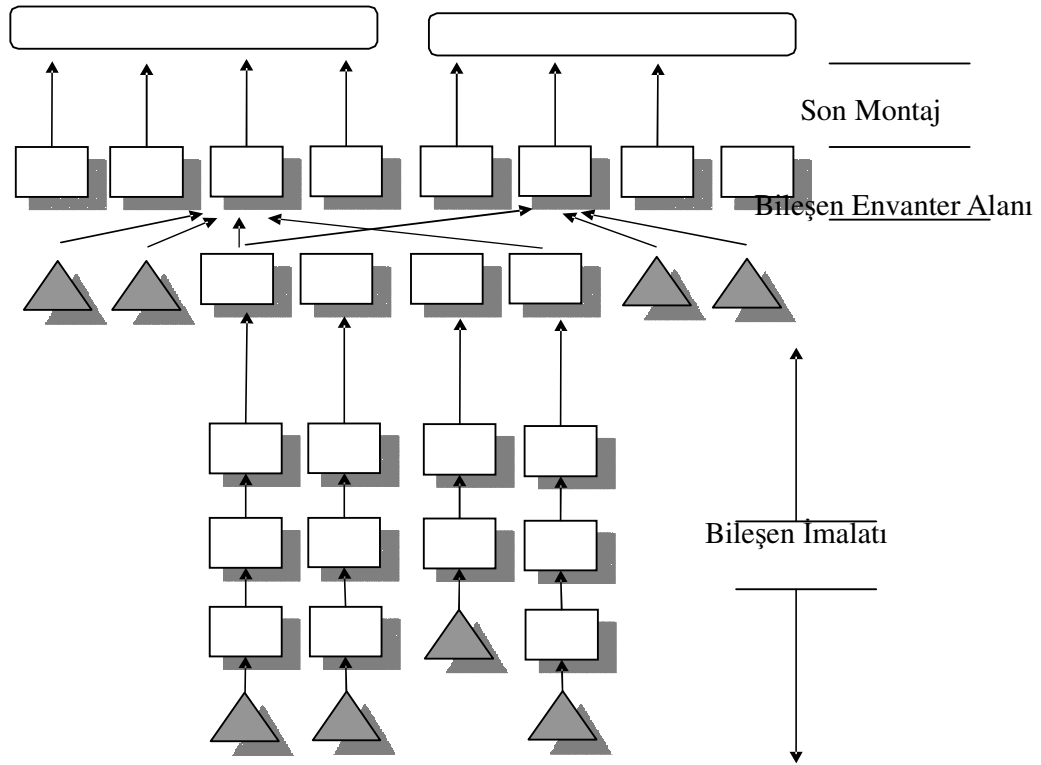
stok düzeyleri ve parça yoklukları ile iki katına çıkmaktadır ve bu durumda yöneticileri uzlaşma sağlama konusunda zor bir duruma düşürmektedir (Umble and Umble, 1999).



Şekil 4.4. tipik Bir "A" Tesisi Ürün Akışı(Kaynak: Kartal Z., Y. Lisans Tezi, 2006)

4.1.4. T Tipi Tesisinin Özellikleri

T tesisleri, birçoğu çok sayıda son üründe ortak olan göreceli olarak sınırlı sayıda bile en parçasından farklı son ürünlerin montaj yapıldığı temel birleşme noktalarının egemenliğindedir. T tesislerinde, ürün yapısının çok sayıda montaj ürün kazanmak için genişlediği son montaj işleminde kritik kaynak ve ürün etkileimleri meydana gelir. Dar bileşen tabanı, son ürünleri temsil eden çok geniş bir tepe kısım ile ürün akışı "T" harfini andırır.



Şekil 4.5. tipik bir "T" tesisi karakteristiği (Kaynak: Kartal Z., Y. Lisans Tezi, 2006)

4.2. Kısıtlar Teorisinde Karşılaşılan Kısıt Türleri

4.2.1. Davranışsal Kısıtlar

Davranış, çevreye ve oluşan çeşitli durumlara karşı, mantıksal bir şekilde yapılmaya kalkışılan eylemler ve tepkilerin sonucudur. Doğrudan ilgili insanların yetişme, eğitim, ölçüm sistemleri, deneyimleri, eğilimleri ve zihinsel durumlarından etkilenir. Ne zaman bir davranış gerçekte çatışma halindeyse ve işletmenin küresel ölçümleri üzerinde negatif bir etkiyle sonuçlanırsa, buna davranışsal kısıt denilebilir. Davranışsal kısıtlar bir dizi farklı sebepten kaynaklanır. Belki de en yaygın sebep ölçüm sistemidir. Bana beni nasıl ölçeceğimi söyle, ben de sana nasıl davranacağımı söyleyeyim.(Goldratt, 1990). Dolaylı ya da dolaysız olarak ölçüm sistemi insanlara nasıl davranması 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 varsayım tüm kaynaklar yüksek oranlarda kullanılmalıdır, aksi halde zarar ederiz fikrinden doğan kullanım yüzdesi ölçümlerince de takviye edilmektedir. Bu kavram aynı sebeplerden olmasa da hem yönetim hem de çalışanlar tarafından kabul görür. Bu davranışın sonucunun bir uzantısı olarak stok miktarları artar, ürün karmaları dengesiz hale gelir, çizelgeler kayar ve malzeme açıkları meydana gelir.

Davranışsal kısıtın bir başka örneği ise hazırlık aşamasında ayrıntılı sonuçlarını değerlendirmeden en çok tasarrufu gerçekleştirme eğilimidir. Hazırlıkları bu şekilde, çıktı, stok ve işlem giderleri üzerindeki ayrıntılı etkisinden soyutlayarak planlamak, karlılıkta bir azalma ile sonuçlanabilir. Küresel bir perspektiften bakınca bu yaklaşım neredeyse akıl dışı gözükür ve karlılık üzerindeki etkisi sıklıkla tahmin edilebilir.

4.1.2. Yönetimsel Kısıtlar

Kötü yönetim politikaları; fiziksel kaynakların kullanımını en büyükleme yeteneğini sınırlar veya kısıt olmayan kaynakların, çıktının yaratılmasını korumakta düzenli kullanımını önlerler. Örneğin pazara sürülecek ürünleri belirlemek için faaliyet tabanlı muhasebe kullanan satı temsilcileri için komisyon çizelgeleri oluşturulması politikası karlılığı en büyükleme için kaynakların kötü işletilmesine sebebiyet verebilir veya iyileştirmeye odaklanmak için kalite maliyetini kurma politikası firmanın tümünde karlılığı arttırmayacak bir alana para yatırılması ile sonuçlanabilir. Bunu değiştirmenin tek yolu yöneticilerin fikrini değiştirmesidir.

4.2.3. Kapasite Kısıtları

Bir kapasite kısıtı, bir kaynağa olan talep onun elverişli kapasitesinden fazla olduğu zamanlarda oluşur. Kapasite kısıtları makineleri 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 kısıt istenen düzeyde besleyememe olasılığı oluşacak noktaya kadar kaynaklara yüklenen talep artı gösterirse, bu problem ikincil kısıt olarak adlandırılabilir.

4.2.4. Pazar Kısıtları

Dikkate alınması gereken en önemli kısıtlar belki de 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 birçok sebebi olsa da çoğu yönetim politikalarına bağlı olarak var olurlar.

4.2.5. 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 stok ve üretim ile ilgili problemlerin miktarlarını arttırabilir. 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.

4.2.6. Zorunlu Durumlar

Artan sayıda işletme, müşteri tarafından istatistiksel süreç kontrolünü uygulama konusunda zorlanmaktadır. Eğer bu talepler karşılanmazsa, bunlar ciddiye alınmayan tedarikçiler haline geleceklerdir. Zorunlu koşullar, faaliyeti düzenlemek için içten ve dıştan kaynaklı işletmelere, bölümlere ve kişilere konulmuş sınırlar veya talep edilenlerdir. Bunlar zehirli atıkları arıtılması gibi çevreyle ilgili kanuni düzenlemeleri, müşterileri veya dürüstlük gibi ahlaki konuları içerebilir. Yönetim çalışanlara uyulması gereken zorunlu koşullar getirebilirler. Hissedarlar, mal almasıyla ilgili olarak işletmelere zorunlu koşullar getirebilirler. Zorunlu koşullardan biri karşılanmadığı zaman genelde ciddi karışıklıklar meydana gelir. Eğer istihdamın zorunlu koşullarından biri dürüstlükse 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. 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 olarak tatmin edilmesi gerekmektedir.

4.3. Maliyet Yaklaşımı

Goldratt'a (1990) göre, işletmelerde meydana gelen irrasyonel davranışların çoğu Maliyet Yaklaşımından kaynaklanır. Maliyet yaklaşımı küresel amaçlar pahasına, yerel amaçların en iyilenmesi eğilimiyle sonuçlanmaktadır. İşletmelerin çoğunda, organizasyonu bölümlere ayırmak ve yerel düzeyde sonuçları eniyilemek biçiminde sonuçlanan ölçümler geliştirmek konusunda neredeyse doğal bir eğilim gözlenmektedir. Yerel ölçümlerin kullanımı okullarda on yıllardır öğretilmekte, ayrıca i dünyasınca da desteklenmektedir. Buna rağmen, olumlu küresel bir etkiyle sonuçlanmayan yerel ölçümler haricinde, yerel ölçüm sistemleri geçersiz olarak görülmelidir. Maliyet yaklaşımı çoğu kısıtın çıkı noktasını oluşturmaktadır ve belki de işletmeler için en büyük düşmandır (Stein, 1997).

4.4. Kısıtlar Teorisinin İlkeleri

Teoriler genelde tanımlayıcı ve kural koyucu olarak sınıflandırılırlar. Yerçekimi Kanunu gibi tanımlayıcı teoriler olayların neden meydana geldiğini açıklarlar, fakat ortaya çıkan durum karşısında ne yapılması gerektiğini önermezler. Kural koyucu teoriler ise hem nedeni açıklar hem de ne yapılması gerektiği konusunda rehberlik ederler. Kısıtlar teorisi kural koyucu bir teoridir.

Goldratt, teorinin kural koyucu bölümü için ortamı verimli bir hale getirmekte kullanılan çeşitli ilkeler getirmiştir. Bu ilkeler şöyledir;

Sistemler zincire benzer. Her sistemde, sistemin bir bütün olarak başarısını kısıtlayan bir en zayıf halka (kısıt) bulunur. Zincir, en zayıf halkası kadar güçlüdür, dolayısıyla bir sistemin iyileştirilmesi için zincirdeki en zayıf halkanın bulunarak, güçlendirilmesi gerekir.

Bir sistem parçalarından daha iyi başarı gösteremez. Sistemi oluşturan parçalardan birçoğunun mümkün olan en iyi başarıyı göstermesi halinde bile sistemin bir bütün olarak bu başarı düzeyine ulaşması mümkün değildir. Yerel en uygunların toplamı sistem en uygununa eşit değildir.

Zincirin en zayıf halkasının dışında bir halkanın güçlendirilmesi zincirin gücünü arttırmayacak, sadece işlem maliyetini yükseltecektir.

Zincirin en zayıf halkası güçlendirildikten sonra, bir başka halka şen zayıf konumuna gelecektir.

Değişimin yönetimde ve sorunların çözümünde sistem düşüncesi analitik düşünceye tercih edilir.

En iyi çözüm, sistemin çevresi değiştikçe zaman içinde değişir. Belli koşullar için geliştirilmiş bir politika, koşullar değiştirildiğinde değiştirilmelidir.

Neyin değiştirilmesi gerektiğini belirleyebilmek için sistemin mevcut gerçeklerinin, amacının ve bu ikisi arasındaki farkın büyüklüğünün ve yönünün araştırılması gerekir.

Bir sistemdeki istenmeyen etkilerin büyük bir kısmı birkaç temel sorundan kaynaklanır.

Temel sorunlar her zaman görünür durumda değildirler. Bu sorunlar kendilerini, bazı istenmeyen etkiler ekinde gösterirler. Birçok durumda bu istenmeyen etkiler, birbirlerine bir etki-tepki şebekesiyle bağlanmış durumdadırlar.

Gerçek sorun ihmal edilerek, sorundan kaynaklanan istenmeyen etkilerin giderilmesi aldatıcı bir güvenlik duygusu yaratır. Bu tür çözümler kısa sürelidir. Ancak temel bir sorunu çözerek, tüm istenmeyen etkiler ortadan kaldırılabilir.

Sistem kısıtları genellikle fiziki kısıtlar veya politika kısıtları ekinde olabilir. Politika kısıtları, genellikle belirlenmesi ve ortadan kaldırılması en güç olan kısıtlardır, ancak normal olarak fiziki bir kısıtın ortadan kaldırılmasına kıyasla çok daha büyük bir iyileştirme sağlar.

İşletmenin gelirlerini sınırlayan en az bir kısıt vardır. Bu kısıt üretim kapasitesi sınırlaması gibi içsel bir kısıt olabileceği gibi, mü teri siparişlerinin olmaması, lojistik sınırlama gibi dışsal bir kısıt ekinde de olabilir.

Atalet, sürekli iyileştirme sürecinin en büyük düşmanıdır.

Fikirler, çözümler değildir (Dettmer, 1997).

Birçok işletmede, işletme bütünüünün başarısı üzerindeki etkisine bakılmaksızın çeşitli düzeylerde verimliliğin arttırılmasına yönelik tedbirler alındığını görmekteyiz. Bu nedenle, Kısıtlar Teorisinin bir zincirin en zayıf halkası kadar güçlü olabileceği kuralının günümüz iş dünyasına uygulanması halinde bir devrim yaratılmış olacaktır (Üreten, 1998).

4.5. Kısıtlar Teorisi ve Lojistik

Üretim işletmelerinde kullanılan herhangi bir kaynağın kullanabileceği zaman üç şekildedir. Bunlar üretim zamanı, hazırlık zamanı ve aylak zamandır. Ayrıca tüm işletmelerin kısıtlı ve kısıtsız kaynakları mevcuttur.

Kısıt kaynaklar yani darboğazlar: Kendisine duyulan talepten daha düşük kapasiteye sahip kaynaklar darboğazlı olarak anılırlar. Bir üretim sisteminin çıktı kapasitesinin, en düşük kapasiteye süreçler tarafından denetlendiği herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Önünde işlenmek üzere bekleyen parçaların olduğu bir makina sürekli çalışır durumda ise, bu makina sistemde darboğaz oluşturmaktadır (Aquilano and Chase, 1991). Bir sistemde darboğazların belirlenmesinin iki yolu bulunmaktadır. Bunlardan biri, kapasite profili çıkarmak ve diğeri ise tesis hakkında bilinenlerden yararlanmak, sistemi çalışırken gözlemek ve ustabaşı ve iş görenlerden bilgi almak şeklindedir (Chase and Aquilano, 1998).

Kısıt olmayan kaynaklar: Kendisine duyulan talep, kapasitesinden daha düşük olan kaynaklardır.

Kapasiteyi Kısıtlayıcı Kaynaklar: Kullanımı kapasitesine yakın ve dikkatli bir şekilde programlanmadığı takdirde, darboğazlı hale gelebilecek bir kaynaktır. Örneğin, birkaç makineden çıkan parçalar monte edilmek üzere belli bir makineye gelebilir. Diğer makinelerden gelecek parçaların geciktiğini düşünelim. Bu durum kapasiteyi sınırlayıcı makine üzerinde, bu makinenin kullanılmayan zaman kapasitesinin üzerinde bir atıl zaman oluşmasına yol açabilir. Sonuçta bu kaynak darboğazlı hale dönüşecektir (Chase and Aquilano, 1998). Kapasiteyi sınırlayıcı makine üzerinde makine hazırlık sayısının yüksek tutulması ve bu makineden önceki işlemlerde büyük partiler halinde üretim

yapılması, anılan kaynağın darboğazlı kaynak haline dönüşmesine neden olabilecektir (Üreten, 1998).

Tramper-Tampon-Kordon yöntemi, tampon yönetimi ve VAT analizi gibi lojistikte uygulanan Kısıtlar Teorisi yaklaşımları, tüm lojistik sistemini yönetmeyi sağlayan bir yöntem önerirler. Goldratt, lojistik sisteminin iki önemli özelliğini tanımlamıştır. Bunlar bağımlı olaylar ve istatistiksel dalgalanmalardır. Kısıtlar Teorisi lojistik dalı yaklaşımları bu özelliklerin giderilmesi için önerilmişlerdir. Bu iki olay bir sistemdeki akışın tam olarak dengelenmesini imkânsız kılmaktadır. Bağımlı olaylar terimi süreç sırasına karşılık gelir. Eğer A'dan, B'ye, C'ye, D'ye bir süreç akışı varsa ve her süreç bir önceki bitmeden diğer adıma geçemiyorsa; B, C ve D bağımlı olaylardır. Bir sonraki sürecin yeteneği bir öncekine bağımlıdır. İstatistiksel dalgalanmalar iş istasyonları arasında stok olmadan birbirine bağımlı bir sırada oluyorsa; ortalama çıktıyı arttırmak için herhangi bir fırsat yoktur. Bir süreç ortalamadan daha uzun sürdüğünde, gelecek süreçlerde işleri zamanında tamamlayamayacaklardır (Chase et al., 1998). İşe devamsızlık, geç kalma, malzeme veya hammadde yokluğu, makine arızaları istatistiksel dalgalanmalara örnek olarak gösterilebilir.

Bir hattaki bağımlı kaynaklar arasındaki ilişki kimi zaman istatistiksel dalgalanmalar ve buna bağlı olarak istenmeyen durumlar oluşturabilir. Goldratt, Kısıtlar Teorisinin tüm alt dallarında olduğu gibi Lojistik dalı için de bir takım kavramlar ve teknikler kullanmıştır.

4.5.1. Beş Adımlı Odaklanma Süreci

Goldratt, amacı sistemin performansını bir bütün olarak iyileştirmek olan kısıtlar teorisini beş adımda açıklamıştır. Beş adımlı bu sürecin amacı, sistemin kısıtlarını ortaya çıkarmak ve yönetmek suretiyle sürekli olarak iyileştirilmesini sağlamaktır

(Üreten, 1998). Bu süreç ayrıca yöneticilere tüm birimleri hakkında plan yapmalarını ve kaynakları üzerinde odaklanarak birtakım değişikliklerle sistemin performansını büyük oranda etkilemeyi hedefler. Bu adımlar kısaca incelenecek olursa;

4.5.1.1. Birinci aşama: Sistem Kısıtlarının Tespit Edilmesi

Üretim faaliyetlerinin daha uyumlu olması yani üretim sürecinin daha etkin ve kalıcı hale getirilmesi için ilk yapılması gereken, üretim ortamındaki kısıtların tanımlanması ve belirlenmesidir (Umble and Srikanth, 1995). Kısıtların tanımlanıp yönetilmesi de şirketler için verimliliklerinin ve kaynaklarını kullanım oranlarının artırılmasını sağlayacaktır.

Kısıt olmayan kaynaklar üzerinde çıktıyı arttırmak sistem çıktısı üzerinde herhangi olumlu bir etki yaratmayacaktır. Sistem üzerindeki süreç içi stokların azaltılması ya da yok edilmesi gibi yerel amaçlar, sistemin toplamı üzerinde etkisiz kalacaktır. Bir sistemdeki çıktının artırılabilmesi için, kısıt kaynağın akışının mutlaka artırılması gerekmektedir.

Bir şirketin kısıtı daima içsel bir kısıt olmayabilir. Kısıt birçok durumda pazar kısıtı olarak da karşımıza çıkabilir. Bir şirket için kısıt bazı durumlarda da sistemin çıktısını azaltan bir politik kısıt ya da prosedürler olabilmektedir. Goldratt'a göre bir organizasyonlardaki kısıtların %99'u politik kısıtlardır (Goldratt, 1988). Politik kısıtlara örnek olarak bir firmadaki ürünleri sadece kredi kartıyla alabilen müşteri kütesine sahip olan bir yerde, kredi kartı olmayan kimselerin o firmadan alı veri yapamaması bir kısıt olarak verilebilir (Swain and Bell, 1999).

Bir kısıtın herhangi bir hesaplama yapmadan nerede bulunduğunu gösterecek en kolay yollardan biri, bir sistemdeki süreç içi stokların yerle imini incelemektir. Kısıt, süreç içi stoktaki en yüksek yığındır.

Bir operasyonda var olan kısıtları tanımlamak için 4 farklı senaryo vardır (Goldratt and Fox, 1986). Senaryolar, bir sistemdeki aşırı stokların nerelerde biriktiğini gösterir (Goldratt and Cox, 1992).

Kısıtın fazla kapasiteli kaynakla beslendiği durum

Fazla kapasiteli kaynak ile kısıt kaynağın montaj hattını beslediği durum

Kısıt kaynağın pazarı beslediği durum

Pazarın kısıt olduğu durumda fazla kapasiteli kaynak tarafından beslenmesi

Üretimle uğraşanlar için kısıtın tanımlanmasındaki soru daha fazla çıktı üretmememizi sağlayan fiziksel çıktı nedir?

Bu kısıt üç şekilde yerleşmiştir:

Pazar (sadece satışlar yeterli değildir)

Satıcılar (sadece malzemeler yeterli değildir) ya da

3) İçsel bir kaynak (sadece kaynak kapasitesi yeterli değildir)

4.5.1.2. İkinci aşama: Kısıtların Nasıl Düzeltileceğine Karar Verilmesi

Temel kısıtlar belirlendikten sonra bütün çalışmalar, tüm sistemin performansını arttırabilmek için kısıtların tamamen kullanılmasını sağlamak yönünde olmalıdır (Atwater and Gagne, 1997). Ruhl'a (1997) göre, Kısıtlar Teorisinin ikinci amasında amaç sistemin temel kısıtlarının sürecini en yüksek düzeye çıkarmaktır, yani kısıtlardan en büyük süreci elde etmeye çalışmaktır (Küçüksavaş vd., 2005). Kısıtlar süreç hızının bir fonksiyonu olarak kabul edildiğinde; cevaplanması gereken soru öyledir: şimdi ve gelecekte sürecin çıktısını en büyükmek için kısıtla ne yapmak istiyoruz? Bu adımla ilgili olarak aşağıdaki aktiviteler ve süreçler izlenmektedir:

Kısıt içsel bir kısıt olduğunda:

Kaynak çok değerli olarak düşünölmelidir.

Kayıp faaliyetler kısıt tarafından yok edilmektedir.

Genel yaklaşım faaliyetlere katkısı büyük olan kaynaklarda çalışmak yönündedir. Bu yaklaşımla kısıt kaynakların kısıt olmayan kaynaklara göre daha az işle yüklendiğini gösterir. Hazırlık sürelerine olan dikkat arttırılır ve kısıt kaynak üzerindeki hazırlık süreleri azaltılmaya çalışılır.

Kısıt çıktısı ve kullanım oranı ölçöölür. Kısıt kaynağın bozulma durumları analiz edilir ve yok edilmeye çalışılır. Kısıt kaynak süreç ve imalat mühendisliğinde bakıma ilk alınan kaynak olmalıdır.

Kısıt kaynağın önüne süreçte hammaddesi iyi olan kaynakların konulduğundan emin olmak için bir denetim adımı konulabilir. Böylece üretilen ürünlerdeki fire miktarlarının en aza indirgenmesi sağlanır.

Genellikle kısıt kaynakta daha hızlı bir sürecin sağlanması için, hazırlık, temizlik gibi görevlerde ekstra yardım sağlanabilir.

Yukarıda sayılan adımlar kısıt kaynağın saatlik üretiminin artırılmasını sağlayarak satı tan elde edilen para miktarını arttırabilirler.

Kısıt bir hammadde olduğunda;

Hammaddeye bir altın gibi davranılmalıdır.

İskartaları azaltmak çok önemlidir.

Satılmamış bitmiş ürün stokları ve süreç içi stoklar elimine edilmelidir.

Satışların artırılması hammadde sağlayan tedarikçilerle ilişkilerin kuvvetlendirilmesine bağlıdır.

Kısıt pazarda olduğunda;

Müşterilere çok değerli oldukları hissettirilmeli ve öyle davranılmalıdır.

Şirket en önemli rekabetçi faktörlerini anlamayı amaç edinmeli ve bu faktörlerin üstesinden en iyi şekilde gelmek için çaba sarf etmelidir. Üretim perspektifinden, bu durum:

%100 teslim performansı,

Daima daha hızlı çevrim süreleri,

Yüksek kalite,

Müşteri ihtiyaçlarına ek özellikler eklemek ekinde olabilir.

Kısıt içsel bir kısıt olduğunda malzeme akışı kontrol noktası kısıt kaynak olarak seçilmelidir.

Kısıtın, kontrol noktasının nasıl düzeltileceğine karar verilmesi için çizelgenin çıktıyı en büyükmek için sonlu olarak yüklenmesi ve aşırı yüklenmemesi gerekmektedir.

4.5.1.3. Üçüncü aşama: İlgili Her şeyin İkinci Aşamamın Uygulanması İçin Seferber Edilmesi

Kısıtların nasıl düzeltileceğine karar verirken ihtiyaç duyulan hammaddenin daima zamanında hazır bulunamayacağı gerçeği göz önüne alınmalıdır. Çünkü bu maddeler kısıtsız kaynak kuyruğunda bekliyor olabilirler ki kısıt kaynak bu malzemelere henüz ihtiyaç duymamıştır. Bu aşama bahsedilen olaydan korunmak için gereklidir. Amaç kısıtlı kaynağın hiçbir zaman boş kalmamasına dikkat ederek kısıtsız kaynakla birlikte bir çizelgenin hazırlanmasıdır. Böyle bir çizelge için kısıt olmayan kaynak bir üretim partisinin yarısında durdurulabilir ya da fazladan hazırlık maliyetine katlanılabilir. Kısıtsız kaynak kısıtlar teorisinde bahsedilen fazladan kapasite gerektirir. Kısıt olmayan bir kaynağın kısıt kaynaktan sonra yerleştirildiğini düşünelim. Eğer bu kaynak bozulursa ya da herhangi bir nedenden dolayı kısıt olan kaynağın üretimini durdurmasına sebep olacak bir gecikme yaşarsa, bu kapasiteye ihtiyaç duyulmaktadır. Süreç içinde kısıtlı kaynaklar yok edildikten sonra hala daha kısıtlar bulunabilir. Bu kaynaklara kapasite kısıtlı kaynak adı verilir. Kapasite kısıtlı kaynak bir çizelge ya da politika kısıtından dolayı ortaya çıkıyor olabilir.

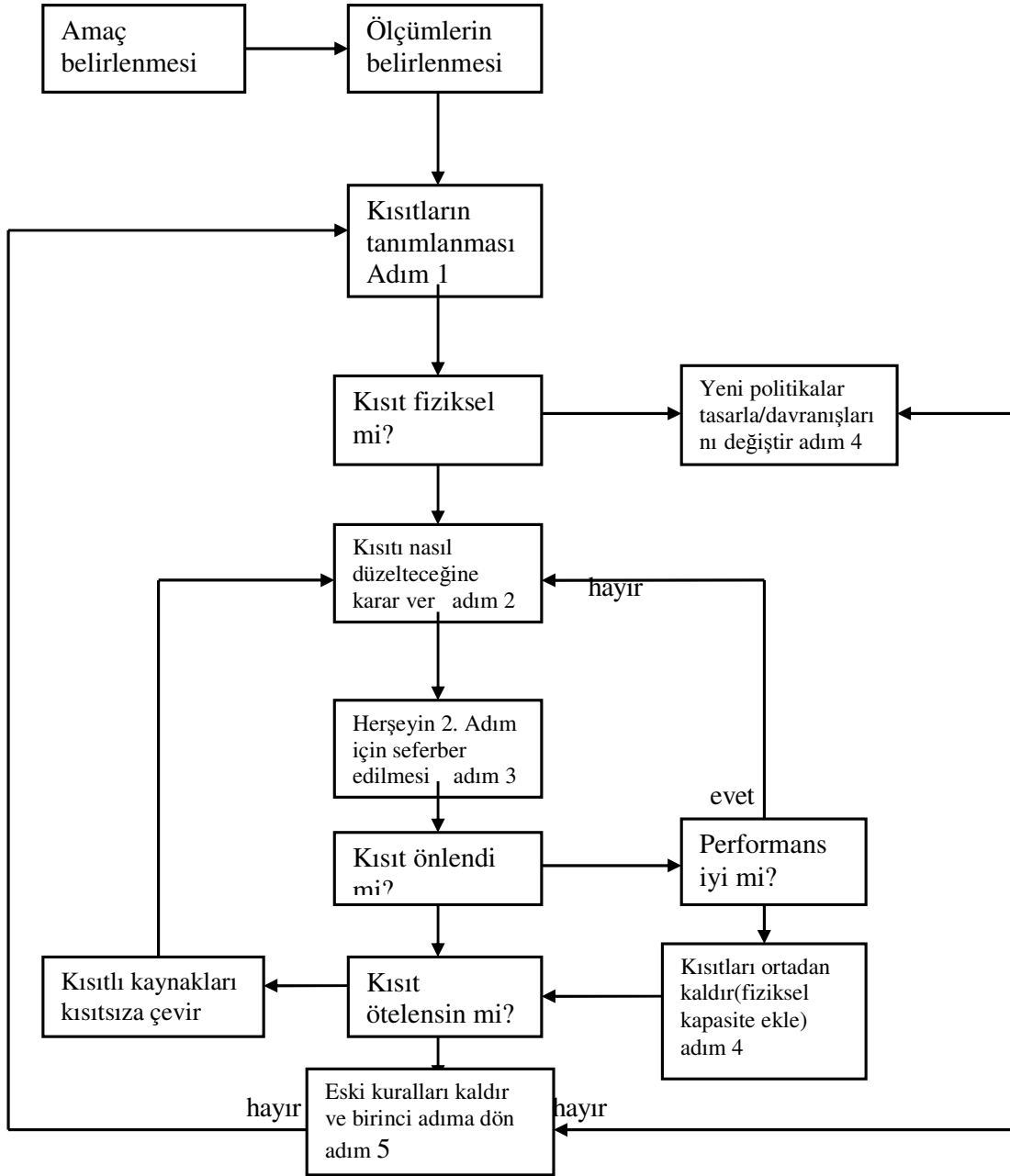
Bazı durumlarda kısıt tamamıyla farklı bir çizelge uygulanarak yok edilebilir. Bu yüzden kısıt yok edilse de edilmese de tüm sürecin sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Eğer kısıt sonlandırılmamış fakat sistem performansı memnun edici bir düzeydeyse 2. adıma geri dönülür eğer performans iyi değilse kısıtlar teorisinin 5 adımlı odaklanma sürecinden dördüncüsüne geçilir (Macmillan, 2004)

4.5.1.4. Dördüncü aşama: Kısıtların Ortadan Kaldırılması

Kısıtların ortadan kaldırılması, kısıtlı kaynağı, kısıtlı olmayan kaynağa dönüştürme çabasıdır. Bu aşamaya gelmişse, bundan önceki iki aşamada yapılanlar yetersiz bulunmuş demektir. Bu adımda kısıtın kaldırılması, yani kısıtlayıcı görev veya faaliyetlerin bir bütün olarak çıktısının artırılması amacıyla önlem alınır (Üreten, 1998). Kısıtların ortadan kaldırılması birkaç şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin kısıtlı kaynak ile aynı fonksiyonlara sahip yeni bir makine almak, fazla mesaiden yararlanmak, vardiya sayılarını arttırmak, o makinenin ürettiği parçayı, yarı mamulü dışarıdan satın almak gibi yollarla giderilebilir. Eğer kısıtlı kaynak işgücü ise o işçinin yaptığı işleri yapabilecek şekilde eğitilmesi, o işçinin daha hızlı çalışması için eğitilmesi yollarıyla kısıt giderilebilir (Küçüksavaş vd., 2005).

4.5.1.5. Beşinci aşama: Kısıtlar Kaldırıldığında İlk Aşamaya Geri Dönülmesi

Kısıt ortadan kaldırıldığında, ilk aşamaya geri dönülmesi ve sürece yeniden başlanması gerekmektedir (Chase, et al., 1998). Ruhl'a (1997) göre, kısıt kaldırıldıktan sonra sürekli gelişme süreci durmayacak, çünkü başka bir kısıt ortaya çıkacaktır. Yönetim, bir önceki kısıtın ortadan kaldırılmasıyla rahatlamamalı ve sürekli olarak yeni kısıt arayışını sürdürmelidir. Unutulmamalıdır ki, sistem problemlerinin birçoğu, yaratıldıklarında doğru olan politikalardan kaynaklanmaktadır. Birçok sistemde aksaklıkların giderilmesine çok az zaman ayrılırken, o aksaklıklar nedeniyle ortaya çıkan sorunların çözülmesine çok fazla zaman ayrılmaktadır. Başka bir deyişle, esas sorun ihmal edilerek istenmeyen etkilerin ortadan kaldırılmasına çalışılmaktadır. Nasıl bir yaranın üzerine bant yapıştırılması, yaranın iyileştirilmesine yönelik bir tedavi biçimi değilse, istenmeyen etkilerin ortadan kaldırılması da sorunun çözümüne yönelik bir önlem değildir. (Üreten, 1998).



Şekil 4.6. Beş Adımlı Odaklanma Süreci Adımları(Kaynak: Kartal Z. Yüksek Lisans Tezi, 2006)

4.6. Trampet-Tampon-Kordon Çizelgeleme Sistemi (TTK)

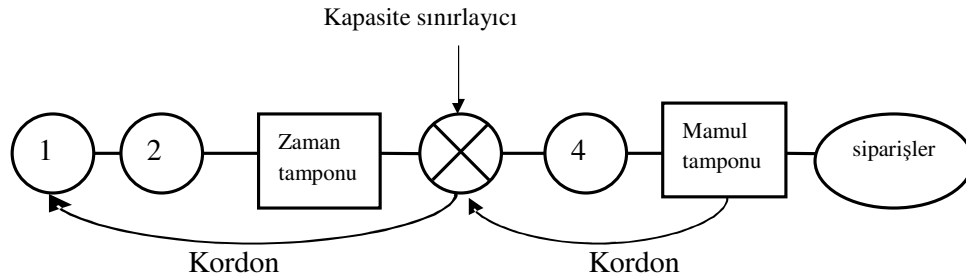
Darboğazlı bir makinenin sürekli çalışır durumda olması gerekmektedir. 4 adet makineden oluşan basit bir doğrusal üretim akışı içinde 3. makinenin darboğaz oluşturduğunu düşünelim. Bu durumda 3. makineden önceki ve sonraki makineler bu makineden daha yüksek kapasiteye sahip olduğu için makine önünde yüksek bir yarı mamul stoku oluşacaktır. Buna karşılık sistemin diğer noktalarında yarı mamul stoku oluşmayacaktır. Ayrıca darboğaz tanımı gereği üretilen tüm ürünlerin pazara verileceği yani mamul stoku oluşmaması beklenmektedir.

Bu noktada darboğazlı işlem için aşağıdaki önlemleri almak mümkündür (Chase and Aquilano, 1998).

- Darboğazlı işlem, sistemin çıktı hızını belirlediğinden bu işlemin önünde onun sürekli çalışır durumda olmasını sağlayacak bir tampon oluşturulması
- Darboğazlı makinede ne kadar ürün işlenebileceğine ilişkin bilginin sürecin en başındaki birinci makineye aktarılmasıdır. Bu iletişimin formal ya da enformel olması mümkündür. A işlemi, sisteme malzeme girişlerinin yapıldığı işlemdir. A işleminin darboğazlı kaynağın sürekli çalışır durumda tutulmasını sağlayacak kadar zamanlı malzeme girişine izin vermesi gerekmektedir. Programlamada bu koşul sağlanmalıdır.

Sistemde darboğazlı kaynak yerine, kapasiteyi sınırlayıcı kaynağın bulunması durumunda iki tampon stoka ihtiyaç duyulacaktır. Bunlardan biri (zaman tamponu) kapasiteyi sınırlayıcı kaynağın önüne yerleştirilir, diğeri ise son ürün stoku eklende düşünülebilir. Kapasiteyi sınırlayıcı kaynağın önündeki zaman tamponu sistemin çıktı hızını koruyacaktır. Mamul stoku ise, müşteri satın alma kararı verdiğinde, onun

talebinin karşılanmasını sağlayacaktır (Chase and Aquilano, 1998). Bu yapı içinde ilk olarak, mamul stok noktasından kapasite sınırlayıcı kaynak olan 4. makinenin önündeki tampona bilgi aktarılmalıdır. Bu bilgi, çıktının artırılıp düşürülmesine ilişkin bir bilgidir. İkinci olarak, kapasite sınırlayıcı kaynak olan 4. makinenin önündeki tampon noktadan, malzeme girişinin yapıldığı noktaya (1.makineye) bilgi aktarılmalıdır. Bu bilgi ise ne kadar malzemeye ihtiyaç duyulduğuna ilişkindir (Üreten, 1998).



Şekil 4.7. Üretim Hattında Kapasiteyi Sınırlayıcı Kaynak Olması Durumunda TTK Mekanizması

Goldratt, yukarıda özetlenen bu işleyişi trampet, tampon, kordon olarak adlandırmıştır(Üreten,1998). Trampet-tampon-kordon(TTK) olarak adlandırılan çizelgeleme metodunun analogisi bir gezi yürüyüşüne çıkmış izci çocuklardan alınmıştır. Gruptaki 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. En yavaş çocuk hattın başlangıcına konulabilir ve hızlı çocukların tümü öndeki çocukla aynı hızda gitmek için yavaşlamaya zorlanabilir. Alternatif olarak tüm çocukların bir kordonu tutması sağlanabilir, böylece en yavaş çocuk en önde olmasa bile hızlı çocuklar fazla uzaklaşamaz, kordonun uzunluğu

sistemdeki stok miktarına benzetilmektedir. Esnek bir kordona sahip olmak hızlı çocukların, en yavaş çocuğun durmasına sebebiyet vermeden, durup ayakkabılarını bağlamalarına izin verir. Eğer kordon çok uzunsa en yavaş ve en hızlı arasında çok büyük mesafe oluşacaktır. Eğer gerçek bir kordon yoksa en yavaş çocuk adım attıkça trampete vurulur ve diğerlerinin bu sesi dinleyip aynı şekilde adım atmaları ve belli mesafe içinde kalmaları istenir.

Fabrikada trampet vuruşu darboğazdan önceki işlemlerin hepsinin darboğazın oranında adım atmaları sağlamada kullanılır. Diğer bir deyişle darboğazdan önceki kaynaklar darboğazla aynı hızda çalışmalıdır. Darboğazın önüne konulan tampon, trampet vuruşunun sürekliliğini sağlamak için kullanılır. Böylece kendinden önceki bir darboğaz olmayan yavaşlaşa bile o etkilenmeyecektir. Darboğaz olmayan işlemler tamponu uygun bir hipotetik kordon kullanarak tutmak için çizelgelenirler.

İşler darboğazın hızında fakat darboğazın önündeki zaman tamponun sürekliliğini sağlayacak zaman kadar önce salınırlar. Envanter zorunlu olmadıkça yükselmez ve darboğaz beslenememe sorunu yaşamaz. İşler böylece üretimin ilk aşamasından darboğaz kadar, darboğaz tarafından çekilirler. Darboğazdan sonra ise işler hattın sonuna olabilecek en çabuk biçimde itilirler (Silver, et al., 1998).

4.6.1. Trampet

Trampet tesisin üretim çıktı hızını ayarlayan ana üretim çizelgesi olarak tanımlanır (Umble and Umble, 1999). Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Tam Zamanlı Üretim sistemlerinde üretim hızını ana üretim programı belirlemektedir. Her ikisinde de ana üretim programının oluşturulmasında darboğazlı kaynaklar kullanılır. Amaç bunların kapasitesinin aşılmamasıdır. Darboğaz oluşturmeyen diğer kaynaklar darboğazlıyı besleyecek şekilde programlanır. Dolayısıyla darboğazlı

kaynak trampettir. Bu kaynak, kendi hızına uyduracak şekilde diğerlerinin hızını belirlemektedir. Başka bir deyişle, tüm süreç için “trampet vuruşu” yaratmaktadır.

4.6.2. Tampon

Ana üretim programlarının çok dikkatli bir şekilde hazırlanmış olması halinde bile, öngörülemeyen olaylar nedeniyle birtakım sapmalar meydana gelebilir. Bu olayların çıktığı engellemesini önlemek için seçilen noktalara tampon stoklar yerleştirilmesi gerekir. Darboğazlı kaynağın önüne yerleştirilen stokun amacı, ondan önce gelen darboğaz oluşturmeyen kaynakların işlem sürelerindeki istatistiksel dalgalanmalar nedeniyle darboğazlı kaynağın malzemesiz kalmamasını sağlamaktır. Yukarıda da değinildiği gibi zaman tamponları ya da son ürün şeklinde olabilir (Üreten,1998).

4.6.3. Kordon

Tüm sistem için darboğazlı kaynağın, üretim hızını belirlediğine ya da trampet vuruşu gerçekleştirdiğine değinilmiştir. Darboğazlı makineyi izleyen makineler için üretim hızı darboğazlı makine tarafından sınırlandırılmış durumdadır. Ancak, darboğazlı makineden öncekiler, darboğazlıdan geçemeyecek kadar fazla üretme potansiyeline sahiptirler. Kuşkusuz, bu da darboğazlı işlem önündeki yarı mamul stoklarının yükselmesine neden olacaktır. Yarı mamul stoklarının kontrolsüz bir şekilde artmasını engellemek için darboğazlı işlem ile onu besleyen süreçler arasında bir bağlantı kurulmalıdır. Bu bağlantı “kordon” olarak adlandırılmaktadır.

Senkronize üretim sistemlerinde, trampet-tampon-kordon mekanizması, bu sistemlerin atölye düzeyindeki denetim mekanizması olarak kabul edilebilir. Trampet vuruşunun, tampon stokların ve kordonların gerektiği gibi belirlenmesi ve

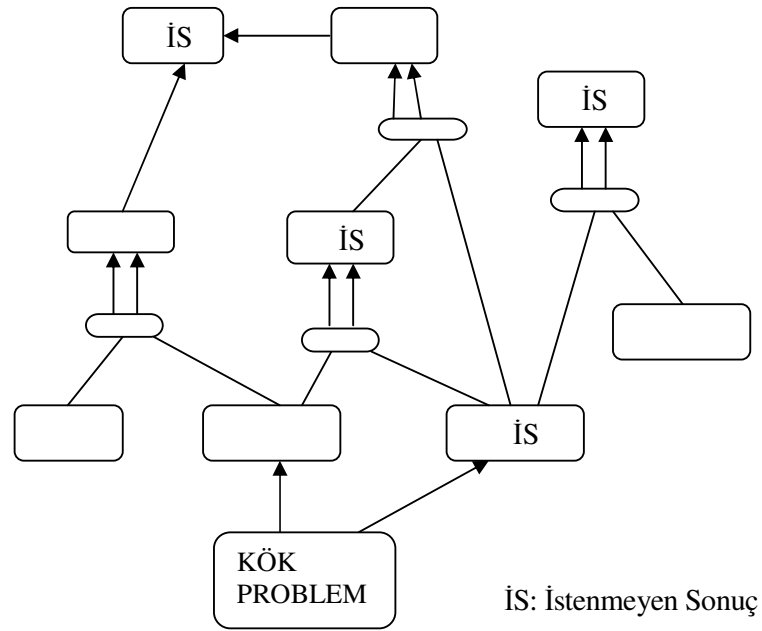
yönetilmesi halinde, arzulanan çıktı düzeyine ulaşabilecek, stok düzeyleri düşerken işlem giderleri de azalabilecektir (Umble and Shrikanth, 1995).

4.7. Kısıtlar Teorisinin Mantıksal Araçları

Kısıtlar teorisi problem çözme yöntemi olarak da kullanılabilen ve bu amaçla kendi araçlarını kullanan bir yöntemdir. Kısıtlar teorisinin problem çözme amacıyla uygulanmasında yararlanılan mantıksal araçlar ve kullanım sıraları bu bölümde incelenecektir.

4.7.1. Güncel Gerçeklik Ağacı

Güncel Gerçeklik Ağacı sistemin şu anki gerçek durumunu göstermek için dizayn edilmiş mantıksal bir yapıdır. Görünen spesifik belirtilerden neden sonuç ilişkileri çıkarır. Organizasyonel değil fonksiyonel seviyede kullanılır. Güncel gerçeklik ağacı, karmaşık sistemlerin anlaşılabilir konuma getirilmesini sağlayarak istenmeyen durumların kök nedenlerine inilebilmesini sağlar. Bunun yanında kök nedenlerin yetki alanı içinde olup olmadığını da göstermiş olur (McMullen vd., 1998).



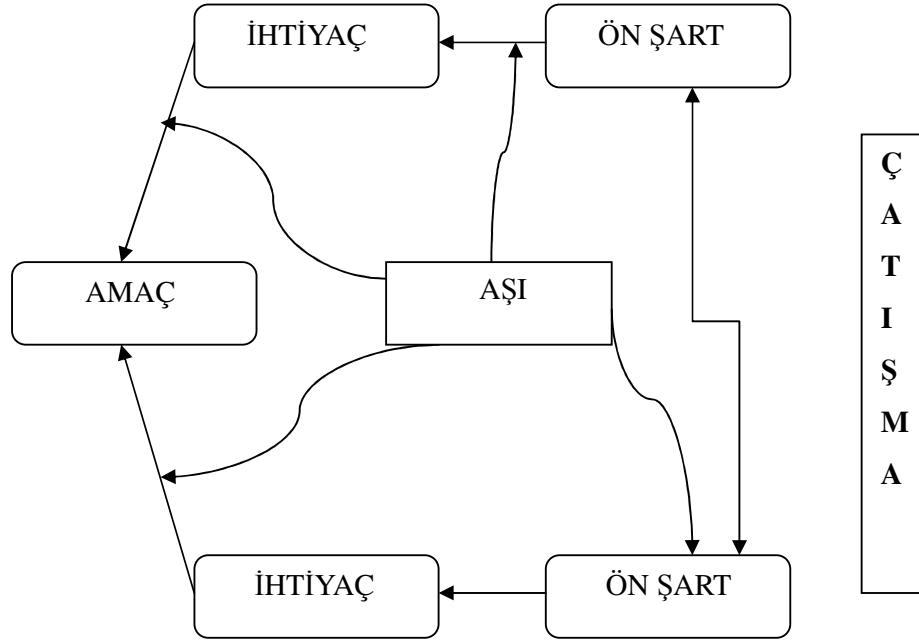
Şekil 4.7. Güncel Gerçeklik Ağacı(Dettmer 1997, s.22)

4.7.2. Çatışma Çözüm Diyagramı

Çatışmaları ortadan kaldırdığı için “buharlaştırıcı bulut” da denilir. Çatışma durumunun belirlenmesi, tüm elemanlarının ortaya konulması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi için gerekli bir durumdur.

Diyagram sistemin amaçlarını, amaca götüren gerekli fakat yetersiz ihtiyaçlarını ve bunların tamamlayıcı fakat çatışan önkoşullarını içerir. Karmaşık problemleri çözüme ulaştırır (Scheinkopf, 1999).

Çatışma çözüm diyagramı yardımıyla problemin derinlemesine incelenmesi yapılır ve çözüm önerileri ortaya atılır. Çatışma çözümünde amaç herkesin kazanacağı çözümler üretmektir (Dettmer, 1997).



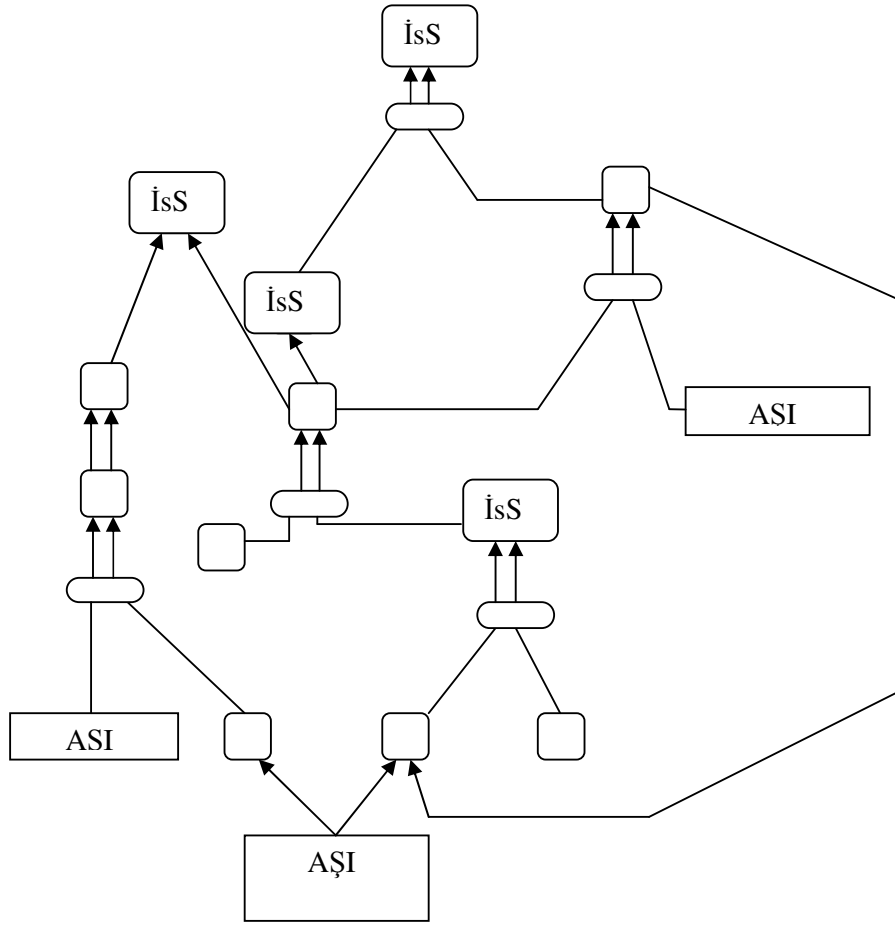
Şekil 4.8. Çatışma Çözme Diyagramı “Buharlaşan Bulut” (Dettmer 1997, s. 23)

4.7.3. Gelecek Gerçeklik Ağacı(FRT)

Bir gelecek gerçeklik ağacı geçilmesi planlanan yolun doğru olduğu hissini verir(Scheinkopf, 1999).

FRT mevcut durumda yapılmasına karar verilen değişikliklerin gerçekte ulaşılacak istenen sonuçları nasıl katkı yapılacağını göstermeye yarayan yeterlilik temelli bir yapıdır. Henüz var olmayan bir gerçekliğin dışı vurumudur. Mevcut sistemde yapılan değişikliklerle bunların sonuçları arasındaki neden sonuç ilişkisini görsel olarak açıklar, geleceğin bir simülasyonudur. Parlak gözüken fikirlerin gerçek hayattaki uygulamalarının sonuçlarını gösterir (McMullen vd., 1998).

Gelecek gerçeklik ağacı çözüm önerilerinin sonuçlarının olası senaryosunu verirken, uygulanması düşünülen yeni fikirlerin test edilmesin olanak sağlar. Karar alma sürecini destekleyen etkin bir araç olarak göze çarpmaktadır (Dettmer, 1997).



Şekil 4.9. Gelecek Gerçeklik Ağacı(Dettmer 1997, s.24)

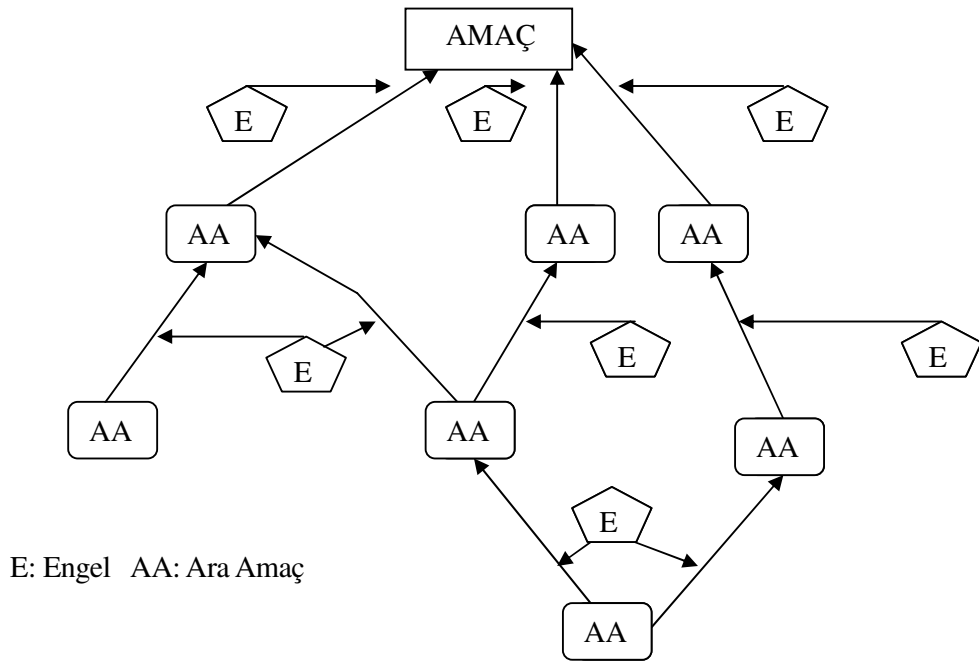
İsS: İstenen Sonuç

4.7.4. Önkoşul Ağacı (PRT)

Ön koşul ağacı, amacı gerçekleştirilirken üstesinden gelinmesi gereken tüm engel ve sorumluluklar tanımlamaya yarayan mantıksal yapıdır. PRT'nin amacı, ulaşılacak

istenen yoldaki engellerin geçilmesini sağlamaktır. PRT engellerin haritasını çıkarır, sorumluluğun kimde olduğuna bakmaksızın engeller konusunda ne yapılması gerektiğini belirler (McMullen vd., 1998).

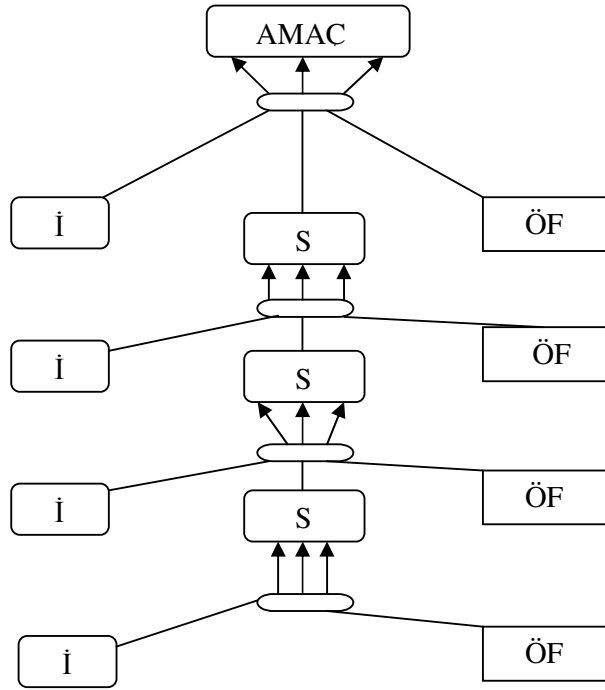
Önkoşul Ağacı, istenen faaliyet, amaç ya da eklentinin gerçekleşmemesine neden olan engelleri tanımlarken, engellerin aşılması için gerekli çare ya da koşulları belirler. Bu özelliğiyle önkoşul ağacı güncel gerçeklik ağacı ve değişim ağacı arasında bir köprü vazifesi görmektedir. Zaman sırasına göre adım adım uygulama planı sağlar (Dettmer, 1997).



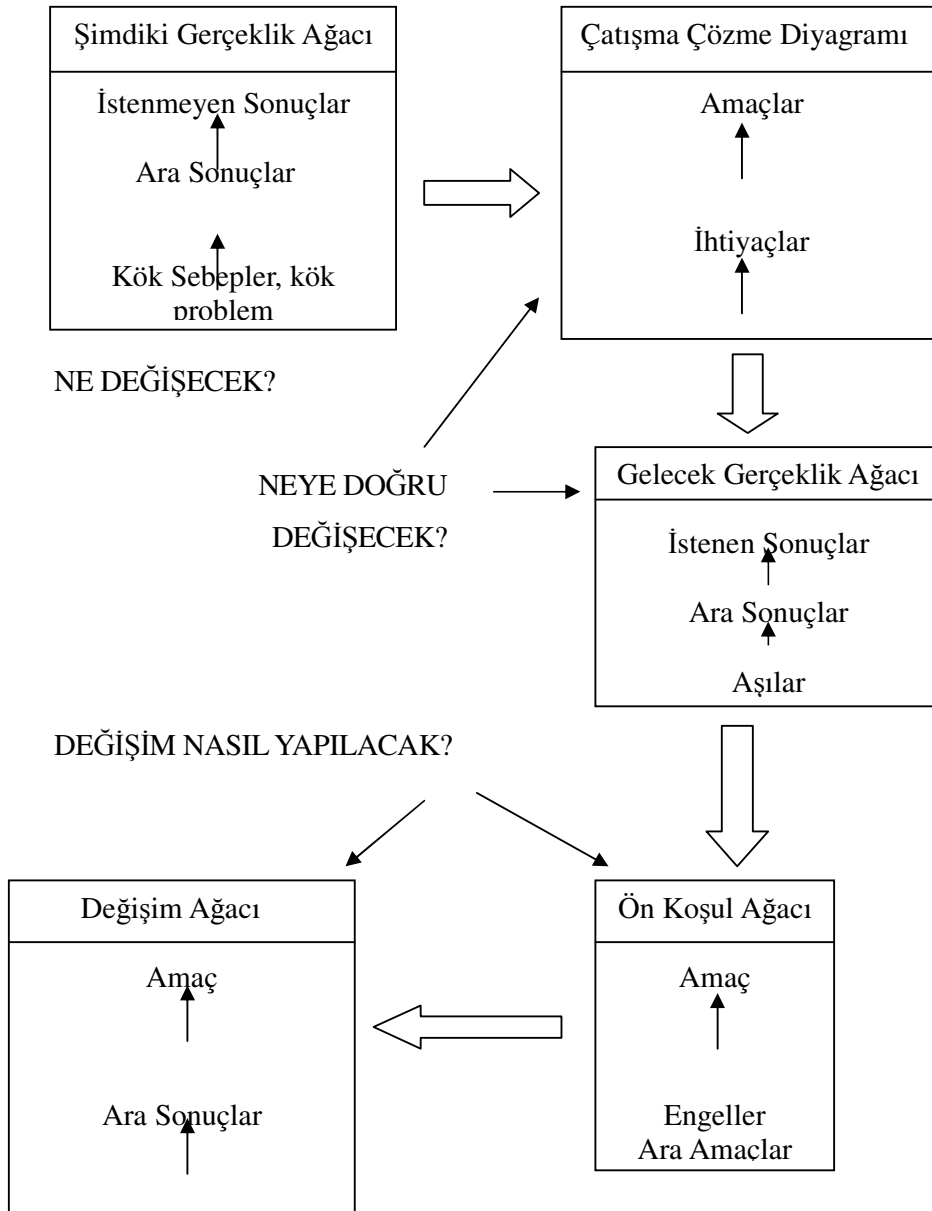
Şekil 4.10. Ön Koşul Ağacı(Dettmer 1997, s.25)

4.7.5. Değişim Ağacı

Değişim ağacı faaliyetleri ve değişiklikleri başlangıçtan tamamlanana kadar, neden sonuç ilişkisi içerisinde gelişmenin adım adım tasarım için kullanılan mantık ağacıdır. İstenen yeni sonuçları üretmek için özel faaliyetlerle var olan gerçeklikleri birleştiren uygulama aracıdır. Neden sonuç ilişkisi içinde şimdiki statü ve esas amaç arasında adımları detaylandırılmış bir haritadır (McMullen vd., 1998). Değişim ağacı faaliyetlerin uygulaması için adım adım izlenecek metodu geliştirir. Kavramsal ve stratejik planlardan taktiksel faaliyet planlarına geçişi sağlar (Dettmer,1997).



Şekil 4.11. Değişim Ağacı (Dettmer 1997, s.25)



Şekil 4.12. Düşünme Araçları (Dettmer 1997, s.62)

4.8. SMED Sistemi

Bir görevi sona erdirmek ve yenisine başlamak her zaman fiziksel ve zihinsel efor gerektirir. Üretimde bu değiştirme operasyonu çoğu zaman tezgah ve alet değişimi olarak ifade edilir. Bu çoğunlukla yorucu ve pahalıdır.

Zaman tasarrufundan kazanılan avantaj çoğunlukla bir çeşit işten diğerine geğerken kaybolurken bizim bunu ilk bakışta anlamamız büyük önem taşır. Bir çok yerde ve bir çok değişik aletle yapılan işlerde çabuk geçiş çoğu zaman imkansızdır. Bu her zaman iyi performans gösteren yetenekli bir işçinin yükünü epeyce indirmektedir. Çünkü zaman ve para açısından bir operasyondan öbürüne geçmek epeyce zahmetlidir. Üreticiler her zaman işi amorti edecek uzun üretimlere zen duymuşlardır. Bunun birçok, kötü etkisi vardır.

Üretimde çeşitli fonksiyonel operasyonlarda performans gösteren kişinin yerini ve aletleri değiştirmek zorunda olduğu açıktır. Bir operasyondan diğerine geçmek kişinin çalışmasının akışını kesmektedir ve kişinin çalışma zamanında etrafındaki diğer personelle çene alması sonucunu yaratmaktadır.

Uzun retim sürecinin bir başka istenmeyen etkisi ise kendisinin meydana getirdiği geniş envanter ürünlerdir. Bu birkaç nedenden pahalıdır.

Fabrikalarda, küçük partiler halinde üretim yaparken karşılaşılan en önemli sorun model değişimi (hazırlık) için harcanan uzun zamandır. Kalıpların ve takımların değiştirilmesi, ayarlanması, spesifikasyonlara uygun yeni ürün çıkıncaya kadar geçen süre, ayrılan hurda parçalar başlıca kayıpları oluşturur. Hazırlık kayıplarından çekinen mühendislerin eğilimi ihtiyaçtan (siparişi almandan) fazla parça üretim, bunları stokta muhafaza etme yönündedir.

SMED sistemi bir işlemin 4 saatten 3 dakikaya indirilmesini olanaklı hale getirmeye izin veren üç temel düşünceyi kapsar:

- Üretim hakkında çok basit bir düşünce. (SMED altında yatan kavram)
- Düzenlenmiş kavramdan sağlanan pratik metotlar. (Realistik bir sistem.)
- Pratik tekniklerin örnekleri (Pratik metot.)

Klasik "Seri Üretim" in geçerli olduğu dönemlerde, üretim mühendisleri ne kadar az hazırlık yaparlarsa o kadar iyi olacağını biliyorlardı. Fakat günümüzde, yüksek ürün çeşitliliği ve ufak üretim partileri, tam zamanında sevkiyat yadsınamayacak koşullar olarak karşımızdadır. Fabrikalar pazarın beklentilerine uygun olacak şekilde sık sık hazırlık yapma durumundadır.

Pazarın talebi değiştikçe fabrika da, uzun bir süredir "verilen" olarak kabullendiği ve dokunmadığı hazırlık sürelerinde iyileştirmeler yapmak zorundadır. Hazırlığı iyileştirmek için belirlenen "7A1tın Kural"ı şöyle sıralanır:

- 1- Hazırlık 5 S ile başlar ve biter.
- 2- İç Hazırlığı dış hazırlığa dönüştürün, sonra iç hazırlığı kısaltın.
- 3- Cıvata ve somunlar bizim düşmanımızdır.
- 4- Eğer ellerinizi kullanacaksanız, ayaklarınızın yere sıkı bastığından emin olun;
- 5- Kişilerin ince ayar konusundaki becerilerine bel bağlamayın.
- 6- Talimatlar talimattır. Bunlara aykırı davranmayın.
- 7- Bütün hazırlık operasyonlarını standartlaştırın.

4.9. Üretim Sistemlerinde Darboğaz Araştırması

Üretim sistemlerinin önemli problemlerinden biri olan darboğazın araştırılmasında izlenecek yöntem ve sıranın belirlenebilmesi amacı ile üretim faktörleri (malzeme, makine, işgücü, yöntem) ayrımından yararlanılabilir.

- Malzeme darboğazı araştırması: hammadde, yan mamul, mamul ve yardımcı maddeleri kapsar.
- Makine darboğaz araştırmasına üretime katkıda bulunan tüm makine ve donanımlarla birlikte her türlü araç kontrol ve Ölçüm cihazları dahil edilir.
- İnsan darboğaz araştırmasında, işletmede insana ilişkin tüm problemler, iş gören ve yönetici performansları ve aralarındaki ilişkiler göz önüne alınır.
- Yöntem darboğaz araştırması içinde ise teknik ve örgütsel planlama, düzenleme, maliyet kontrol ve yatırım gibi yönetim sorunları ele alınır.
- Çalışma alanımızı ilgilendiren makine darboğazı ile ilgili uygulamada gözlemlenen kriterler, belirli ve çözüm önerileri aşağıda verilmektedir.

Belirtiler

- Arzu edilen kalitede üretim olmaması eksik veya fazla üretim
- Az veya çok otomasyon
- Esnek olmaması
- Çok yer kaplaması
- Ömrünün kısa olması
- İşletmenin gelecekte öngörülen gelişmelerine uygun olmaması
- Yeterli hızda çalışmaması
- Çok teferruatlı olması
- Yüksek enerji sarfiyatı

- Yüksek fire
- Düşük verimlilik ve atıl kapasite

- Emniyetli olmaması sık sık kazaya neden olması

Ön neöriler

Öneriler

- Benzer makineler için Pazar araştırması
- Teknoloji karşılaştırması

- Fire kontrolü ve analizi yapmak
- Uzun vadeli yatırım ve kapasite planları ve bunlarla ilgili kuralları belirlemek

- Otomatik arıza bildirim ve ikaz cihazları ilave etmek

- İş güvenliği için eğitim
- Yeterli ara stok yeri imkanına sahip olmaması
- Nakliye zorluğu
- Hazırlık zamanının yüksek olması
- Özel kalifiye elemana ihtiyaç göstermesi
- Özel mekanlarda bulundurma zorunluluğu
- Kullanma talimatlarının yeterli olmaması
- Bağlantı imkanlarının kısıtlı olması
- Sağlığa zararlı dalga yayması, toz duman, gaz, gürültü, aşırı ışık, aşırı soğuk, sıcak
- Özel konstrüksiyonlar geliştirmek(üretim sürekliliği, ara stokların azaltılması ve kullanım kullanım kolaylığı gibi nedenlerle)
- Çalışanlara kalite veya kapasite kullanım primumu vermek, iş yükünü düzenli hale getirmek
- Model kısıtlamasına gitmek
- Gerekli koruyucu teçizatı ve elbiseleri sağlama

- Sık sık arıza çıkarması ➤ Koruyucu bakım uygulanması
- Bakım veya tamir zamanlarının veya masraflarının yüksek olması ➤ Periyodik kontrol
- Yedek parça tedarik zorluğu ve yüksek maliyeti ➤ Arıza istatistiği tutmak ve nedenlerini araştırmak
- Bakım zorluğu

Malzeme darboğazı ile ilgili uygulamada gözlemlenen kriterler, belirti ve çözüm önerileri aşağıda verilmektedir.

Belirtiler

- Tolerans, boyut, sağlamlık, parlaklık gibi özelliklerin eksikliği.
- Mamulün kullanım değeri veya ömrü açısından şikayetler
- Pahalı hammadde. Üretim işleme zorluğu
- Fazla fire, hatalı mamul sayısının çokluğu, farklı ağırlıklar, malzemede paslanma
- Depoda yer sıkıntısı, stok fazlalığı veya eksikliği

Öneriler

- Özelliklerin yazılı kurallarla belirlenip, malzeme girişlerinde kontrol.
- Dayanıklılık ölçümleri
- Mamul dizaynı ve üretim planlama tekniklerinin gözden geçirilmesi, rakiplerin incelenmesi.
- Kalite (standart) tanımlaması, kural ve kontrollerin belirlenip planlanması
- Stok politikalarının gözden geçirilmesi

5.UYGULAMA

Çalışmanın uygulama bölümünde kısıtlar teorisinin önerdiği çözümleri uygulayarak işletmede iyileştirme sağlanıp sağlanamayacağı ve hangi konularda ne kadar gelişme olacağını ifadesi yer almaktadır. Öncelikle uygulama başlamadan önceki durum analiz edilerek hangi konular üzerinde çalışılacağı tespit edilmiştir. Daha önce tespit edilen sorunlar maddeler halinde ifade edilerek teorisinin gösterdiği çözüm yolları uygulanarak çözümlenmeye çalışılmıştır. Bulunan çözümler işletmeye uygulanarak kaydedilen iyileştirme raporlanmıştır. Kaydedilen bu iyileştirmeler analiz edilerek işletmede yaşanan sorunların çözümünde yeni bir model oluşturulmaya çalışılmıştır. Uygulama mutfak eşyası üreten Mehtap Mutfak Eşyaları A.Ş. de yapılmıştır.

Dünyanın önde gelen mutfak eşyası üreticilerinden olan Mehtap, 1960 yılında alüminyum sıvamacılığı ile mutfak eşyaları sektörüne girmiştir. Yıllardır bu sektörde liderlik yapan ve muhtelif ürünlerle müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılayan firma, 1974 yılında Firuzköy’de yaptırmış olduğu tesisi ile Türkiye’de ilk defa teflon kaplı ürünlerin üretimine başlamıştır.

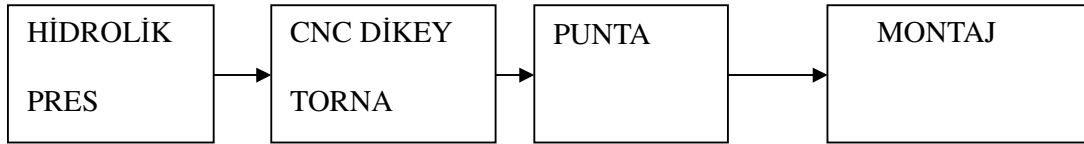
Mutfak eşyaları sektöründe Mehtap, Teflon kaplı ürünler yanında, emaye ve çelik ürünlerin üretiminin de öncülüğünü yapmıştır. Ayrıca Dupont Teflon’un® Türkiye’de lisanslı ilk kullanıcısıdır.

1994 yılında Selçuklu Holding bünyesine dahil olan Mehtap, artan talepler doğrultusunda 1997 senesinde Samandıra’daki yeni fabrikasına taşınmış; yeni teflon

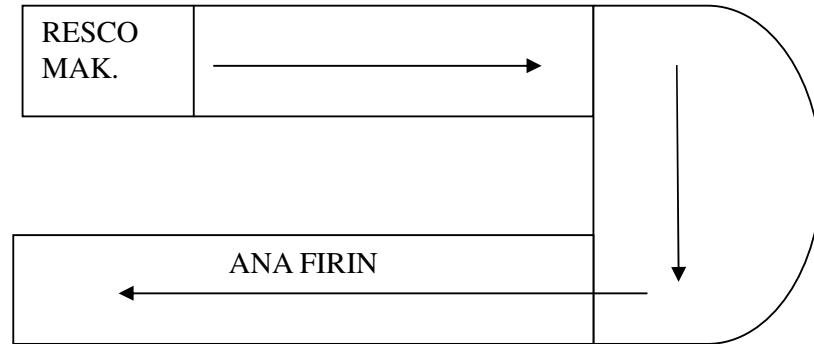
kaplama tesisleriyle birlikte kapasitesini ve kalitesini artırarak hizmet vermeye devam etmiştir.

Mehtap, 2005 yılında inşasını bitirdiği yeni binaları ve teknolojik makine ve ekipmanları ile dünyanın en kaliteli teflon kaplama ürünlerini üreten firmalardan biri olmuştur.

Firmanın üretim sistemi Kısıtlar Teorisi, VAT Analizine göre “I” tipi tesis yerleşimine sahiptir. Firma hem siparişe göre hem de stoka üretim yapmaktadır.



Şekil 5.3. Bontempi Montaj Hattı



Şekil 5.4. Roller Teflon Kaplama Hattı

5.1. MEHTAP MUTFAK EŞYALARI A.Ő. 'DE KISITLAR TEORİSİ YAKLAŞIMIYLA DARBOĞAZLARIN ARAŞTIRILMASI

5.1.1. Birinci AŞama: Kısıt Oluşturan Darboğazların Tespit Edilmesi

1) HİDROLİK PRES, TABAN TORNA VE PUNTALAMA MAKİNELERİNİN KALIP BAĞLAMA SÜRELERİNİN FAZLA OLMASI



Resim 1. Hidrolik pres sıvama kalıbı bağlama Şekli

ÜRÜN	PRES KALIP BAĞLAMA SÜRESİ(DK.)	TORNA KALIP BAĞLAMA SÜRESİ(DK.)	PUNTA KALIP BAĞLAMA SÜRESİ(DK.)
24 TAVA S. İNCİ	24	7	23
30 TAVA NOTE	26	9	29
22 TENCERE S. YOLU	38	11	36
28 SIĞ TENCERE S. YOLU	25	14	28
18 SAHAN S. İNCİ	17	4	19

Çizelge 5.1. Kalıp Bağlama süreleri

Firmada ürün hazırlık süreleri çok uzundur. Örneğin pres kalıplarının bağlama süreleri 17-38 dk. Arasında değişmektedir. Bu durum üretim açısından büyük kayıplara sebep olmakta ve verimliliği etkilemektedir. Resim 1’de pres kalıbının bağlanmış hali görülmektedir. Cıvata somun sistemi ile bağlanmış derin çekme kalıbı üretime hazırdır. Üretim hattında makinelerin kalıp bağlama sürelerinin uzun olması dolayısıyla üretim yılda yaklaşık % 18’ lik kayba uğramaktadır.

2) HAMMADDE DEPOSUNUN ÜRETİM HATTINA UZAK OLMASI

Hammadde depo ile üretim hattı arasında yaklaşık 300 m’ lik mesafe bulunmaktadır. Bu mesafe forklift ile geçildiğinden taşıma işlemi vakit almaktadır. Hammadde

deponun bulunduğu bina üretim yapılan binadan uzaktadır. Bu depodan program gereği forklift ile taşınması gereken ürünler herhangi bir aksilik(forklift arızası, yerin çok kaygan, buzlu olması vb...) durumunda taşınamayarak imalatın gecikmesine sebep olmaktadır.

3) PLANLAMANIN HAFTALIK OLARAK YAPILMASINDAN KAYNAKLANAN İSABET DÜŞÜKLÜĞÜ

İmalat programı haftalık olarak yapılmaktadır. Her hafta Cuma günleri ilgili kişiler toplanarak ürünün ne zaman ve ne kadar yapılacağına karar verilir. Bu kararlar bir çizelge haline getirilerek haftalık program oluşturulur.

Bu yolla yapılan imalat programında 5 günlük program yapıldığından isabet oranı çok düşüktür. İmalat sistemindeki bir aksaklık durumunda program tamamen değişebilmektedir. Muhtemel aksaklıklar arasında, satın alınan hammaddenin üretici firma tarafından zamanında teslim edilememesi, makine arızaları, hava muhalefeti, çalışan personelin devam durumu bulunmaktadır. Program yapılırken bunlar öngörülemediği için anlık değişiklikler yapılarak imalatın sürekliliği sağlanmaktadır. Bu ise verim kaybına ve programın yönlendirici özelliğinin kaybolmasına sebep olmaktadır.

EK 3 da örnek bir haftalık program çizelgesi bulunmaktadır.

4) ÜRETİM PROGRAMI YAPILIRKEN İŞİN GEREKTİRDİĞİ ELEMAN SAYISININ TAM OLARAK TESPİT EDİLEMEMESİ

Üretim programının haftalık olarak yapılması ürünün montajı için gerekli eleman

sayısının ürüne göre değişkenlik göstermesi, ara işler için eleman tahsis edilmemesi ve personelin tam kadro çalıştığı varsayılarak yapılması dolayısıyla diğer birimlerden eleman personel kaydırarak üretimin devamlılığı sağlanmaktadır.

5) MAKİNE PARKININ ŞEKLİ

Teflon kaplı pişirme gereci üretimi 2 safhadan oluşmaktadır. Bunlar, teflon kaplama safhası ve baskı-montaj safhasıdır. Kullanılan imalat alanı bu iki safhanın aynı alanda yapılmasına engel olduğundan aynı binanın 2 farklı katı kullanılmaktadır. Teflon kaplanmış ürünler baskı ve montaj safhasına taşınmaktadır. Taşıma esnasında teflonlu alüminyum malzemenin zarar görmesi olasıdır.

6) AYNI ÜRETİM HATTINDA ÇALIŞAN MAKİNELER ARASI KAPASİTE FARKLILIKLARI

Mehtap a.ş.'nin sahip olduğu üretim hattı "T" tipidir. Aynı bantta çalışan hidrolik pres, taban torna ve puntalama makineleri farklı saatlik kapasitelere sahiptir. Örneğin; çift puntalı ürünler için(tencere) hidrolik pres, taban tornadan daha az puntalama makinesinden ise fazla kapasiteye sahiptir. Tek puntalı ürünler için(tava) ise hidrolik pres, taban torna ile aynı puntalama makinesinden az kapasiteye sahiptir.

7) HAMMADDE DEPONUN MEVCUT ENVANTER İÇİN YETERLİ ALANI OLMAMASI

Fabrikanın ürettiği 125 farklı ürün bulunmaktadır. Her bir ürünün 10 adet parçası bulunmaktadır ve belirli aralıklarla yeni ürünler piyasaya sürülmektedir. Hammadde depo mevcut haliyle bütün malzemeleri alacak kapasiteye sahip değildir. Nitekim

yüksek adetli siparişlerde malzemelerin birçoğu imalat sahasında tutulmak zorunda kalındığından sahada yer sorunu meydana gelmektedir.

8) SİPARİŞ ALINIRKEN TESLİM SÜRESİNİN ÇOK KISA OLMASI

Piyasadaki rekabet koşulları dolayısıyla firma teslim süresi çok kısa olmasına rağmen sipariş almaktadır. Bu durum ürünü oluşturan malzemelerin aynı süratte temin edilememesi durumunda üretim hattında darboğaz yaratarak verim kaybına neden olmaktadır.

9) YETERLİ KALİFİYE ELEMANIN BULUNMAYIŞI YENİ ELEMAN YETİŞTİRMENİN ÇOK UZUN SÜRE ALMASI

Üretim hattında çalışılan makineler üniversal olmayıp her firmada bulunabilecek cinsten makineler değildir. Bu da makineleri kullanabilen kalifiye elemanların bulunamamasına neden olmaktadır. Kalifiye eleman için mevcut kadrodan yeterli görülen personel seçilerek makine başında uygulamalı eğitim verilmektedir. Bu süre personelin kavrama kabiliyetine ve makinenin karmaşıklık derecesine göre değişmektedir.

10) HATALI YAPILAN ÜRÜNLERİN ÇOK ALAN İŞGAL ETMESİ

Firmada birimler arası koordinasyon eksikliğinden kaynaklanan hatalı ürünlerin değerlendirilememesi kullanım alanını daraltarak akışa engel olmaktadır.



Resim 2. Atıl Ürünler



Resim 3. Atıl Ürünler

11) HAMMADDE DEPODA” İLK GİREN İLK ÇIKAR” KURALININ UYGULANAMAMASI

Hammadde deponun kullanım alanının yetersiz oluşu ilk girenin değil son girenin ilk çıkması sebep olmaktadır. Bu durum ise; hammadde stoğunun yenilenememesine dolayısıyla kullanılan ürünlerin farklı parçalardan oluşmasına neden olmaktadır.

12) MAMUL DEPODAN ÇOK FAZLA ÜRÜNÜN REVİZE EDİLMESİ

Üretim birimi tarafından üretilmiş fakat tamamının satışı gerçekleşmemiş ürünlerin farklı bir kombinasyon ile hazırlanarak sevkiyata hazır hale getirilmesi işlemi firmada ciddi zaman kayıplarına sebep olmaktadır.

13) MAKİNE ARIZALARI DURUMUNDA YEDEK PARÇANIN SADECE YURTDIŞINDAN TEMİN EDİLEBİLMESİ

Tamamı yurtdışından gelmiş makinelerin arızası ve/veya problemi olduğunda arıza-bakım konusunda gerekli eğitimi almamış personel yetersiz kalmaktadır. Bu tip arıza durumunda makineler haftalarca çalışmadan yatmaktadır. Çözüm bulma adına telefon ve e-posta yollarıyla iletişim kurulmaktadır. Bu yollarla da çözüm bulunamadığı takdirde yurtdışından teknisyen talep edilmektedir. Aynı şekilde bu özel işlemler için üretilmiş makinelerin yedek parça temini birçok malzeme için yapılamamaktadır ve yedek parça için de yurtdışından satın alma yollarına gidilmektedir. Makinelerin çalışmadan yatmasının nedenlerinden biri de budur.

14) PİYASAYA YENİ ÇIKACAK BİR ÜRÜN İÇİN YETERLİ SÜRE OLMAMASI VETEKNIK ÖN HAZIRLIK YAPILAMAMASI

Firma piyasadaki çetin rekabet koşulları nedeniyle rekabet üstünlüğü yaratmak adına yeni ürün geliştirmeye önem vermektedir. Haftalık olağan toplantılar esnasında yeni bir ürünün özellikleriyle ilgili konuşulur ve ürün belirlenir. Numune aşaması geçildikten sonra ürün üretime alınmaktadır. Bu aşamada ürün ile ilgili birçok eksik kısmın bulunduğu fark edilmektedir. Bu eksiklikler tamamlandıktan sonra ürün üretime geçilmektedir ve bu da ürünün verimli bir şekilde üretilmesine engel olmaktadır. Ayrıntıya dikkat edilmediği için ürün hatta iken eksiklikler tamamlanmakta ve bu da zaman kaybına yol açmaktadır.

5.1.2. İkinci Aşama Darboğaz Oluşturan Kısıtların Nasıl Düzeltileceğine Karar Verilmesi

1) HİDROLİK PRES, TABAN TORNA VE PUNTALAMA MAKİNELERİNİN KALIP BAĞLAMA SÜRELERİNİN KISALTILMASI İLE İLGİLİ YAPILAN İYİLEŞTİRME

Kalıp bağlama sürelerinin uzunluğu dolayısıyla firmanın yaşadığı zaman kaybı oldukça yüksektir. Aynı gün içinde en az 5 kalıp değişimi yapıldığı varsayıldığında durum daha net ortaya çıkmaktadır. Ortalama günde 5 kalıp değişimi yapıldığı takdirde en kısa hat hazırlanma süresi olan 19 dakika baz alınırsa 95 dakikalık bir üretim kaybı yaşandığı görülmektedir. Haftalık kayıp ise 475 dakika olmaktadır. Yaklaşık 8 saatlik kayıp haftanın beş günü günde 9 saatlik mesailerle çalışan firma için % 18 bir kayıp demektir.

Bu kayıpları en aza indirebilmek için her makine tek tek incelenerek bu süreleri düşürebilmenin yolları aranmıştır. Yapılan inceleme ve araştırmalarda hidrolik pres için kalıp bağlama işlemi esnasında saplama ve somun bağlantılarının toplam bağlama süresinin çoğunluğunu oluşturduğu gözlenmiştir. Daha etkin ve pratik bir sabitleme sistemi araştırılmasına karar verilmiştir. Alınan bu karar doğrultusunda bu alanda faaliyet gösteren firmalardan teklifler alınarak en uygun sistemin ne olacağı konusunda fikir alışverişlerinde bulunulmuştur.

“power clamp” adı verilen aparat uygun görülerek kullanılabilceği kararlaştırılmıştır. Hidrolik pres için kalıp bağlama süresini maksimum 11 dakikaya indiren bu sistem sayesinde en az % 43’ lük bir iyileşme sağlanmıştır.

Torna makinesi için herhangi bir iyileştirme yapmaya gerek görülmemiştir. Çünkü mevcut durumda torna makinesi hidrolik presten son şekliyle bile daha hızlı hazırlanmaktadır.

Punta makinesi için aynı türden inceleme ve araştırmalar yapılarak bağlantı sürelerinin kısaltılması yoluna gidilmiştir. Üretici firma ile yapılan görüşmeler sonucunda makinenin hali hazırda böyle bir sisteme sahip olduğu fakat firma çalışanları tarafından çok önemsenmediği için kullanılmadığı tespit edilmiştir. Ürünün oluşturan parçaların bağlantısı için kaynak edilen parçanın her ürün için farklı yükseklikte olması gerekmektedir. Bu da her ürün için ayrı bir yükseklik ayarı gerektirmektedir. Makinede bulunan bu sistem sayesinde bir kere kaydedilen yüksekliği yeniden ayarlamaya gerek olmamaktadır. Burada önemli bir husus göz önünde tutulmaktadır. İki temel üründen biri olan tava için açılı ayarı da yapılması gerekmektedir. Bu yüzden punta makinelerinde ürünün aynı tip olması gerekmektedir. Günlük imalat programı yapılırken aynı tip ürünlerin üretimini ardi

ardına yazarak hazırlık sürelerini gereksiz artışını engellenmiş olmaktadır. Yeni sistemle elde edilen süreler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ÜRÜN	PRES KALIP BAĞLAMA SÜRESİ(DK.)	TORNA KALIP BAĞLAMA SÜRESİ(DK.)	PUNTA KALIP BAĞLAMA SÜRESİ(DK.)
24 TAVA S. İNCİ	12	7	14
30 TAVA NOTE	13	9	13
22 TENCERE S. YOLU	16	11	15
28 SIĞ TENCERE S. YOLU	13	14	15
18 SAHAN S. İNCİ	11	4	9

Çizelge 5.6. Yapılan iyileştirme sonucu elde edilen veriler

İki durum arasındaki fark grafik olarak görülmektedir. Bkz. EK6.

2) HAMMADDE DEPONUN ÜRETİM HATTINA UZAKLIĞI İÇİN YAPILAN İYİLEŞTİRME

Hammadde deposunun üretim hattına uzaklığı birçok sorunu beraberinde getirmektedir. İmalat programının günlük yapılması gerektiğinden hammadde

deponun kısa zaman içinde gerekli malzemeyi üretim hattına ulaştırması konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır.

Sorunun çözümü için yapılan inceleme ve tespitler sonucu üretim hattının bulunduğu bölümde hammadde deposunun konumlandırılabilir kadar yer mevcut olduğu görülmüştür. Böylece hammadde deposunun taşınma işlemine karar verilmiş ve depo üretim hattı ile aynı bölüme alınmıştır.

Yapılan bu işlem sonucunda üretim hattı ile yan yana olan depo sayesinde hammadde malzeme kolayca ve kısa sürede taşınarak üretimin aksamasının önüne geçilmiştir. Aynı zamanda gün içinde acil malzeme ihtiyacı doğduğunda imalat beklemeden malzeme temin edilebilmektedir. (Bkz. Ek-9)

3) İMALAT PROGRAMININ HAFTALIK OLARAK YAPILMASI

Firmada haftalık olarak fabrika müdürü tarafından yapılan imalat programında hangi iş istasyonunda hangi gün ve saatte ne yapılacağı yazılmaktaydı. Yapılan program çoğu zaman araya acil bir başka işin girmesi, satın alma biriminin yaşadığı bir gecikme ya da makine arızası nedeniyle ilk günden sekteye uğramaktaydı.

Programın isabet düşüklüğünün nedenleriyle ilgili yapılan bu inceleme sonucunda imalat programının günlük olarak ve üretim mühendisi tarafından yapılması kararlaştırılmıştır. Günlük imalat programı da hangi iş istasyonunda hangi saatte ne yapılacağını içermektedir. Farkı ise mesai bitimindeki son durum incelenerek yeni gün için doğru verilerle kapasite göz önüne alınarak yapılmasıdır.

Günlük programın bir başka faydası da imalat personelinin takip edebilmesi ve

bir işin bitiminde hangi işe başlanacağına talimatı için bir amire gerek görmemesidir.

Programın etkinliği, çok kısa vadeli olmasından kaynaklanmaktadır. Bu şekilde istatistiksel dalgalanmalardan neredeyse hiç etkilenmeden program gerçekleştirilmektedir. Örneğin, hafta başında haftanın dördüncü gününde ne üretileceği yazıldığında önceki üç günün imalat açısından sorunsuz geçtiği varsayılmaktadır. Gerçekte çok farklı bir konumda olması muhtemeldir. Bu durum program yapıcılar için de ilave bir iş yükü oluşturmaktadır çünkü üretimi daha itinalı inceleyip her an müdahale etmeye hazır durumda olmak zorunda kalmaktadır.

Günlük program birçok açıdan haftalık programdan üstündür. Planlama aralığı çok kısadır dolayısıyla isabet oranı yüksektir. Esnekliği fazladır. Kolayca revize edilebilir.

EK-8 de günlük programın bir örneği bulunmaktadır.

4) İMALAT PROGRAMININ GEREKTİRDİĞİ ELEMAN TAM OLARAK SAYISININ TESPİTİ

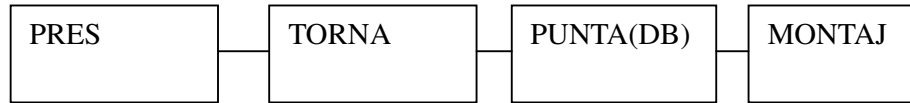
Firmanın sahip olduğu ürün yelpazesinin genişliği nedeniyle her ürün için farklı miktarda eleman sayısı ile üretim yapılmaktadır. Bu durum eleman sayısının tespitini zorlaştırmaktadır. Firma içinde üretim biriminde yapılan toplantı sonucunda her ürün tek tek incelenerek yapılması için gerekli eleman sayısı belirlenmiştir. İmalat programı yapılırken ise üretim hattında gün içinde ürün değişikliği olarsa eşit aynı sayıda eleman ile yapılacak ürünler tercih edilmektedir.

5) MAKİNE PARKİNİN ŞEKLİ

Üretim hattını oluşturan iki ana birimin farklı katlarda olması nedeniyle bir yük asansörü vasıtasıyla taşınmaktadır. Teflon ve boya kaplı alüminyum diskler çizilmeye karşı çok hassas olduğu için taşınması sırasında fire miktarlarının artmasına neden olan kayma, düşme, çizilme, çarpma gibi etkenlere maruz kalabilmektedir. İmalatın alan darlığı nedeniyle bu iki birimin bir arada bulunması şu an için mümkün değildir. Bu yüzden alüminyum disklerin zarar görmemesi yönünde çalışmalar yoğunlaşmıştır.

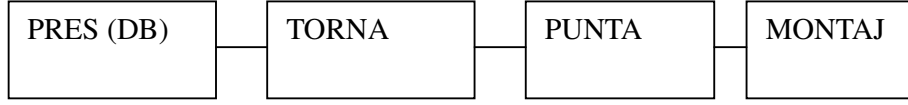
6) HATTA BULUNAN MAKİNELER ARASI KAPASİTE FARKLILIKLARININ GİDERİLMESİ

Bu problemin çözümü için Goldratt'ın Trampet-Tampon-Kordon metodu kullanılmıştır. Aşağıdaki şekilde bu durum görülmektedir.



Şekil 5.5. Tencere üreimi durumunda darboğaz punta makinesi

Darboğazın punta makinesi olması durumunda pres ve torna makinesinden toplanan ürünler biriktirilerek pres ve torna makinelerinin kalıp bağlama sürelerini öne alarak punta makinesinde ürün bittiğinde diğer istasyonlar hazır hale gelmiş olmaktadır. İkinci bir seçenek olarak ise senkronize şekilde çalışan hatta müdahale etmeden bütün istasyonlarda aynı anda bitmesini sağlamak bulunmaktadır.



Şekil 5.6. Tava Üretimi Durumunda Darboğaz Pres Makinesi

sistemde darboğaz makine pres olduğunda kullanılabilen ikinci bir pres olmadığı için pres makinesinin punta makinesinin kapasitesini yakalayabilmesi pres makinesi daha fazla çalıştırılarak aradaki fark kapatılmaya çalışılmaktadır. Bu da pres makinesini öğle tatillerinde ve mesai bitiminden sonra da çalıştırılarak yapılmaya çalışılmaktadır.

Bir günde yaklaşık 3 saat fazla çalışan pres makinesi punta makinesinin kapasitesi kadar ürün baskısı yapmakta ve punta makinesi etkin bir şekilde çalıştırılmaktadır. Pres makinesinin fazladan çalıştırılması ile sadece bir personel fazla mesai yapmış olmaktadır.

8) YENİ ÜRÜN İÇİN HAZIRLIK SÜRELERİNİN ÇOK KISA OLMASI

Piyanın çetin rekabet koşulları sebebiyle yeni ürün üretimi ve piyasaya sürme işlemi yapılarak pazardaki tercih edilebilirliğin dolayısıyla pazar payının artması için gereklidir. Yeni ürün üretimi için ise piyasa araştırması yapılarak hangi ürünün rağbet gördüğü tespit edilmektedir.

Firmanın imalat konusu dolayısıyla ürün üstünde çok büyük yenilikler yapılması mümkün değildir. Yenilik renk, boyut, teflon çeşidi, kaplama rengi, sap-kulp yenileştirme gibi alanlar ile sınırlı kalmaktadır. Bu kısıtlamaya rağmen yeni ürün

çıkarma süreci son derece zahmetli olmaktadır. Ürünün belirlenmesi için firma içi ve dışı anketler yapılarak araştırma yapılmaktadır. Fakat aynı özen üretim aşaması için gösterilmemektedir. Ürün belirlendikten sonra kısa sürede imalatın yapılması talep edilmektedir. Mevcut imkanlarla yapılan yeni ürünün istenen kalitede olması beklenemez çünkü yeterli altyapı yoktur.

10) KALİFİYE ELEMAN SIKINTISI

Firmanın üretim açısından eleman ihtiyacını ikiye ayırabiliriz. Birinci grupta bilgi, beceri ve tecrübe gerektiren makine operatörlüğü bulunmaktadır. Bu grup için belirlenen tecrübe süresi asgari üç yıldır ve el ve göz koordinasyonu gereklidir. Bilgisayar kontrollü bu makinelerin hazırlanması ve çalıştırılması için bu konuda eğitim almış personel kullanılmaktadır. İkinci grupta ise el çabukluğu gerektiren paketleme, kutulama, poşetleme, kolileme gibi işlemler yer almaktadır. Bu grupta çalışanlardan el çabukluğu dışında fazla bir çalışma beklenmez. Bu işlemler için bayan çalışanlar tercih edilmektedir. Eleman istihdamında ikinci grupta fazla bir sıkıntı bulunmamaktadır. Eleman sıkıntısı birinci grup olan operatör kısmında yaşanmaktadır. Bu problemi aşmak adına firma askerlik şartı aramamaya kadar varan önlemler almaya gitmektedir. Ücret artışları da alınan önlemler içindedir. Bir başka kısıt da firmanın bulunduğu bölgeden eleman istihdam etme tercihidir.

Yakın zamanda firma taşınmalı sisteme geçerek bu problemi çözmeyi ummaktadır.

11) HATALI ÜRÜNLER

Hatalı yapılan ürünler firma içindeki en önemli problemlerinden biridir. Bu durumun en büyük sebebi satış biriminin isteklerini tam olarak belirleyememesinden kaynaklanan belirsizliktir. Piyasadaki trend günden güne değişir dolayısıyla

yapılmaya başlanan çoğu zaman da bu yeni bir ürünün tutmayabileceği endişesiyle farklı bir ürün talebi olmaktadır. Bu hali hazırda üretimde olan ürünlerin atıl kalmasına sebep olmaktadır.

Atıl durumdaki ürünler zaman içinde promosyon ürünlerde kullanılarak eritmeye çalışılmaktadır.

12) ÜRÜN REVİZYONU

İmalat birimi sipariş üzerine ürettiği ürünleri mamul depoya göndererek sevk edilmesini sağlar. Fakat yapılan anlaşmalar gereği iade edebilme şartı ile ürün satılmaktadır. Satılan ürün perakendecilerde yeterli talep görmez de satılmazsa firma ürünün kalanını iade olarak almaktadır. Bunlar da mamul deponun envanterini artırarak alan problemi oluşturmaktadır. Bu ürünün satılabilmesi için üzerinde değişiklik yapılmak ya da başka bir ürünle birleştirilmek suretiyle satılmaktadır. Bu durum imalat için ürettiği bir ürün için tekrar zaman harcayarak değişiklik yapmasını gerektirmektedir.

Satış birimi ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda bu konuda çok fazla bir iyileştirme yapılamayacağı anlaşılmıştır. Perakende firmaları iade şartı olmadan ürün satın alma yapmadıkları için sorunun çözümü mümkün olmamaktadır.

13) MAKİNE ARIZALARI VE YEDEK PARÇA TEMİNİ

Yeterli kalifiye teknik personele sahip olmayan firma makine arızalarının tespiti ve giderilmesinde sıkıntı yaşamaktadır. Tamamı bilgisayar kontrollü olan makinelerin üretici firma tarafından gerekli teknik eğitimin verilmemiş olması problem yaratmaktadır. Herhangi bir arıza durumunda mevcut personelin çözemediği

problemin üretici firma yetkilisi ile temasa geçilerek arızanın anlatılması ve probleme çözüm bulunması talep edilmektedir. Bu iletişim sonucunda öğrenilen bilgiler aktarılarak arızayı giderme yoluna gidilmektedir. Bazı durumlarda ise yurtdışından teknik personel talep edilmektedir. Teknik personel gelene kadar ise makine ekipman çalışmamaktadır. Bu bekleme süresi bazen aylarca olabilmektedir. Aynı şekilde yedek parça ihtiyacı doğduğunda da nispeten daha az bir bekleme süresi bulunmaktadır.

Sorunun çözümü için üretici firmadan el kitabı ve teknik eğitim talep edilmiştir.

Yedek parça için ise bir toplantı yapılarak gerekli olabilecek parçalar önceden tespit edilerek temin etme yoluna gidilmiştir.

14) HAMMADDE DEPOSUNUN MALZEME TEDARİK SIKINTISI

Bu sorun hammadde malzeme için raf sistemine geçilerek çözülmeye çalışılmıştır(Bkz. Ek-9).

Firmanın en büyük sıkıntısı alan azlığından doğan depolama problemi. Hem bitmiş ürünler hem de yarı mamul ve hammadde malzemeler yer sıkıntısı dolayısıyla etkin bir biçimde depolanamamaktaydı. Yığma şeklindeki istif yöntemi de sağlıklı olmamaktaydı. Raf sistemine geçildikten sonra istediğimiz ürünü daha kolay ulaşma imkanı doğmuş ilk giren ilk çıkar kuralı uygulama alanı bulmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Firmaların rekabet üstünlüğü kazanabilmeleri, dolayısıyla pazar paylarını ve kârlılıklarını arttırabilmeleri için yüksek kaliteli ürünleri, düşük fiyatla, zamanında ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde sunmaları gerekmektedir. Temel rekabet avantajı unsurlarından kalite ve fiyat önemli olmakla beraber en önemli unsur hızdır.

Zira en kaliteli ürün bile zamanında müşteri ihtiyaç ve isteklerini karşılayacak şekilde sunulamıyorsa bu ürünlerin müşteriler gözünde değeri azalacaktır. Dolayısıyla firmaların ürünlerini zamanında ve hızlı bir şekilde üretmeleri, bunun için de üretim sürecinde ortaya çıkabilen kısıtları ortadan kaldırarak, üretim sürecini akıcı ve verimli hale getirmeleri gerekmektedir. Bu noktada her sistemin en az bir kısıta sahip olduğunu ve firmaların kârlılıklarını arttırabilmeleri için bu kısıtların yönetimine odaklanmaları gerektiğini savunan kısıtlar teorisi oldukça büyük önem arz etmektedir.

Üretim sistemi en basit tanımıyla hammadde, makineler, tesisler, teknoloji gibi girdileri ürün ve hizmete dönüştüren sistemlerdir. Girdilerin çıktı haline dönüştürülme süreci boyunca birçok kayıplar meydana gelmektedir. Girdi, çıktı süresi ve kayıplar maliyetleri arttırarak rekabet avantajını azaltmakta ya da yok etmektedir.

Fabrikalarda, küçük partiler halinde üretim yaparken karşılaşılan en önemli sorun kalıp değişimi (hazırlık) için harcanan uzun zamandır. Kalıpların ve takımların değiştirilmesi, ayarlanması, spesifikasyonlara uygun yeni ürün çıkıncaya kadar geçen süre, ayrılan hurda parçalar başlıca kayıpları oluşturur. Hazırlık kayıplarından çekinen mühendislerin eğilimi ihtiyaçtan (siparişi almadan) fazla parça üretip, bunları stokta muhafaza etme yönündedir.

Bu kayıp zamanların göz ardı edilmesinin ve neden olduğu problemlerin başlıcaları şunlardır;

Takım değişmesindeki ustalık uzun dönemli deneyim ve yetenek ve çalışma gerektirir.

Büyük Parti üretimi takım zamanının etkisini azaltır.

Büyük parti üretimi envanter fazlalaşmasını getirir.

Uzun üretim sürecinin bir başka istenmeyen etkisi ise kendisinin meydana getirdiği geniş envanter ürünlerdir.

Bunlar önemli bir kör noktayı gizler konuşulmayan varsayıma göre takım zamanları ve kendi başına şiddetli bir azaltma yapamaz.

Kısıtlar teorisi yaklaşımıyla işletmedeki kaynak kısıtlarının tespiti ve bu kısıtlarının meydana getirdiği darboğazların aşılması amacıyla hazırlanan bu çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirilmektedir.

Mutfak eşyaları üreten bir firmada uygulama alanı bulan çalışmada kısıtların ve bu kısıtlardan doğan darboğazların tespiti ve giderilmesi yoluna gidilmiştir. İşletme incelendiğinde tespit edilen birçok kısıtın üretim kapasitesini sınırlayıcı etkisi gözlemlenmektedir. İşletmede karşılaşılan en büyük kısıtlardan biri olan alan kısıtı nedeniyle oluşan darboğaz birçok soruna neden olmakta ve verimli bir üretim yapılmasını sekteye uğratmaktadır.

Darboğazların çözümünde kısıtlar teorisi kullanımının sebebi ise işletmenin mevcut şartlarının teorinin öngördüğü şartlara uygun olmasından kaynaklanmaktadır. Kısıtlar teorisinin kullanımı işletmede daha etkin bir iyileştirme gerçekleştirileceği düşünülmektedir.

Teori uygulandığında fabrikada hangi parametrelerde iyileştirme sağlanacak?

Çalışmada elde edilmesi beklenen sonuçlar şu şekildedir:

- Çok daha az stokla çalışma mümkün hale gelecek.

- Makine çevrim zamanları iyileşecek
- Üretim kapasitesi artacak.
- Yapılan toplam mesai saati azalacak.
- Hazırlık hataları, ortadan kalkacak.
- Ürün kalitesi iyileşecek.
- Hazırlık sırasında iş güvenliği daha kolay sağlanabilecek.
- Toplam hazırlık süresi kılalacak.
- Daha etkin bir bakım programı yapılabilecek.
- İşçiler artık hazırlık zamanını sabitleyecek.
- Üretim geçiş süresi kılalacak.
- Müşteri taleplerindeki ani değışikliklere uyumda esneklik ve hız sağlanacak.
- Gözden kaçan aksaklıklar ortadan kalkacak.

Teori fabrikanın işletme şartlarında uygulandığında elde edilen sonuçlar açısından değerlendirilerek yapılan iyileştirmelerin sağladığı katkılar irdelenmiştir.

Ekteki grafiklerden görüleceği üzere kalıp bağlama sürelerindeki kısalma dolayısıyla günlük üretim adetlerinde artış gözlenmiş dolayısıyla siparişler zamanında yetiştirilmeye başlanmıştır. Siparişler zamanında teslim edildiği için fazla mesaiye gerek kalmamıştır. Bir önceki yıl 20000 saat fazla mesai yapan fabrika 2008 yılının ilk beş aylık periyodunda sadece 300 saat mesai yapmış olmasına rağmen – bu mesailerin büyük bölümü bakım kadrosunun arıza-bakım işlemleridir- siparişleri teslim tarihlerine yetiştirmeyi başarmıştır. Bunun dışında hazırlık süreleri kısalduğundan personelin atıl zamanı azalmakta hatta hiç olmamaktadır. Bu da çalışanların vaktini verimli bir şekilde kullanmasına olanak sağlamıştır.

Kısıtlar Teorisinin beş maddelik odaklanma adımlarını takip ederek işletmeye yeni bir imalat modeli oluşturulmuştur. Darboğaz meydana getiren kısıtlar tespit

edilerek, aşılması için gerekli tedbirler alınarak ve bu durumun tekrar etmesini önleme yoluna giden bir model geliştirilmiştir.

İşletmede 2008 yılı itibariyle stoklar, satın alma siparişleri gibi işlemler bilgisayar vasıtasıyla yapılmaya başlanmıştır. Bu sistemin oturması için stoklar ayrıntılı bir şekilde sayılmış ve itina ile programa girilmiştir. Hammadde ve mamul depoya giriş çıkışlar teslim fişleri ile olmaktadır. Bu da programın tuttuğu stokların güvenilirliğini artırmak adına yapılmış bir iyileştirmedir. Malzeme çıkışı tek elden ve imza karşılığı yapılmaya başlanmıştır.

Fire oranlarının azaltılması ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Alüminyum üzerine kaplanan teflon hammaddesi kolay çizilebildiği için kaplama bitiminde her bir kaplanmış alüminyum arasına kağıt konularak istif edilmeye başlanmıştır. Alüminyum disklerin birbirine teması engellenerek hem taşıma esnasında hem de transfer esnasında doğabilecek disk hasarlarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Tedarikçi firmalar sık sık uyarılarak hammaddenin kusursuz gelmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Nitekim fire oranları bu çalışmayla yüzde altmışa varan azalmalar göstermiştir. Bunun da fabrikaya katkısını çeşitli açılardan hesaplamak mümkündür. Hammadde kaybı(teflon, boya, alüminyum), işgücü kaybı, zaman kaybı, enerji kaybı ve amortisman sürelerinin artışı vb. olarak sıralanmaktadır.

Firma sağladığı bütün bu gelişmelerle bir önceki yıl sahip olduğu eleman sayısının yüzde 14'ü kadar az personel ile imalat adetlerinde artış sağlamıştır.

Özetle Kısıtlar Teorisi ile, üretim tedarik süresini kısaltmak, ürün ve hizmetlerin kalitesini arttırmak, kârlılığını arttırmak, stok seviyesini azaltmak, darboğazları azaltmak, kısıtları yönetmek, istatistiksel dalgalanmaları kontrol etmek, rekabet gücünü iyileştirmek, stratejik pazarlama ve faaliyet kararlarını kolaylaştırmak

ve tedarik zincirinde sürekli iyileştirme sağlamaya yönelik çalışmalar yapılarak işletmeye uygulama yoluyla iyileştirme sağlama amacı güdülmüştür.

KAYNAKLAR

Makaleler

Ahmed Zia, Identify Your Constraint To Optimize Your Processes, Food Management; 2005

Atwater J. Brian, Chakravorty Satya S., A Study Of The Utilization Of Capacity Constrained Resources In Drum-Buffer-Rope Systems, Production And Operations Management; 2002

Balakrishnan Anantaram, Francis Richard L., Grotzinger Stephen J., Bottleneck Resource Allocation In Manufacturing, 1996

Brussel H. Van, Bongaerts L., Wvns J., et al., "A Conceptual Framework for Holonic Manufacturing: Identification of Manufacturing Holons", Journal of Manufacturing Systems; 18, 1; ABI/INFORM Global pg. 35, 1999

Cooper Robin, Slagmulder Regine, Strategic Cost Management, Management Accounting; 1999

Copacino William C., Why You Should Synchronize Logistics And Manufacturing, Logistics Management; 1996

Dekkers R., Sauer A. Schuh, et al., "Collaborations as Complex Systems", Proceedings of CAMSim, 2004

Doumeingts, G.; Maisonneuve, M.C.; Brand, V. C.(1986). "Computer Aided Design And Manufacturing", New York Tokyo

Eden Yoram, Ronen Boaz, Service Organization Costing: A Synchronized Manufacturing Approach, Industrial Management; 1990

Ehie Ike, Sheu Chewen, Integrating Six Sigma And Theory Of Constarints For Continuous Improvement: A Case Study, 2005

Fountoulakis N., Reed B. A., Faster Mixing And Small Bottlenecks, Probab. Theory Relat. Fields 137, 475-486 (2007)

Gardiner Stanley C., Blackstone John H., Gardiner Lorraine R., The Evolution Of The Theory Of Constraints, Industrial Management; 1994

Grosfeld-Nir Abraham, Ronen Boaz, A Single Bottleneck System With Binomial Yields And Rigid Demand, 1993

Hsu Pi-Fang, Sun Miao-Hsueh, Using The Theory Of Constraints To Improve The Identification And Solution Of Managerial Problems, International Journal Of Management; 2005

Jin-Hai Li, Anderson Alistair R., Harrison Richard T., The Evolution Of Agile Manufacturing, 2003

Lambrecht Marc R., Decaluwe Lieve, Jit And Constraint Theory : The Issue Of Bottleneck Management, Production And Inventory Management Journal; 1988

Lee Jon, On Constrained Bottleneck Extrema, Operations Research; 1999

M. Bülent Durmuşoğlu, Osman Kulak, H. Hakan Balcı, Türkiye' de Hücreyel Üretim Uygulamalarının Analizi ve Değerlendirilmesi, İ.T.Ü. İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü Auburn University, Dept. of Industrial & Systems Engineering, 2004

Melcher Arlyn J., Khouja Moutaz, Booth David E., "Toward a Production Classification System", Business Process Management Journal; 8,1; ABI/INFORM Global pg. 53, 2002

Mummert Hallie, The Green Production Process, Apr 2008

Nelson D., Introduction To Manufacturing Processes, Journal Of Manufacturing Systems; 1999

Olsten Sam, Patterson Mike, A Theory Of Constraints Fable: Part 2, Industrial Management; 1996

Ramesh G. Devadasan R.S., Literature Review On The Agile Manufacturing Criteria, 2005

Ranky Paul G, A Real Time Manufacturing/Assembly System Performance Evaluation And Control Model With Integrated Sensory Feedback Processing And Visualization, Assembly Automation; 2004

Sheu Chewen, Chen Ming-Hslang, Kovar Stacy, Integrating ABC And TOC For Better Manufacturing Decision Making, Integrated Manufacturing Systems; 2003

Sivasubramanian R., Selladural V., Gunasekaran A., Utilization Of Bottleneck Resources For Profitability Through A Synchronized Operation Of Marketing And Manufacturing, Integrated Manufacturing Systems; 2003

Strassman, P.(1990). Business Value of Computers, Connecticut, Information Economic Press.

Suri Rajan, How Quick Response Manufacturing Takes The Wait Out, The Journal For Quality And Participation; 1999

Taylor III Lloyd J., Churchwell Lana, Goldratt's Thinking Process Applied To The Budget Constraints Of A Texas Mhmr Facility, Journal Of Health And Human Services Administration; 2003/2004

Taylor III Lloyd J., Moersch Brian J., Franklin Geralyn McClure, Applying The Theory Of Constraints To A Public Safety Hiring Process, Public Personnel Management; 2003

Tekin, Mahmut (2001). "KOBİ'lerin Üretim ve Pazarlama Sorunları ve Çözümüne Yönelik Bir Araştırma", I. Orta Anadolu Kongresi, KOSGEB, Ankara

Tharumarajah A., Wells A. J., Nemes L., "Comparison of Bionic, Fractal and Holonic Manufacturing System Concepts", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 1996

Venkatraman, N.(1994). "IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition", Sloan Management Review.

Kitaplar

Goldratt E., Amaç, Optimist Yayınları, basım: Ekim 2007, İstanbul, Yazım: 1984

James, Evans, R, Applied Productions and Operations Management, Fourth Edition, West Publishing Co., New York, 1993

Murat Baksak, Lojistik Ve Tedarik Zinciri Yöneticiliği Sertifika Programı, I.T.Ü. İşletme Fakültesi Sürekli Eğitim Merkezi, 2004

Schey John A., Introduction to Manufacturing Processes, McGrawhill, 3. baskı, 2000

Vonderembse, M.; Gregory, A.; White, P. Operations Management: Concepts, Methods and Strategies, Second Edition, West Publishing, New York, 1991

Yılmaz, C.; Ecevit, Z.; Demirdöğen, O., “KOBİ’lerde Bilgisayar ve İnternet Kullanımında Bölgesel Farklılıklar”, 6. Ulusal Pazarlama Kongresi Bildiriler Kitabı, Atatürk Üniv.İ.İ.B.F., Erzurum, 2001

Tezler

Çelebi Bülent, İleri Üretim Teknolojileri Yönetimi: Matesa A.Ş. ‘de Bir Uygulama, Sütçü İmam Üniv. İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2005

Ersoy Ahmet, Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi Ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulama, Dokuz Eylül Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2007

Harun Pirim, Modern Üretim Sistemlerinin Modellemesinde Canlı Hücreli Tabanlı Yaklaşımlar Ve Bir Senaryo Uygulaması, Dokuz Eylül Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2006

Kartal Zühal, Kısıtlar Teorisi ile Senkronize Üretim Sistemi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, 2006

Kazan, Halim Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Sistemleri ve Bir İşletme Uygulaması, İstanbul Üniv. Sos. Bil. Ens., Yayınlanmamış Doktora Tezi, 1997

Tezcan Murat, Darboğaz Kaynak Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Müh., Yüksek Lisans Tezi, 2001

Ünal Elif, Optimal Ürün Karması Belirlemede Faaliyete Dayalı Maliyet Sistemi ve Kısıtlar Teorisi Uygulaması, Çukurova Üniv. İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi, 2006

Dergiler

Bayraktar Erkan, Jothishankar M.C, Tatoğlu Ekrem, Wu Teresa, Evolution Of Operations Management: Past, Present And Future, Management Research News, Vol. 30 No. 11, 2007

Fawcett Stanley E., Pearson John N., Understanding And Applying Constraint Management In Today's Manufacturing Environments, Production And Inventory Management Journal; 1991

Gökşen Yılmaz, Geleneksel Üretimden Esnek Üretime Karşılaştırmalı Bir İnceleme, Dokuz Eylül Üni., Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 5, Sayı: 4, 2003

Güleş, Hasan K.(2000). “Bilişim Sistemlerinin Toplam Kalite Yönetimindeki Yeri ve Önemi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, C:15, S:1

Güner Ertan ve Karaca Mahmut Engin, TZÜ Sisteminde Tedarikçi İlişkileri ve En İyi Parti Büyüklüğü Üzerine Bir Uygulama, Gazi Üni. Müh - Mim. Fak. Dergisi, Cilt 18 No: 4, 2004

Maday Clarence J., Proper Use Of Constraint Management, Production And Inventory Management Journal; 1994

Muhasebesinin Temel Nitelikleri, Erciyes Üni. İ.İ.B.F. Dergisi, Sayı: 20, 2003

Pierreval H., Caux C., Paris J.L., et. al., “Evolutionary Approaches to the Design and Organization of Manufacturing Systems”, Computers& Industrial Engineering 44, 339–364, 2003

Sadıç Şenay, Özdemir Dilek, Gözlu Sıtkı, Kısıtlar Kuramı Yaklaşımı İle Petrol İthalat Ve Ulusallaştırma Sürecinin İyileştirilmesi, İstanbul Ticaret Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, 2006

Taylor III Lloyd J., Murphy Becki, Price William, Goldratt’s Thinking Process Applied To Employee Retention, Business Process Management Journal Vol. 12 No. 5, 2006

Yahyagil, Mehmet Y.(2001): KOBİ'lerde Bilgisayar Teknolojileri Uygulamaları, İTO Yayın No:2001-26, İstanbul

Web site

http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=156 Erişim Tarihi
26/05/2008

http://www.yalinenstitu.org.tr/yalin_yaklasim.asp Erişim Tarihi: 01/06/2008

Leitao Paulo, Restivo Francisco, "A Framework for Distributed Manufacturing Applications", <http://www.ipb.pt/~pleitao/papers/asi2000.pdf>
Luthans, Fred(1995). Organizational Behavior (Seventh Edition), McGraw Hill.

Holonic Manufacturing Systems, <http://www.mech.kuleuven.be/goa/hms-int/hms93.htm> Erişim Tarihi: 01/06/2008

EKLER

EK - 1 24 tencere Ürünü İçin İşlem Süreleri

TENCERE 24		
Satış Fiyatı		17,2 YTL
Talep		173 ADET/HAFTA
Makinelerin Birim İşleme Süreleri		
1.	PRES	17 s/br.
2.	ETEK KESME	13 s/br.
3.	PUNTA	12 s/br.
4.	YIKAMA	9 s/br.
5.	TEFLONLAMA	9 s/br.
6.	BOYAMA	14 s/br.
7.	TORNALAMA	15 s/br.
8.	MONTAJ	84 s/br.

EK-2 20 Sahan Ürünü İçin İşlem Süreleri

SAHAN 20		
Satış Fiyatı		6,9 YTL
Talep		652 ADET/HAFTA
Makinelerin Birim İşleme Süreleri (Günlük çalışma süresi(dk)/Günlük üretim miktarı(br))		
1.	PRES	10 s/br.
2.	ETEK KESME	13 s/br.
3.	PUNTA	12 s/br.
4.	YIKAMA	9 s/br.
5.	TEFLONLAMA	9 s/br.
6.	BOYAMA	14 s/br.
7.	TORNALAMA	15 s/br.
8.	MONTAJ	63 s/br.

EK – 3 İş İstasyonlarının Birim Adet Kapasiteleri

PRESLEME (1 Makine)		
Tava	14 s/br.	2957 adet/gün
Tencere	17 s/br.	2435 adet/gün
Sahan	10 s/br.	4140 adet/gün
PUNTALAMA (1 Makine)		
Tava	10 s/br.	4140 adet/gün
Tencere	13 s/br.	3186 adet/gün
Sahan	13 s/br.	3186 adet/gün
YIKAMA (1 Makine)		
Tava	9 s/br.	4600 adet/gün
Tencere	9 s/br.	4600 adet/gün
Sahan	9 s/br.	4600 adet/gün
TEFLONLAMA (1 Makine)		
Tava	9 s/br.	4600 adet/gün
Tencere	9 s/br.	4600 adet/gün
Sahan	6 s/br.	6900 adet/gün
TEL FIRÇA (2Makine)		
Tava	21 s/br.	3942 adet/gün

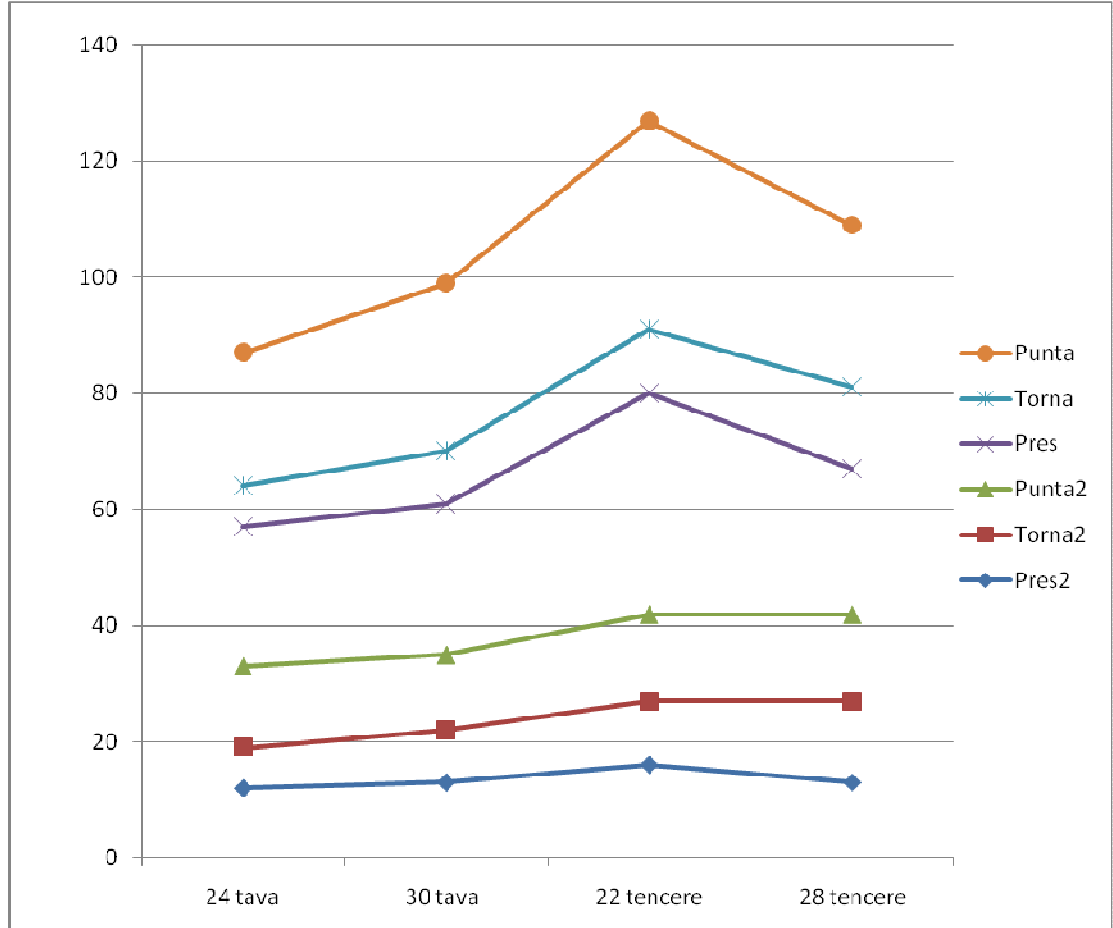
EK 3 –
DEVAM

Tencere	0	0
Sahan	0	0
BOYAMA (1Makine)		
Tava	18 s/br.	2300 adet/gün
Tencere	15 s/br.	2450 adet/gün
Sahan	14 s/br.	2950 adet/gün
TORNALAMA (2 makine)		
Tava	23 s/br.	1721 adet/gün
Tencere	15 s/br.	2640 adet/gün
Sahan	15 s/br.	2640 adet/gün
MONTAJ		
Tava	36 s/br.	1100 adet/gün
Tencere	42 s/br.	942 adet/gün
Sahan	28 s/br.	1414 adet/gün

EK- 4 Haftalık Program

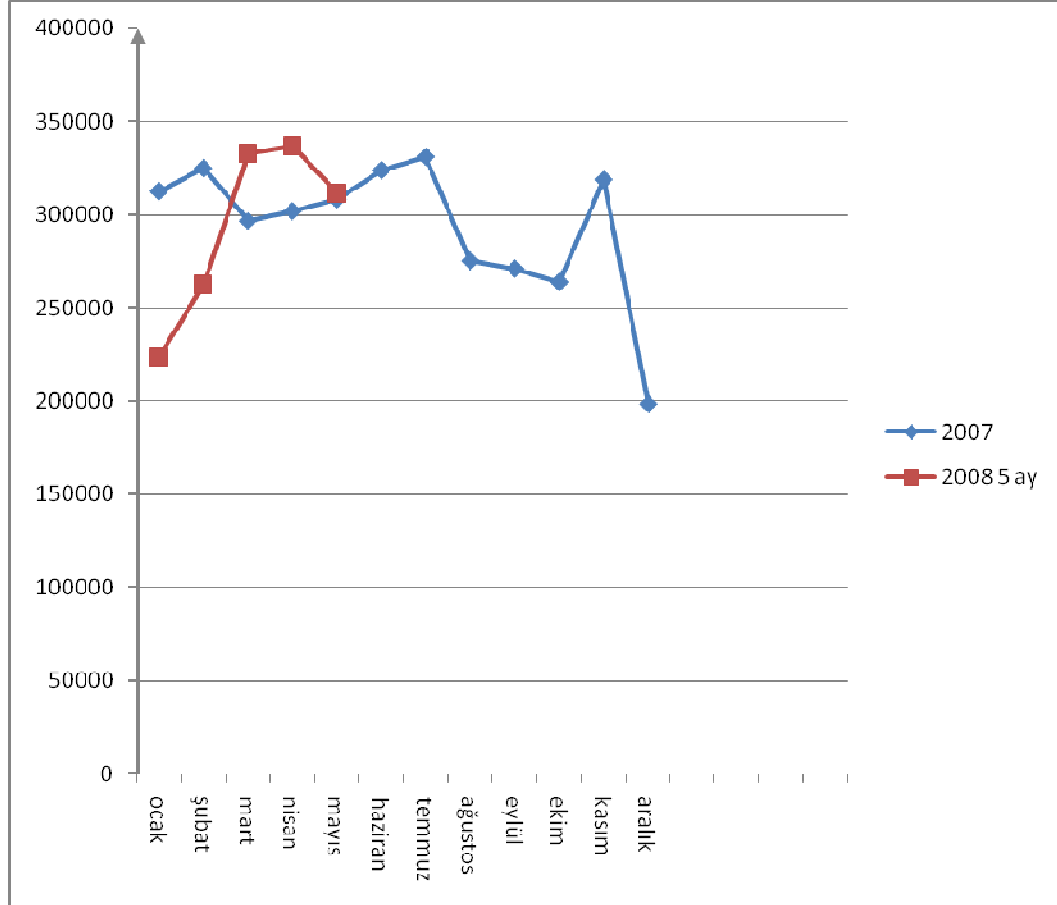
spray hattı	10 Ekim 2005		11 Ekim 2005		12 Ekim 2005		13 Ekim 2005		14 Ekim 2005	
	PARAİTESİ	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI
PRES	34 DERİN TENCERE	200	28 TENCERE PRESTLU	1500	30 TAVA	3000	18 SAHAN PRESTLU	2000	24 KREP SMS çift t.lef	3200
	BALIK TAVA Ç KAPAK-çift tar.roler (Delme-Yuva açma-Preleme beraber)	3000	BUYUK KOŞELI TEPŞİ (Preleme-Eksantrikte etek kesme beraber)	1500	26 TAVA	3000	20 SAHAN PRESTLU	1700	20 SMS RUS TAVA çift t.lef	1000
PRES -2.VAR	28 KREP-tek tar.roler	2100	24 KREP-çift tar.roler	2000						
	30 TEPŞİ	1000	KOŞELI TEPŞİ KENAR ZIMPARALAMA	12 EKİM 2005 İTİBARIYLA BITİRİLMELİ.						
PUNTA	32 BALIK TAVA	1200	28 TENCERE PRESTLU	1500	30 TAVA	3000				
	20 TENCERE	204	CİPS TENCERE ELLE KAYNAK.....	1000						
PUNTA 2.VAR	CİPS TENCERE ELLE KAYNAK.....	1000	28 TENCERE PRESTLU	1000	28 TAVA	3000				
	Not kaynak öncesi tel fırça yapışın									
YIKAMA	DİLİMLİ KEK	1000	28 TENCERE	1200	BUYUK KOŞELI TEPŞİ	3000				
	BUYUK DİLİMLİ KEK	3000	28 TENCERE PRESTLU	2500						
	34 DERİN TENCERE	250	Bu prestli tencereler çıkışta streç ile sarılacak ve öyle kumlanmanın yanında bekletilecektir							
YIKAMA-2.VAR	TIRTIRLI KEK	2000								
	FIRILDAK KEK	2000								
TEFLON	DİLİMLİ KEK	1300	TIRTIRLI KEK	2000	28 TENCERE	2000	KUÇUK KOŞELI TEPŞİ	1500		
	BUYUK DİLİMLİ KEK	3000	FIRILDAK KEK	2000	CİPS TENCERESİ	3000	BUYUK KOŞELI TEPŞİ	3000		
	34 DERİN TENCERE	250								
	(Bu tencere mayaya içindir siyah boyanıp tel kalıp geçirilecek yarım sabah depoya teslim edisin)									
TEL FIRÇA	CİPS TENCERELERİ VE DİLİMLİ KEK KALIPLARI BERABER YAP		boya programına uyum bir tel fırçalama biraşı ve adedi sağlanacak							
YAŞ BOYA	30 TEPŞİ SİYAH	1000	DİLİMLİ KEK KIRMIZI (İhracat PAL için	2000	30 TAVA SİYAH	2500	CİPS TENCERESİ	2000	KUÇUK KOŞELI TEPŞİ	1500
	KUÇUK KOŞELI TEPŞİ	300								
	34 DERİN TENCERE	250								
	DİLİMLİ KEK SİYAH	450								
TOZ BOYA	30 TAVA VERTA	1000	DİLİMLİ KEK KIRMIZI (İhracat PAL için	1000	26 TAVA SİYAH	2500	28 TENCERE VERTA	800	BUYUK KOŞELI TEPŞİ	1500
	32 BALIK TAVA SİYAH	1000	BUYUK DİLİMLİ KEK KIRMIZI (İhracat PAL için	1000	26 TAVA SİYAH	1500	30 TAVA VERTA	700		
	20 TENCERE	250								
	32 BALIK TAVA	2000	BUYUK DİLİMLİ KEK KIRMIZI (İhracat PAL için	500	30 TAVA SİYAH	500	CİPS TENCERESİ	1000	BUYUK KOŞELI TEPŞİ	1500
TOZ BOYA 2.VAR			28 KREP SİYAH	2100	28 TENCERE SİYAH	1200				
TABAN TORNA	30 TEPŞİ SİYAH	700			30 TAVA SİYAH Otomatik makinede	2500	CİPS TENCERESİ	2000	24 KREP SMS	3200
	30 TAVA VERTA	1000			26 TAVA SİYAH Normal makinede	2500	28 TENCERE VERTA	600	Otomatik mak	
	34 DERİN TENCERE	250					30 TAVA VERTA	700	20 SMS RUS TAVA çift t.lef	1000
	32 BALIK TAVA SİYAH	1000							Otomatik mak	
TABAN TORNA 2.VAR	32 BALIK TAVA SİYAH	2000	20 KREP SİYAH	2100	30 TAVA SİYAH Otomatik makinede	500				
			Bu keserle kesilisi ve aşağıdaki fabrikada perçinleniş jantlarına konsun		26 TAVA SİYAH Normal makinede	500				
					BUYUK DİLİMLİ KEK KIRMIZI	1200				
MONTAJ	30 TEPŞİ	2200	32 BALIK TAVA	3000	BUYUK DİLİMLİ KEK KIRMIZI	1008	26 TAVA SİYAH	3000	CİPS TENCERESİ	1500
	30 TAVA VERTA	1000	DİLİMLİ KEK KIRMIZI (İhracat PAL için	3000	İhracat kek kalıplarının iç kovasına		28 TENCERE SİYAH	1200	KUÇUK KOŞELI TEPŞİ	1500
	20 SAHAN SMS	400	İhracat kek kalıplarının iç kovasına		PAL etiketi ve barkodu gelecek, bunları yapıştırılacak jantline konacak KOLİLERİ		28 TENCERE VERTA	600	BUYUK KOŞELI TEPŞİ	1500
	20 SAHAN SİYOLU	430	PAL etiketi ve barkodu gelecek, bunları yapıştırılacak jantline konacak KOLİLERİ		SEFFAF band ile banlanacak		CİPS TENCERESİ	1500		
	22 SAHAN SİYOLU	600	SEFFAF band ile banlanacak		BUYUK DİLİMLİ KEK KIRMIZI depo	500	30 TAVA VERTA	700		
	20 SAHAN SİYAH İNCİ	1500	BUYUK DİLİMLİ KEK SİYAH	1500	2100	500	30 TAVA SİYAH	500		
	KUÇUK KOŞELI TEPŞİ	300	DİLİMLİ KEK SİYAH	450	28 KREP Mantap	2100	dönük montaj notuna göre buğüne			
	20 ÇELİK TENCERE kutsuz girinlikle	200				2500	kekleri veya tavaları atabileceği.			
	34 DERİN TENCERE PERÇİNLİ TEL	250				2000				
	32 DERİN TENCERE PERÇİNLİ TEL	60				1500				
	Bu iki tencere bontempi hatlarında perçinlenecek									
		6940		6450		9608		7700		4500
roller hattı	10 Ekim 2005		11 Ekim 2005		12 Ekim 2005		13 Ekim 2005		14 Ekim 2005	
	PARAİTESİ	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PERÇİME	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI
	2-28 çift taraflı TEFLON	3300	2.70-33 çift taraflı TEFLON	2500	2.70-32 tek taraflı TEFLON	3000				
	2.70-37 çift taraflı TEFLON	3200	2.70-35 çift taraflı TEFLON	6500	2.70-35 çift taraflı TEFLON	2000				
	2.70-33 çift taraflı TEFLON	1500			2.85-26 çift taraflı TEFLON	1000				
bontempi hattı	10 Ekim 2005		11 Ekim 2005		12 Ekim 2005		13 Ekim 2005		14 Ekim 2005	
	İNOVEM	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	İNOVEM	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI	PROG. SAĞI
PRES	26 TEN SMS	3000	26 TEN SMS	3000	24 SMS ETEKSİZ KAR	6000	26 SMS ETEKSİZ KAR	1500	26 SMS ETEKSİZ KAR	7000
PERÇİN					24 SMS ÇIKMA SAPLI KAR	6000	26 SMS ÇIKMA SAPLI KAR	4500	26 SMS ÇIKMA SAPLI KAR	6000
PUNTA	26 TEN SMS	3000	26 TEN SMS	3000			24 SMS SABİT SAPLI KAR	1500	26 SMS SABİT SAPLI KAR	1000
MONTAJ	26 TEN SMS	3000	26 TEN SMS	3000	24 SMS ÇIKMA SAPLI KAR	6000	26 SMS ÇIKMA SAPLI KAR	4500	26 SMS ÇIKMA SAPLI KAR	6000
							26 SMS SABİT SAPLI KAR	1500	26 SMS SABİT SAPLI KAR	1000

EK – 6 Kalıp Bağlamada Sağlanan İyileştirmenin Grafikselleştirilmesi



EK – 7 Yapılan İyileştirmeler Sonucunda Firmanın Üretim hattındaki Verimlilik artışının ifadesi

Firmanın 2007 Yılı ve 2008 yılı İlk 5 Aylık Üretim Adetleri Grafik Gösterimi



Ek-8 Kalıp Bağlama Sürelerinde Gerçekleştirilen İyileştirmenin Videosu

Bkz. Eski Sistem Video Dosyası

Bkz. Yeni Sistem Video Dosyası

Ek-9 Hammadde Depo İle İlgili Yapılan İyileştirme Resimleri

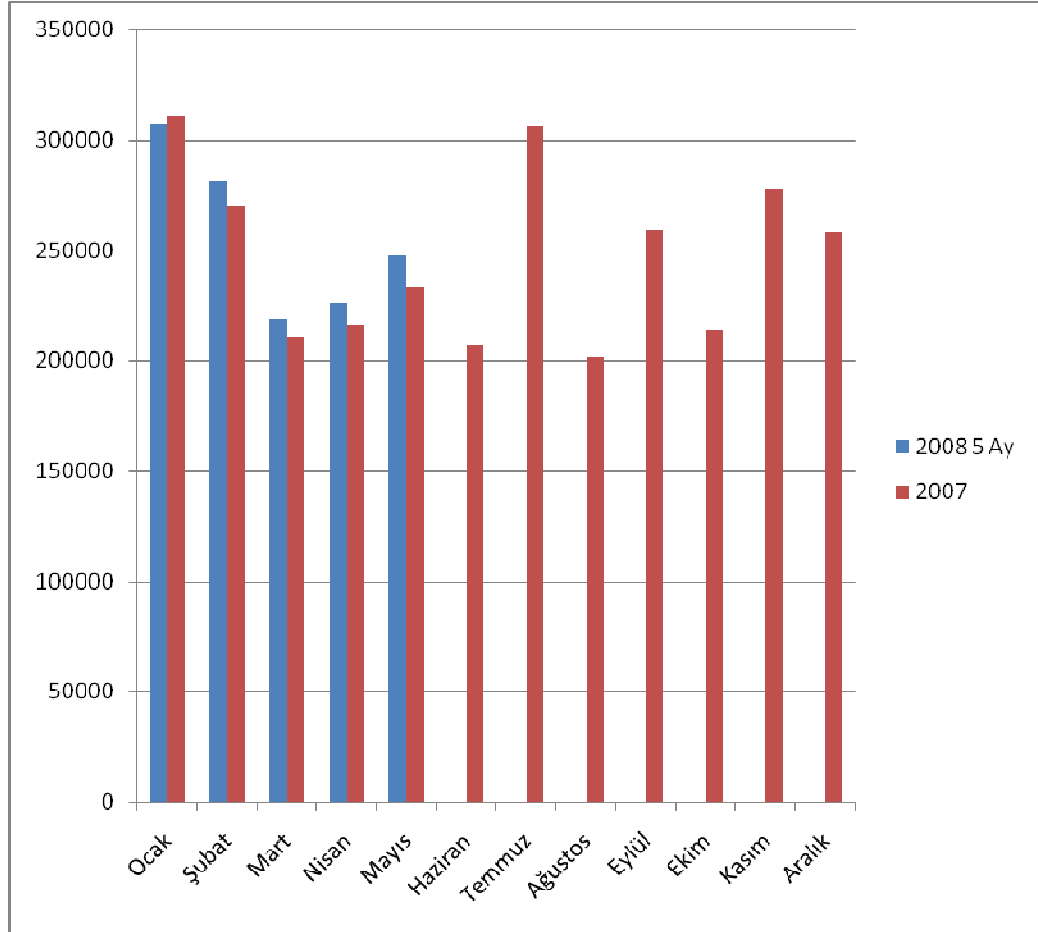


Raf sistemi ve imalat bölgesine taşınmasından sonraki görünüm

Ek-10 Firmanın Ürün Maliyeti Hesaplanması

Finansal Bilgiler	24 TENCERE	26 TAVA PR.	20 SAHAN
Direkt Hammadde	6,169 YTL	5,208 YTL	3,33 YTL
Direkt İşçilik	0,4 YTL/BR.	0,4 YTL/BR.	0,4 YTL/BR.
Birim Başına Direkt Maliyetler	6,569 YTL/BR.	5,608 YTL/BR.	3,73 YTL/BR.
Diğer Maliyetler (finansman, paz.)	3,205 YTL	4,385 YTL	0.4 YTL
Birim Üretim Maliyeti	10,19 YTL	10,08 YTL	4,13 YTL
Satış Fiyatı	17,2 YTL	15,6 YTL	6,9 YTL
Birim başına kâr (zarar)	7,01 YTL	5,48 YTL	2,47 YTL

Ek-11 Firmaya Ait 2007 Yılı İlk 6 Aylık ve 2008 Yılı İlk 5 Aylık Satış Adetleri Grafik Gösterimi



ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İstanbul'da doğdum. İlkokulu İstanbul İsmet İnönü İlkokulunda ortaokulu Suzan Ahmet Yalkın Ortaokulunda, liseyi ise Haydarpaşa Anadolu Lisesinde okudum. 1999 yılında kazandığım Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden 2003 yılında mezun oldum. 3 Ocak 2005 tarihinde Mehtap Mutfak Eşyaları A.Ş. de üretim mühendisi olarak görev yapmaya başladım. Halen çalışmakta olduğum Mehtap Mutfak Eşyaları A.Ş. de üretim mühendisliği ve üretim planlama mühendisliği yapmaktayım. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsünde işletme yönetimi dalında yüksek öğrenimime 2006 yılında başladım.

İyi derecede İngilizce biliyorum. Windows, Office, Autocad programlarını kullanabilmekteyim. Dönem projesinde MATHCAD adlı matematik programı ile diferansiyel denklemler üzerinde çalıştım. Bitirme projesi olarak ANSYS sonlu elemanlar metodu programını kullanarak kiriş ve mil hesabı yaptım.