

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA BİLİM DALI**

**YALIN ÜRETİM PRENSİPLERİNİN YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA
ÜRETİMİ (REMANUFACTURING) YAPAN BİR FİRMAYA
UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Aytaç ŞENGÜL**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Şule ÖZKAN**

Ankara - 2011

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA BİLİM DALI**

**YALIN ÜRETİM PRENSİPLERİNİN YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA
ÜRETİMİ (REMANUFACTURING) YAPAN BİR FİRMAYA
UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Aytaç ŞENGÜL**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Şule ÖZKAN**

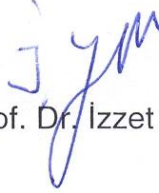
Ankara – 2011

ONAY

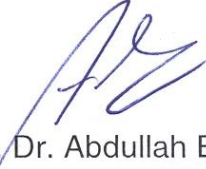
Aytaç ŞENGÜL tarafından hazırlanan “Yalın Üretim Prensiplerinin Yenileştirilmiş Parça Üretimi (Remanufacturing) Yapan Bir Firmaya Uygulanması” başlıklı bu çalışma 20.04.2011 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Üretim Yönetimi ve Pazarlama dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Şule ÖZKAN (Başkan)



Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ



Prof. Dr. Abdullah ERSOY

ÖNSÖZ

Bu çalışmada farklı ülkelerde ve belirli sektörlerde yaygın uygulamaları olan yenileştirilmiş parça üretiminin daha iyi anlaşılması amaçlanmıştır. Literatürde yenileme, yeniden üretim, elden geçirme, kaplama, onarım olarak bahsi geçen üretim sistemi yenileştirilmiş parça üretimi olarak ele alınmıştır. Ayrıca, üretimin tüm gereksiz faaliyetlerden arındırılmasını sağlayan geçmişte birçok uygulamaya konu olmuş yalın üretim incelenmiş ve yenileştirilmiş parça üretimi yapan bir firmaya olabilecek katkıları araştırılmıştır.

Yüksek lisans bitirme tezi olarak hazırladığım bu çalışmada bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Şule ÖZKAN' a teşekkür ederim.

Ocak 2011

Aytaç ŞENGÜL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	vi
TABLO ve ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ

1.1. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ TANIMI	3
1.2. ÇEVRESEL YÖNETİM SİSTEMLERİ	6
1.2.1. Temiz Üretim	6
1.2.2. Sürdürülebilir Üretim	8
1.2.3. Geri Dönüşüm	12
1.3. GERİ DÖNÜŞÜM VE YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ	14
1.4. ONARIM VE YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ	17
1.5. ÜRETİM VE YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ	19
1.6. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ SÜRECİ	20
1.6.1. Ayrıştırma	22
1.6.2. Parçaların Temizlenmesi	22
1.6.3. Değerlendirme ve Tasnif	24
1.6.4. Onarım ve Değişim	24
1.6.5. Montaj	25
1.7. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİNDE DİĞER UNSURLAR	27

1.7.1. Kullanılmış Ürün Tedariki.....	27
1.7.2. Üretim Planlama	29
1.7.3. Yenileştirilmiş Parça Üretimi Endüstrisi	30

İKİNCİ BÖLÜM

YALIN ÜRETİM

2.1. YALIN ÜRETİM KAVRAMI	33
2.2. TARİHSEL GELİŞİM	34
2.3. YALIN DÜŞÜNCE İLKELERİ	37
2.3.1. Değer.....	37
2.3.2. Değer Akışı.....	38
2.3.2.1. Değer Akışı Haritalama	40
2.3.2.2. Değer Akışı Haritalama Adımları.....	42
2.3.3. Akış	43
2.3.3.1. Tasarım.....	44
2.3.3.2. Sipariş Alma	45
2.3.3.3. Üretim	46
2.3.3.4. Doğru Yer.....	48
2.3.4. Çekme	49
2.3.5. Mükemmellik.....	51

2.4. YALIN ÜRETİM YÖNTEMLERİ	53
2.4.1. Tam Zamanında Üretim ve Kanban Sistemi	54
2.4.2. Üretimde Düzenlilik.....	58
2.4.3. Tek Parça Akışı	59
2.4.4. Eşzamanlılık	60
2.4.5. U-Hatları	62
2.4.6. Poka Yoke ve Jidoka	64
2.4.7. 5S	66
2.4.8. Toplam Üretken Bakım	68
2.4.9. Bir Dakikada Kalıp Değiştirme (SMED)	71
2.4.10. Kalite Çemberleri	72

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

3.1. FİRMA HAKKINDA.....	74
3.2. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ KARAKTERİSTİKLERİ.....	75
3.3. AMAÇ.....	80
3.4. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI	81
3.4.1. Ürün Ailesi Seçimi	81
3.4.2. 5S Uygulaması	84
3.4.3. Mevcut Durum Haritasının Oluşturulması	85
3.5. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	88

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKÇA	97
EKLER.....	102
ÖZET	105
ABSTRACT	106

KISALTMALAR

GM: General Motors

KFY: Kalite Fonksiyon Yayılımı

LCSP: Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi, Massachusetts Üniversitesi
(Lowell Center for Sustainable Production)

MIP: Malzeme İhtiyaçları Planlaması

s.: Sayfa

TÜB: Toplam Üretken Bakım

TÜS: Toyota Üretim Sistemi

TZÜ: Tam Zamanında Üretim

UNEP: Birleşmiş Milletler Çevre Programı (The United Nations
Environment Programme)

UNIDO: Birleşmiş Milletler Sanayi Kalkınma Örgütü (The United Nations
Industrial Development Organization)

vd.: Ve diğerleri

WIP: Work in Process (Yarı mamul)

TABLO ve ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Yenileştirilmiş Parça Üretimi ve Geri Dönüşümün Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması

Şekil 1.2. Onarımın, Geri Dönüşümün ve Yenileştirmenin Başladığı Aşamalar

Tablo 1.1. Yenileştirme ve Onarım

Şekil 1.3. Yenileştirilmiş Parça Üretimi Temel Aşamaları

Şekil 1.4. Temizleme İşlemlerinin Dünü ve Bugünü

Şekil 1.5. Yenileştirme İşlemi

Şekil 2.1. Toyota Üretim Sistemi Modeli

Şekil 2.2. Malzeme ve Bilgi Akışı

Şekil 2.3. Değer Akışı Haritalama Adımları

Şekil 2.4. Çekme ve Üretim Kanbanları

Tablo 2.1. Kanbanın İşlevleri ve Kullanım Alanları

Şekil 2.5. İç ve Dış Çekme

Şekil 2.6. U-Hattı Düzenlemesi

Şekil 2.7. 5S Bileşenleri

Şekil 3.1. Firmada Yenileştirilen Ürünlerin Oranı

Şekil 3.2. Kovalarda Hasarlar

Tablo 3.1. Ürün Ailesi Seçimi

Şekil 3.3. Kaya Kovası

Şekil 3.4. Yerleşim Planı

Şekil 3.5. Mevcut Durum Haritası

Şekil 3.6. Önerilen Yerleşim Planı

Şekil 3.7. Gelecek Durum Haritası

GİRİŞ

Günümüzde rekabet hızla gelişen teknoloji ile birlikte dünya çapında çok önemli bir unsur haline gelmiştir. Bu noktada üreticiler müşterileri kendilerine çekebilmek için onların isteklerini ön planda tutmaya başlamışlardır. Odak noktası üreticiler olmaktan çıkarak müşterilere, onların istekleri haline dönüşmüştür. Bu yoğun rekabette geride kalan üreticiler yok olmuştur. Bu durum üreticilerin yeniden yapılanmalarına yol açmıştır.

Bu rekabet ortamı içerisinde mevcut kaynaklardan verimli bir şekilde faydalanılmak istenmesi ve diğer çevresel etmenlerin varlığı sürdürülebilir büyümeyi ortaya çıkarmaktadır. Sürdürülebilir büyümeyi başarmanın bir yolu da atıkların içerisinde kurtarılan malzemelerin miktarını arttırmaktır. Bu noktada ortaya yenileştirilmiş parça üretimi çıkmaktadır.

Yenileştirilmiş parça üretimi, yıpranmış ürünlerin en başta sahip oldukları özelliklere en yakın hale getirilmesidir. Bu kullanılmış parçalarla yeni bir ürünün kalitesini sunmaktır. Yenileştirme, üretim sonucu ortaya çıkan atıkların azaltılmasının yanı sıra, ürünün imal edilmesi için gerekli olan malzemelerin ve gerekli olan enerji ihtiyacının da azaltılmasını sağlamaktadır.

İlk olarak Japonya'da Toyoto Motor İşletmesi bünyesinde ortaya çıkan yalın üretim tüm israflardan kurtulmayı hedef alan, bununla birlikte kaliteyi yükselterek sürekli müşteri memnuniyetini sağlamayı amaçlayan bir üretim anlayışıdır. Yalın anlayışın yenileştirilmiş parça üretimine yapacağı katkılar yadsınamaz.

Bu çerçevede, birinci bölümde yenileştirilmiş parça üretimi ve unsurları ele alınacaktır. İkinci bölümde ise yalın üretim prensipleri ve yöntemleri incelenecek, ardından son bölümde yenileştirilmiş parça üretimi yapan bir firmada yalın üretim tekniklerinin ne kadar uygulanabileceği ele alınarak elde edilen sonuçlar değerlendirilecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ

Bu bölümde yenileştirilmiş parça üretiminin ne olduğu ve yenileştirmenin çevreye olan katkısından dolayı çevresel yönetim sistemlerinin ne ifade ettiği incelenecektir.

1.1. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ TANIMI

Yenileştirilmiş parça üretimi işlevsel olmayan, rafa kaldırılmış ya da kullanılmış bir ürünün “sanki yeniymiş gibi” bir duruma getirildiği yenileme sürecidir. Bu tanımdaki önemli nokta “sanki yeniymiş gibi” ifadesidir. Yenileştirilmiş parça üretimi yapan işletmeler, çeşitli kusurları olan kullanılmış, eskimiş ürünlerden başlayarak, düzgün bir şekilde “sanki yeniymiş gibi” standardını karşılayan bir ürün akışını gerçekleştirmelidir. Müşterilerin bakış açısından “sanki yeniymiş gibi” terimi yenileştirilmiş ürün için tüketicinin beklentisini temsil eder. Hem performans hem de görünüş olarak yenilenmiş ürün en azından yeniyken sahip olduğu özellikleri karşılamalıdır. (Hauser, Lund, 2008: 2).

Yenileştirilmiş parça üretimi, kullanılmış ürünlerin “yeni gibi” hale getirildikleri endüstriyel bir süreçtir. Yenileştirilmiş parça üretimi bu sayede yeni ürünlerin kalite standartlarını kullanılmış parçalar ile sağlar. Yenileştirme sadece üretim sonucunda ortaya çıkan atıkları azaltmanın yanı sıra, kaynakların tüketimini de düşürmektedir. (Aksoy, Gupta, 2005: 659).

Yenileştirilmiş parça üretimi kullanılmış ürünlerin parçalara ayrılması, aşınmış ve eski ürünlerin onarılması ve yeni ürünlerin üretiminde kullanılması sürecidir. (Ferrer, Swaminathan, 2010: 370) Temel olarak yenileştirilmiş

ürünler ve parçalar yeni üretilmiş ürünlerle aynı fonksiyonlara ve aynı kaliteye sahiptir. Yenileştirilmiş parça üretimi ile yaşam döngüsünü tamamlamış olan parçaların tekrar kullanılabilir hale gelmesi sonucunda üretimin çevresel ve ekonomik maliyetleri ile ürünlerin ve parçalarının yok edilmesi maliyetlerinde bir düşüş sağlanmaktadır. (Kerr, Ryan, 2000: 75).

Fayda sağlama özelliklerini kısmen ya da tamamen kaybetmiş olan ürünlerin bileşenlerine ayırma, tamir etme ve yenileştirme faaliyetleri sonucunda yeni ürün özellikleri ile donatılmasıdır. (Fleischmann, vd., 1997:1).

Yenileştirilmiş parça üretimi ayrıştırma, temizlik, değerlendirme, onarım ve montaj aşamaları ile parçaları “yeni gibi” üretmektir. Günümüzde birçok ürün yenileştirilmekte ve çoğu kez müşterilerin haberi bile olmadan kullanılmaktadır. Otomobil ve ağır sanayi sektörlerinde, motor ve benzin sistemi ekipmanları yoğunlukla yenileştirilmektedir. (Sutherland, vd., 2008: 6).

Yenileştirilmiş parça üretimi, tüketicilerin istekleri doğrultusunda kullanılmış ürünleri “yeni gibi” yapmak amacıyla ürünlerin ayrıştırma, temizlik, kontrol, onarım ve tekrar montaj aşamalarından geçerek tekrar tüketiciye ulaştığı bir üretim stratejisidir.

Yenileştirilmiş parça üretimi birçok anlama gelmektedir. Ürünlerin yaşam döngüleri içerisinde yenileştirilmiş parça üretimi farklı gruplar içerisinde farklı kişilere hitap etmektedir. Kişilerin her birinin farklı odak noktaları vardır: (Steinhilper, 1998: 7).

- **Çevresel olarak bilinçli kişilerin bakış açısı:**

Doğa ile barışmanın ve sürdürülebilir geleceği güvence altına almanın tek ve en önemli yolu olmasıdır.

- **İş strateji yaratıcılarının bakış açısı:**

Müşterilere minimum maliyetlerle yeni çözümler sunacak ve satış sonrası hizmetlerde yeni iş imkanlarının yaratılmış olmasıdır.

- **Atık yöneticilerinin bakış açısı:**

Yenileştirilmiş parça üretiminin, maliyetli atık yok etme süreçlerini yeni ürün yaşam döngülerine çevirmesidir.

- **Üretim kademesi bakış açısı:**

Yenileştirilmiş parça üretim sürecinin yeni teknolojilerin gelişimine fırsat vermesidir.

- **Bakım uzmanları bakış açısı:**

Müşterilerin ve çalışanların memnuniyeti için en etkili yol olmasıdır.

- **Politikacılar ve hükümet yetkilileri bakış açısı:**

Yeni işler geliştirmek ve iş yaratmak için eşsiz bir araç olmasıdır.

- **Ekonomistlerin bakış açısı:**

Üretim girişimlerinin sadece günümüzde değil aynı zamanda gelecekteki sanayilerin hayatta kalması için gerekli olan “gizli bir dev” olarak görülmesidir.

- **Tüketicilerin bakış açısı:**

Gelişmiş teknolojik ürünlere uygun fiyatlarla ve yenileştirilmiş olarak erişmenin en ekonomik ve en ekolojik yol olmasıdır.

- **Bilim adamlarının bakış açısı:**

Kaynakların; enerji ve malzemelerin korunması için en etkili ve en verimli yol olmasıdır.

1.2. ÇEVRESEL YÖNETİM SİSTEMLERİ

Sanayi devrimi ardından 1960'lı yıllardan sonra meydana gelen teknolojik ilerlemedeki artış ve yeni gelişmeler düzenli bir şekilde yenilikçi ürünlere ve daha fazla talebe neden olmaktadır. Bu gelişmeler daha önceki yüzyıllarda hiç olmadığı kadar doğal kaynakların tüketilmesine ve bu hızlı tüketimin sonucu olarak da atıkların oluşmasına yol açmıştır. Bu durum, atıkların çevreye olan zararlı etkilerini en aza indirmek için çaba harcanmasına sebep olmuştur.

Çevresel yönetim sistemi altında incelenecek konu başlıkları şunlardır:

- Temiz Üretim
- Sürdürülebilir Üretim
- Geri Dönüşüm

1.2.1. Temiz Üretim

Günümüzde atıkların oluştuktan sonra yok edilmesini ve arıtılmasını ifade eden “kirlilik kontrolü” yaklaşımı, yerini çevresel etkilerin ürün tasarımı, satın alma tercihleri ve üretim süreçlerini kapsayan geniş bir çerçevede yönetilmesini öngören daha bütüncül bir yaklaşıma yani temiz üretim yaklaşımına bırakmaktadır.

Temiz üretim, bütüncül bir çevre stratejisinin süreçlere, ürünlere ve hizmetlere sürekli olarak uygulanarak verimliliğin artırılması, insan ve çevre risklerinin azaltılması anlamına gelmektedir. Temiz üretim belli bir sistem içindeki madde (su, hammadde, kimyasal vb.) ve enerji akımının analiz edilerek atıkların minimize edilmesi ve ürünün maksimize edilmesini amaçlar. Kullanılan teknolojiye sağlanacak iyileştirmeler ile madde ve enerji kullanımının azaltılması (etkinleştirilmesi) ve katı atık, atık su ve gaz

emisyollarının yanı sıra ısının da atık olarak kaybının önlenmesi mümkün olabilecektir.

Diğer bir ifadeyle temiz üretim, yüksek verime sahip üretim teknoloji ve yöntemlerinin kullanımıyla, aynı miktarda üretim için daha az doğal kaynak ve enerji kullanımı ve daha az atık üretimi prensibine dayanmaktadır. Bu niteliği ile sadece çevresel kaygılara değil, “doğal kaynakların korunması”, “endüstriyel verimlilik” ve “ekonomik kalkınma” gibi pek çok farklı alana da hitap etmektedir. Kısacası temiz üretim, üretimde verimliliği artırarak hem çevresel hem de ekonomik fayda sağlanması anlamına gelen “eko-verimlilik” yaklaşımı ile örtüşmektedir.

Avrupa Birliği ülkelerinin sanayi kirliliği üzerine oluşturduğu ilk yasal düzenlemeler, 1980’li yıllarda ortaya çıkmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) 1989’da Temiz Üretim Programı’nı başlatarak konu üzerinde bir bilinç yaratılması, kurumsal yapının oluşturulması ve faydalarının gösterilerek sürdürülebilir kalkınma çabalarının yaygınlaştırılmasına yönelik ilk önemli adımı atmıştır. “Ulusal Temiz Üretim Merkezleri”, bu sürecin etkin olarak sürdürülmesinde kritik öneme sahiptir. UNEP ve Birleşmiş Milletler Sanayi Kalkınma Örgütü (UNIDO) öncülüğünde yürütülen çalışmalar ve destek programları ile 42 ülkede kurulmuş olan temiz üretim merkezlerinin yanı sıra özellikle gelişmiş ülkelerde, ülkelerin kendi inisiyatifi ve ulusal kaynakları ile kurulmuş olan temiz üretim merkezleri de bulunmaktadır. (Ulutaş, 2010: 109).

1.2.2. Sürdürülebilir Üretim

Ekonomik ve sosyal gelişimin yanı sıra daha iyi hayat standartları için enerji tüm ülkelerde vazgeçilmez bir unsurdur. (Özyurt, 2010: 2977). Ekonomik gelişim ve nüfus artışı ile enerji ihtiyacı sürekli artar. Gelecekte karşılaşılabilecek enerji ihtiyaçları genel ve özellikle çevresel ihtiyaçlardan dolayı oluşan politikalardan ötürü belirsizliklerle karşı karşıyadır. Bu belirsizlikler enerji politikalarında global ve bölgesel olarak dramatik değişimlere neden olmaktadır. Çizilecek yeni enerji haritası dünya politikalarını yakın geçmişte olduğu gibi etkileyecektir. (Soyhan, 2009:1351).

Günümüzde ortaya çıkan çevre sorunlarının temelinde insan ile doğa arasındaki ilişki yatmaktadır. Hızla gelişen bilim, teknoloji ve sanayi ile birlikte yaşam kalitesi yükselirken diğer yandan doğaya zarar verilmektedir. Sürdürülebilir Büyüme, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini ellerinden almaksızın, bugünün ihtiyaçlarını karşılamaktır. (Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu,1987: 43).

Sürdürülebilir büyüme ile ilişkili olarak sürdürülebilir üretimin ortaya çıkışı da 1992 yılındaki Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı ile bağlantılıdır. Bu konferans sonucunda global çevre kirliliğinin en önemli sebebinin, çoğunluğu endüstrileşmiş ülkeler yüzünden olan kontrolsüz tüketim ve üretim olduğu belirtilmiştir. (Veleva, vd.,2001: 447).

Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi'ne göre (LCSP) sürdürülebilir üretim: çevreyi kirliletmeyen, enerji ve doğal kaynakları koruyan, ekonomik açıdan uygun, toplum, çalışanlar ve tüketiciler için sağlıklı ve güvenli, tüm çalışanları çevresel ve yaratıcı anlamında ödüllendiren bir şekilde mal ve hizmetin sistemler ve süreçler sonunda yaratılmasıdır. (Veleva, vd.,2001: 448).

Bu tanımla birlikte ortaya 6 ana unsur çıkmaktadır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir.

- Enerji ve malzeme kullanımı (kaynaklar)
- Doğal çevre
- Toplumsal gelişim
- Ekonomik performans
- Çalışanlar
- Ürünler

Çevreye ve topluma en yüksek fayda sağlayacak şekilde doğal kaynakların verimli ve tekrar kullanımı ile üretilen ürünler gelecek nesillerin sağlıklı bir çevrede yaşamasını sağlayacak ve onların ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini ellerinden almayacaktır.

Sürdürülebilir üretim sistemlerinin doğası, içinde bulunduğu endüstriyel sektöre göre değişmektedir. Bu üretim sisteminin temel özellikleri şunlardır: (O'Brien, 1999: 4-5)

- **Çevre bilinci tüm organizasyon kültürüne yayılmalıdır:**

Bu durum açık şirket politikalarına ve belirlenen hedeflere ihtiyaç duymaktadır. Bununla ilgili programlar tüm organizasyona tanıtılmalı ve çalışanların çevre bilincinin geliştirilmesi için gerekli eğitimler verilmelidir. Temiz süreçler ve materyaller firmanın tüm operasyonlarında standart hale gelmelidir.

- **Ürün ve süreç dizaynları sürdürülebilirlik konularını hedef almalı ve bu konular dizayn prosedürlerine dönüştürülebilmelidir:**

Bunun kaçınılmaz sonucu dizayn sistemlerine, maliyetlendirme ve karar destek sistemlerine dahil olmuş eş zamanlı mühendislik ekiplerinin faaliyetleridir.

- **Geri dönüşmüş bileşenlerin ve materyallerin maksimum kullanılması sağlanmalıdır:**

Bunun sağlanması için temel ürün dizaynında geri dönüştürülecek ya da yenileştirilecek parçaların bu işlemleri gerçekleştirebilecek kapasiteye sahip üretim süreçleri ile uyumlu hale getirilmeleri gerekir.

- **Ürün yaşam döngüsü unsurları tüm üretim sistemini kapsamalıdır:**

Burada üreticiler çeşitlenen, miktarı değişen ve yeni süreçler gerektiren talepleri en az yatırım ile karşılayabilecek esnekliğe sahip olmalıdırlar.

- **Yeniden yapılanma (reengineering) çevresel ve sürdürülebilir konuları hedef almalıdır:**

Hem firmanın iç yapısı ele alınmalı hem de tedarik zinciri yapısı değerlendirilmelidir.

- **Sayısal yaklaşımlar sürdürülebilirliği dikkate almalıdır:**

Firmanın çevresel performansını ölçmek için kullanılan sayısal değerlerin analizinde performans değerlendirmeye, finansal tahminlere ve fiyatlandırmaya doğru yeni yaklaşımlar gerekmektedir.

- **Üreticiler uzatılmış yaşam döngülerini desteklemelidir:**

Eğer yenileştirme ve geri dönüşüm desteklenecekse ve yaşam döngü sayıları arttırılacaksa o ürüne ait örneğin, bir yedek parçaya, ürün ömrü boyunca ulaşılabilmelidir. Bunu başarmak stok miktarını arttırarak değil, sipariş üzerine üretim yeteneğini etkili ve düşük maliyetle sağlayarak olmalıdır.

- **Sürekli iyileştirme çevresel konuları dikkate almalıdır:**

Üretim verimliliğindeki artışı sağlamak üzere israfların bulunmasında ve yok edilmesinde süreçlere en fazla kişiyi dahil etmeyi sağlayan sürekli iyileştirme, maliyetlerin azaltılması ve ortadan kaldırılmasına katkı sağlayarak sürdürülebilirliği hedef almalıdır.

- **Temiz teknolojiler kullanılmalıdır:**

Atıklardan ve kirlilikten arınmak için teknolojiler kullanmak yerine temiz teknolojiler kullanarak atıkları ve kirliliği azaltmak daha doğru olacaktır.

- **Organizasyonlar temiz oldukları kadar yalın da olabilmelidir:**

Temiz ve sürdürülebilir üretim yalınlık, kalite ve verimlilik unsurları üzerine kurulmalıdır. Ürünler ve hizmetler en az kaynak kullanımı ile üretilmelidir. En yüksek verimliliği yakalamak için organizasyonlar bilgi teknoloji sistemlerini kullanacak şekilde yeniden yapılanmalıdır.

1.2.3. Geri Dönüşüm

Yeniden değerlendirilme imkanı olan atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirilerek ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesine geri dönüşüm denir. Diğer bir tanımlamayla herhangi bir şekilde kullanım dışı kalan dönüştürülebilir atık malzemelerin çeşitli geri dönüşüm yöntemleri ile hammadde olarak yenileştirme süreçlerine kazandırılması olarak tanımlanabilir. (http://www.cevreonline.com/atik2/geri_donusum.htm)

Kaynakların sınırlı olduğu, tüketimin hızla arttığı dünyamızda son yıllarda üzerinde önemle durulan konulardan biri geri dönüşümdür. Çok çeşitli atık maddelerin (cam, kağıt, alüminyum, plastik, pil, motor yağı, akümülatör, beton, organik atıklar ve elektronik atıklar, vb.) çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesine “geri dönüşüm” denilmektedir. Kaynak israfını önlemenin yanında, hayat standartlarını yükseltme çabaları ve ortaya çıkan enerji krizi gerçeklerini gören ülkeler atıkların geri kazanılması için yöntemler aramışlar ve geliştirmişlerdir. Ülkemizde de halen devam eden, belediyelerin geri kazanım projelerinde önemli miktarda kağıt, cam, metal ve plastik atıklar işlenerek yeniden kullanılabilir hale getirilmektedir.

Ürünlerin geri kazandırılmasına yönelik bugüne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde; firmalar kanunlara uymak, bilinçli müşteri beklentilerine karşılık verebilmek ve kâr elde edebilmek gibi nedenlerle farklı alternatifler uygulamışlardır. Modellerin bir kısmında geri kazanılan ürünlerin satışından elde edilen gelirler de dikkate alınarak amaç fonksiyonu karı maksimum yapmak şeklinde formüle edilmiştir. Geri kalan kısımda genellikle sabit işletme maliyetleri ile toplama, taşıma, geri kazanım, elde tutma gibi maliyetlerin minimum yapılması amaçlanmıştır. (Büyüksaatçi, vd., 2008: 2)

Doğal kaynaklar, dünya nüfusunun artması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeni ile her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle malzeme

tüketimini azaltmak, değerlendirilebilir nitelikli atıkları geri dönüştürmek sureti ile doğal kaynakların verimli olarak kullanılması gerekmektedir. Ormanlar, su, petrol vb. doğal kaynaklarımızın üretim sürecinde kullanılması sonucu, cam, metal, plastik ve kağıt/karton ambalajlar elde edilmektedir. Piyasaya sürülen ambalajların atık haline geldikten sonra, türlerine göre ayrılıp geri dönüşüm sanayine sevk edilmesi sonucu, geri dönüştürülmüş malzemeler çeşitli ürünlerin üretim aşamasında ikincil hammadde olarak kullanılmaktadır. Böylece doğal kaynaklar daha az kullanılarak, doğaya katkı sağlanmış olmaktadır. Örneğin; bir ton kâğıdın geri dönüşüme katılması sonucu 17 ağacın kesilmesi önlenmektedir. Plastik ambalaj atıklarının geri kazanılması sonucu ise petrolden tasarruf sağlanabilmektedir. Dönüşen her ton cam için, 100 litre petrol tasarrufu sağlanır.

Geri dönüşüm, malzeme üretiminde endüstriyel işlem sayısını azaltmak suretiyle enerji tasarrufu sağlar. Örneğin; metal içecek kutularının geri dönüşümü işleminde bu metaller direkt olarak eritilerek yeni ürün haline dönüştürüldüğünden, bu metallerin üretimi için kullanılan maden cevheri ve bu cevherin saflaştırılma işlemlerine gerek olmadan üretim gerçekleştirilebilmektedir. Bu şekilde bir alüminyum kutunun geri dönüşümünden, ham maddeden ürün elde etmeye göre, % 95 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir.

Geri dönüşüm uzun vadede verimli bir ekonomik yatırımdır. Hammaddenin azalması ve doğal kaynakların hızla tükenmesi sonucunda ekonomik problemler ortaya çıkabilmektedir. Geri dönüşümün bu noktada ekonomi üzerinde olumlu etkileri olabilmektedir.

Geri dönüşümün uygulanması ile çöplere giden atık miktarında azalma sağlanarak. bu atıkların taşınması ve depolanması işlemleri için daha az miktarda alan ve enerji kullanılmış olur. Evsel atıkların yaklaşık yoğunluğu metrekarede 0,6 kilogram iken, ambalaj atıklarının yoğunluğunun metrekarede yaklaşık 0,3 kilogram olduğu görülmektedir. (<http://www.cevko.org.tr/cevko/lc-Sayfa/Tuketiciler/Neden-Geri-Kazanim.aspx>)

1.3. GERİ DÖNÜŞÜM VE YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ

Geri dönüşüm aşamaları, yenileştirilmiş parça üretimi aşamalarından farklı olarak, malzemeleri eriterek ve bunlardan yeni parçalar üreterek bu malzemeleri korumayı hedeflemektedir. Enerji gereksinimleri, yeni malzemeler ile üretilen tüm yeni parçaların enerji gereksinimlerinin altındadır. Geri dönüşüm bunun için fazladan enerjiye ihtiyaç duymaktadır.

Yenileştirilmiş parça üretimi genellikle kendisi ile aynı anlama geldiği sanılan geri dönüşümden farklıdır. Geri dönüşüm ile kullanım dışı kalmış atık malzemelerin üretim faaliyetlerine katılması söz konusudur. Yenileştirilmiş parça üretimi sadece malzemeleri geri getirmez, aynı zamanda üretiminde işçinin kattığı değeri, harcanan enerjiyi ve sarf edilen zamanı da geri getirir. Eğer bir parça geri dönüştürülürse bu değer kaybolur. Yenileştirilmiş parça üretimi geri dönüşümün yeni bir biçimidir.

Pek çok ürüne uygulanan geri dönüşüm yakından bakıldığında pek çok sorunu da beraberinde getirir. Özellikle otomobiller ve elektronik donanım için örnek verecek olursak; bu ürünler geri dönüştürülürken hem ekonomik hem de çevresel problemlere yol açar. İlk olarak, manyetik olarak ayrıştırmanın yanında elle ayrılacak parçalar yüksek maliyetlere neden olur. Daha kötüsü orijinal ürünün ağırlığının ve hacminin üçte birine ulaşan motor ve vites kutusu yağları, toksik fren sıvıları, hava yastığı ile ilgili toksik

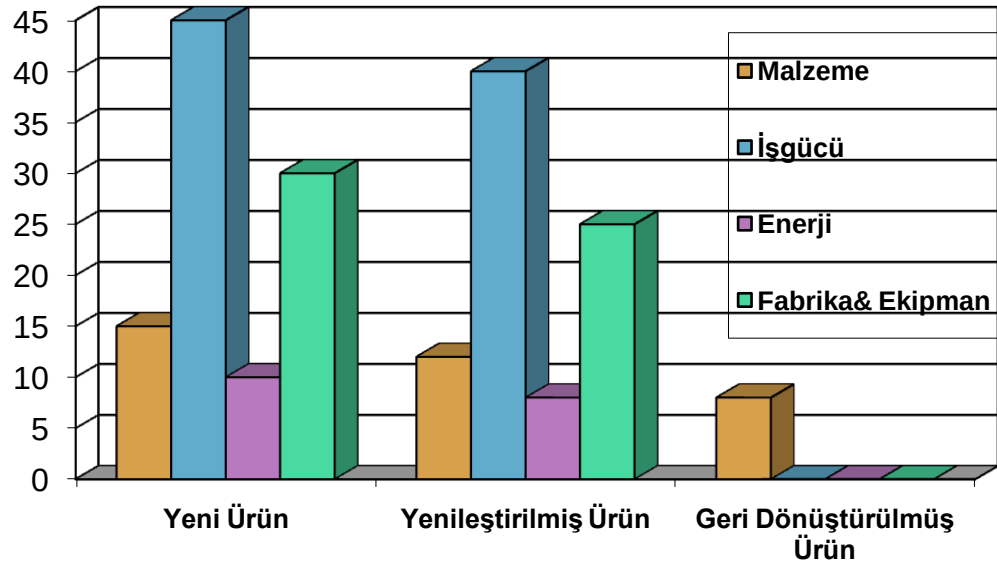
kimyasallar, kit, toz, cam, plastik bölümler mekanik işlemelerden çok daha fazla işlem ve maliyeti beraberinde getirir. (Steinhilper, 1998: 18)

Geri dönüşüm süreci genellikle elik, bakır, alüminyum, krom, plastik, çinko ve cam gibi çeşitli malzemelerden oluşur. Ancak bu malzemeler geri dönüşüme girerken parçalayıcılar tarafından tam olarak ayrıştırılamazlar. Sonuçta ortaya çıkan ürünler eskisi gibi kaliteli olmaz. İçerisine bakır karışan ve bozulan elik, esnekliğini ve gücünü kaybeder. Bu durumda inşaatlarda güçlendirme için kullanılabilir ancak otomobil kasaları için uygun değildir.(Hauser, Lund, 2003: 8)

Endüstriyel retim ve verimlilik özellikle otomotiv sektöründe, Daimler ve Benz'in yüzyıl önce ilk motorlu arabalarını taş yollara koyduğu ilk günlerden bu yana etkileyici bir ilerleme göstermiştir. Henry Ford T modelini 1908 yılında çıkartmış ve takip eden 16 yıl boyunca on milyon araba üretmiştir. Böyle bir üretim hacmi günümüzde sadece on haftalık bir süreçte gerçekleşmektedir. (Steinhilper, 1998: 12) 2030 yılında tüm dünya üzerinde 1 milyar 200 bin araç olması beklenmektedir. (<http://hypertextbook.com/facts/2001/MarinaStasenko.shtml>)

Tüm dünyada her yıl 300 milyon toner kartuşunun yeniden doldurulduğu görülmektedir. Bu kartuş başına 4,5 dolara karşılık gelmektedir ve 450.000 ton plastik, elik, alüminyum ve diğer maddelere eşdeğerdir. Buna ek olarak yeni kartuş üretmek kartuş başına 3 litreye yakın petrol tüketmektir ve yüksek enerji maliyeti kartuşların tekrar kullanımının en önemli nedenidir. (Bartizal, 2009: 1)

Aşağıdaki grafikte yenileştirilmiş parça üretimi ile geri dönüşüm ekonomik anlamda karşılaştırılmıştır. Bu kıyaslama çerçevesinde malzeme, işgücü, enerji ve ekipman maliyetlerinin dağılımı yansıtılmıştır.



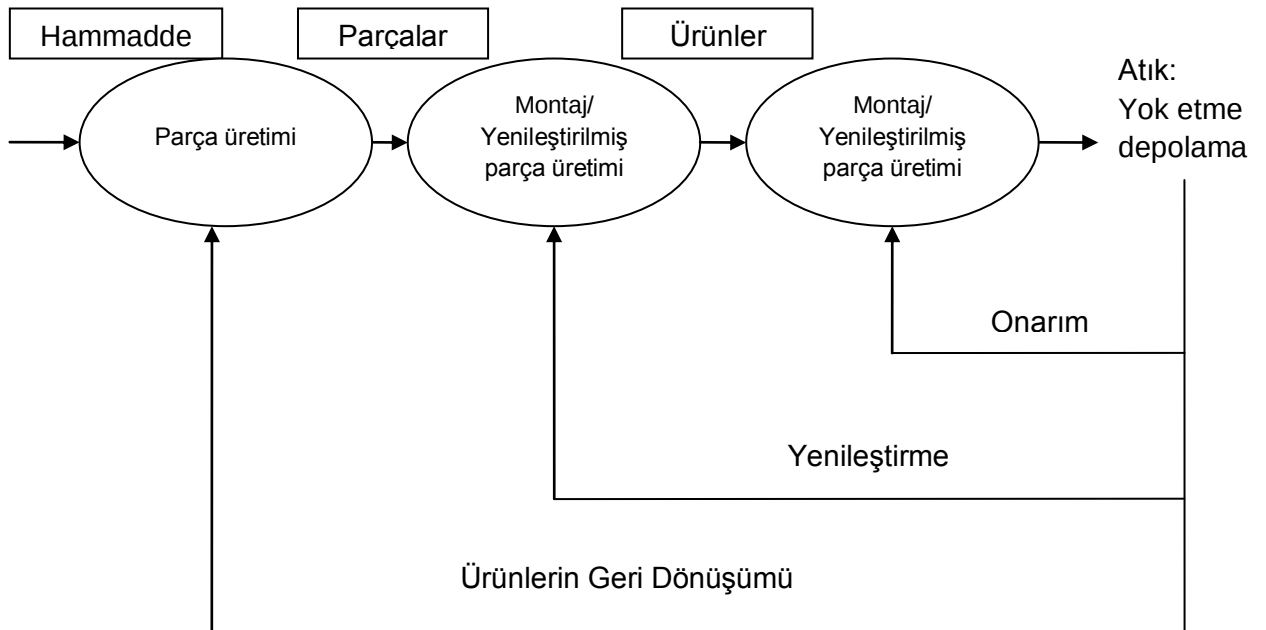
Şekil 1.1. Yenileştirilmiş Parça Üretimi ve Geri Dönüşümün Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması (<http://www.bu.edu/remman/RemanSlides.pdf>)

Geri dönüşümde dönen malzemeler değerini yitirirken aynı zamanda kimyasal süreçler sonunda hava kirliliği de artar. Buna boya ve petrol gibi maddelerin yanması sebep olabilir. Teknolojinin sınır tanımadığı günümüzde bu eksiklikleri kapatmaya yönelik yenileştirme teknikleri ortaya çıkmıştır. Yenileştirmede orijinal ürünün fonksiyonları ve nitelikleri korunmakta ve ürünlerin geri dönüşüme gitme miktarları azaltılarak kirlilik miktarı da azaltılmış olmaktadır.

1.4. ONARIM VE YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ

Bir üründe herhangi bir arıza meydana geldiğinde kullanıcının aklına ilk gelen çözüm uzun yıllardır onarım ya da değişim olmuştur. Onarım basit anlamda belirlenen arızanın giderilmesidir. Günümüzde karşımıza çıkan yeni alternatif ise parçayı yenileştirmektir. Genellikle onarılmış ürünlerin kalitesi yenileştirilmiş parçalara oranla çok daha düşük olmaktadır. Garanti kapsamaları ise yenileştirilen benzerlerine oranla çok daha düşüktür.

Onarımın, geri dönüşümün ve yenileştirilmiş parça üretiminin gerçekleştiği aşamalar şu şekildedir:



Şekil 1.2. Onarımın, Geri Dönüşümün ve Yenileştirmenin Başladığı Aşamalar (Sundin, 2004: 50)

Bir ürün herhangi bir arıza sebebiyle kullanılmaz hale geldiğinde, bu ürünü tekrar kullanabilmek için karşımıza çıkan onarım ve yenileştirme alternatifleri arasında pek çok farklılık bulunmaktadır. Bu iki süreç arasındaki fark şu şekildedir: (Steinhilper, 1998: 28)

Tablo 1.1. Yenileştirme ve Onarım (Steinhilper, 1998: 28)

YENİLEŞTİRME	ONARIM
Süreçler	
Kullanılmış ürünler	Arızalı ürünler
Demontaj	Arıza tespiti
Bütün parçaların temizlenmesi	Kusurlu parçanın sökülmesi
Parçaların iyileştirilmesi Yeni parçaların yerleştirilmesi	Arızalı parçanın onarımı ve değiştirilmesi
Ürünün monte edilmesi	Parçanın monte edilmesi
Yenileştirilmiş ürün	Onarılmış ürün
Özellikler	
Sanayileşmiş süreç	Mekanik işler
Yeni gibi duruma getirilmesi	Hataların giderilmesi
Müşteri herhangi bir ürünü alabilir	Müşteri kendi ürününü alır
Yeni gibi veya ömür boyu garanti	Sadece onarılan parça için garanti
Daha ileri teknoloji	Ürün eski standardını korur

1.5. ÜRETİM VE YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ

Mevcut bir modelin üretimine ait ürünler düşünüldüğünde bu ürünlerin yenileştirilmesi için tedarik edilen parçalar üreticinin mevcut üretim hacminde artış sağlar. Serisi tamamlanmış ancak piyasada hala büyük miktarlarda bulunan ve bakım gerektiren ürünlerde ise üreticiler daha eski modeller için sadece bazı yedek parça üretiminde kullanılan ekipmanları tutmak ve işletmekle yükümlü olmayacaklardır. Özellikle bu durumda yenileştirilmiş parça üretimi yapan firmalar aynı zamanda yeteri kadar eski ürünlerden kaynak bularak yedek parça gereksinimlerinin çoğunu sağlamak zorundadırlar.

Üretim ve yenileştirilmiş parça üretimi, sadece parça üretimi, ürün onarımı, yenileştirme ve kullanılmayan ürünlerin iyileştirilmesi gibi 4 süreçle birbirine bağlı değildir. Aynı zamanda teknik bilgilerin transferi ve paylaşılması, ürün arızaları nedeni ile deneyimlerin aktarılması gibi şekillerde de birbirlerine değer kattıkları görülmektedir.

Kullanılmış parçalar, yenileştirilmiş üretim endüstrisinin hammaddesidir. Bu parçalar aynı zamanda yenileştirilmiş bir ürünün yaşamının da başlangıcını oluşturur. (Steinhilper, 1998: 31-32)

1.6. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ SÜRECİ

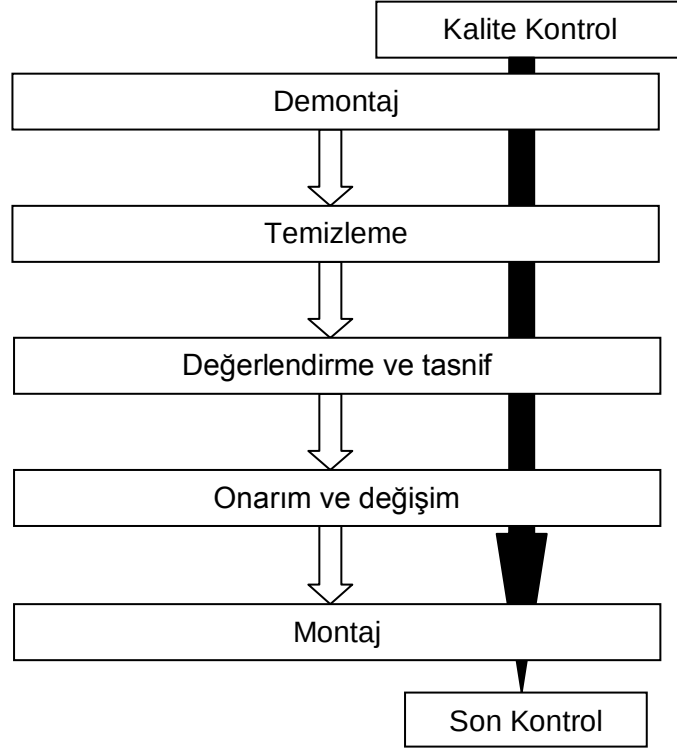
Bir ürünün yenileştirilebilmesi için yaşam süresini doldurmuş olması gerekir. Ürünün yaşam süresinin sona erme nedenlerinden biri eskimedir. Eskime bir ürün veya hizmetin hala iyi çalışabilmesine rağmen, artık istenmediğinde ortaya çıkan bir durumdur. Eskime çoğunlukla eski ürün yerine konulacak veya daha üstün bir ürün mevcut olduğunda ortaya çıkar. Eskime haricinde yenileştirme ihtiyacını beraberinde getiren etkenlerden bir diğeri bozulmadır. Ayrıca bu ürünlerin tekrar kullanılabilecek özellikteki parçaları yenileştirme işlemi için kullanılmış parça stoklarına dahil edilebilir.

Yaşam süresini doldurmuş bir ürünün “yeni gibi” hale getirilmesi sürecinde yenileştirilmiş parça üretimi şu aşamalardan geçmektedir: (Seitz, 2007: 1147)

- Ayırıştırma (Parçalara ayırma)
- Temizlik
- Değerlendirme ve tasnif
- Onarım ve değişim
- Montaj

Endüstriyel bir süreç olarak yenileştirilmiş parça üretimi seri üretimin avantajlarından da faydalanabilir. Bu avantajlar rasyonelleşmek ve sabit kalite düzeyidir. Her durumda ürünler tüketiciye aynı kalite düzeyi, performans, dayanıklılık ve garanti ile ulaşmalıdır. Sürecin ilk aşamaları olan ayırıştırma ve temizleme sırasında yeni standartlar belirlenir, eski üründen yeni ürüne dönüşürken yeni çözümler yaratılır.

Yenileştirilmiş parça üretimi temel olarak aşağıdaki 5 aşamadan oluşur: (Steinhilper, 1998: 40)



Şekil 1.3. Yenileştirilmiş Parça Üretimi Temel Aşamaları (Steinhilper, 1998: 40)

Ürünün son kontrolü Şekil 1.3' ten farklı olarak son işlem olarak da gösterilebilmektedir. Kalite güvencesi, nasıl normal üretim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası ise yenileştirilmiş parça üretiminin her aşamasında olmalıdır. Son kontrol bağımsız bir aşama olarak değil, montaj aşamasının bir parçası olarak değerlendirilmelidir. (Steinhilper, 1998: 41)

1.6.1. Ayrıştırma

Yenileştirilmiş parça üretiminin ilk aşaması olan ayrıştırma, parçalara ayırma aşaması olarak da bilinmektedir. Ürünlerin sistematik olarak daha küçük parçalarına, bileşenlerine ya da gruplarına ayrılması metodudur. Bu aşama yenileştirilmiş parça üretiminin yanı sıra geri dönüşüm ve yok edilme süreçlerinde de kullanılmaktadır.

Ayrıştırma ürünün belli bir oranda ya da tamamen parçalarına ayrılması şeklinde olabilir. Montaj aşamasının tersi gibi görünse de operasyonel anlamda kompleks ürünler için montaj ve ayrıştırma birbirinden farklıdır. (Güngör, Gupta, 1999: 828).

1.6.2. Parçaların Temizlenmesi

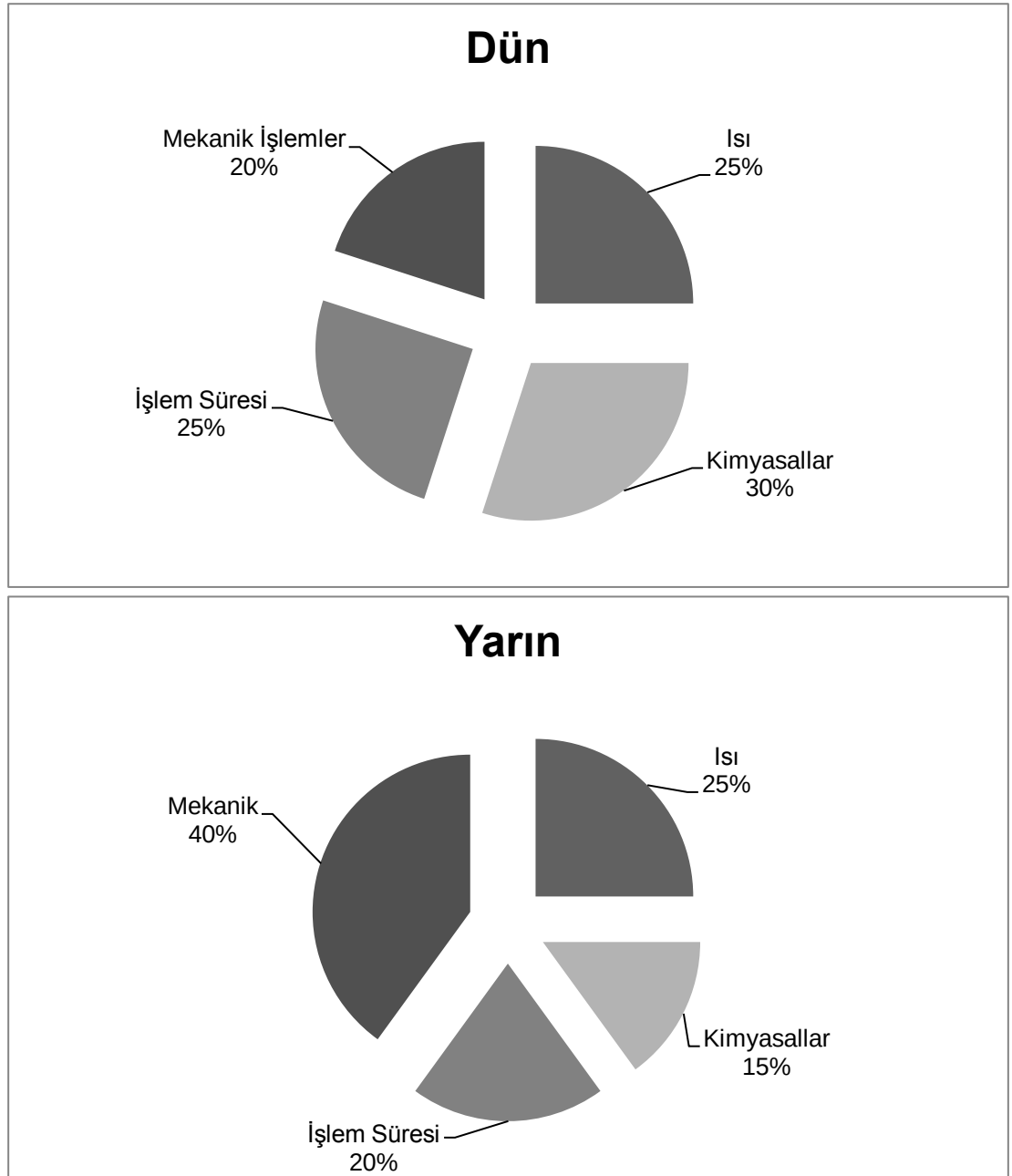
Yenileştirilmiş parça üretiminin bu aşaması ayrıştırmadan gelen parçaların temizlenerek değerlendirme ve tasnif aşamasına hazırlanmasıdır. Temizlik işlemi, parçalardan kir ve tozu çıkarmaktan fazlasıdır. İşlem, parçaları yağdan, pastan ve eski boyalardan arındırma işlemlerini de içerir.

İşin karmaşıklığından dolayı arka arkaya veya eş zamanlı olarak benzin ile yıkama, sıcak su püskürtme, buharla temizleme, kimyasal deterjan püskürtme, kimyasal temizleyici banyolar, ultrasonik temizlik odaları, kum püskürtme, çelik fırçalarla fırçalama, pişirme fırınları gibi birçok temizlik metodunun uygulanması gerekir. Yeni ve daha etkili temizlik teknolojilerine geçiş yapabilen yenileştirilmiş parça üreticilerinin temizlik süreçleri daha “çevre dostu” hale gelmektedir. (Steinhilper, 1998: 46)

Temizlik süreci ile ilgili değişkenler şunlardır: (Steinhilper, 1998: 48)

- Kimyasal etkiler (deterjanlar)
- Isı kaynakları (sıcaklık)
- Mekanik işlemler (su püskürtme)
- Zaman

Kimyasal madde kullanımı günümüzde yüksek olmasına karşın gelecekteki mekanik işlemlerin ön plana çıkacağı görülmektedir. Şekil 1.4' te temizleme işlemlerinin günümüzde ve gelecekteki oranlarını göstermektedir.



Şekil 1.4. Temizleme İşlemlerinin Dünü ve Yarını (Steinhilper, 1998:

1.6.3. Değerlendirme ve Tasnif

Yenileştirilmiş parça üretiminde büyük öneme sahip bir diğer aşama, ayrıştırılmış ve temizlenmiş parçaların durumunu değerlendirmektir. Bu aşamada kullanılmış ürünün marka ve modelini tanımlama ve kullanılabilirlik için durumunu kontrol etme işlemleri yapılır. Kısaca inceleme, tanımlama ve ayırma işlemlerinden oluşmaktadır. Ancak bu aşamada parça değerlendirmesi temelde görsel incelemeye dayanmaktadır. Bu işlem için büyüteçler, mikroskoplar, yüksek çözünürlü kameralar vb. kullanılmaktadır. Görünümün yanı sıra, çeşitli ekipmanlar yardımıyla birçok parçanın teknolojik ölçütlere uygun olup olmadığı da incelenebilir. Bu işlemlerde parçaların çekme gerilim dirençleri ölçülebilir, gizli sızıntılar hava basıncı veya su altı testleri ile ortaya çıkarılabilir, elektrik kısa yolları ölçülebilir. (Steinhilper, 1998: 50-51)

1.6.4. Onarım ve Değişim

Parçanın tamir edilme sürecidir. Gerekli işlemler gerçekleştirilerek ürünün “yeni gibi” olmasını sağlayan en önemli aşamadır.

Bu süreçte kullanılan ekipman üretim süreçlerinde kullanılan ekipmanlarla neredeyse aynıdır. Yenileştirilmiş üretimde parti büyüklükleri az olduğundan otomasyon seviyesi de düşüktür. Bazı durumlarda yeni parça üretiminde kullanılan hatların yenileştirilmiş parça üretimi yapan tesise kaydırılması ve yenileştirme sürecinde rol alması da mümkündür. (Steinhilper, 1998: 54)

1.6.5. Montaj

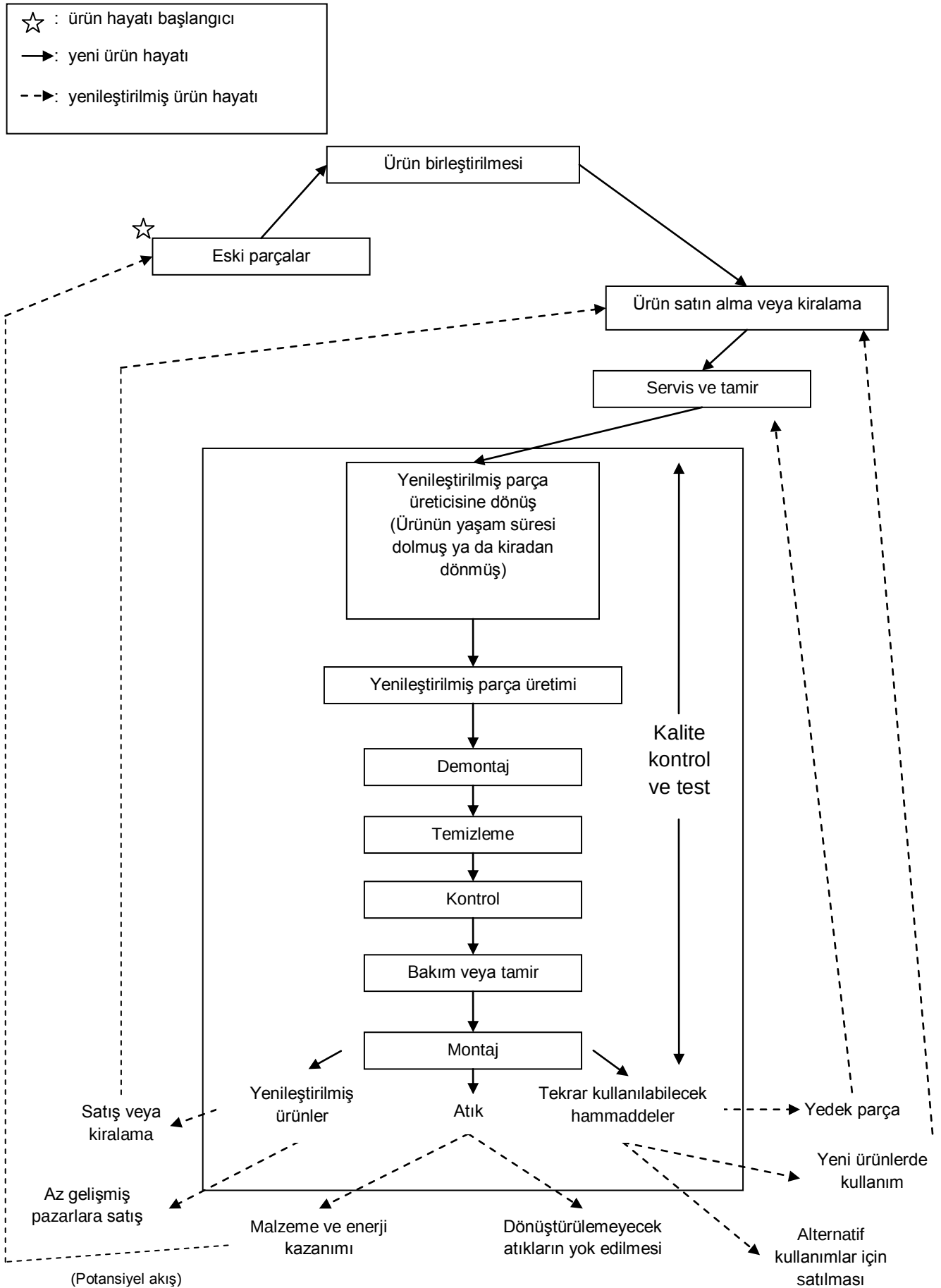
Montaj yöntemleri işlem gören ürünün boyutlarına bağlı olarak, tek bir operatör tarafından yapılan tek bir montajdan orijinal ekipman üreticilerinininkine benzeyen montaj hatlarına kadar çeşitlilik gösterir.

Yenileştirilmiş küçük parçaların daha büyük parçalara montajı yeni ürün montaj hatlarının kullanılması ile küçük montaj hatlarında yapılır. Daha büyük parçalar ise montaj hatları kullanılarak yapılır. Böylece ürün “sanki yeniymiş gibi” bir duruma gelir. (Gülenç, 2010: 60) Montaj işlemlerinden sonra her bir yenileştirilmiş ürün, fonksiyonel olarak incelenir ve test edilir. Bu işlem yeni ürünlerin rastgele seçilip test edilmesi şeklinde değil, her bir ürün için tek tek yapıldığından çok daha güvenilir olmaktadır. (Steinhilper, 1998: 57).

Yenileştirilmiş parça üretimi yoğun bir süreçtir. Bu süreç Şekil 1.5’te ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Gerekli durumlarda aynı ürünü üretebilmek için normalde çalışan sayısının daha fazlası gerekmektedir. Bunun nedeni ayrıştırma, temizleme, değerlendirme, onarım ve montaj aşamalarının süreçte ek işler olmalarıdır. Bunun haricinde ayrıntılı kalite kontrol tedbirleri söz konusudur. Yenileştirilecek parçaların parti büyüklükleri yeni üretilecek ürünlerden çok daha küçüktür. Robotların yerine işçiler çalışmaktadır ve montajı biten ürünler çoğu zaman elle transfer edilir.

Yenileştirme, üretim gibi hammadde ve yeni parçaları değil, kullanılmış parçaları girdisi olarak aldığı için ürünleri daha düşük maliyette üretir. Genel olarak yenileştirilmiş ürünler ortalama yeni bir ürün fiyatının %40 ile %80’i arasında bir fiyat aralığında satılır. (Steinhilper, 1998: 58)

Maliyet dağılımlarına bakıldığında, yenileştirme aşamaları arasında farklılıklar vardır. Ayrıştırma ve yeni bir ürün üretmekte de olduğu gibi montaj aşamaları ana maliyet faktörlerini oluşturan işlemler olarak gösterilebilir. (Gülenç, 2010: 67)



Şekil 1.5. Yenileştirme İşlemi (Kerr, 2001: 258)

1.7. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİNDE DİĞER UNSURLAR

Günümüzde yenileştirilmiş üretimin gelişmesini engelleyen iki önemli unsur bulunmaktadır. Var olan altyapı tedarik için uygun değildir ve ilk hayatlarında geri gelen birçok kullanılmış ürün yenileştirilmiş üretime uygun şekilde üretilmemiştir. Fakat bu durum değişebilir. Üreticiler ürünlerin yok edilmesi ve çevre için tasarım konularında sorumlulukları bakımından daha duyarlı hale gelmişlerdir. Bununla birlikte yasalardaki değişimler üreticilerin kullanım ömrü dolmuş araç kasalarını, elektronik malzemeleri ve diğer dayanıklı ürünleri doğru bir şekilde yok etmelerini ya da tercih edilmesi istenen şekilde kullanıma geri kazandırmalarını gerektirebilir. Sonuç olarak endüstri kendini etkili tersine lojistiğe ve çevre için tasarıma adapte edebilirse yenileştirilmiş üretim aktivitesinde dikkat çeken bir artış olacaktır. Yenileştirilmiş üretim çeşitli girdilerin (hammadde, işgücü ve enerji) tüketim seviyesini etkilediğinden ekonomi üzerindeki etkisi uygulanma oranı arttıkça güçlenecektir. (Ferrer, 2000: 414)

1.7.1. Kullanılmış Ürün Tedariki

Kullanılmış ürünleri hammadde olarak kullanan sistemler bu ürünlerin geri dönüşlerine bağlı olarak çalışırlar. Geri dönüş oranı bu üretimi yapan firma tarafından kontrol edilemeyen bir süreçtir.

Kullanılmış ürünlerin son hali çok fazla değişkenlik gösterdiği için malzeme planlaması, kapasite planlaması, çizelgeleme ve stok yönetimi zorlaşmaktadır. (Guide, Wassenhove, 2000: 2)

Otomotiv sektöründe yenileştirme yapan bir firma kullanılabilir parçalarının yaklaşık %80'ini müşterilerinden alır. Bu oran kullanılmış parçaların tedariki için müşterilere bağımlı olduğunun bir göstergesi ve aslında yenileştirme yapan firma için de problemdir. Parçaların tedarik

edileceği bir başka yer ise hurdalıklar ve atölyelerdir. Bu parçalar çoğu kez diğerlerinden daha değerli olabilir. (Steinhilper, 1998: 33)

Kullanılmış ürün yönetimi konularından biri, pazar talebinin ve ürünün geri dönüş kalitesinin belirsizliği ile baş ederek arz ve talebin etkin bir biçimde denk gelmesidir. (Mukhopadhyay, Ma, 2009: 5). Bu nedenle firmalar kullanılmış ürün sürekliliğini sağlamak ve belirsizlikleri ortadan kaldırmak için farklı stratejiler geliştirmiştir. Yenileştirilmiş üretim yapan firmaların kullanılmış ürün tedariki sağlama yolları üç ayrı alandan gelmektedir. Bunlar: (Hauser, Lund, 2008: 14-15)

- **Müşteri İadeleri:**

Yenileştirilmiş ürünler karşılığında eski ürünlerini iade ettiklerinde, müşteriler kullanılmış ürün kaynağı haline gelir. Bazı durumlarda müşteri ile yenileştirici arasındaki ilişki doğrudandır. Diğer durumlarda, satış ve iade döngüleri daha da genişletilebilir ve yenileştirici kullanılmış ürün iadelerini etkilemek için aracılara (dağıtımıcılar, perakendeciler ve servis atölyeleri) güvenmek zorunda kalır. Bu durumlarda yenileştiricilerin kullanılmış ürünler için ne ödeyeceklerini belirlemeleri gerekir.

- **Ayrıştırıcılar:**

İkinci genel kategori yenileştirilebilen ve yeniden satılabilen parçalarını yenilemek için makinelerin, araçların veya binaların ana birimlerini parçalarına ayırma işini içerir. Otomobil ayrıştırıcıları kazalı veya eskimiş arabaları alırlar, kullanılmış parça olarak hemen yenileştirilecek veya satılabilecek olanları ayırırlar.

- **Mal Sahipleri:**

Üçüncü kategoriye, malların mülkiyetinden vazgeçmeyen ama yenileştirici ile onu “sanki yeniymiş gibi” bir duruma getirmesi için anlaşma yapan müşteriler girer. Ürün, çoğunlukla uçak motoru veya takım tezgahı gibi tek, büyük bir birim olabilir.

1.7.2. Üretim Planlama

Yüksek hacimli işletmelerin ellerinde, dengeli üretim programları oluşturmak için kullanılmış ürünlerin birkaç haftalık tedariki söz konusu ise planlama, bilgisayara dayalı olmaktan çok, az destekle, elle yapılma eğilimindedir. Bunun dışında çok yüksek hacimlerde kullanılmış ürün tedariki yapabilen firmalar için, kullanılmış ürün stokunun bilgisayara dayalı olması gerekmektedir. Firmalar yalın üretim tekniklerinin yenileştirilmiş parça üretimine uygulanması ile ilgili konuları öğrenmekte ve bunları tecrübe etmektedir ancak şimdilik bu çabalar son derece sınırlıdır.(Hauser, Lund, 2008: 25).

Bütün bunlardan sonra; yenileştirilmiş parça üretiminin etkinliğini arttırmak için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır: (Gülenç, 2010: 65)

- Ayırıştırma ve montaj sürelerini kısaltarak inceleme/değerlendirme zamanı ve maliyetleri azaltmak
- Yenileştirilmiş parça üretimi için uygun malzeme ve yöntemleri belirlemek
- Kullanılmış ürünlerin iadesini sağlamak için çeşitli sistemler kurmak

1.7.3. Yenileştirilmiş Parça Üretimi Endüstrisi

Yenileştirilmiş parça üretimi endüstrisi hızla gelişmektedir. Bu gelişmelerle birlikte ürün yelpazesi sürekli artmaktadır. Bazı yenileştirilen ürünler şunlardır: (Shah, 2005: 4), (www.bu.edu/remman/RemanSlides.pdf)

- Motor, vites kutusu, lastik gibi otomobil parçaları
- Yazıcılar
- Fotokopi makineleri
- Kartuşlar
- Mobilyalar
- Dondurucular ve klimalarda kullanılan kompresörler
- Elektrikli aletler
- Elektronik gitar gibi müzik aletleri
- Uçak parçaları
- Fırın parçaları
- Kumar masaları
- Havacılık ekipmanları
- Veri iletişim araçları

Avrupa ülkelerinde yenileştirilmiş parça üretimi hızlı bir biçimde gelişmektedir. ABD’de otomotiv yedek parça piyasasında ikame parçalarının Pazar payı %45 ila %55 oranına ulaşmıştır. Parça ve üniteye bağlı olarak, bu %100’e yakın bir orana artabilir. Örneğin, marş ve alternatörlerin ikameleri %90 oranında bir yenileştirme payına ulaşmaktadır. Tüm dünyadaki araba sahipleri yeni bir arabanın satış fiyatının %35 ila %50’si altında bir rakamla yenileştirilmiş bir arabaya sahip olmayı tercih edebilir. Eğer araba bozulur ve aynı gün daha düşük maliyetle ama garantiye sahip olmak koşuluyla yenisiyle değiştirebilecekse müşteri yenileştirilmiş olanı tercih edecektir. (Steinhilper, 1998: 60)

Önemli sorular şunlardır: otomobiller, kamyonlar, televizyonlar ve kişisel bilgisayarlar büyük ölçüde yenileştirilmiş olsalardı ne olurdu? Bu durum endüstrilerdeki geleneksel girdileri nasıl etkilerdi? Enerji kullanımında bir düşüş olması beklenir ancak işgücünden daha fazla faydalanılmasını gerekebilir. Endüstriler ve devletler yenileştirmenin ekonomiye katkısını kavramalıdır. (Ferrer, 2000: 414). Yenileştirmenin ekonomide yaratabileceği etkiler yadsınamaz.

Birleşik Krallık' ta 22 yenileştirilmiş parça üretimi yapan üretici arasında yapılan araştırma sonucunda sektörlerin toplam yenileştirilmiş parça üretimine ekonomik anlamda katkılarının havacılık sektöründe %40, otomotiv sektöründe %11 ve presleme sektöründe %11 olduğu görülmüştür. (The Resource Recovery Forum, 2004: 74)

Xerox 1960 yıllardan itibaren kullanılmış ekipmanları yenilemekte olup, 1980'lerin sonu ve 1990'ların başında yenileştirilmiş üretim operasyonlarında karlılığı maksimize etmek için daha ciddi bir yenileştirilmiş üretim sistemi geliştirmiştir. Xerox değişik bölgelerden gelen kullanılmış fotokopi makineleri ve kartuşlar için yenileştirilmiş üretim programlarına sahiptir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, Birleşik Krallık'ta, Hollanda'da, Avusturalya'da, Meksika'da, Brezilya'da ve Japonya'da yenileştirilmiş üretim tesisleri bulunmaktadır. Xerox hammadde ve atık yok edilmesi anlamında milyonlarca dolar tasarruf etmiştir. Bununla birlikte çevreye duyarlılık imajını da güçlendirmiştir. (Kerr, 2001: 77) Xerox'un Avrupa'daki üreticilerinden topladığı kullanılmış fotokopi makineleri bir merkez içerisinde toplanmakta ve buradan Varlık Geri Kazanım Organizasyonları (VGKO) olarak adlandırılan yenileştirilmiş üretim tesislerine gönderilmektedir.

Teknolojideki gelişmeler, modadaki ve pazarlamadaki yeni akımlar yenileştirilmiş parça üretiminin etkili ve maliyet azaltan yapısına bazı engeller teşkil etmektedir. Ürünlerin fonksiyonellikleri açısından yüksek pazar beklentileri karşısında yenileştirilmiş parça üretimi açısından aynı anda hem bu beklentileri karşılamak ve "yeni gibi" tanımını sağlamak zor bir durumdur.

Bunun sonucunda ortaya çıkan ürün çeşitliliği de yenileştirilmiş parça üretimindeki parçalar için yeni ve daha rekabetçi bir yapı ortaya çıkarmaktadır. Bu zorluklarla yüzleşirken ürünlerde yapılacak küçük değişiklikler müşteriler tarafından kabul görmeyecektir. Sonuç olarak fırsatları ve yeniden kullanım oranını arttırmak için yenileştirilmiş parça üretimi ile etkileşimli olarak daha iddialı stratejiler uygulanmalıdır. Teknolojik zorluklarla yüzleşecek etkili bir yenileştirilmiş parça üretiminin oluşturulması açısından eski ürünlerin geliştirilmesi girişken ve gelecek vadeden bir yapı olarak görünmektedir. (Xing, vd., 2006: 2)

Yenileştirilmiş üretim sistemleri stok kontrolü açısından da ilgi çekicidir. Bu tip sistemlerde stoku arttıran iki kaynak vardır, bunlar üretim ve yenileştirilmiş üretimdir. Eğer ürün yaşam döngüsünün sonuna gelmediyse her ikisi de kullanılmaktadır.

Yenileştirilmiş parça üretimi günümüzde önemini arttırmaya ve daha çok ilgi çekmeye başlamıştır. Bunun sebeplerinden birincisi, üreticilerin ve tüketicilerin çevreye daha duyarlı olmaya başlamalarıdır. İkincisi, yasaların üreticileri ürettikleri ürünleri onları tekrar kullanmaları ya da düzgün bir şekilde yok etmeleri konusunda zorlamaya başlamasıdır. Üçüncüsü ve belki de en önemlisi ise üreticilerin yenileştirilmiş üretim ile karlarını daha da arttırabileceklerinin farkına varmalarıdır. (Teunter, Vlachos, 2002: 257)

İKİNCİ BÖLÜM

YALIN ÜRETİM

Bu bölümde üretim sistemlerinden olan yalın üretimin tanımı, ilkeleri ve teknikleri ele alınmıştır.

2.1. YALIN ÜRETİM KAVRAMI

Yalın Üretim “en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de birebir uyabilecek şekilde, israfsız ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp potansiyellerinin tümünde yararlanarak nasıl gerçekleştiririz?” arayışının bir sonucudur. Yalın üretim bu hedeflerin tümünü aynı anda gerçekleştirme ilkesine dayanır ve her şeye alışılmışın tam tersi yönünde yaklaşan bir sistemdir. Kabul edilmiş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheci bir yaklaşımın ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir. (Okur, 1997:28)

Japon otomotiv endüstrisi devi Toyota’nın mükemmelliğe ulaşma arayışındaki en göze çarpan eser Toyota Üretim Sistemi (TÜS) olarak adlandırılan üretim felsefesidir. TÜS, Henry Ford’un icat ettiği seri üretim sisteminden sonra geliştirilmiş ikinci verimli iş sürecidir; belgelendirilmiş, analiz edilmiş ve sonrasında dünyanın dört bir yanındaki çeşitli sanayi kuruluşlarına ihraç edilmiştir. TÜS Toyota dışında “yalınlık” ya da “yalın üretim” olarak bilinir. (Liker, 2010: 37)

Japon şirketlerinin üretim yönetimi ile ilgili yaklaşımlarına birçok isim verilmiştir. Batıda sıkça “Tam Zamanında Üretim” (TZÜ) terimi kullanılmaktadır. Bununla birlikte Japon yaklaşımını tam ve doğru biçimde yansıtmasa da “Sürekli Akan Üretim” gibi terimler de kullanılır. Ünlü Japon danışman Shiego Shingo ise “Stoksuz Üretim” terimini kullanmaktadır. Fakat

bu kavramlar arasında “Yalın Üretim” en kabul göreni olmuştur. (Voss, 1995: 20)

2.2. TARİHSEL GELİŞİMİ

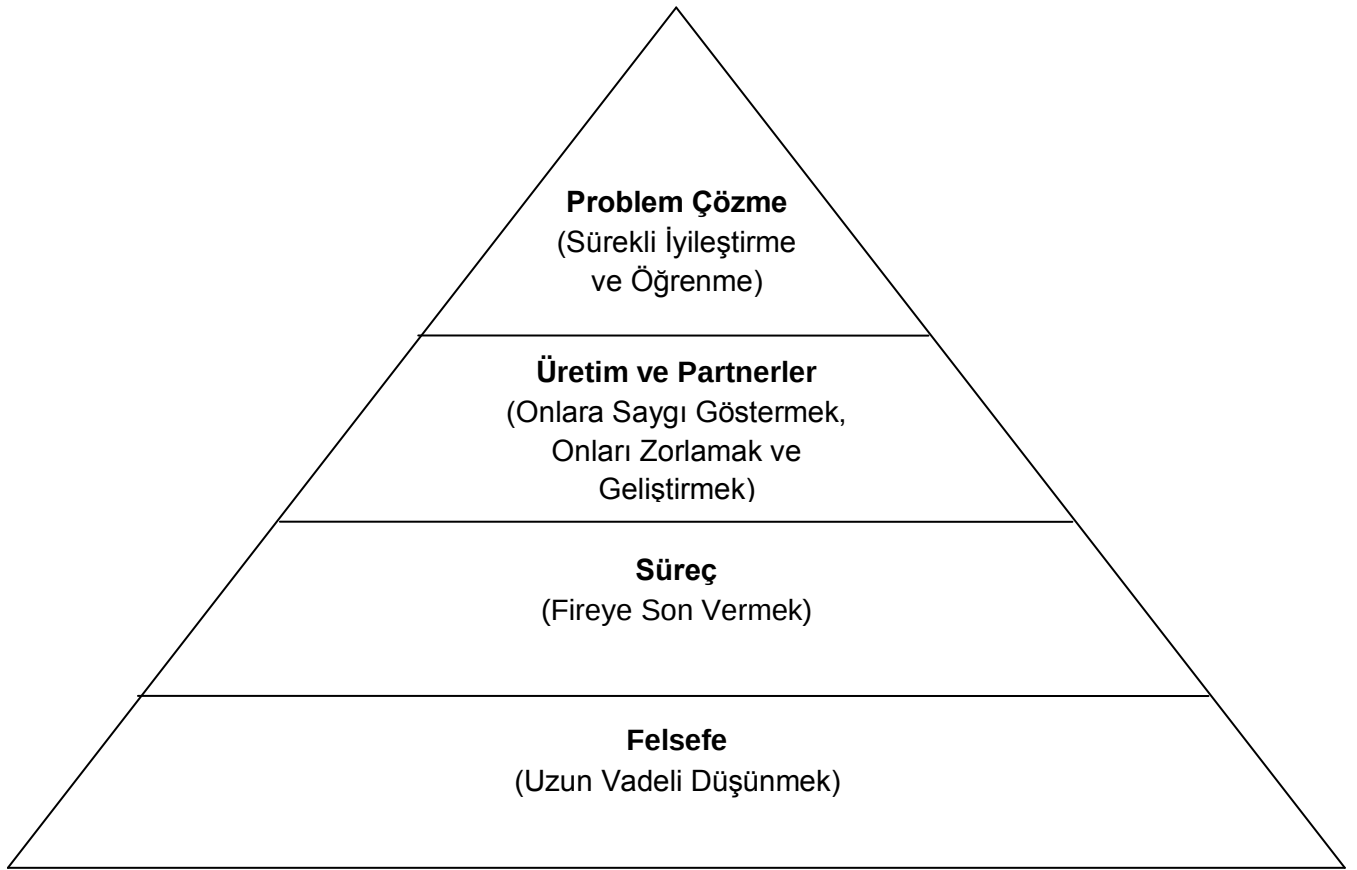
Yalın üretimin temel ilkeleri ilk kez 1950’lerde, Toyoda ailesinin bireylerinden mühendis Elji Toyoda ve beraber çalıştığı mühendis Taiichi Ohno öncülüğünde atılmıştır. Elji Toyoda’nın 1950’de Ford firmasını incelemek üzere Amerika’ya yaptığı gezisinde edindiği bilgilerin ışığında Ford’un kitlesel üretim sisteminin Japonya için hiç uygun olmadığına karar vermişler ve yeni bir üretim anlayışının temelleri atmışlardır. (Okur, 1997: 24)

1973 yılının son aylarından itibaren Batı dünyasını altüst eden petrol krizi ve onu izleyen ekonomik durgunluk, hükümetleri, dev sanayi gruplarını ve tüm dünya toplumlarını etkisi altına almıştı. 1974 yılında Japon ekonomisi “sıfır büyüme” düzeyine inecek kadar çökerken, bu durum tüm endüstri sistemini derinden sarsmıştı. Şirketlerin kar grafiklerinde genel bir düşüşle şekillenen bu kritik manzara içerisinde Toyota yerini korumuş, 1975 yılından itibaren de büyümeyi başarmıştı. (Ohno, 2010: 39)

Toyota’nın dünyanın dikkatini ilk çekişi Japon kalitesinde ve verimliliğinde özel bir şeyler olduğunun ilk kez fark edildiği 1980’lere dayanır. Japon arabaları Amerikan arabalarından daha uzun dayanıyor ve onlardan çok daha az bakım gerektiriyordu. 1990’larda Toyota’nın, onu Japonya’daki diğer üreticilerden ayıran bir özelliği ortaya çıktı. Bu göz boyayıcı araba tasarımları ya da performans değildi. Esas fark Toyota’nın uyguladığı mühendislik ve üretimdeydi; bu, süreçte ve üründe inanılmaz bir istikrar sağlıyordu. Toyota, otomobilleri daha hızlı ve daha bir güvenilirlikle ama rekabetçi bir maliyetle tasarlıyordu, üstelik Japon işçilere göre yüksek ücretler ödüyordu. Bunun da ötesinde, Toyota’nın bir zayıflık sergilediği ve rekabet karşısında kırılgan görüldüğünde, her seferinde mucizevi bir şekilde sorunu

giderip daha güçlü bir şekilde geri gelmesi de aynı ölçüde etkiliydi. (Liker, 2010: 23-24)

TÜS benzersiz bir yaklaşımdır. Üretimdeki akımlara egemen olan “yalın üretim” hareketinin temelini büyük ölçüde TÜS oluşturmaktadır. Toyota tarzının dörtlü modeli şekilde gösterilmiştir:



Şekil 2.1. Toyota Üretim Sistemi Modeli (Liker, 2010: 27).

Toyota, TÜS'ü İkinci Dünya Savaşından sonra Ford ile General Motors (GM)'den oldukça farklı iş koşullarındayken geliştirdi. Ford ile GM mümkün olduğunca çok ve mümkün olduğunca ucuz parçalar üretmek için dev donanımlara, ölçek ekonomisine ve seri üretime yönelirken, Toyota'nın savaş

sonrası pazarı küçüktü. Toyota da aynı montaj hattında müşterilerini memnun edecek bir araç çeşitliliği yaratmak zorundaydı. Böylece operasyonların ana noktası esneklik oldu. Bu durum Toyota'nın kritik bir keşif yapmasını sağladı: bitim süresini kısaltarak ve üretim hattını esnek kılmaya odaklanarak, kalitenin kesinlikle yükseleceği, müşterilerden daha olumlu tepkiler alınacağı, üretkenliğin artacağı, makine donanımının ve çalışma sahasının daha verimli kullanılacağı görülmüştür.(Liker, 2010: 28)

Sistemin kurucusu Taiichi Ohno öncelikle maliyeti arttırmadan küçük miktarlarda üretim hedefine yönelik teknik örgütlenme koşullarını oluşturmaya yönelmiş; ardından da makine parçalarının ve donanımlarının değiştirilmesine harcanan zamanı olabildiğince azaltma çabası içine girmiştir.

Bütün bunlar entegre fabrika, yalın üretim ve toplam kalite karakteriyle şekillenen üretim modelinin, Toyota Üretim Sisteminin temel fikirleridir. Bu noktada Toyota Üretim Sistemi'nin temelini oluşturan entegre fabrika tanımının anlamını açmak gerekmektedir. Entegre fabrika teknik boyutlarıyla altı sıfırdan oluşan bir üretim modelidir. Burada hedeflenen şunlardır: (Ohno, 2010: 17).

- Sıfır stok (sıfır mal fazlası, sıfır depo)
- Sıfır çelişki
- Sıfır ölü zaman
- Sıfır bekleme süresi (müşteri için)
- Sıfır kağıt (başka bir deyişle sıfır bürokrasi)
- Sıfır gereksiz iletişim

TÜS'ün temel fikri, "israfların tamamen ortadan kaldırılması"dır. (Ohno, 2010: 43). İsraf, değer yaratmayan ama kaynak harcayan herhangi bir insan faaliyetidir. Bunlar; düzeltme gerektiren hatalar, bundan dolayı stokları ve gereksiz mal yığınlarını arttıran maddelerin üretimi, gereksiz olan işlem adımları, çalışanların ve malların amaçsız olarak biryerden ötekine hareket

etmesi ve taşınması, önceki faaliyetlerin zamanında tamamlanamaması nedeniyle sonraki faaliyeti yapacak kişilerin iş yapmadan beklemesi ve müşteri ihtiyaçlarını karşılamaktan uzak mal ve hizmetlerdir. (Womack, Jones, 2010: 23). İsrafların ortadan kaldırılması için iki temel taş “Tam Zamanında Üretim” ve “Otonomasyon”dur. (Ohno, 2010: 43).

2.3. YALIN DÜŞÜNCE İLKELERİ

Yalın düşünce, değeri tanımlamak, değer yaratan eylemleri en iyi sonucu verecek şekilde sıraya koymak, birisi talep ettiğinde bu faaliyetleri kesintisiz olarak uygulamak, onları giderek daha etkili biçimde yapmak için bir yol sağlar. Kısacası yalın düşünce yalındır çünkü daha az insan çabası, daha az ekipman, daha az zaman ve daha az alan ile giderek daha fazlayı elde etmenin yolunu gösterir ve böylece müşterilerin tam olarak istediklerini sağlamaya giderek daha fazla yaklaşmış olur. (Womack, Jones, 2010:23)

Yalın düşüncenin temel ilkeleri şunlardır:

- Değerin tanımlanması
- Değer akışının belirlenmesi
- Akış
- Ürünlerin müşteriler tarafından çekilmesi
- Mükemmellik

2.3.1. Değer

Yalın düşünce için kritik çıkış noktası değer kavramıdır. Değer ancak son müşteri tarafından tanımlanabilir ve ancak belli bir zamanda belli bir fiyatta müşteri ihtiyaçlarını karşılayan belli bir ürün cinsinden ifade edildiğinde bir anlam taşır.(Womack, Jones, 2010: 24)

Üreticiler müşterilerinin isteklerini bilmeden onlar için üretim yaptıklarında ortaya çıkan sonuç israftır. Oysa müşteri ve tüketici arasındaki diyalogun gelişmesi daha güzel ve dikkat çekici tasarımların ortaya çıkarılmasını tetiklemektedir. Müşteri-üretici diyalogu ürün geliştirme ve üretim maliyeti tasarruflarının yanı sıra kar anlamında da üreticiye önemli katkılar sağlamaktadır.

Herhangi bir gerçek yalın sistemin ilk şartı müşteri esaslı değer yaratmak ve onu teslim etmektir. Toyota hedef müşterileri ile duygusal bir bağ kurmaları için program liderlerini geçmişlerine ve deneyimlerine göre seçer. (Morgan, Liker, 2007: 43-45)

2.3.2. Değer Akışı

Değer akışı, belli bir ürünü (bir mal, hizmet veya ikisinin bileşimi) elde etmek için gerekli somut eylemler dizisi olup, her işletmede bulunan üç kritik yönetim fonksiyonu aracılığı ile başarılır. Bunlar; kavramdan başlayarak ayrıntılı tasarım ve mühendislikten geçerek ürünün piyasaya çıkmasına kadar olan süreçteki sorun çözme görevi, sipariş almadan başlayarak ayrıntılı programlama yoluyla teslimata kadar olan süreçteki bilgi yönetimi görevi ve hammaddeden başlayarak ürünün tamamlanıp müşterinin eline geçmesine kadar olan süreçteki fiziksel dönüştürme görevi olarak bilinir. (Womack, Jones, 2010: 29) Bu akışı genellikle yalın üretim ile ilişkilendiririz ve burası yalın tekniklerin uygulanmaya başladığı alandır.

Değer akışı bakış açısı yalnızca tek tek prosesler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmak ve sadece parçaları değil bütünü iyileştirmek demektir. Eğer gerçekten bütüne bakar ve hammaddeden müşteriye giden bütün yolları izlerseniz birçok işletmeden ve firmadan geçen bir değer akışını takip etmeniz gerekecektir. (Rother, Shook, 1999: 3)

Değer akışı analizi değer akışı üzerinde üç tür eylemi gösterir: (Womack, Jones, 2010: 29)

- Değer yaratan faaliyetler (kaynak, montaj vb.)
- Değer yaratmayan ancak kaçınılmaz faaliyetler (inceleme, makine ayarı)
- Değer yaratmayan ve kaçınılabılır faaliyetler (arıza, bekleme vb. israflar)

Toyota iş ve üretim sürecinde değer katmayan yedi fire şekli saptamıştır: (Liker, 2010: 52)(Ohno, 2010: 62).

- **Fazla üretim:** Sipariş edilmemiş ürünler üretmek; personel fazlalığına ve gereksiz stok yığılması sebebiyle aşırı depolama ve nakliye gibi israflara yol açılmasıdır.
- **Ölü zamanlar:** İşçilerin otomatik bir makinenin çalışmasını izleyerek beklemeleri ya da boş durarak bir sonraki adımı, aleti, malzemeyi, parçayı vb. beklemek zorunda kalmaları ya da salt eldeki malzemenin tükenmesi, bağlantılı süreçlerdeki gecikmeler, makine arızası ve kapasite darboğazları gibi durumlar yüzünden işsiz kalmalarıdır.
- **Fazla işlem ya da yanlış işlem yapmak:** Parçaları işlemden geçirirken gereksiz işler yapmak; alet yetersizliği ve ürün tasarım zafiyeti nedeniyle verimsiz işler yapmak, gereksiz harekete neden olmak ve hata üretmektir.
- **Stok fazlası:** Hammadde, işlenmekte olan yada bitmiş ürün fazlalığının geçiş zamanlarının uzamasına, gereksizleşmeye, taşıma ya da depolama maliyetlerine ve gecikmeye yol açılmasıdır.

- **Gereksiz taşıma ya da aktarma:** Süreçteki işleri uzak mesafeler taşımak, verimsiz nakliye ya da malzeme, parça veya bitmiş ürünü depoya alıp çıkartmak ya da süreçler arası taşıyıp durmaktır.
- **Gereksiz hareket:** Çalışanların çalışma sırasında parça, alet vb. gibi şeyleri ararken, bunların yanına gidip gelirken ya da onları bir yere götürüp yığarken yaptıkları fire niteliğindeki hareketlerdir.
- **Kusurlar:** Hatalı parçaların üretimi ya da bunların düzeltilmesidir.

Yalın düşünce, bütüne bakmak için şirketin ötesine geçmelidir. Kavramdan ayrıntılı tasarım yoluyla hazır bulunabilirliğe, ilk satıştan sipariş girişine ve üretim programlama yoluyla teslimata ve uzaklarda üretilmiş hammaddeden müşterinin eline geçinceye kadar olan süreçte somut ürünü yaratmak ve üretmek için yapılan faaliyetler dizisidir. (Womack, Jones, 2010: 30).

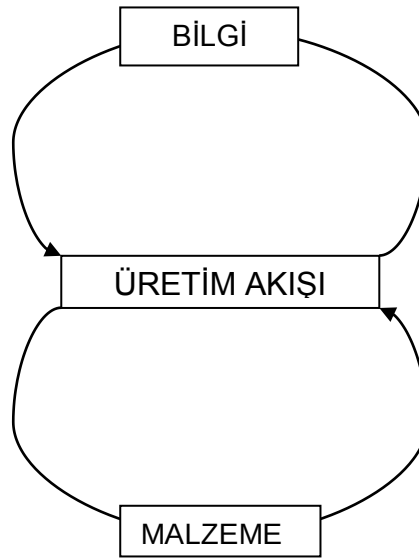
2.3.2.1. Değer Akışı Haritalama

Değer akışı haritalama, ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışını görmemize ve anlamamıza yardımcı olan bir “kağıt kalem” tekniğidir. Değer akışı haritalama ile anlatılmak istenen çok basit bir husustur; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunun izlenmesi, malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesin dikkatli bir şekilde semboller ile çizilmesidir. (Rother, Shook, 1999: 4).

Değer akışı haritalama gereklidir çünkü: (Rother, Shook, 1999: 4).

- Akış görülebilir.
- Değer akış yollarındaki israf görülür.
- Prosesler ile ilgili ortak bir dil oluşturur.
- Yalın kavramlar ve teknikleri birbirine bağlar.
- Uygulama planı için temel oluşturur.
- Bilgi akışları ve malzeme akışları arasındaki ilişiyi gösterir.
- Nicel sonuçlardan öte neler yapılması gerektiğini tanımlamak için idealdir.

Üretim akışı içinde ilk akla gelen fabrika içindeki malzeme hareketi akışıdır. Fakat her işleme daha sonra ne yapacağını söyleyen başka bir akış daha vardır, bu bilgi akışıdır.

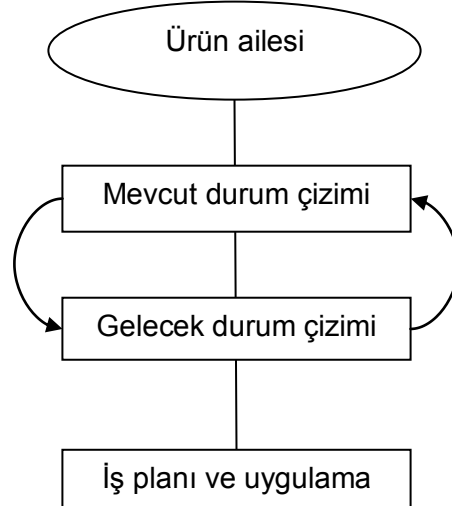


Şekil 2.2. Malzeme ve Bilgi Akışı (Rother, Shook, 1999: 5)

Değer akışı haritalandırmada kullanılan malzeme ve bilgi sembolleri Ek'te verilmiştir.

2.3.2.2. Değer Akışı Haritalama Adımları

Değer akışı haritalama bir iletişim aracı, bir iş planlama aracı ve değişim sürecini yöneten bir araç olabilir. Değer akışı haritalama Şekil 2.3' te gösterilen yolları takip etmektedir. Hedef yalın bir değer akışı tasarlamak olduğu için gelecek durum olmaksızın mevcut durum haritası fazla işe yaramamaktadır. Gelecek durum haritası en önemli unsurdur.



Şekil 2.3. Değer Akışı Haritalama Adımları (Rother, Shook, 1999: 9).

Öncelikle tek bir ürün ailesi üzerine odaklanılmalıdır. Bir ürün ailesi, benzer işlemlerden geçen ve özellikle üretimin son aşamalarındaki işlemlerde ortak ekipman kullanan ürünler grubudur.

Bir ürün ailesinin değer akışını izlemek firmayı organizasyonel sınırların ötesine götürmektedir. Bunun için öncelikle gerçek akışın

sağlanabilmesi için bir ürünün tüm malzeme ve bilgi akışını bilen bir kişiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kişiye “Değer Akışı Yöneticisi” denir ve değişiklikleri getirmek için gerekli güce sahiptirler.

Daha sonra sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun çizilmesidir. Bu gelecek durumu tasarlamak için ihtiyacınız olan bilgiyi sağlar. Şekil 2.3’ te mevcut ve gelecek durum arasındaki oklar iki yönlüdür. Bunun anlamı mevcut ve gelecek durumdaki gelişmelerin birbirini etkileyen çalışmalar olduğunu göstermesidir. Gelecek durum ile ilgili fikirler mevcut durum haritasını hazırlarken oluşacaktır. Benzer şekilde, gelecek durum çizimi mevcut durumla ilgili gözden kaçırılan önemli bilgileri ortaya çıkaracaktır.

Son adım, bir uygulama planının hazırlanması ve aktif olarak kullanmaya başlanmasıdır. (Rother, Shook, 1999: 6-9).

2.3.3. Akış

Belli bir ürün için değer akış haritası yalın işletme tarafından tam olarak çıkarıldığında ve israfa yol açan adımlar yok edildiğinde yalın düşünce için bir sonraki adıma sıra gelmiştir. Geriye kalan, değer yaratan adımların akışını sağlamaktır.

Henry Ford ve ekibi akış potansiyelinin tam olarak farkına varan ilk kişiler olmuşlardı. Ford, 1913 yılı sonbaharında son montaj hattında sürekli akış sistemine geçerek Model T’nin parçalarını üretmek için gerekli emek miktarını %90 azaltmayı başarmıştı.

Yalın seçenek değer yaratılmasına olumlu katkı sağlamak üzere fonksiyonların, bölümlerin ve firmaların işini yeniden tanımlamak ve değer akışını olanaklı kılmak gerçekte kendi çıkarlarına olduğu anlayışını yerleştirmek için akış boyunca her noktada çalışanların gerçek ihtiyaçlarına odaklanmaktır. (Womack, Jones, 2010: 31-34)

Değer akışının bütünü belirlendikten sonra yapılması gerekenler şunlardır: (Womack, Jones, 2010: 70)

- Gerçek nesneye odaklanmak ve başlangıçtan bitişe kadar onu bir daha gözden kaybetmemek
- Belirli bir ürün ya da ürün grubunun sürekli akışı için tüm engelleri ortadan kaldırmak
- Belirli bir ürünün tasarım, sipariş ve üretiminin kesintisiz olarak devam edebilmesi için her türlü geri dönüşleri, fireyi ve geri dönüşleri ortadan kaldıracak şekilde belli iş yöntemlerini ve araçlarını yeniden düşünmektir.

Gerçekte bu üç adım birlikte düşünülmelidir. Birçok yönetici verimlilik gereği tasarımın, siparişlerin ve ürünlerin “sistem içinden” geçmesini zorunlu kıldığını ve iyi yönetimin geniş bir çeşit sunan karmaşık sistemin performansındaki değişimlerden kaçınmaktan ibaret olduğunu düşünmektedir. Gerçek ihtiyaç, sistemden kurtulmak ve yeni bir temelde işe yeniden başlamaktır. Bunun için tasarım, sipariş, üretim ve yerleşim yeniden gözden geçirilmelidir.

2.3.3.1. Tasarım

Genellikle belli bir zamanda geliştirilmekte olan birçok tasarımdan sadece biri yeni bir ürün tasarımı olarak bölümden bölüme iletilir ve her bölümde kuyrukta bekler. Sıkça önceki bölüme rötuş için geri döner veya akışın bir sonraki noktasında, önceki adımlarda tasarıma katkı yapan söz gelimi araç gereç tasarımcılarıyla ürün tasarımcılarının perspektifleri arasındaki uyumsuzluklar nedeniyle toptan değiştirilir. Bu durumda akıştan söz edilemez.(Womack, Jones, 2010: 71)

Yalın yaklaşım, değer tanımını, genel tasarımı ayrıntılı mühendislik, satın alma, araç-gereç tasarımı ve üretim planlamayı yürütecek tüm

becerilere sahip ürün odaklı ekipler oluşturmayı planlamıştır. Bu ekipler, küçük bir zaman dilimi içinde kendilerine ayrılan bir odada “Kalite Fonksiyonu Yayılımı” (KFY) olarak bilinen değeri ispatlanmış bir ekip karar verme metodolojisini kullanıyordu. Yöntem ürün geliştirme ekiplerinin her defasında aynı yaklaşımı izlemesini sağlayacak şekilde işi standartlaştırmaya izin veriyordu. Firmadaki her ekibin aynı yaklaşımı uygulamasından dolayı toplam işlem süresini doğru olarak ölçmek ve tasarım metodolojisini sürekli iyileştirmek olanaklıydı.

Gerçek bir odaklı ekip ile değeri doğru tanımlamak ve daha sonra rötuş ve geri dönüşleri yok etmek üzere KFY’ yi ödünsüz uygulayarak tasarım hiç durmadan, tamamen üretime geçene dek ilerlemesini sürdürür. (Womack, Jones, 2010: 71)

2.3.3.2. Sipariş Alma

1990’ların başında yaşanan değişim mühendisliği akımının etkisiyle, siparişlerin çok daha hızlı bir şekilde işlenebilmesi için, firmalar satış ve programlama bölümlerini tek bir bölüm içerisinde birleştirmişlerdir. Genellikle firmanın elektronik yönetim bilgi sistemiyle iletişim içindeki bir kişi tarafından aktarılan siparişler artık sıraya girmeden, elden ele dolaşmadan ve bekletilmeden işlenmeye başlanmıştır. Sonuç olarak, siparişler eskiden olduğu gibi günler ve haftalar yerine, birkaç dakika içinde üretim planına alınabilmiş ve aynı zamanda tedarikçilere sipariş bilgileri elektronik olarak iletmeye başlanmıştır. Benzer şekilde, hızlandırma prosedürleri de satış ve planlama arasında oluşan karışıklığı ortadan kaldıracak şekilde düzenlemiştir.

Bu yenilikler şüphesiz yarar getirmiştir ancak bütün olarak uygulanan bir yalın yaklaşım bundan çok daha fazlasını sağlayabilecektir. Yalın işletmede, satış ve üretim planlama bölümleri ürün ekibinin çekirdek üyeleri olarak görev alırlar. Ürün tasarımı geliştirilirken satış kampanyasını planlama

ve ürün satışını retim sisteminin yeteneğine uyum sağlayacak şekilde düzenleme konumunda bulunurlar. Böylece, hem siparişlerin hem ürünün satıştan teslimata kadar pürüzsüzce akması sağlanmış olur. Sonuç olarak üretim sistemindeki duraklamalar tümüyle ortadan kalkacağı ve ürünler siparişe göre üretilip, hammadde üzerinde yapılan ilk işlemde bitmiş ürün sevkiyatına kadar geçen toplam süre sadece birkaç saat alacağından, siparişler de üretim sisteminin yeteneği hakkında tam ve doğru bilgi sahibi olunduktan sonra araştırılarak kabul edilebilecektir. Bu şekilde işlerin hızlandırılmasına da gerek kalmayacaktır.

Bu yaklaşımın uygulanmasındaki kilit teknik takt zamanı kavramıdır. Takt zamanı üretim hızı ile müşteriye satış hızını tam olarak senkronize eder. Örneğin bir bisiklet firmasının titanyum gövdeli ürünü için sipariş hızının günde 48 adet olduğunu varsayalım. Öte yandan firma sekiz saatlik tek vardiya halinde çalışmakta olsun. Talep edilen bisiklet sayısını üretim yapılan toplam saate bölerek bir bisiklet için üretim zamanını, yani takt zamanını bulmuş oluruz. Bu örnekte bir saat karşılığı altmış dakika, saatteki altı adetlik bisiklet talebine bölünür; takt zamanı on dakikadır. Ayrıca zaman içinde, toplam sipariş miktarlarında oluşacak azalma ve çoğalma sonucunda, üretimin taleple daima uyumlu olmasını sağlayacak şekilde takt zamanının yeniden ayarlanması gerekecektir. Burada önemli olan, belirli bir zaman noktasındaki talebe göre takt zamanını doğru hesaplamak ve tüm üretim sürecini takt zamanına uyacak şekilde yürütmektir. (Womack, Jones, 2010:73-74).

2.3.3.3. Üretim

1970'lerde elle yapılan planlama yöntemleri yerini bilgisayarlı Malzeme İhtiyaçları Planlaması (MİP) sistemine bırakmıştır. İyi bir MRP sistemi yüzde 99'luk bir güvenilirlikle stokların takibini yapmakta ve her bölüme bir sonraki adımda neyin üretileceğine ilişkin emirler göndermektedir. Bu sistem, biriktir-beklet işlemlerinin kontrolünde, eskinin elle yürütülen sistemlerine kıyasla

önemli bir gelişme sağlamış ve zamanla daha gelişerek karmaşık bir yapı kazanmıştır. Sonrasında MİP sistemlerine kapasite planlama yöntemleri eklenerek üretim sürecinin her adımında makine kapasiteleri değerlendirilmiş, kapasite sınırlamalarına ve darboğazlara karşı önlem alınması sağlanmıştır.

Bununla beraber, MİP sistemlerinde önemli sorunlar ortaya çıkmıştır. Üretim aşamalarının birinden diğerine ilerleyen bir parça eğer sisteme uyum şeklinde bildirilmemiş ise, bölüme bir sonraki parçaya geçme talimatı veren yeniden sipariş sinyalleri yığılmaya başlamıştır. Sonuç olarak, sonraki üretim işlemlerinde ya çok sayıda parça birikmekte ya da parça sayısı üretim planını karşılamayacak ölçüde düşmektedir.

Daha kötü bir sorun da, biriktir-beklet sistemlerinde akış sürelerinin çok uzun olmasıdır. Bir parçaya ilk üretim işleminin uygulandığı zaman ile o parçayı içeren son ürün mağazaya sevk edildiği zaman arasında geçen toplam süre olarak tanımlanan akış süresi bu sistemde birkaç haftadan birkaç aya kadar uzayabilmektedir.

Dolayısıyla, kavramsal olarak çok basit bir yapıya sahip olan MİP sistemleri uygulamada son derece karmaşık bir nitelik kazanmıştır. Sonuçta, birçok MİP uygulaması elle tutulan sistemlerden daha iyi olmakla beraber, teorik olarak mümkün olan ve ilk geliştirildiğinde MİP' den beklenen düzeyin çok altında bir performans göstermiştir.

1950'lerde Toyota'da geliştirilen ve 1980'lerin başında batılı firmalar tarafından uygulanmaya başlanan TZÜ sistemi bu tür sorunların giderilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Bu teknik Taiichi Ohno tarafından, düzgün akışı kolaylaştıracak bir yöntem olarak düşünülmüştür. Ancak TZÜ; önceki işlemler her parça için küçük miktar üretilip, sonraki süreçler bu partileri çeker çekmez yeniden küçük miktar üretecek şekilde bir üründen diğerine geçişteki hazırlık işlemleri çarpıcı biçimde kısaltılırsa etkili olarak uygulanabilmektedir. Ayrıca üretim akışının sonraki süreçleri, günlük sipariş akışında gerçek müşteri talebiyle ilgisi bulunmayan dalgalanmaları düzeltmek üzere dengelenmiş planlama kullanmıyorlarsa TZÜ hiçbir yarar sağlamaz. Aksi takdirde, üretimin

önceki süreçlerinde hızla darboğazlar ortaya çıkacak ve bunu önlemek için tampon güvenlik stokları oluşturulması kaçınılmaz olacaktır. (Womack, Jones, 2010: 75-77).

2.3.3.4. Doğru Yer

Akış tekniklerinin sonuncusu, tasarım ve fiziksel üretimi müşteriye hizmeti verecek en uygun yerde konuşlandırmayı içerir. Birçok firma, direkt işgücü ihtiyacını azaltmak için daha büyük ve hızlı makineler kullanmaya ağırlık verirken aynı zamanda ürün grupları için büyük merkezi tesisler oluşturarak, giderek artan sayıda bileşen parçayı son montaj firmalarına parça üreten başka merkezi tesislerden dışalım yoluyla sağlarlar. Daha kötüsü, söz konusu parça üreticileri saatlik işgücü maliyetini azaltma düşüncesiyle, hem mühendislik hizmetlerinden hem de müşterilerden uzakta, dünyanın yanlış bir noktasında bulunmaktadır.

Birbirinden uzak mesafede kurulmuş bu büyük ölçekli tesislerdeki üretim süreçleri bir akış halinde olsa bile, bu tesislerde yeni ürünleri pazara sunmak ve süreç makinelerini geliştirmek çok zor olmaktadır. Bu nedenle, ürünün akışı fabrikanın bitiminde son bulur.(Womack, Jones, 2010: 83).

Herhangi bir firma, herhangi bir faaliyete akış ilkesini uygulayabilir. Ancak bir firma, yalın teknikleri uygulayarak istenmeyen ürünlerin daha hızlı akmasını sağlıyorsa sonuçta sadece israf yaratmış olacaktır. (Womack, Jones, 2010: 86).

2.3.4. Çekme

“Çekme” kavramının ne olduğunu anlayabilmek için öncelikle “itme” kavramını anlamış olmak gerekmektedir. İtme bir sonraki işlemin neye ihtiyacı olacağını tahmin eden bir plan üretmenin tipik bir sonucudur. Maalesef, planlar değiştiği ve üretim nadiren plana göre devam ettiği için, itmeyi tutarlı bir şekilde yapmak hemen hemen imkansızdır. Herbir işlem kendi planına sahip olduğu zaman, işlemler müşteriden ayrı “yalıtılmış adalar” olarak gerçekleşmektedir. Her işlem kendi parti büyüklüğünü belirleyebilir ve değer akışı bakış açısı yerine kendi bakış açısından uygun görünen tempoda üretim yapar.

Bu durumda, tedarik işlemleri müşterilerin şimdi ihtiyaç duymadıkları parçaları üretirler ve bu parçalar stok alanına itilir. Yığın ve itme şeklinde üretim düzgün bir akış yaratılmasını hemen hemen imkansız hale getirir. (Shook, 1999: 27).

Çekme en basit anlamda, akışın yukarı tarafının, aşağı tarafta bulunan müşteriden istek gelmeden bir mal veya hizmet üretmemesidir. Buna karşın, uygulamada bu kurala uyulması karmaşıktır. Çekme düşüncesinin mantığını ve istediğini anlamanın en iyi yolu, gerçek bir ürün talep eden gerçek bir müşteri ile işe başlamak ve söz konusu ürünü müşteriye ulaştırmak için gerekli tüm adımlardan geçerek geriye doğru gitmektir. (Womack, Jones, 2010: 87).

Geleneksel yöntemin tersine işleyen bu akış içinde, üretim süreci, işlemden işleme ters yönde gelişir. Her işlem kendinden bir öncekine en çok gereksindiği parçaları, miktarını ve elinde olması gereken zamanı sorar. Böylece yalnızca istenen parçayı, üstelik istenen zaman ve sayıda üretebilecektir. (Ohno, 2010: 45).

Taiichi Ohno ve arkadaşları 1950’lerde süper marketlerin ABD’nin gündelik yaşamında oynadığı kritik rol karşısında büyülenmişlerdir. Bu sistem

Japonya'daki perakendecilerin de aklını çelmiştir ve oraya ithal edilmiştir. Ohno bunu yakından incelemiştir.

İtme sisteminde malların üretimi önceden hazırlanmış bir plana göre yapılır ve bu, üretim ve satın alma siparişlerinin öngörülen müşteri talebine göre ayarlanması anlamına gelmektedir. Faaliyetler programa ayak uydurmaya uğraşırken durmadan fireye yol açmaktadır. Oysa müşteri talebi en ufak kıpırtıda değişebilir ve bir anda her şey tersine dönebilir.

Birçok seri üretim departmanı aynı donanım ile farklı tiplerde ürün yapmak gereken kalıp değişikliklerini en aza indirmeye uğraşır. Sonuçta, özel departman kalıp değiştirmeden önce daha haftanın başında büyük hacimli kalemlerin tümünü üretebilir. Her departman hafta boyunca istediğini yaptığına göre, departmanlar arasında gerçek bir koordinasyon olmaz. Çalışan departmanları meşgul halde tutmak için birimler arasında stok tamponları bulunur. Bu şekilde bağımsız programlara göre çalışan departmanlar ürettikleri malzemeyi bu stok tamponlarına iterler.

Ohno, tek parça akışı ideali ile itme arasında bir uzlaşma olarak stok kontrolü amacıyla faaliyetler arasında küçük parça ambarları oluşturmaya karar vermiştir. Müşteri kendi malzemelerini alıp gittikten sonra, bunların yenilenmesi düşünülmüştür. Eğer müşteri bunlardan birini kullanmazsa ambarda kalacaktır ve yenilenmeyecektir. Raflardaki küçük miktarların dışında fazla üretim olmayacak ve en azından müşterinin talep ettiği ile şirketin ürettiği arasında doğrudan bir bağ kurulabilecektir. Fakat fabrikalar çok büyük ve dağılmış olabilir, parça tedarikçileri uzakta bulunabilir; bu nedenle Ohno'nun montaj hattının parçaları kullanıp yenilerini talep ettiğini bildirmenin bir yolunu bulması gerekmiştir. Bunun için basit işaretler kullanılmıştır: kartlar, boş kutular, kanban denen boş arabalardır. Toyota'nın kanbanı kullanma uğraşısının tümü kanban sistemi olarak bilinir; bu Tam Zamanında Üretim sisteminde malzemenin akışını ve üretimini yönetme ve güvence altına almaya yönelik bir sistemdir. (Liker, 2010: 141-142).

2.3.5. Mükemmellik

Firmalar değeri doğru biçimde tanımlar, tüm değer akışını belirler, belli ürünler için değer yaratan adımların kesintisiz akışını başarır ve müşterilerin işletmeden değer çekmesini sağlar hale geldikçe, müşterilere istediklerine hiç olmadığı kadar yakın bir ürün sunarken çaba, zaman, yer, maliyet ve hata azaltma sürecinin sonu olmadığı giderek işin içinde bulunanların kafasına yerleşir.

Dört başlangıç ilkesi ile birbirleriyle mükemmel daire içerisinde etkileşimdedirler. Değerin daha hızlı akmasının sağlanması daima değer akışında gizli olan israfı ortaya çıkarır ve daha sert çektikçe, akışın önündeki engeller daha fazla ortaya çıkacak yok edilebilecektir. Müşteri ile doğrudan temasta bulunan odaklı ürün ekipleri daima değeri doğru tanımlamak için çeşitli yollar bulurlar ve akış ile çekmeyi geliştirme yolları öğrenirler.

Klasik üretim sistemini müşterinin etkili bir biçimde ürün çektiği sürekli akış sistemine çevirmek, toplam iş süresini ve sistemdeki stokları yüzde 90 oranında azaltırken işçi üretkenliğini sistemin her yerinde (direkt, yönetsel ve teknik işçiler için ve hammadde teslim edilen ürüne kadar) iki misline çıkarır. Müşteriye ulaşan hatalar ve üretim süreci içindeki fire yarıya düşerken iş kazaları da yarıya iner ve ürün grupları içinde daha geniş bir ürün çeşidi çok mütevazı ek maliyetlerle sunulur.

Bu sadece bir başlangıçtır. Bu değer akışının başlangıçta radikal uyumlaştırılması sonucu ortaya çıkan kaikaku (radikal iyileştirme) kazancıdır. Mükemmellik yolunda bunu kazein ile yapılan sürekli iyileştirmeler izler. Radikal uyumu tamamlamış şirketler tipik olarak iki-üç yıl içerisinde küçük adımlı iyileştirmeler yoluyla işçi üretkenliğini iki kat daha arttırabilirler ve yine bu dönemde stokları, hataları ve akış sürelerini tekrar yarıya indirebilirler. Bu şekilde kaikaku ile kaizenin (sürekli iyileştirme) birleşimi sonu gelmez iyileştirmeleri beraberinde getirir. (Womack, Jones, 2010: 36-38)

Yalın üretimde tüm bu hedefleri kucaklayan, gerçekleştirmelerini sağlayan, sistemin sürekli bir iyileştirme anlayışı etrafında gelişip, ilerlemesini teşvik eden, ve nihayet yalın üretimi alternatiflerinden ayıran kilit özellik ise, bu sistemin “stoksuz üretim” ilkesi üzerine kurulmuş olmasıdır. Stok, üretimdeki tüm kötülüklerin kaynağıdır (Monden, 1993, s. 67).

Stokun başlıca zararları aşağıda özetlenmiştir:

- Görsel yönetimi sağlamak zorlaşmaktadır.
- Ürün maliyetleri yükselmektedir.
- Bekleme süreleri artmaktadır.
- Değişikliklerin yönetilmesi zorlaşmaktadır.
- Kalitenin kontrolü zorlaşmaktadır.
- Fazla stok sorunları görmemize engel olmaktadır.
- Stok problemleri yönetimin zaman kaybetmesine neden olmaktadır.
- Müşteri talebine anında yanıt verilememektedir.

2.4. YALIN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Yalın üretim, artık sanayi çevrelerinden akademisyenlere kadar uzayan geniş bir yelpaze içinde dünyanın en iyi uygulaması olarak değerlendirilmektedir. Yalın üretim felsefesi bir potansiyeller bütünüdür ve potansiyelin gerçeğe dönüşmesi uygulama sürecindeki tavır ile ilgilidir. Birçok ülkede yeniden örgütlenme çalışmaları başlatan bazı firmalar sistemin kimi bileşenlerini bünyeye alıp, kritik birçok konuya dikkat etmemekte yani kısmi düzenlemeler ve iyileştirmelerle yetinmektedirler. Kısmi düzenlemeler ile yetinmek, bir yandan elde edilecek kazancın çok düşük olmasına öte yandan da bazı kesimlerin zarar görmesine neden olacaktır. Yalın üretim bir bütündür ve potansiyel yararlarının ortaya çıkması ancak bir bütün olarak kavranıp uygulanmasına bağlıdır. (Okur, 1997: 15) Yalın üretime geçiş aşamasında uygulanabilecek çeşitli yöntemler şunlardır:

1. Tam Zamanında Üretim ve Kanban Sistemi
2. Üretimde Düzenlilik
3. Tek Parça Akışı
4. Eş Zamanlılık
5. U-Hatları
6. Poka-Yoke ve Jidoka
7. 5S
8. Toplam Üretken Bakım
9. Bir Dakikada Kalıp Değiştirme (SMED)
10. Kalite Çemberleri

2.4.1. Tam Zamanında Üretim ve Kanban Sistemi

TZÜ yaklaşımı malzeme planlama ve kontrol sisteminden çok daha kapsamlı bir içeriğe sahiptir. Bu yaklaşımda amaç, ürün ya da süreçte sürekli iyileştirmeler yapma çabasının yerleştirilmesidir. Özellikle de stok seviyesinin azaltılması Japonlar için sürekli bir amaç olarak benimsenmiştir. Stoklar problemleri gizlerler ve sistemli olarak azaltıldıklarında esas problemler su yüzüne çıkmaya başlar ve bu problemlerin çözülmesi mümkün olur. Böyle bir yaklaşımın uygulanabilmesi için çok disiplinli bir yönetim gereklidir.

Tam zamanında üretim sistemini destekleyen bir alt sistem olan kanban sistemi bir malzeme planlama ve kontrol sistemidir. (Acar, 2000: 202). Japonca'da kanban kelimesi kart veya sinyal anlamına gelmektedir ve çekme sistemlerinde kullanılan stok kontrol kartlarına verilen isimdir. Aslında kanban malzeme ile birlikte hareket eden bir iş emridir. Her kart ya da kanban bir parçayı veya bir bileşeni tanımlarken, aynı zamanda nereden gelip nereye gittiğini de göstermektedir. Kanban bu sayede işlemleri birbirine ve değer akışını müşteri talebine bağlayan bir bilgi sistemidir. (The Productivity Press Development Team, 2002: 2)

Kanban TÜS'ün doğru işlemlerini sağlayan bir çalışma yöntemidir. Kanban gerek tesis içerisinde, gerekse parça sağlayan firmalarla arasındaki hem dikey hem yatay yöndeki bilgi akışını gerçekleştirir. TÜS'de her üretim süreci kanban ile düzenlenip yönetilmektedir; bunun sonucunda depolar ortadan kalkmakta, dolayısıyla da iş gücü, emek ve yönetici tasarrufu sağlanmaktadır. (Ohno, 2010: 73)

Atölye faaliyetlerinin kalbi kanban kartıdır. Genelde iki tip kanban tanımlanabilir, bunlar çekme kanbanı ve üretim kanbanıdır. Çekme kanbanı parçanın nereden nereye hareket edeceğini

belirtirken; üretim kanbanı ise iş merkezi, parti büyüklüğü, gereken malzemeler ve standart zamanlar gibi bilgileri içerir. Kanban örnekleri aşağıda sunulmuştur: (Acar, 2000: 204)

Ulaşım Kanbanı	
Parça No: 33311-3501 Konteyner Kapasitesi: 50 Çıkarılan Kart Sayısı: 12'nin 7'ncisi	Bir Sonraki İş Merkezi: K123 Stok Alanı No: A-12
Stok Alanı No: A-07 Bir Önceki İş Merkezi: Y321	

Üretim Kanbanı
İş Merkezi No : Y321 Üretilcek Parça No : 33311-3501 Konteyner Kapasitesi : 50 Adet Depolanacağı Stok Alanı : A-07
Gereken Malzemeler Malzeme No : 33311-3501 Stok Alanı : A-05 Parça No : 33825-2474 Stok Alanı : B-03

Şekil 2.4. Çekme ve Üretim Kanbanları (Acar, 2000: 205)

Kanbandan faydalanmanın temel kuralı, bir sonraki sürecin, ihtiyacı olan ürünleri sipariş etmek için kendisinden önceki sürece başvurmasıdır. Bu kural gereksinimlerden doğmaktadır ve geleneksel bakışın tersine çevrilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu girişimde üretim, bakım ve dağıtım örgütlenmesine yönelik geleneksel kavramların tersine çevrilmesini kabul etmek içi bu kuralı yüzeysel biçimde uygulamak yeterli değildir; yönetimin kendi düşünme biçimini kökten değiştirmesi gerekmektedir.(Ohno, 2010: 75).

Kanban'ın çeşitli işlevleri ve kullanma kuralları şu şekildedir:

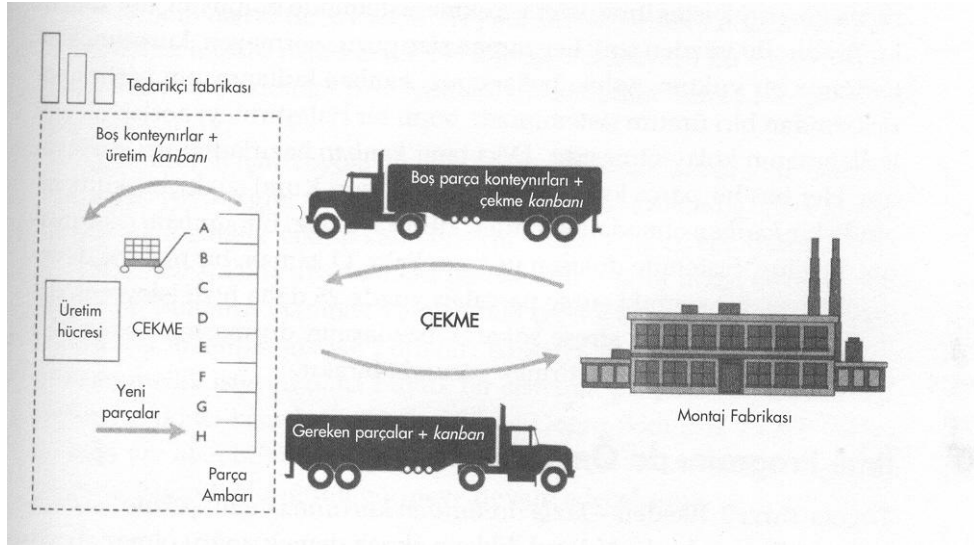
Tablo 2.1. Kanbanın İşlevleri ve Kullanım Kuralları

Kanbanın İşlevleri	Kullanım Kuralları
1) Sipariş ya da nakliye fişi yerine geçer.	Son işlemde ilk işleme kanbana belirtilen parça sayısı sipariş edilir.
2) Üretim siparişi yerine geçer.	Bir önceki süreç kanbana belirtilen miktarda parça üretir.
3) Üretim fazlasının önlenmesini sağlar.	Parçalar kanban olmadan üretilemez ve taşınmaz.
4) Atölyelerdeki ürünlerin ihtiyacı karşılamasını garanti eder	Ürünlere her zaman bir kanban formu iliştilir.
5) Hatalı ürünleri önleyerek ürünlerin kalitesini garanti eder.	Hatalı ürünler bir sonraki süreçte gönderilmez. Sonuç hatasız üretimdir.
6) Sorunlar belirlenir ve depo kontrol altında tutulur.	Hassasiyet arttığında kanban sayısı azaltılır.

Toyota montaj fabrikasındaki bir çekme sistemini ele alacak olursak öncelikle araba satıcılarından gelen siparişler birikmektedir. Ardından üretim denetimi dengeli bir planlama oluşturulur. Örneğin beyaz bir Camry üretilecek, ardından yeşil bir Camry, sonra kırmızı bir Avalon ve böyle devam edecektir. Ayrıca bu arabaların hepsinde bir dizi özel tercih söz konusudur. Daha sonra bu plan preslenmiş çelik panellerin birbirine kaynaklanarak

arabaların gövdelerinin oluşturulduğu gövde atölyesine gider. Panellerin preslenmesi montaj bölümündeki işlemlere kıyasla takt süresi daha kısa olan bir işlemdir. Bu nedenle onları tek parçalı akışa almak pratik değildir. Her 60 saniyede bir adet ürün çıkacaktır. Bu yüzden bir çekme sistemi uygulanır. Gövde atölyesi belli sayıda çelik paneli kullanıp tüketince, bir tetikleme noktasına gelinir ve pres atölyesine gönderilen bir kanbanla stoku yenilemek için yeni bir malzeme kümesi sipariş edilir.

Benzer şekilde montaj işçileri tenekelerden aldıkları parçaları (kapı menteşesi, kapı tutacağı, siperlik, silecek) kullanamaya başladıklarında bir kanban kartını alıp posta kutusuna atarlar. Bir malzemeci planlanmış zamanda gelip bunları alıp posta kutusuna atarlar. Bir başka malzemeci de, tedarikçiden gelen parçalarla stoku yeniler. Bu da, parça tedarikçilerine yeniden bir sipariş gönderilmesini tetikler ve böyle sürüp gitmektedir. Şekil 2.5 montaj fabrikasındaki parçaların bir tedarikçi tarafından yenilendiği böyle bir sistemi göstermektedir. Süreç montaj fabrikasında başlamıştır, sonra çekme kanbanı ve boş konteynırlar yeniden doldurulmak üzere kamyonla tedarikçiye gönderilmektedir. Tedarikçi parça stokunda kanbanı yerine getirmek için kullandığı bitmiş ürünlerden oluşan küçük bir depo bulundurmaktadır. Bu parça stokunun raflarındaki malzemeler çekilince, yeni parçaların imal edildiği ve parça stokuna yığıldığı üretim hücrelerine bir kanban ve boş konteynır yollanarak bunları yenilemek gerekmektedir. Kanban şeklinde aktarılan bilgi, yani parça siparişi müşteriden (montaj atölyesi) geri akmaktadır. (Liker, 2010: 144).



Şekil 2.5. İç ve Dış Çekme (Liker, 2010: 145)

Kanbanın firmaya sağladığı yararlar şu şekilde sıralanabilir: (The Productivity Press Team, 2002: 7)

- Aşırı üretimi ortadan kaldırması (en büyük israf)
- Müşteri talebini karşılamak için esnekliğin artırılması
- Küçük partilerin ve geniş ürün çeşitlerinin üretiminin koordinasyonu
- Tedarik işlemlerinin basitleştirilmesi
- Tüm işlemlerin entegrasyonu ve müşteriye odaklanması

2.4.2. Üretimde Düzenlilik

Bir önceki sürecin yalnızca bir sonraki süreçten gelen talep kadar üretim yapması her üretim departmanında emeğin ve donanımın, koşullar ne olursa olsun, belirtilen zamanda ve istenilen miktarda üretim yapabilecek şekilde organize edilmesi gerekir. Bu durumda bir sonraki süreç zaman ve miktar olarak düzensiz sipariş veriyorsa, bir sonraki sürecin bu talebi karşılayabilmek için ekstra emek ve donanım sağlaması gerekmektedir.

Sipariş edilen miktar ne kadar inişli çıkışlı ise, bir sonraki süreçte ihtiyaç duyulan ekstra miktar o kadar artacaktır.

Olumsuz olayların gelişmesini önlemek için montaj bandında üretim yığılması azaltılmalı ve son sürece olabildiğince yaklaşılarak akış sürekli kılınmalıdır. TÜS'de bunun ifadesi üretimin dengelenmesi, dengelenmiş üretim ya da yalın akıştır. Japonca'daki adı ise Heijunka'dır. İdeal olan dengelemenin son montaj bandında ya da son süreçte sıfır dalgalanma üretmesidir.

Örneğin Toyota Tsutsumu Tesisi'nde üretim, Corona, Carina ve Celica'ları üreten iki montaj bandına ayrılmıştır. Bir bantta Corona ve Carina dönüşümlü olarak gider. Carina sabahları, Corona öğleden sonraları çalışır. Bu şekilde de üretim dengelenir ve sabit bir akış içerisinde gelişmesi sağlanmış olur. Tek tek parçalardan büyük miktarda üretilmez ve başlangıç üretim sürecinde istikrarı bozacak, istenmeyen üretim dalgalanmalarını önlemek için büyük çaba harcanır. (Ohno, 2010: 82-84).

2.4.3. Tek Parça Akışı

Herhangi bir günde hattan çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da ilke olarak o gün içerisinde üretilmesi, tüm üretim birimlerinin kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine göre mümkün olan en küçük partiler ile çalışabilmeleri tahmin edileceği gibi bazı önkoşullara bağlıdır. Her şeyden önce üretkenliğin çok yüksek, üretim zamanlarının çok kısa olması üretim akışı içinde gerek işçilerin, gerekse bitmiş ve işlenmekte olan parçaların beklemeyle hiç vakit kaybetmemeleri gerekir. İşlenmekte olan parçaların beklemesi demek, bir parçanın işlenme aşamasına hemen geçmemesi demektir, stoklu çalışsa da işler zorunlu olarak bu şekilde yürümektedir. Yalın üretimin bu zaman harcanmasına bulduğu çözümlerden biri de, herhangi bir atölye içinde bir parçanın son halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların işlenme

akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine “süreç-bazlı yerleşim” ya da “süreç-bazlı hat” ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker akmalarına da tek parça akışı denilmektedir. (Okur, 1997: 56-57)

2.4.4. Eşzamanlılık

Tek parça akışının gerçekleştiği süreç-bazlı hat, stokun sıfırlanması ya da mümkün olduğunca küçük miktarda tutulması için geliştirilmiş en etkin sistemlerden biridir. Ancak, nasıl ki kanbanın sınırlılıkları varsa, süreç-bazlı hatların kurulması da tek başına yeterli değildir. Süreç-bazlı hatların gerçekten etkin olabilmeleri için, aynı hattı oluşturan makinelerin çalışma tempoları ya da kapasitelerinin, yani bir işlemi tamamlamaları için gereken sürelerin de denkleştirilmeleri gerekir. Örneğin, hattaki bir önceki makinenin parçayı işleme süresi bir dakika, sonrakinin ise dört dakika ise, bir sonrakinin tek bir parçayı işleme süresinde, bir önceki dört parça birden işleyecek ve eğer makineler durmadan çalışırlarsa, sonraki makinenin yanında öncekinden gelen parçalar giderek artan miktarlarda birikmeye başlayacaklardır. Bu durumda beklemesiz üretim olan tek parça akışı gerçekleştiremeyecektir.

İşte yalın üretimde bu sorun, hattaki makineleri birbirine senkronize ederek, yani tüm makinelerin aynı süre içinde aynı miktarda parça işlemeleri sağlanarak çözülmüştür. Çözüm aslında çok da basittir. Kapasitesi yüksek olan, yani herhangi bir parçayı işleme süresi diğerlerinden kısa olan makinelere, belli bir miktar (az bir miktar) parçayı işledikten sonra kendi kendini otomatik olarak durduran limit anahtarları yerleştirilmiştir. Örneğin hattaki bir sonraki makine, bu yüksek kapasiteli makineden parçaları çektikçe ve nihayet parçalar tümüyle çekilince, yüksek kapasiteli makinedeki limit

anahtarı makineyi yine otomatik olarak başlatmakta, dolayısıyla makine gün boyu çalışma-durma seansı içinde işleyerek, kapasitesi düşük makinelere adapte olmaktadır. Yüksek kapasiteli makinelerin, düşük kapasiteli makinelere bu şekilde senkronize edilmelerine (ya da makine kapasitelerinin birbirlerine yaklaştırılmasına) ise, yalın üretimde “Toplam İş Denetimi” denilmektedir.

Toplam iş denetiminde, görüldüğü gibi bazı makineler tam kapasiteyle çalışmamaktadırlar. Ancak, parçaların hat ya da makine yanı stokta beklememelerinden elde edilecek kazanç, aslında makinelerin tam kapasite çalışmalarından elde edilecek kazançtan daha büyüktür. Yalın üretimde parçaların beklemesi, yani stoklu çalışma, olabilecek en büyük israftır ve sistem neredeyse tümüyle bu israfın önlenmesi üzerine kuruludur. Burada hemen, çoğu firmada, yalın üretimde gördüğümüz yaklaşımın tam tersi bir anlayış ve düzenlemenin uygulandığını, dolayısıyla toplam iş denetimi tekniğinin ilk başta yadırganabileceği bilinmelidir. Gerçekten de çoğu kez, makineler arası yığılmaları önlemek için, belli bir hatta kapasitesi yüksek bir makine varsa, bu makineden bir sonraki süreci gerçekleştiren makinelerin sayısını artırma yoluna gidilmektedir. Oysa, yalın üretimde hakim olan anlayış şu şekildedir. Eğer, kapasitesi düşük makinelerin verimi, o gün içinde gerçekleştirilmesi gereken ürün miktarının tutturulmasına yetiyorsa, o zaman, gereksiz ürün üretmektense, yüksek kapasiteli makineleri toplam iş denetimi tekniğiyle düşük kapasiteli makinelere adapte etmek daha doğrudur.

Gözlemciler toplam iş denetimini yaygın olarak kullanan Japon Toyota firmasını ziyaretlerinde birçok makinenin, t_i — t_{i+1} zaman kapsamı içinde çalışmadığını görmüşler ve doğal olarak, makinelerin tam kapasitesinden yararlanma yoluna gidilmemesine şaşırılmışlardır. Ancak yalın üretimde toplam iş denetiminin yanı sıra, makinelerden tam kapasite verim elde edilmesi için çalışmalar da yapılmıyor değildir. Bu çalışmalardan birincisi, düşük kapasiteli makinelerin kapasitelerini artırıcı modifikasyonlara gitmek şeklindedir. İkinci ve en önemli yöntem ise, kullanılan makinelerin ana sanayi/yan sanayi fabrikalarının kendi içlerinde imal edilmeleri, dolayısıyla

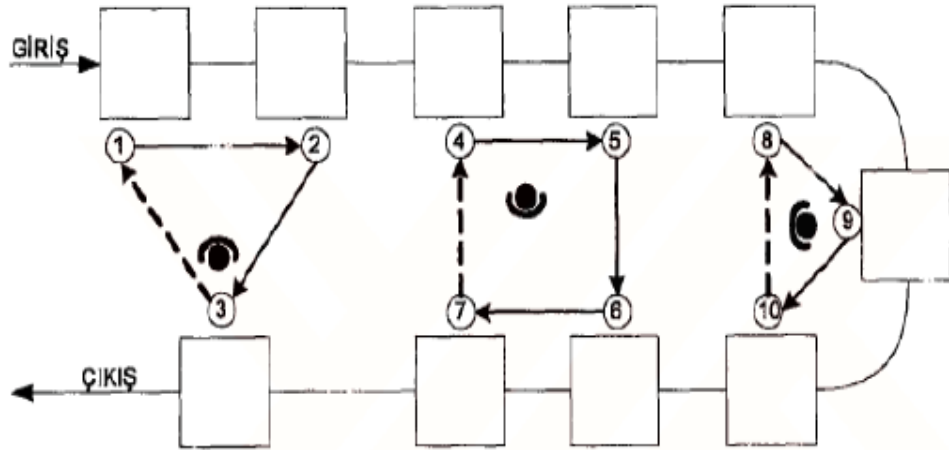
makine maliyetlerinin düşürülmesidir. Gerçekten de, örneğin Toyota ve yan sanayilerinde kullanılan birçok makine dışarıdan alınma değil, kendi içlerinde imal edilen makinelerdir. Böylelikle, bir yandan kapasiteleri birbirine yakın makineler tasarlanabilmekte dolayısıyla eş zamanlılıkta toplam iş denetimi gerekliliği azalmakta, öte yandan da toplam iş denetimi uygulandığında, makine maliyetleri düşük olduğundan “verim” kaygısı da önemini yitirmektedir.

Yalın üretimde, nasıl ki tek parça akışı anlayışı atölyelerle sınırlı kalmayıp atölyeler arası akışa da uyarlanmışsa, eş zamanlılık da sadece tek bir atölye içindeki süreç bazlı hatlarda değil, atölyeler arasında da uygulanmaktadır. Yani, değişik atölyelerin kapasiteleri yukarıdaki anlayışa göre birbirlerine yaklaştırılmakta, “aynı zaman süresi içinde aynı miktar üretme” ilkesi atölyeler arasında da hayata geçirilmektedir. Dolayısıyla örneğin yine otomobil üretiminde, pres hattı, kaynak hattı ve boya hattı da birbirlerine senkronize çalışmaktadırlar. (Shingo, 1988: 335-358)

2.4.5. U-hatları

Yalın üretim yaklaşımına göre, bir fabrika/atölyenin işleyişinde olabilecek en büyük israf ya da zaman kayıplarından biri de, çalışan insanların bir yerden bir yere gitme, makinelerin çalışmasını kontrol etme, ya da makine başında, makinenin devrinin bitmesini bekleme gibi ürüne hiçbir değer katmayan pasif eylemlerinin getirdiği zaman kayıplarıdır. Üretkenliği son derece düşüren bir rol oynayan bu zaman kayıpları, pek çok fabrika/atölye işleyişinde üzerine pek değinilmeyen bir konu olmasına karşın, Taiichi Ohno yine daha 1950’lerde pasif eylemlerin önlenmesiyle çalışanlardan çok daha yüksek verim elde edilebileceğini fark etmiş ve birçok konuda olduğu gibi, bu amaca yönelik de etkin yöntemler geliştirmiştir.

Ohno sisteminin temel mantığı, makinelerin doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makineye parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri mekanikleştirerek ve otomatikleştirerek, kazanılan zamanı her işçinin birden fazla makineyi çalıştırması şeklinde değerlendirmektir. Böylece bir yandan aynı işi çok daha az sayıda işçiyle gerçekleştirmek mümkün olmakta, diğer yandan da talep yükselmesi ve düşmesi durumlarında sadece işçi sayısı ile oynanarak üretim verimini talepteki esnekliğe adapte etme olanağı elde edilmektedir. Taiichi Ohno'nun bir işçinin birden fazla makineden sorumlu olması ilkesi, daha önce incelediğimiz tek parça akışı ve süreç bazlı hat anlayışıyla da birleşince ortaya çıkan yerleşim düzeni “U-hatları”



olmuştur.

Şekil 2.6. U-Hattı Düzenlemesi (Ünnü, 2003: 76)

Burada, parçayı makinelere otomatik olarak yerleştiren, ve işlem bitince yine otomatik olarak makineden alıp kızaklara ileten donanım olmasa da (yani bu işleri işçinin kendisi yapsa da), bir sonraki bölümde inceleyeceğimiz gibi sistem içinde mutlaka makinelerin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edici donanımın bulunması (Poka-Yoke ya da otonomasyon) şarttır. Böylece bir makine çalışırken, işçi o makineyi kontrol

etmek zorunda kalmadan bir sonraki/önceki makineye parçayı yerleştirip makineyi çalıştırabilir.

Uzmanlar birçok firmada işçi verimini artırmak için ilk yapılan işlerden biri olan makine yenileme operasyonunun U-hatları sayesinde çoğu durumda gereksiz hale geleceğini çünkü U-hatlarıyla aynı hedefe çok daha az masrafla ulaşılabileceğini belirtmektedirler. Yalın üretim sürecine giren çoğu firmada U-hatları uygulamasına öncelikli yer verilmesi de bu nedenledir. Örneğin, daha 1950’lerde Japon Toyota firmasında talaşlı imalat atölyesinde kullanılan makinelerin çoğunun konvansiyonel tezgahlar olmalarına karşın, bir işçi aynı anda beş ile on makinenin çalıştırılmasından sorumluydu. Toyota’da U-hatları uygulaması 1950’lerle sınırlı kalmamış, firmanın başvurduğu temel yöntemlerden biri olma konumunu her zaman korumuştur. Dolayısıyla 1983’lere gelindiğinde Amerikan General Motors fabrikalarında yılda toplam 5.000.000 otomobilin üretilmesinde toplam 463.000 kişi çalışırken (yani çalışan işçi başına düşen otomobil sayısı 11 iken), Toyota’da aynı yıl toplam 3.400.000 otomobilin üretilmesinde toplam olarak sadece 59.000 kişinin çalışmasına (yani çalışan kişi başına düşen otomobil sayısının 58 olmasına) pek de şaşırmamak gerekir. Toyota’da işlerin çok daha az kişiyle yürütülebilmesinde, U-hatları uygulamasının büyük payı vardır. (Okur, 1997: 65-67)

2.4.6. Poka-Yoke ve Jidoka

Poka-yoke Japonca’da “hata yalıtımı” anlamına gelir. Poka-yoke’ nin temel ilkesi hatayı üzerinden süre geçtikten sonra keşfetmek yerine, kaynağında ve anında saptayıp önlemektir. Kusursuz üretim tüm işletmelerin hedeflediği bir durumdur. Ancak insan faktörünün bulunduğu sistemlerde hataları tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmamaktadır. Hataları en aza indirmek daha rasyonel bir hedef oluşturmaktadır. Üretim sürecinde çeşitli nedenlerle hata ve kusurlar ortaya çıkabilir. Poka-yoke’yi geliştiren Shigeo

Shingo hata ile kusurun birbirinden farklı kavramlar olduğu belirtmiştir. Hataların kaçınılmaz olduğunu, kusurların ise engellenebileceği görüşünü savunmuştur. (Cohen, Ronald, 1993: 82).

Poka-yoke sisteminde hataların tekrarını ve hatalı ürünün oluşmasını önlemek ve süreci sürekli iyileştiren sistemleri kurmak amaçtır. Hata bir süreçtir ve sonucunda kalitesiz ürünler ortaya çıkar.

TS'n diğer bir temel taşı da otonomasyondur ki otomasyonla karıştırılmamalıdır. Ve belki bu yüzden “oto-aktivasyon” olarak tanımlamak daha doğru olacaktır. Otonomasyon olarak da tanımlanan “oto-aktivasyon”nun TS’deki adı Jidoka’dır. Birçok makine bir kez çalıştırıldıktan sonra kendi işini görür, yani kendi çalışır. Günümüz makinelerinin üretim kapasiteleri yüksektir, ancak o denli karmaşıktırlar ki küçük bir olumsuzluk, örneğin besleme devresine giren bir kum zerresi, ağır hasarlara yol açabilir. Böyle bir şey olduğunda da kısa sürede yüzlerce hatalı parça üretilmiş olur. Son nesil otomatik makinelerin arttırılan üretim kapasiteleri, üretimi büyük ölçüde yükseltmiş, ancak olumsuzluk riskini de aynı oranda arttırmıştır. Bu nesil makinelerde karşılaşılabilecek olumsuzlukların otomatik kontrolünü gerçekleştirecek bir sistem yoktur. Bu yüzden de Toyota otomasyon yerine, oto-aktivasyonun yani bu sorunlarla bağımsız olarak mücadele edebilecek cihazların yerleştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Aynı şekilde, bugün Toyota’da da oto-aktive makine terimiyle herhangi bir anormallik halinde devreye girerek, makineyi otomatik olarak durduran bir cihazla donatılmış makineler kastedilmektedir. Poka-yoke adını verdiğimiz ve makineye bir nebze insan duyarlılığı getiren bu cihazlar çeşitli hata nleme sistemlerine sahiptir.

Oto-aktivasyonun etkileri iş organizasyonu ve şirket yönetiminde de kendini göstermektedir. Nitekim, makine normal koşullarda çalışırken işçiye gerek duymamaktadır; insan müdahalesi yalnızca anormallik durumlarında gündeme gelmektedir. Bu da tek bir işçinin birçok makineye gözcülük

etmesini, dolayısıyla da işçi sayısının azaltılmasını ve üretkenliğin arttırılmasını mümkün kılmaktadır.

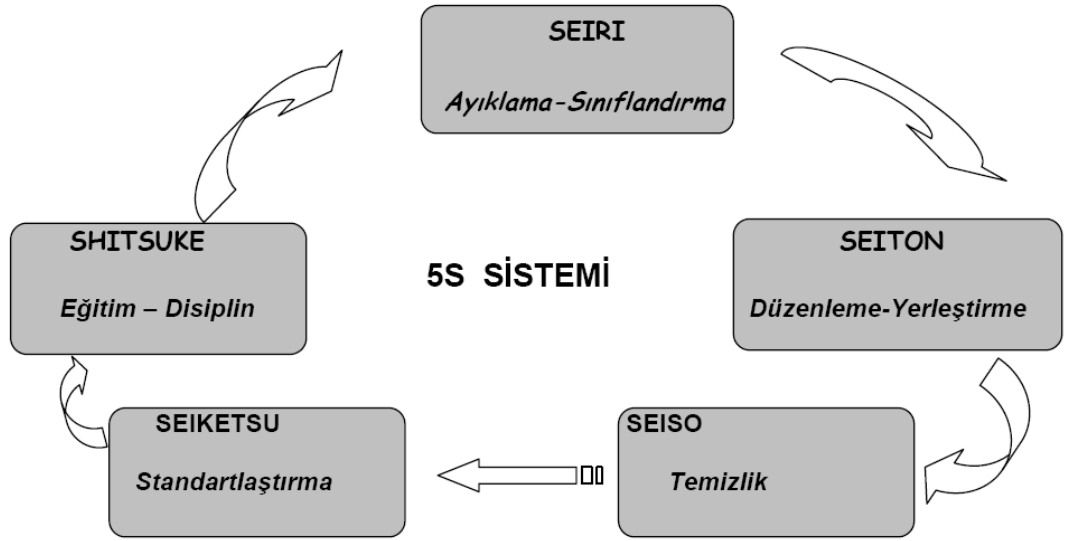
İnsan-makine ilişkilerini bir başka bakış açısından ele aldığımızda, aynı makineyi sürekli olarak tek bir kişiye emanet etmenin, işçinin hatanın gerçek nedenini her zaman anlayamaması ve gerekmediği halde parça değişimine yönelmesi gibi olumsuz bir yönü de vardır. Çünkü bu durumun tekrarlanmasıyla makine hata ve arızadan bir türlü kurtulamayacaktır. (Ohno, 2010: 46)

2.4.7. 5S

5S, Japonlar tarafından geliştirilen ve işletmedeki en küçük detayların bile denetlenmesine fırsat veren önemli kurallar bütünüdür. 5S, organizasyon içerisinde kaliteli bir çevre kurmak ve bunu korumak için kullanılan bir tekniktir.

5S' in yukarıdaki temel anlamları dışında birde adının oluşmasını sağlayan anlamları vardır. Bu anlamda 5S, 'S' ile başlayan 5 Japonca kelimenin baş harflerinin bir arada ifade edilmesi ortaya çıkmış bir kavramdır. Bu kelimeler ve Türkçe karşılıkları aşağıdadır:

- Seiri: Ayıklama-Sınıflandırma
- Seiton: Düzenleme-Yerleştirme
- Seiso: Temizlik
- Seiketsu: Standartlaştırma
- Shitsuke: Eğitim-Disiplin



Şekil 2.7. 5S Bileşenleri

Seiri, işletmedeki malzemelerin doğru yerlerde bulunması için yapılan sınıflandırmadır. Gereksiz malzemelerden kurtularak, malzemelerin kullanım sıklığına ve uygunluğuna göre düzenlenmesidir.

Seiton, düzeni oluşturmak anlamını taşımaktadır. Görsellik ön planda tutularak, her malzemenin belirlenen yerlerde tutulmasıdır. Malzemeleri daha kısa sürede bulacak şekilde renklendirme numaralandırma gibi yöntemler kullanılır. Düzenleme güvenlik ön planda tutulacak şekilde gerçekleştirilir.

Seiso, temizlik anlamına gelmektedir. Toz, kir ve atıklar disiplinsizliğin, verimsizliğin, hatalı üretimin ve iş kazalarının kaynağı olarak görüldüğünden temiz bir işyeri ortamı sağlanması önemlidir. Günlük temizlik yapılmalı aksatılmadan yapılmalı ve süreklilik kazanmalıdır. Bu sayede iş kazalarının da önüne geçilebilir.

Seiketsu, yapılmış olan düzenleme ve temizliğin sürekli olabilmesi için belirli kuralların konması ve herkesin bu kurallara uymasının sağlanmasıdır. Kimin neyi, nasıl ve ne zaman temizleyeceği belirlenmeli ve sık sık kontrol

edilmelidir. Standartlar sağlandıktan sonra gözlem yapılarak eksiklikler tespit edilmeli ve bunların üzerine gidilmelidir.

Shitsuke, sınıflandırma, düzenleme, temizlik ve standartlaştırmanın ardından bunların sürekli ve doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için konulmuş basit kuralların denetimini yapmaktır. Amaç kuralları alışkanlıklar haline getirebilmektir

2.4.8. Toplam Üretken Bakım

Toplam Üretken Bakım (TÜB), tüm çalışanlar tarafından yapılan üretken bakımdır ve herhangi bir planlanmamış duruşu önlemeyi ve ekipman etkinliğini maksimize etmeyi amaçlar. TÜB'ün, 'sıfır arıza' ve 'sıfır hata' hedefleri vardır. Arızalar ve hatalar ortadan kaldırıldığında, ekipman duruşları önemli ölçüde azalacaktır. Bununla beraber duruşlar ile ilgili maliyetler de azalacaktır ve prosesteki iş envanteri bundan sonra optimize edilebilecek ve bunların bir neticesi olarak, genel verimlilik artacaktır. (Nakajima,1989: 18).

TÜB' deki "toplam" kelimesi şu üç anlama sahiptir : (Chan, 2005:75):

- Toplam Etkinlik: Ekonomik etkinlik ve karlılık uğraşısı,
- Toplam Önleyici Bakım: Bakım önleme (MP:bakım gerektirmeyen tasarım) ve önleyici bakım (önleyici iyileştirme) kadar bakım yapılabilirliği (bakımı kolaylaştırmak ve arızaları önlemek için ekipmanı geliştirmek) geliştirme aktivitesi,
- Toplam Katılım: Her bölüm ve her seviyedeki küçük grup aktiviteleri ile operatörler tarafından yapılan otonom bakım.

TÜB sıfır kaza, sıfır arıza ve sıfır hatalı ürün gibi kesin hedefleri etkin bir biçimde izlemektedir. Herhangi bir şeyin “sıfır durumunu” elde edebilmek için, o şeyin bir kez bile meydana gelmesini önlemek şarttır. Bu nedenle TÜB, öncelikle “engelleme” kavramını ele alarak, koruyucu işlemlerin yapılmasını zorunlu hale getirir. TÜB yönteminde, arızaların önlenmesi için, normal şartların sürdürülmesinden yola çıkarak, operatörlerin temizleme, yağlama, muayene etme vb. işlemleri aksatmadan yapmasıyla ileride meydana gelebilecek bozuklukların önlenmesini hedefler. (Nakajima, 1989:11).

Bakım temelli bir üretim yönetim metodu olan TÜB uygulamasının ilk adımındaki temel hedefi üretim sahasındaki ekipmanların verimlilikleridir. TÜB ekipman kayıplarının ne olduğunu, nasıl ölçüleceğini ile ilgili bir ölçme ve değerlendirme sistematigi kurar ve şirketin kendi sistemi içersindeki verimliliğine etki eden kayıp tanımlamalarını yapmasını ister. Tespit edilen bu kayıpların kalıcı bir biçimde iyileştirilmesini sağlayacak iyileştirme metotları ve yönetsel tedbirler sunar. (Özkır, 2007: 55).

TÜB uygulamalarının başlıca amaçları aşağıda sıralanmaktadır:

- Üretim sisteminin verim ve etkinliğini en üst düzeye çıkaracak bir işletme kültürü ve yönetim sistemini fabrika çalışanları, ofis çalışanları ile beraber yerleştirmek,
- Mevcut ekipman ve üretim alanı ile ilgili her türlü kaybı önleyecek kusursuz bir sistem amaçlayarak, bireysel ve ekip halinde çalışmalardan elde edilen iyileştirmelerin toplanması ile tüm fabrikanın verimini arttırmak,
- İşletmede kayıpları azaltarak; makine ve sistemlere bakım yaparak nihai verimi arttırmak ve buna yönelik tüm çalışanların aktif katılımını sağlamak,
- Ürün kalitesinde istikrar sağlamak,
- Artan verim, azalan kayıplar, hızlanan teslimat süreci ile karlılığı arttırmak,

- Çalışma ortamını iyileştirerek iş güvenliği sağlamaktır.

TÜB, fonksiyonel alanlar arasındaki organizasyon içi bağlantıları sağlamlaştırarak ve organizasyon ve tedarikçileri arasındaki bağlantıları da geliştirerek, maliyet, dağıtım, güvenlik, kalite ve moral kalemlerinde tatmin edici ölçülebilir gelişmeler meydana getirebilir. Operatörler ve bakım çalışanları bir takım olarak beraber çalıştığında daha az arıza oluşur ve daha yüksek verimlilik sağlanır. Operatörlerin ekipmanı sahiplenme hissini alması ve bakım çalışanlarının, basit bakım işleri için çağrılmalardan kurtulması çalışanların her iki grubunun da moralini yükseltir (Brah, Chong, 2004: 2392-2393).

TÜB, ekipman operasyonu ve bakımına çok yönlü bir perspektifle bakmayı sağlayarak gelişmeyi arttırmak, üretim personelinin yeteneklerini arttırmak, uzun dönem bakım planları kadar günlük üretim görevlerine de bakımı dahil etmek ve farklı fonksiyonlar arasında bilgi paylaşımına izin vermek, bakım ve üretim departmanları arasındaki sınırları kaldırmak için organizasyon yapısını değiştirir. Böylece üretim problemlerini tanımlamak ve çözmek için, organizasyon yeteneğini geliştirecektir. (McKone, vd., 2001: 40).

TÜB çalışmalarında verimliliği arttırmak için üç faaliyet üzerinde durulmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır: (Ünnü, 2003: 130-131).

- Odaklanmış iyileştirme
- Otonom bakım
- Planlı bakım

Odaklanmış iyileştirme, üretim mühendisleri, bakım personeli ve operatörlerden oluşan proje gruplarının icra ettiği bir tür iyileştirme faaliyetidir. Bu faaliyetler, ölçülen ve değerlendirilen kayıpların minimuma indirilmesini amaçlamaktadır. Bu faaliyetlerde, üretime, ekipmana ya da sürece odaklanılabilir. Eğer ekipman üzerine odaklanılmışsa, en önemli ekipman kayıpları yazılır ve analiz edilir, daha sonra olması gereken süreç koşullarının belirlenebilmesi için ekipman ile çalışılır.

Otonom Bakım, operatörlerin düzenli bakım ve iyileştirme çalışmalarında bulunmaları ve çıkabilecek herhangi bir ekipman arızasının önlenmesi için çalışılması faaliyetidir. Otonom bakım grup faaliyeti ya da bireysel faaliyet olarak gerçekleştirilebilir. Otonom bakım çalışmalarına başlamadan önce, farklı tipteki ekipmanların bakım adımları ve yöntemleri belirlenmeli, çalışanların ekipmanı tanıyıp tanımadığından emin olunmalıdır.

Planlı Bakım; Kestirimci Bakım, Düzeltici Bakım ve Önleyici Bakım faaliyetlerini içeren faaliyetlerdir. Bu çalışmalarda, arızalar arası süreler tespit edilir ve bakım planları uygulanırken bu zamanlara dikkat edilerek planlar yapılır. Amaç ekipmanlar arızalanmadan uygun işlemlerin gerçekleştirilmesidir.

2.4.9. Bir Dakikada Kalıp Değişirme (SMED)

Hızlı Kalıp Değişimi genel olarak SMED sistemi olarak bilinir. SMED (Single Minute Exchange of Dies) adını İngilizce isminin baş harflerinden almıştır. Türkçe'ye Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi ya da Hızlı Kalıp Değişimi olarak da geçmiştir. Bu terim on dakikanın altında olan takım işlemlerine bir teori ve teknik göndermesini yapar. Ünlü uzman Shigeo Shingo'nun hazırlık sürelerini kısaltmak için geliştirdiği ve adlandırdığı yöntem yalın üretimin en önemli tekniklerinden birisidir.

Birçok işletme, ayar zamanlarını değişmez olarak görmekte ve tüm hesaplarını buna göre yapmaktadır. Yine bu işletmeler, ayar sürelerinin saatler hatta bazı durumlarda günün büyük zamanını alır durumda olmasını yalın üretim önündeki en büyük engellerden biri olarak görmektedirler. Çünkü ayar zamanları ne kadar uzun ise, stok miktarı da o kadar büyük olmak durumundadır. Makine herhangi bir kalıbı en az hazırlık süresi kadar kullanılmalıdır ki hem verim yüksek, hem de işçilik maliyetleri düşük olsun. Dolayısı ile yalın üretimi verimli bir şekilde uygulayabilmek için öncelikle kalıp değişim sürelerinin ve ayar sürelerinin minimize edilmesi gerekmektedir. (Meyers, Stewart, 2002: 185)

2.4.10. Kalite Çemberleri

Katılımı teşvik edici bir yönetim tekniği ve insan kaynağı geliştirme aracı olan ekip çalışmalarının çok yaygın kullanım alanları bulunmaktadır. Mal ve hizmet üreten her kuruluş, ekip çalışması etkinliklerini gerekli gördüğü her yerde yürütebilir. Çalışanların yaptıkları işlerinden tatmin olmalarını sağlayarak ve grup karar verme sürecini işletip örgütün verimliliğini maksimize ederek, kalitenin sürekli gelişmesinde bir katalizör görevi almaktadır. Ekip çalışmaları, yönetim ve işgören arasında iyi ilişkiler kurulmasında oldukça etkilidir. Böylece atıl kapasiteler kullanılmakta ve sürekli gelişmeye kaynak sağlanmış olmaktadır (Monden, 1996: 117).

Kalite çemberleri, genellikle sayıları onu geçmeyen aynı alanda ya da benzer işlerde çalışanların oluşturduğu, gönüllü olarak bir araya gelen, düzenli olarak problem çözmek için toplanan ve yönetime çeşitli çözümler öneren, çalışma gruplarıdır. (Kavrakoğlu, 2001: 43).

Toplam kalite felsefesinin etkileri ve bütün tanımları incelendiğinde hepsinde ortak olan birçok nokta vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir: (Kavrakoğlu, 2001: 45).

- Ekip çalışmalarına katılım isteğe bağlıdır. Ekip çalışmalarında esas olan gönüllülüktür. Yönetim çalışanları, ekip çalışmalarına gönüllü olarak katılımlarını sağlamak için kalite çemberleri, çember çalışmaları hakkında bilgilendirmelidir.
- Ekip üyeleri, ya aynı bölümde çalışmakta, benzer işleri yapmakta ya da aynı problemlerle karşılaşmaktadır. Bu yüzden üyeler, aynı amacı paylaşan grup üyeleri olarak işlevlerini sürdürebilmektedir.
- Herkes, kendi yaptığı işe daha dikkatli eğilmekte, önce kendi işleriyle ya da iş çevresiyle ilgili problemler üzerinde çalışmaktadır. Bu yüzden, sorumluluk bir bölümün ya da birilerinin üzerine atılmamakta ve herkes kendi işini düzeltmeye çalışmaktadır. Bu tutum uzun vadede, grup üyelerinin ve giderek bütün çalışanların kalite bilincini ve duyarlılığını artırır.
- Ekip üyeleri problemleri tartışmak ve çözmek için düzenli olarak bir araya gelirler. Ekip toplantıları beş günde, iki haftada bir yapılabilirdiği gibi genellikle haftada bir olarak yapılmaktadır. Toplantılar genellikle iş saatlerinde yapıldığı gibi gerektiğinde iş saatleri dışında da yapılabilir.
- Ekipler, işletmedeki problemleri saptar, inceler ve çözümler üretirler. Üyelerin problemleri saptamaları ve çözümler üretebilmeleri için problem belirleme ve çözme tekniklerini öğrenmiş olmaları gerekmektedir. Ayrıca çalışanlara sürekli eğitim sağlanarak birçok yeni teknik öğretilmelidir.

UYGULAMA

İş konsepti olarak yenileştirilmiş parça üretimi, yeni ürünlerin üretiminde kullanılmış kaynakların tekrar kullanılması ve bu sayede kar sağlayabilir olmasıdır. Geleneksel üretim yapan tüm üreticiler gibi yenileştirme yapan firmalar da maliyetleri düşürmenin, talebi anında karşılayarak müşteri memnuniyetini artırmanın yollarını aramaktadırlar. Yenileştirilmiş parça üretimine 1960'lı yıllarda başlayan Xerox şirketi yenileştirdiği fotokopi makineleri ve yazıcı kartuşları ile hammadde ve atık yok etme maliyetlerinden milyonlarca dolar tasarruf etmiştir. (Kerr, Ryan, 2001: 77).

Bu bölümde günümüzde otomotiv başta olmak üzere birçok sektörde başarılı uygulamaları bulunan yalın üretimin, yenileştirilmiş parça üretimine hangi yönlerden katkı yapabileceği değerlendirilecektir.

3.1. FİRMA HAKKINDA

Firma 1969 yılında Ankara Ostim Sanayi Sitesi'nde kurulmuştur. Bugün iki atölyesi ve bir merkezi ile birlikte iki ayrı noktada faaliyetlerini sürdürmektedir. Firmanın faaliyetleri şu şekildedir:

1. İş makineleri eklentileri ve yedek parçalarının üretimi
2. Hasar görmüş ya da yıpranmış iş makineleri ekipmanlarının yenileştirilmesi.

Görüldüğü gibi firma sadece yenileştirilmiş parça üretimi yapmamaktadır. Günümüzde birçok yenileştirici yeni ürün üretimini birinci planda gerçekleştirmektedir. Firmanın ürettiği ürünler şöyledir:

- Ekskavatör kovaları
- Loader kovaları
- Buldozer bıçakları
- Liman kovaları
- Maden kovaları
- Loader maden kaldırma eklentileri
- Ekskavatör takmatikleri
- Tomruk kaldırma eklentileri
- Kaya ripperleri
- Beton makasları
- Fore kazık eklentileri
- Uzun bomlar ve armlar
- Hidrolik büküm silindirleri
- Tırnak takımları
- Pimler ve burçlar
- Aşınma plakaları

3.2. YENİLEŞTİRİLMİŞ PARÇA ÜRETİMİ KARAKTERİSTİKLERİ

Yenileştirilmiş parça üretimi, yalın üretim prensiplerinin uygulanmasını zorlaştıracak bazı karakteristik özelliklere sahiptir. Bu özellikler şunlardır: (Guide, 2000: 468-478)

- **Parçaların belirsiz zaman ve belirsiz miktarlarda geri dönüşleri**

Parçaların belirsiz miktarlarda ve zamanlarda geri dönmesi ürün yaşamının belirsizliğinin bir yansımasıdır. Ürünün yaşam döngüsü içindeki seyri ve teknolojik değişim oranı gibi birçok faktör dönüşleri etkilemektedir.

Zamanlama ve miktar olarak, kullanılmış ürünlerin geri dönüşleri çok belirsizdir. Kullanılmış ürün tedarikinin belirsizliği planlama amaçları doğrultusunda hem zaman hem miktar açısından tahminler yapma gerekliliğini doğurmaktadır. Bu tahmin talepler ile karşılaştırılarak müşteri isteğini karşılayacak yeterli kullanılmış ürün olup olmadığı belirlenmelidir. Firmalar ürünlerin dönüş zamanı ya da miktar kontrolünü yapmaya çalışmaktadırlar ama ikisini birden yapamamaktadırlar. Firmaların % 61.5'i geri dönüşlerin zamanı ve miktarı açısından herhangi bir kontrole sahip olmadıklarını bildirmişlerdir.

- **Geri dönüşlerin taleplerle dengelenmesi gerekliliği**

Geri dönüşlerin taleplerle dengelenmesi problemi ürünün beklenen yaşam süresi ve teknolojik yeniliklerin bir fonksiyonudur. Hedef karı maksimize etmek amacıyla, müşterilerden geri dönen malzemeleri yenileştirilmiş parçalara olan talep ile dengelemektir. Dengeleme ihtiyacı stok kontrolünü ve kontrol fonksiyonlarını zorlaştırır ayrıca fonksiyonel bölümler arasında ekstra koordinasyon ihtiyacını doğurmaktadır.

Yenileştirilmiş parça üreticileri bu dengeyi sağlamak için yüksek miktarda stok tutmaktan (geri dönüşler talepten fazla olduğunda) ve düşük müşteri memnuniyeti sunmaktan (talep geri dönüşlerden yüksek olduğunda) kaçınırlar. Firmaların % 46.1'i talebi dönüşlerle dengelediklerini söylerken, bunu gerçekleştirmeyen firmaların fazla stoklarını belirli aralıklarla elden çıkardıkları görülmektedir. Firmaların yarısı kullanılmış parça tedarikini

gerçek ve tahmin edilen talep üzerinden yaparken, bu firmaların üçte biri sadece gerçek talebe bakmaktadırlar. Bu firmalar genellikle sipariş üzerine üretim stratejisini benimsemişlerdir.

Kullanılmış parça tedariki talep ve geri dönüşler arasında dengenin korunması açısından önemlidir. Tedarikin yapılacağı potansiyel kaynakların doğru belirlenmesi istenilen kalite ve maliyette yenileştirmelerin yapılması anlamına gelmektedir.

Talep ve geri dönüşlerin dengelenmesinin yanında malzeme yönetimi ve ihtiyaç planlaması da önemli birer unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında firmalar tedarik ettikleri kullanılmış parçalar için büyük miktarlarda depo maliyetleri ile karşılaşmaktadırlar.

Son olarak işgücü ve planlamalar ile ilgili üretim kararlarının, kullanılmış parça tedarikine ve zamanlamasına göre ayarlanması önem arz etmektedir.

- **Ayrıştırma**

Genel olarak ayrıştırma işlemi değişken sürelerde gerçekleşmektedir. Bu süre dakikalardan haftalara kadar uzayabilir. Bu belirsizlik akışın süresini belirlemeyi zorlaştırdığı gibi çevrim zamanları oluşturulmasını imkansız kılmaktadır. Yöneticileri bekleyen zorlu bir konu da ayrıştırılan parçaları yenileştirme süreçlerine nasıl dağıtacaklarıdır. Ayrıştırma faaliyetleri emek yoğun faaliyet olarak sürdürülmektedir.

- **Geri dönen ürünlerin ne kadarının kurtarılacağına belirsizliği**

İki tane aynı ürünün geri dönüşünde elde edilecek yenileştirilebilecek parçalar grubu büyük değişkenlik gösterebilir. Parçalar, durumlarına göre, birçok değişik uygulamada kullanılabilirler.

- **Gerekli tedarik ağına sahip olmak**

Tedarik ağına sahip olmak kullanılmış bir ürünün nasıl toplandığı ve yenileştirilmek için geri getirildiği ile ilgilidir. Firmaların %81'i kullanılmış parçaları doğrudan müşterilerinden temin etmektedirler. Bunun yanında yeterli geri dönüşün olmadığı durumlarda stoklarda bekletilen, orijinal parça üreticilerinin yeterli düzeyde bulmayıp yenileştirilmiş parça üreticilerine sattığı bileşenlerin kullanılması söz konusudur. Tedarik yönetimi talebi karşılamak için kullanılmış parçaların nereden ve nasıl alındığını kontrol etmektedir.

- **Aynı malzeme ihtiyacı**

Bu ihtiyaç müşterinin getirdiği ürüne halen sahip olduğu ve onun aynı ürünü geri istediği anlamını taşımaktadır. Burada müşteri, yenileştirilmesini istediği ürünü bırakır ve bu ürünü daha sonra yenileştirilmiş olarak geri ister. Bu ürün birçok özel parçanın birleşiminden oluşuyor olabilir. Bu durum malzeme yönetimini ve ihtiyaç planlamasını zorlaştırır.

Ürünün eski halinde hazır olması gerekliliği ayrıştırma işleminin dikkatle yapılması, yenileştirme işlemlerinden geçerek monte edilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu ihtiyaç sipariş üzerine üretim yapan firmalar için ortak bir noktadır. Firmaların %15'inin sipariş üzerine çalıştıkları belirlenmiştir. Bunun sonucunda taleplerin dengelenmesi ortadan kalkmıştır.

Bu durumun en büyük dezavantajı ise çok kısa bir zaman için planlamanın yapılmasıdır.

Bu karakteristiğin bir diğer etkisi de planlama ve bilgi sistemlerinde ortaya çıkmaktadır. Aynı ürünü müşteriye geri teslim edebilmek için parçalar numaralandırılmalı ve takip edilmelidir.

Sipariş üzerine üretim yapan firmalar malzeme tedarikinde MİP kullanmamaktadırlar. Bu firmaların büyük bir kısmı ucuz parçalar için basit yeniden sipariş sistemleri kullanmakta, pahalı parçalar için ise ihtiyaç duyulduğunda sipariş vermektedirler. Sipariş üzerine üretim yapan ve kısa süreler için plan yaptıkları görülen bu firmalar çoğu zaman malzeme ve kaynak planlamasını ürün müşteriden geri dönünce yapmaktadırlar.

- **Rota ve işlem sürelerinin belirsizliği**

Yenileştirilmek için gelen parçaların birbirinden farklı durumlarda olması ve hangi işlemlerde ne kadar zaman harcayacaklarının belirsizliği, yenileştirme süreci içinde kaynak planlaması, üretim kontrolü ve malzeme yönetiminin yapılmasının geleneksel üretim yapan firmalardakine oranla ne kadar zor olduğunu göstermektedir. Yenileştirilecek parçanın hangi işlemlerden geçerek, bu işlemlerde ne kadar zaman harcayacağını bilinememesi kaynak planlamasını ve ürünler için akış sürelerinin belirlenmesini zorlaştırmaktadır.

Temizleme operasyonları işlem sürelerinin toplam zamana oranla %20'sini oluşturmaktadır. Yenileştirilmiş parça üreticilerinin yarısı ürün parçaları ve boyutları sebebiyle temizleme aşamasında sıkıntı yaşadıklarını bildirmişlerdir.

3.3. AMAÇ

Kaliteden ödün vermeden en kısa zamanda en ucuz üretimi gerçekleştirmek isteyen firmanın yalın üretim tekniklerinin uygulanması sonucunda beklentileri şunlardır:

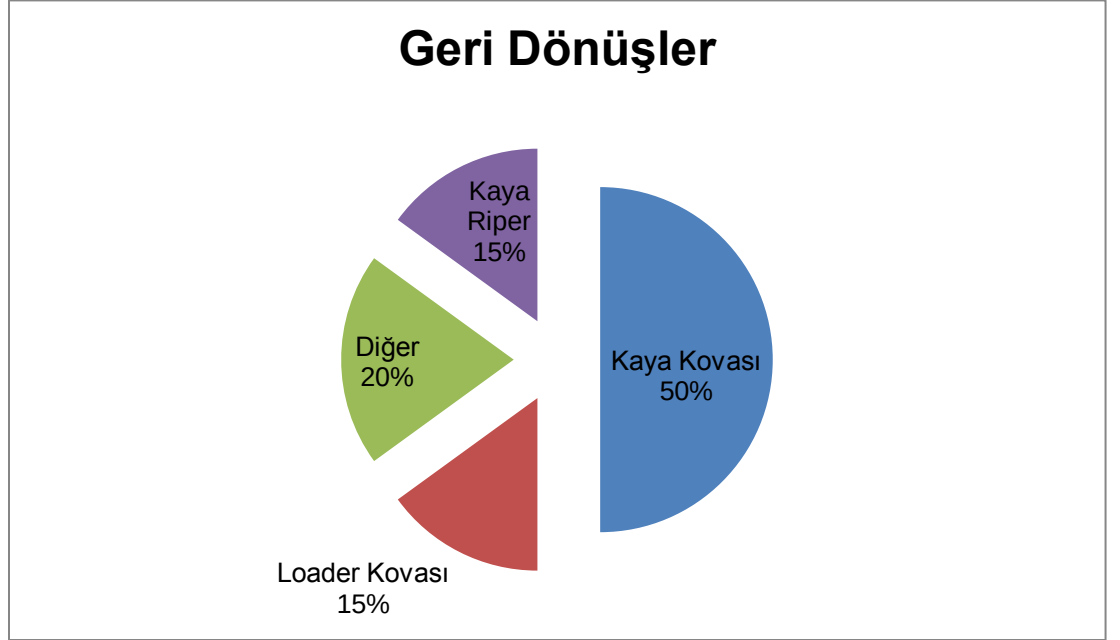
- Genel yenileştirme faaliyetlerindeki sürelerin kısaltılması
- Hazırlık sürelerinin düşürülmesi
- Daha esnek hale gelmek

3.4. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI

Uygulama firmanın Talaşlı İmalat Atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle yenileştirilmiş parça üretiminin karakteristikleri göz önünde bulundurularak hangi yalın üretim tekniklerinin bu sisteme uygun olacağını belirlemek gerekir. Yalın üretime giden yolda sadece israfları değil israf kaynaklarını da ortadan kaldırmak önemlidir. Bunun için öncelikle büyük resim üzerinden bakılmalıdır. Değer akışını anlayabilmek için firmanın değer akışını haritalamak başlangıç için gereklidir.

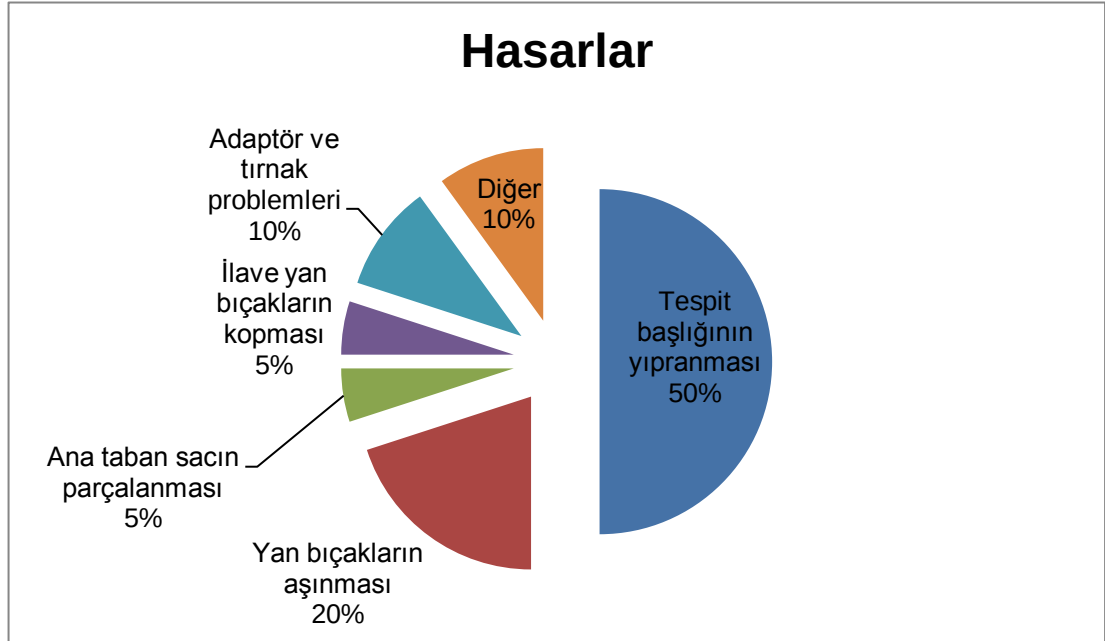
3.4.1. Ürün Ailesi Seçimi

Ürün ailesi benzer işlemlerden geçen, dizaynları, işlem süreleri ve yenileştirme süreçleri birbirine yakın olan ürünlerden oluşmalıdır. Firmaya yenileştirilmesi için ağırlıklı olarak gelen kullanılmış ürünler kovalardır. Yenileştirme işlemlerinin çoğunluğunu kovalar oluşturmaktadır. Şekil 3.1 firmanın yenileştirdiği ürünlerin oranlarını göstermektedir. Bunun için öncelikle bir ürün ailesinin seçimi gerekmektedir. Yenileştirilmek üzere geri dönen kullanılmış ürünler bizim ürün ailemizin girdileri olmaktadır.



Şekil 3.1. Firmada Yenileştirilen Ürünlerin Oranları

Yenileştirilmiş parça üretiminde karşılaşılan en büyük sıkıntılardan biri, geri dönüşlerin belirsiz miktarlarda ve zamanlarda olmasıdır. Bu yüzden ürün ailesinin seçilmesinde ağırlıklı olarak benzer kusurlarla geri dönen ve benzer işlemlerle yenileştirilecek ürünler ele alınmalıdır. Şekil 3.2’de kaya kovalarında ortaya çıkabilecek kusurlar grafik olarak sunulmuştur. Buna göre yenileştirilen kovalarda ortaya çıkan hasarların %50’si tespit başlığından kaynaklanmaktadır. Durum incelendiğinde kovalar arasından kaya kova ve Loader kaya kovalarının tespit başlığından kaynaklanan bir problemle geri döndüğünü düşünürsek bu iki kovanın takip edeceği yenileştirme işlemleri aynı olacaktır. Bu sebeple bu iki kova ürün ailesine seçilmişlerdir.

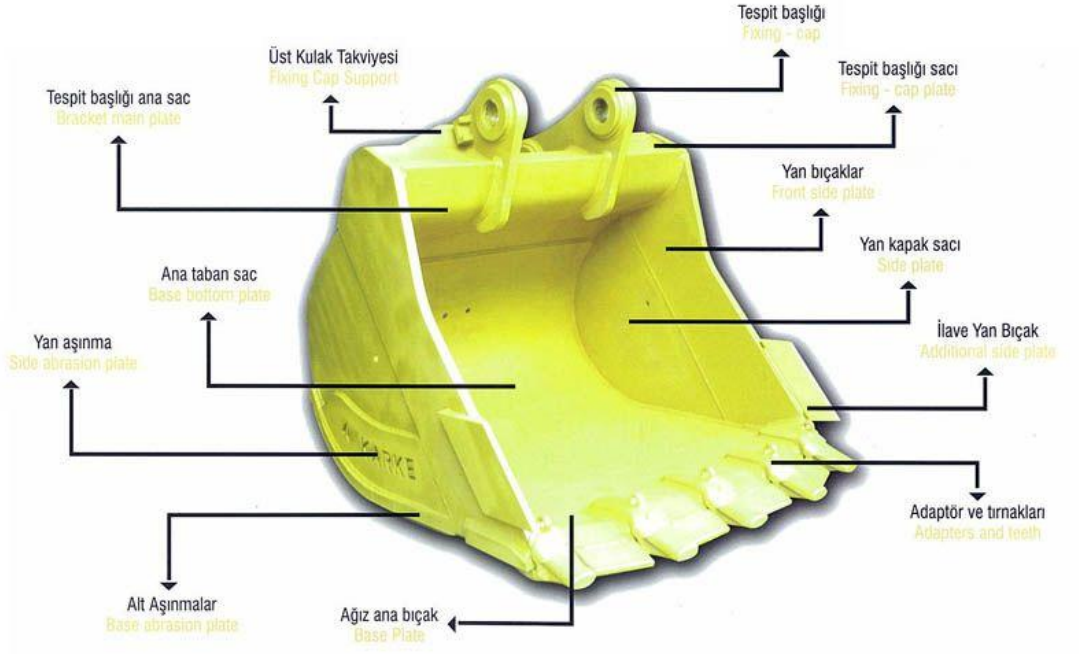


Şekil 3.2. Kovalarda Hasarlar

Tablo 3.1. Ürün Ailesi Seçimi

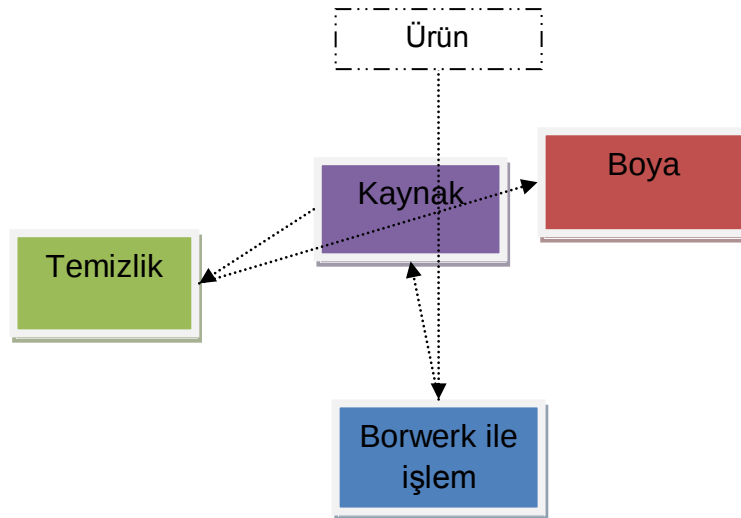
Ürün / İşlem	Borwerk	Kaynak	Temizlik	Boyama
Kaya Kovası	X	X	X	X
Loader Kaya Kovası	X	X	X	X

Kaya kovası ve Loader kaya kovasında belli bir süre kullanıldıktan sonra en sık karşılaşılan problemler müşteriler tarafından firma yetkilileri ile paylaşılmaktadır. Kovalarda karşılaşılan problemlerin daha iyi anlaşılması için ürünü tanımak gerekmektedir. Şekil 3.3’de bir kaya kovası gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Kaya Kovası

Firmada işlemlerin yerleşimi Şekil 3.4’de görüldüğü gibidir. Oklar kullanılmış ürünün rotasını göstermektedir. Görüleceği üzere akışta izlenen rota karmaşıktır.



Şekil 3.4. Yerleşim Planı

3.4.2. 5S Uygulaması

Mevcut durum haritasını hazırlamadan önce sistemin karışıklığından ve düzensizliğinden kurtulmak için 5S uygulamasına yapılmalıdır. Bu aynı zamanda sistem performansını da arttıracaktır. Borwerk makinesi için yapılan 5S çalışması aşağıdaki şekildedir.

Sınıflandırma:

Malzemelerin dağınıklığı giderilmiştir ve ihtiyaç duyulmayan aletler yerlerine kaldırılmıştır.

Düzenleme

Borwerk makinesi çalışırken, çalışan kişi herhangi bir ekstra malzemeye ihtiyaç duymamaktadır. Bu yüzden bu konuda herhangi bir girişimde bulunulmamıştır.

Temizlik

Toz, kir ve atıklar verimsizliği beraberinde getirmektedir. Yapılması gereken günlük temizlik ve görevler konusunda bilgilendirme yapılmıştır.

Standartlaştırma

Mevcut personelin kuralları zorunluluk olarak görmeyip, onları benimsemesi gerekir. Düzenleme ve temizliğin sürekliliği için bu şarttır ve düzen bu sayede korunmaktadır.

Disiplin

Sistemin bozulmaması için taviz vermemek gerekmektedir.

3.4.3. Mevcut Durum Haritasının Oluşturulması

Firma, sipariş üzerine üretime dayalı çalışmaktadır. Yenileştirilmiş parça üretiminde kesinlikle stok için çalışmamaktadır. Ancak yeni ürün üretimi de yaptığı için stok bulundurmakta ve ayrı bir depoda stoklarını tutmaktadır.

Kullanılmış kovanın atölye içerisindeki akışı şu şekilde gerçekleşmektedir:

Müşteri tarafından atölyeye getirilen kova öncelikle atölyenin içinde konuşlanmış iki vinçten ürün kabulüne yakın olana yüklenir. Vinç yardımıyla içeri alınan kova öncelikle kontrol edilir ve hasarı tespit edilerek müşteriden teslim alınır. Atölye içerisindeki kova hareketi sürekli vinçler yardımı ile yapılmaktadır. Yerleşim planında görülen izlenen karışık rota zaman kaybına yani israfa sebep olmaktadır.

Müşteriden teslim alınan kova yenileştirilmiş parça üretiminin ilk aşaması olan ayrıştırmaya girmiştir. Bu işlemde kovadaki kullanılmaz hale gelmiş veya kovaya artık herhangi bir katkısı olmayacak malzeme çıkartılır. Bu aşamada ayrılan süre çok uzun veya çok kısa olabilir. Harcanan süreler geri dönen her ürünün farklı bir yapıya sahip olabileceğini ve dolayısıyla zaman belirsizliğinin ancak yenileştirilecek ekipman ile karşılaşıncaya ortadan kaybolduğu söylenebilir. Sonuçta elde edilen parçalar ya hurda olacaktır ya da geri dönüşüme gönderilecektir.

Ayrıştırma aşamasından sonra parçanın diğer aşamaya geçmeden temizlenmesi gerekiyor olabilir. Bu dikkat edilmesi gereken bir husustur, çünkü ekipman üzerinde yağ, kir vb. partiküllerden dolayı yapılacak yenileştirme istenilen performansta olmayabilir. Temizlikten sonra onarım aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada kaynak işlemi ve Borwerk makinesi devreye girmektedir. Borwerk büyük parçaları işlemek için kullanılan yatay ve dikey hareket edebilen bir tezgahdır. Temizlik ve ardından kovanın boyanmasıyla yenileştirme sona ermektedir.

Takt zamanı, yani müşteri talebi temposu, üretim hızını satış hızı ile senkronize eden bir referans ölçütüdür. Şu şekilde hesaplanır:

a: Vardiya başına kullanılabilen iş zamanı

b: Vardiya başına müşteri talep miktarı

Takt zamanı = a / b

Günden güne takt zamanını değiştirmek verimsiz bir yoldur, iş temposunu bozar ve kalite problemlerine yol açabilir. Kalitesiz üretim kesinlikle kabul edilemez.

Gelecek durumun geliştirilmesi, mevcut üretimin analizi ile başlar. Haritada işlemleri göstermek için bir dizi sembol kullanılmıştır. Bu semboller Ek'te verilmiştir. Bir işlemin gösterilmesi için proses kutuları kullanılır. Her bir proses kutusu, içinden malzeme akan bir işlemi gösterir.

Elde ettiğimiz mevcut durum haritasından yola çıkarsak,

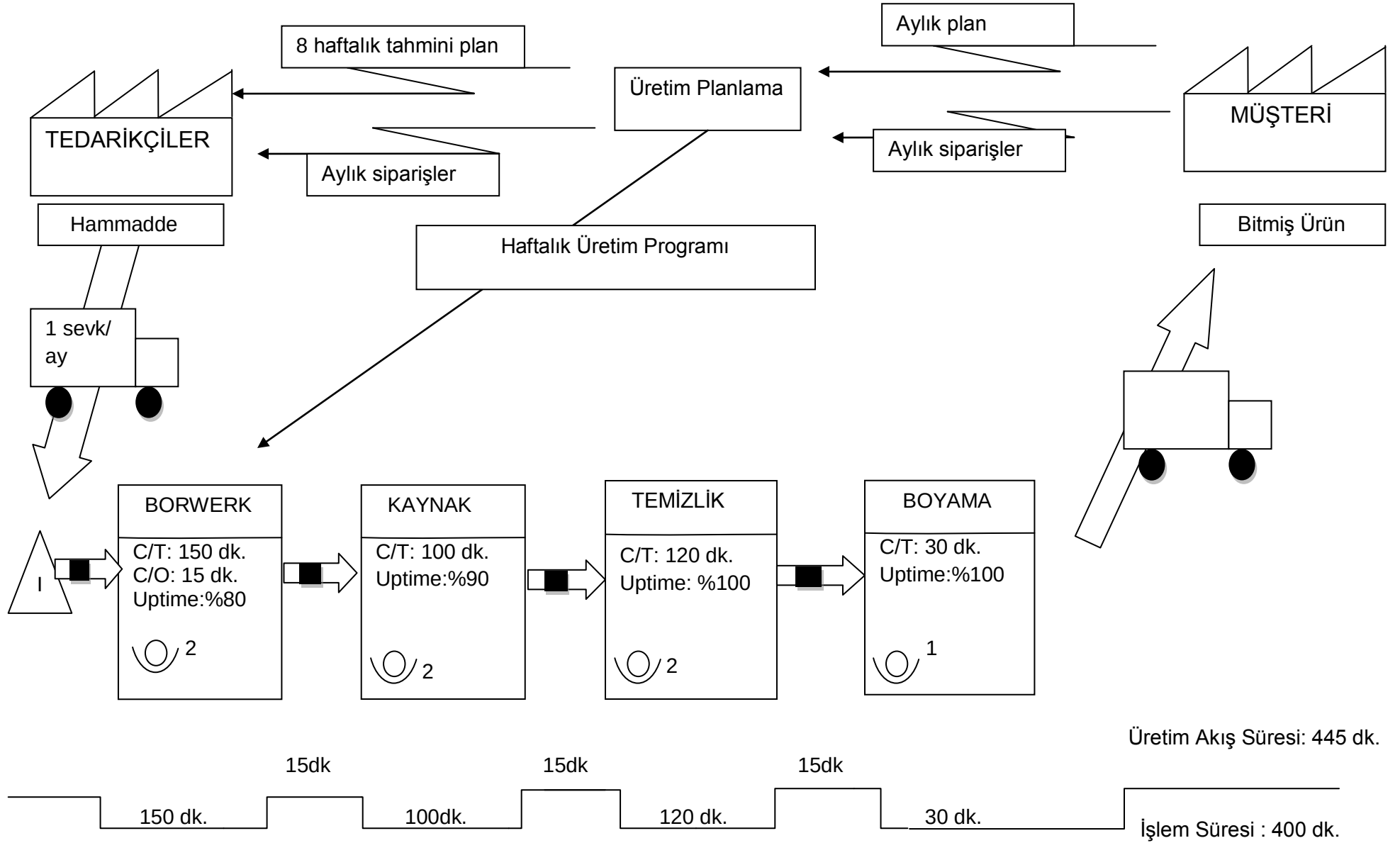
08:30 - 18:00: Firmanın çalışma saatleri

10:00 - 10:30; 12:30 – 13:30; 15:00 – 15:30 : Mola saatleri

Bu durumda bir vardiya olarak çalışmakta olan firmada, vardiya süresi 570 dakikadır (9,5 saat). Bu süreden mola ve yemek arasını çıkartırsak,

$570 - 120 = 450$ dakika net çalışma zamanıdır.

Mevcut durum haritasında işlemlerin süreleri ile ilgili değerler firmanın verileridir. Şekil 3.5' teki harita bu veriler doğrultusunda şekillendirilmiştir.



Şekil 3.5. Mevcut Durum Haritası

Takt zamanını bulabilmek için müşteri talebine ihtiyacımız vardır. 2010 yılı verilerine göre Aralık ayında toplam 200 adet sipariş alınmış, bunların 150 tanesi kaya ve Loder kovalarıdır. Bu miktar günlük olarak 5 adettir.

Buna göre,

Takt zamanı $450/5 = 90$ dakikadır.

Kalite sadece başlangıçta değil tüm süreç boyunca kontrol edilir. Firmanın kalite konusundaki hassasiyeti rekabetin fazla olduğu bu sektörde gerekli ve doğru bir yaklaşımdır. Yalın üretimin kalitesizliği anında tespit eden anlayışını bünyesinde barındıran çalışanlar her aşamada titiz bir şekilde üretime katılmakta, gerekirse müdahale ederek üretimi durdurabilmektedir.

Firmada çalışan işçi sayısı yedi kişidir. Araştırmalarda yenileştirilme yapan firmaların birçoğunda çalışan işçi sayısının az olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla bu durum şaşırtıcı değildir. Uzmanlaşma en yüksek seviyede olup her işçi diğerinin işini yapabilecek yetenektedir. Bu durum akışın sürekliliğinin sağlanması açısından faydalıdır.

3.5. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

- **Kanban Sistemi**

TZÜ'deki en büyük israflardan biri stoktur. Firmada yenileştirilen ürünlerin boyutlarının büyüklüğü ve bu ürünlerin stoklanması sonucunda ortaya çıkacak depo maliyetinin yüksekliği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle firma yenileştirilen ürünleri müşterilerinin anında teslim almasını sağlayarak stok oluşumuna engel olmaya çalışmaktadır.

Sipariş üzerine üretim yapan bu firmada tek parça akışı ile birbirine bağlı işlemler bulunmaktadır. TZÜ sistemini destekleyen bir alt sistem olan kanban sisteminin bu firmada uygulanması uygun değildir. Bunun nedeni yenileştirmenin çok çeşitli şekillerde yapılması ve her ürünün kendine özel işlemlere ihtiyaç duymasıdır.

- **Üretimde Düzenlilik**

Üretimde düzenlilik ilkesinin en büyük avantajlarından biri, üretimin talep değişikliğine stok tehlikesine düşmeksizin adapte olmasını sağlamaktır. Aynı hatta birden fazla ürünün üretilmesi esasına dayanan bu teknik ile talep dalgalanmaları anında karşılanmış olacaktır. Ancak bu durum sıfır ürün üretimi için geçerlidir.

Yenileştirme, sıfır ürün üretimi olmadığından üretimde bir düzenlilik oluşturulması mümkün değildir çünkü müşterinin teslim ettiği her yenileştirilecek ürün farklı aşamalarından geçerek orijinal özelliklerine yaklaştırılmaktadır. Firma farklı aşamalardan geçecek bu ürünlerin işlemlerini sırayla gerçekleştirmektedir. Bu durum akışın düzgün olarak gerçekleştiğini gösterebilir ancak üretimde düzenlilik anlamına gelmemektedir.

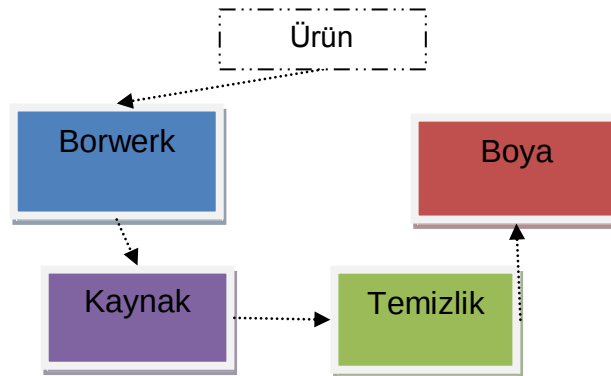
- **Tek Parça Akışı**

Firmada yenileştirilecek parçaların süreç içerisinde ilerlemesi yavaş olmaktadır. Ağır ve büyük parçaların vinçler yardımıyla diğer sürece taşınabildiği bu ortamda yerleşim planı beklemeyi en aza indirecek şekilde tasarlanmamıştır. Şekil 3.4' te firmanın yerleşim planı gösterilmiştir. Bu plan karmaşıktır ve zaman kaybına neden olmaktadır. Yenileştirilecek ürünlerin son halini alması için gereken tüm makinelerin yenileştirme akışına göre birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve makineler arası taşınma süreçlerinin olabildiğince azaltılması için Şekil 3.6' daki yerleşim planı önerilmiştir.

- **U-Hatları**

Bir işçinin birden fazla makineden sorumlu olması tek parça akışı ve süreç bazlı hat anlayışı ile birleşince U-Hatları oluşmuştur. Makine değiştirmenin yerine U-hatlarını kullanmak çok daha mantıklıdır. Firmada yeni yerleşim planı çerçevesinde u-hatlarının gelecek durum haritasına katkısı görülecektir.

U hatlarının verimliliğinden yararlanılması ve tek parça akışının gerçekleştirilmesi için şu yerleşim planı önerilmektedir:



Şekil 3.6. Önerilen Yerleşim Planı

- **Poka-Yoke ve Jidoka**

Hatanın anında tespit edilmesi esasına dayanan poka-yoke anlayışına göre yenileştirilen ürünlerin her aşamada kontrol edilmesi ve aksaklıkların anında giderilmesi zorunluluktur.

Bunun yanında jidoka yani otonomasyon zaten firmada var olmayan ve var olması mümkün olmayan bir parçadır. Bunun nedeni birbirine bağlı işlemlerin hiçbirinin otomatik makineler tarafından yapılamamasıdır. Yenileştirmede, yenileştirilecek parçalar standart olmadığı için otonomasyon başarılı olamayacaktır.

- **Toplam Üretken Bakım**

Firmada makinelerin düzenli bakımları konusunda büyük bir ilgisizlik göze çarpmaktadır. Firma yöneticisinden alınan bilgiler ışığında firmanın bakım çalışmalarını önemsemediği ve bakım maliyetlerini zarar olarak değerlendirdiği anlaşılmaktadır. Makinelerin düzenli bakımlarının yapılmadığı böyle bir ortamda olası arızalar ekonomik anlamda büyük kayıplara yol açabilecektir.

Bu durumda öncelikle çalışanlar ekipmanlar hakkında yeterince bilgilendirilmeli ve planlı bakımlar çizelgelenmeli, ardından otonom bakım için sorumlu kişiler veya takımlar belirlenmeli ve son olarak odaklanmış iyileştirme çalışmalarına başlanmalıdır. Toplam üretken bakım için gerekli çabanın sarf edilmesi sonucunda gelecekte ortaya çıkabilecek önemli sorunların önüne geçilebilecektir.

- **Bir Dakikada Kalıp Değiştirme**

Borwerk Makinesinin tespit başlıklarının yenileştirilmesi için ayarlanması makineyi kullanan tecrübeli personel tarafından bir dakikanın altında bir sürede gerçekleştirilmektedir.

- **Kalite emberleri**

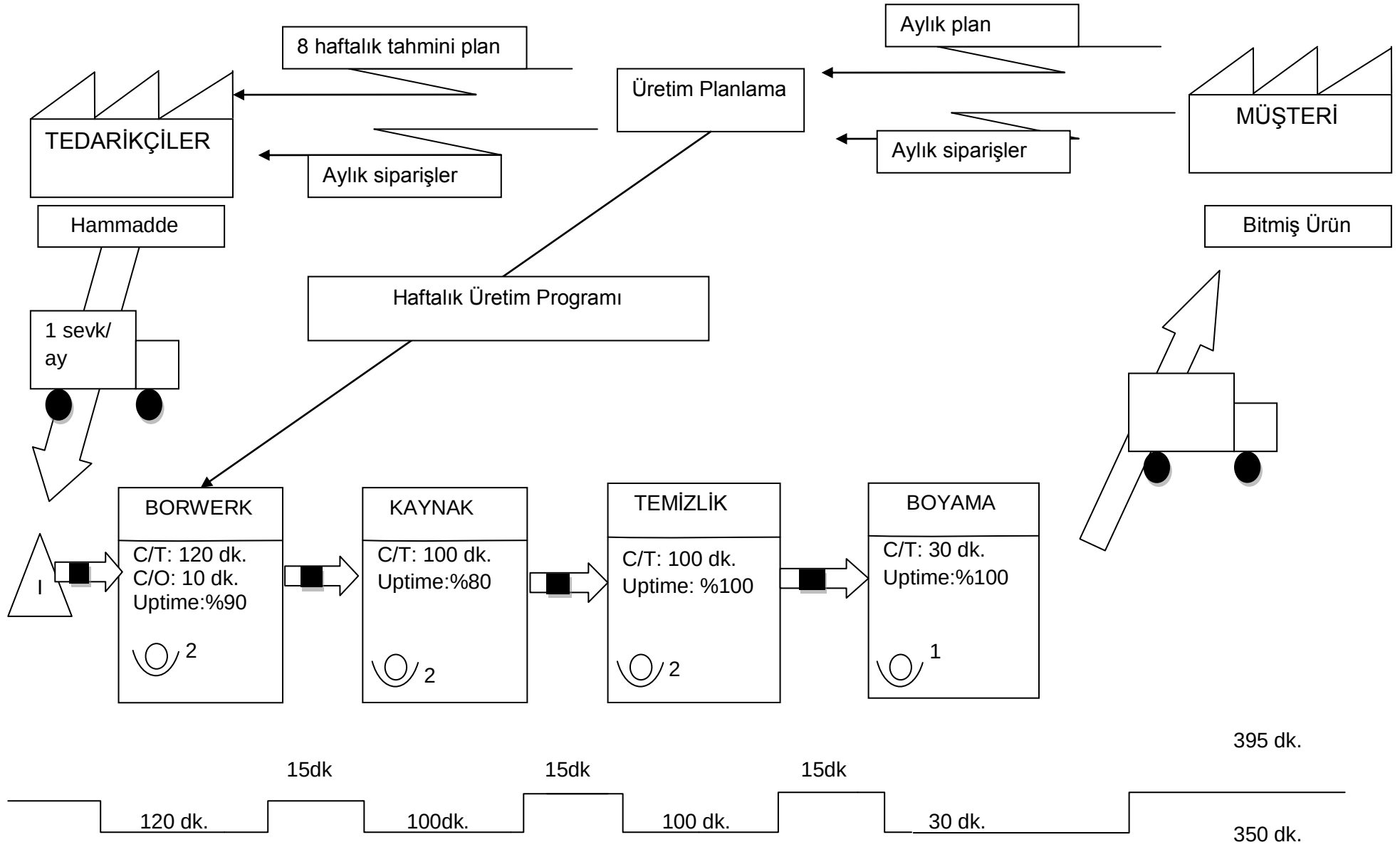
Kalite, üretimin her anında vardır ve kalite düşüklüğü meydana geldiği anda bulunup yok edilmelidir. Bunun için çalışma gruplarının oluşturulması önem taşımaktadır.

Yedi alışanı olan firmada aynı bölümde çalışmakta ve benzer işleri yapmakta ve aynı sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Bu nedenle üyelerin aynı amacı paylaşan grup üyeleri olarak işlevlerini sürdürdükleri söylenebilir. alışan herkes kendi içinde istenen kaliteyi yaratmak zorunda olduğu için kendi içine daha çok eğilmekte, evre problemleri ile de ilgilenmektedirler. Böylece sorumluluk başka çalışanların üzerine atılmamaktadır.

Yukarıdaki faaliyetler yerine getirildiği için kalite çemberlerinin oluşturulmasına gerek yoktur ancak kalitenin arttırılması için aşağıdaki hususlar yerine getirilmelidir:

- Kalitenin arttırılması için ekip çalışmalarına gönüllü katılım teşvik edilmelidir.
- Çalışanlar problemleri tartışmak ve çözmek için düzenli olarak bir araya gelmelidirler. Bu toplantılar haftada en az bir kere yapılmalıdır.
- Çalışanlar nispeten belirli olan sorunların çözümünde aktif rol oynamamaktadırlar. Aktif rol almaları sağlanmalıdır.

Şekil 3.7' de gelecek durum haritası verilmiştir. Haritaya işlem zamanlarındaki iyileştirmeler yansıtılmıştır. Bu iyileştirmeler yerleşim planının yenilenmesi ve 5S uygulamalarının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.7. Gelecek Durum Haritası

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün en popüler üretim sistemlerinden birisi olan ve uygulandığı alanlarda büyük katkılar sağlamış yalın üretim her yönden bir israf yok edicisidir. Ancak bu çalışma yalın üretim prensiplerinin yenileştirilmiş parça üretimi yapan firmalara uygulanmasının normal sistemlere oranla daha zor olduğunu göstermektedir. Bu zorluk, tam zamanında üretim için gerekli olan sistemlerin eksikliğinden, ürünlerin belirsiz zaman ve miktarlarda geri dönmelerinden ve bu ürünlerin rota ve işlem sürelerinin belirsiz olmasından kaynaklanmaktadır. Yenileştirilmiş parça üretiminin yalın akışı sınırlayan özellikleri düzensiz çevrim zamanlarına ve WIP stoklarının artışına sebep olabilmektedir.

Uygulamayı gerçekleştirdiğimiz firmada öncelikle atölye yerleşim haritası, değer akışı yönü takip edilerek çıkarılmıştır. Bununla birlikte atölyedeki olumsuz fiziki şartlar ve dağınıklık dikkat çekmiştir. Bu durum üretim zamanını ve dolaylı olarak da üretim maliyetini arttırır. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için öncelikle alınması gereken tedbirler vardır. Amacımız yalın üretim prensiplerinden firma için uygun olanları belirleyerek üretim süresini ve maliyetini azaltmak, böylece firmanın daha fazla sayıda sipariş alarak rakipleri karşısında avantajlı duruma geçmesini sağlamaktır. Bunun sonucunda öncelikle 5S uygulamasının yapılması gerekliliği ön plana çıkmıştır. Uygulama sonucunda verimlilik artışı ve üretim süresinde azalma sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra yerleşim planında da düzenleme yapılarak hem fiziki şartların daha iyi olması temin edilmiş hem de atölye yalın akış için uygun hale getirilmiştir.

Bununla birlikte yalın üretim prensiplerinin yenileştirilmiş parça üretimi yapan firmalara uygulanmasındaki kısıtlar belirlenmiştir. Şu net bir şekilde söylenebilir ki, geri dönen ürünlerin ve işlem sürelerinin belirsizliği bu prensiplerin uygulanmasını kısıtlayan en önemli husustur.

Bunun yanında düzgün akışı sağlamak ve israfları azaltmak adına atölye yerleşim planının yenilenmesi akışa etki etmiştir. Çalışma ortamının bu şekilde düzenlenmesi üretim süresini kısalttığı gibi akışın daha rahat görülmesini ve esnekleşmesini sağlamaktadır.

Firma bu şartlar altında aldığı sipariş sayısını arttıracak, işi daha erken teslim edecek, daha güvenilir, daha kaliteli üretim yaparak rakipleri karşısında daha üstün duruma geçecektir.

KAYNAKÇA

ACAR, Nesime, **Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları**, Ankara, MPM Yayınları, 2000.

AKSOY, Hasan Kıvanç, GUPTA, Surendra M., “Buffer allocation plan for a remanufacturing cell”, **Computers & Industrial Engineering**, Sayı 48, Mayıs, 2005, s.657-677.

BARTIZAL, David A.,Guptai Sanjay, “Environmental Benefits of Imation Eartwise Remanufactured Toner Cartridges”, **White Paper**, Nisan, 2009, s.1-3.

BRAH,S. A. ve CHONG, W. K., “Relationship Between Productive Maintenance And Performance”, **International Journal Of Production Research**, Sayı 42, Haziran, 2004, s.2383-2401.

BÜYÜKSAATÇI, Sinem, KÜÇÜKDENİZ, Tarık, ESNAF, Şakir, “Geri Dönüşüm Tesislerinin Yerinin Gustafson - Kessel Algoritması - Konveks Programlama Melze Modeli Tabanlı Simulasyon İle Belirlenmesi”, **İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, Sayı:13, Eylül, 2008, s.1-20.

CHAN, F. T. S., LAU, H. C. W., CHAN, H. K., and KONG, S., (2005), “Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study”, **International Journal of Production Economics**, Sayı 95, s.71-94.

COHEN, Steven, RONALD Brand, **Total Quality Management in Government**, San Francisco, Jossey Bass. Publ., 1993.

CORRAL, Carlos Montalvo, “Sustainable production and consumption systems - cooperation for change: assessing and simulating the willingness of the firm to adopt/develop cleaner technologies. The case of the In-Bond industry in northern Mexico”, **Journal of Cleaner Production**, Sayı 11, Haziran, 2003, s.411-426

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Commission on Environment and Development-WCED), **Our common future**, Oxford University Press, New York, 1987.

FERRER, Geraldo, SWAMINATHAN, Jayashankar M., “Managing new and differentiated remanufactured products”, **European Journal of Operational Research**, Sayı 203, Haziran, 2010, s.370-379.

FERRER, Geraldo, AYRES, Robert U., “The Impact Of Remanufacturing in the economy”, **Ecological Economics**, Sayı 32, Mart, 2000, s.413-429.

FLEISCHMANN, Moritz, BLOEMHOF-RUWAARD, Jacqueline M., DEKKER, Rommert, VAN DER LAAN, Erwin, VAN NUNEN, Jo A.E.E, VAN WASSENHOVE, L. N., “Quantitative models for reverse logistics: A review”, **European Journal of Operational Research**, Sayı 103, Kasım, 1997, s.1-7.

GUIDE, D., WASSENHOVE, L.N., “Managing Product Returns For Remanufacturing”, **Production and Operations Management**, Sayı 10, Haziran 2001, s.142-155.

GÜNGÖR, Aşkıner, GUPTA, Surendra M., “Issues in Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery: A Survey”, **Computers & Industrial Engineering**, Sayı 36, Eylül, 1999, s.811-853.

HAUSER, William, LUND, Robert T., **The Remanufacturing Industry: Operating Practices and Strategies**, Boston University Press, Boston, 2008.

KAVRAKOĞLU, İbrahim, **Toplam Kalite Yönetimi**, İstanbul, Kalder Yayınları, 5. Baskı, 2001.

KERR, Wendy, RYAN, Chris, “Eco-efficiency Gains From Remanufacturing: A Case Study of Photocopier Remanufacturing at Fuji Xerox Australia” , **Journal of Cleaner Production**, Sayı 9, Şubat, 2001, s.75-81.

LIKER, Jeffrey K., **Toyota Tarzı**, Ümit ŞENSOY, İstanbul, Optimist Yayın, 2010.

MCKONE, Kathleen. E., SCHROEDER, Roger. G., CUA, Kristy O., “The Impact Of Total Productive Maintenance Practices On Manufacturing Performance”, **Journal Of Operations Management**, Sayı 19, Ocak, 2001,s.39-58.

MEYERS, Fred E., STEWART, James R., **Motion and Time Study: For Lean Manufacturing**, Prentice Hall, New York, 2002.

MONDEN, Yasuhiro.,**Toyota Production System**, Georgia, Industrial Engineering and Management Press, 1993.

MONDEN, Yasuhiro., **Applying Just in Time**, Atlanta, Industrial Engineering and Management Press, 1996.

MORGAN, James M., LIKER, Jeffrey K., **Toyota Ürün Geliştirme Sistemi**, Aysel YILMAZ, İstanbul, Bzd Yayın, 2007

MUKHOPADHYAY, Samar K., MA, Huafan, “Joint Procurement and Production decisions in remanufacturing under quality and demand uncertainty”, **International Journal of Production Economics**, Sayı 120, Temmuz, 2009, s.5-17.

Nakajima S., **TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance**, Cambridge, Productivity Press, 1989.

O'BRIEN, Christopher, “Sustainable Production – A New Paradigm For a New Millenium”, **International Journal of Production Economics**, Sayı 60-61, Nisan, 1999, s.1-7.

OHNO, Taiichi, **Toyota Ruhu**, Canan FEYYAT, İstanbul, Scala Yayıncılık, 4. Baskı, 2010.

OKUR, Ayperi Serdaroğlu, **Yalın Üretim - 2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii için Yapılanma Modeli**, İstanbul, Söz Yayın, 1. Baskı, 1997.

ÖZKIR, B. “TPM ve Yalın Üretim Sistemi”, **TMMOB Makine Mühendisleri Odası III. Bakım Teknolojileri Kongresi Bildiriler Kitabı**, No:453, 2007, s.53-59.

ÖZYURT, O., “Energy Issues and Renewables For Sustainable Development in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Sayı 14, Temmuz, 2010, s.2976–2985.

ROTHER, Mike, SHOOK, John, **Görmeyi Öğrenmek: Değer Yaratmak ve İsrafı (Muda) Ortadan Kaldırmak İçin Değer Akışı Haritalandırma**, The Lean Enterprise Institute, Ayşe SOYDAN, Versiyon 1.2, 1999.

SEITZ, Margarete A., “A Critical Assessment of Motives For Product Recovery: the case of engine remanufacturing”, **Journal of Cleaner Production**, Sayı 15, Eylül, 2007, s.1147-1157.

SHAH, Purvin, Optimising Usage of Recycled Material in a Remanufacturing Environment, New York, The State University of New York, Yüksek Lisans Tezi, 2005.

SHINGO, S., **Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement**, Productivity Press, Cambridge, 1988.

SOYHAN, Hakan S., “Sustainable energy production and consumption in Turkey: A review”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Sayı 13, Ağustos-Eylül, 2009, s.1350-1360.

SUNDIN, Eric, “Product and Process Design for Successful Remanufacturing”, İsveç, Linköping University, Doktora Tezi, 2004.

STEINHILPER, Rolf, Remanufacturing; **The Ultimate Form of Recycling**, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1998.

TEUNTER, Ruud H., VLACHOS, Dimitrios, “On the necessity of a disposal option for returned items that can be remanufactured”, **International Journal of Production Economics**, Sayı 75, Şubat, 2002, s.257-266.

THE PRODUCTIVITY PRESS TEAM, **Kanban For The Shopfloor**, New York, Productivity Press, 2002.

THE RECOVERY FORUM, **Remanufacturing in the UK: a significant contributor to sustainable development?**, Pagefast Limited, Lancaster, 2004.

ÜNNÜ, Kaan. Yalın Üretim Sistemi ve Yardımcı Teknikleri, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2003

VELEVA, V., HART, M., GREINER, T., CRUMBLEY, C., Indicators of Sustainable Production”, **Journal of Cleaner Production**, Sayı 9, Ekim, 2001, s.447-452.

VOSS, C. A., “Operations Management From Taylor To Toyota And Beyond?”, **British Journal Of Management**, Sayı 6, Aralık 1995, s. 17-29.

WOMACK, Daniel T., JONES, Daniel T., **Yalın Düşünce**, Oygur YAMAK İstanbul, Optimist Yayın Dağıtım, 2010

Xing Ke, BELUSKO, Martin, LUONG Lee, ABHARY, Kazem, “An Evaluation Model Of Product Upgradeability For Remanufacture”, **The International journal of advanced manufacturing technology**, Sayı 35, Eylül, 2006, s.1-14.

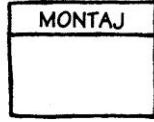
Number of Cars, <http://hypertextbook.com/facts/2001/MarinaStasenko.shtml> , 21.12. 2010.

Hauser, Lund, Remanufacturing: An American Resource, 2003:4, www.bu.edu/remman/RemanSlides.pdf , 15.11.2010

Neden Geri Kazanım, <http://www.cevko.org.tr/cevko/lc-Sayfa/Tuketiciler/Neden-Geri-Kazanım-.aspx> , 20.12.2010

Geri Dönüşüm Nedir?, http://www.cevreonline.com/atik2/geri_donusum.htm , 20.12.2010

Ek-1

Malzeme Sembolleri**Tanımı****Not**

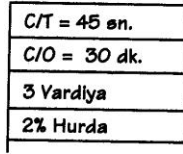
Üretim Prosesi

Bir proses kutusu bir akış alanına karşılık gelir. Bütün prosesler belirtilmeli. Aynı zamanda üretim kontrol gibi departmanları göstermek için kullanılır.



Dış Kaynaklar

Müşterileri, tedarikçileri ve dışarda gerçekleştirilen üretim proseslerini göstermek için kullanılır.



Bilgi Kutusu

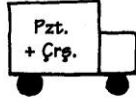
Üretim prosesi, departman, müşteri vb. ilgili bilgileri kaydetmek için kullanılır.



300 adet
1 Gün

Stok

Miktar ve zaman not edilmeli.



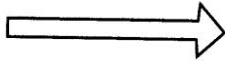
Kamyonla Sevkiyat

Sevkiyat sıklığı not edilmeli.



Üretilen malzemenin
TIME ile hareketi

Bir sonraki prosesin ihtiyacından önce üretilen ve ileriye doğru itilen malzeme; genellikle çizelgeye bağlı.



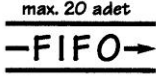
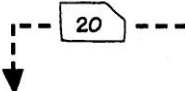
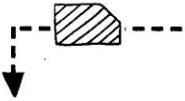
Bitmiş ürünün
müşteriye hareketi



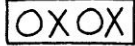
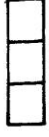
Süpermarket

Daha önceki prosesin üretimini çizelgelemek için kullanılan kontrollü parça stoğu.

Ek-2

Malzeme Sembolleri	Tanımı	Not
	Çekiş	Malzeme çekişleri, genellikle süpermarketten.
	Prosesler arasında, "FIFO" prensibine göre, kontrollü miktarda malzeme transferi.	Prosesler arasında miktarı sınırlayan ve FIFO akışını sağlayan bir araç. En fazla miktar kaydedilmeli.
Bilgi Sembolleri	Tanımı	Not
	Manuel Bilgi Akışı	Örneğin; üretim çizelgesi veya sevkiyat çizelgesi.
	Elektronik Bilgi Akışı	Örneğin EDI (Electronic Data Interchange) ile.
	Bilgi	Bilgi akışını tanımlar.
	Üretim Kanbanı (kesikli çizgiler kanban akışını gösterir)	"Kasa başına bir" kanban. Prosese hangi parçadan kaç tane üreteceğini söyleyen ve bunu yapması için izin veren bir kart veya araç.
	Çekme Kanbanı	Malzeme taşıyıcıya parça transfer etmesi (yani süpermarketten müşteri prosese) emrini veren kart veya araç.
	Sinyal Kanbanı	"Yığın başına bir" kanban. Yeniden sipariş noktasına ulaşıldığında sinyal verir ve yeni bir parti üretilir. Model değişikliği gerektirdiği için yığın üretim yapması gereken tedarikçi proseslerde kullanılır.

Ek-3

Bilgi Sembolleri	Tanımı	Not
	Sıralı-Çekme Topu	Daha önceden belirlenmiş tip ve miktarda hemen üretim yapması emrini verir. Süpermarket kullanmadan alımtanaj prosesleri için bir çekme sistemi.
	Kanban Kutusu	Kanbanların toplandığı ve dağıtım için tutulduğu yer.
	Yığın Halinde Kanban Hareketi	
	Yük Seviyelendirme	Bir zaman dilimi içinde üretim hacmini ve ürün karmasını seviyelendiren bir araç.
	"Git-gör" Üretim Çizelgeleme	Stok seviyelerini kontrol ederek çizelge düzeltme.
Genel Semboller	Tanımı	Not
	"Kaizen İyileştirmeleri"	Değer akışı vizyonunu gerçekleştirmede kritik olan proseslerde ihtiyaç duyulan iyileştirmeleri vurgular. Kaizen saha uygulamalarını planlamak için kullanılabilir.
	Tampon veya Emniyet Stoğu	"Tampon" veya "emniyet stoğu" not edilmeli.
	Operatör	Üstten bakılan bir çalışanı gösterir.

ÖZET

ŞENGÜL, Aytaç, “Yalın Üretim Prensiplerinin Yenileştirilmiş Parça Üretimi (Remanufacturing) Yapan Bir Firmaya Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2011.

Yenileştirilmiş parça üretimi, yaşam süresini tamamlamış ya da herhangi bir nedenle kullanılamaz hale gelmiş ürünlerin yeniden kullanılabilmesine olanak sağlayan bir üretim şeklidir. Yalın üretim ile en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretim, müşteri talebini karşılayacak şekilde, israfsız ve tüm üretim faktörleri en esnek şekilde kullanarak sağlanır. Yenileştirilmiş parça üretimi yapan bir firmada yalın üretim prensipleri belli kısıtlar çerçevesinde uygulanabilir. Bu kısıtların en önemlileri belirsiz zaman ve miktarda geri dönen kullanılmış ürünler ve bu ürünlerin yenileştirilirken izleyecekleri yolun farklılığıdır. Bu çalışmada yenileştirilmiş üretim yapan bir firmada yalın üretim prensipleri yardımıyla daha verimli ve hızlı yenileştirmenin yolları üzerinde durulmuştur.

Anahtar Sözcükler

1. Yalın
2. Yenileştirme
3. Üretim
4. Değer
5. Akış

ABSTRACT

ŞENGÜL, Aytaç, “The Application of Lean Manufacturing Principles in a Remanufacturing Company”, Master Thesis, Ankara, 2011.

Remanufacturing is a production system that turns products, whose expected lives are over or ended by any reason, back to life. In order to make the cheapest and the most accurate production, lean manufacturing uses minimum resource and minimum time without any waste. Remanufacturing limits usage of some lean manufacturing principles. The most important limitations among the others are used products that comes at uncertain time and amounts, and also the routes they have to follow to become remanufactured. This study tries to find efficient and fast remanufacturing ways with the help of lean manufacturing principles.

Key Words

1. Lean
2. Remanufacturing
3. Manufacturing
4. Value
5. Flow