

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEVCUT ÜRETİM SÜRECİNİN YALIN ÜRETİM
YAKLAŞIMIYLA YENİDEN YAPILANDIRILMASI
VE
BİR UYGULAMA

İsmail GÖKÇE

Danışman
Doç Dr. Kaan YARALIOĞLU

2006

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması ve Bir Uygulama” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

31/07/2006

İsmail GÖKCE

İmza

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : İsmail GÖKÇE
Anabilim Dalı : Ekonometri
Programı : Yüksek Lisans
Tez Konusu : Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması ve Bir Uygulama
Sınav Tarihi ve Saati :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve Sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliğinin 18.maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI OY BİRLİĞİ ile O
DÜZELTME O* OY ÇOKLUĞU O
RED edilmesine O** ile karar verilmiştir.

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır. O***
Öğrenci sınava gelmemiştir. O**

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

Tez burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir. Evet
Tez mevcut hali ile basılabilir. O
Tez gözden geçirildikten sonra basılabilir. O
Tezin basımı gerekliliği yoktur. O

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması
Ve Bir Uygulama

İsmail GÖKÇE

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ekonometri Anabilim Dalı

Günümüzde uluslararası rekabet hızla büyümektedir. Bu rekabet şartlarında var olabilmenin ön koşulu daima en önde koşabilmektir. Bunun için de çağın dinamik yapısına ayak uydurmak, değişiklik ve yeniliklere açık olmak gereklidir. Firmalar bu yüzden yeni sistemleri, teknikleri ve teknolojileri bünyelerine adapte etmek zorundadırlar. Aksi takdirde yarışta gerilerde kalmaya mahkum olurlar.

Bu gerçeklerden yola çıkılarak ilk önce Japonya'daki Toyota otomobil fabrikasında uygulanan ve sonraları dünyadaki diğer firmalara da yayılan "Yalın Üretim Sistemi" geliştirilmiştir. Sürekli gelişmeyi ön planda tutan ve israfı ortadan kaldırmayı hedefleyen bu sistemin sadece üretim sektöründe değil aynı zamanda hizmet sektöründe de uygulamaları görülebilmektedir.

Bu çalışmada Yalın Üretim Sistemi'nin felsefesi, amaçları ve araçları ana hatlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. İncelenen Yalın Üretim araçları arasında Kanban Sistemi, Karışık Yükleme ve Tek Parça Akışı, U Hatları, Poka-Yoke, SMED (Tek Dakikada Kalıp Değişimi) ve Kalite Çemberleri gibi araçlar mevcuttur.

Yapılan uygulama çalışması ile klasik yöntemle üretimini gerçekleştiren bir üretim firmasının Yalın Üretim geçiş için yaptığı çalışma ve analizler ile bazı Yalın Üretim araçlarının uygulanışını göreceksiniz. Ayrıca Yalın Üretim uygulamasından firmanın beklediği kazançlara da tezde değinilmiştir. Yapılan uygulamada takip edilen yolun tariflenmesi, kullanılan analiz araçlarının açıklanması ve Yalın Üretim araç uygulamalarından

bahsedilmesi nedeniyle bundan sonra yapılacak olan Yalın Üretim uygulamalarında rehber niteliği taşıması tezde varılmak istenen noktadır.

Bu uygulama, Schneider Electric New2004 vizyonu çerçevesinde yine Schneider Electric bünyesinde faaliyet gösteren Metesan A.Ş.'de gerçekleştirilmiştir. Uygulamada Schneider Electric'in danışmanları ve Fransız PPC firması danışmanları ile çalışılmıştır. Çalışmalarda standart Schneider Electric Yalın Üretim uygulama prosedürü takip edilmiş, bu tezin uygulama kısmında da bu prosedür açıklanmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT

Master Thesis

Renewing Current Production Process By Lean Manufacturing Approach and An Implementation

İsmail GÖKÇE

Dokuz Eylül University

Institute of Social Sciences

Department of Econometrics

Nowadays international competency is growing fast. In this condition, to be alive the first rule is being a fast runner! To do this, we should follow dynamic structure of this age and we should open for reforms and changes in our work life. Because of that companies have to adapt them selves according to new age technologies and systems, if not, they should be ready to be passed by others.

From this reality, Lean Manufacturing system was developed by Toyota. Later from all over the world, so many companies started to implement it. The implementation of Lean Manufacturing is not for only production, it is also possible to implement it for service business.

In this thesis, The Philosophy, The Objective and the Tools of Lean Manufacturing was being tried to analyze. The Lean Manufacturing Tools, which mentioned in this thesis, are Kanban System, Mixed Load and Single Piece Flow, U Lines, Poka-Yoke, SMED (Single Minute Exchange of Dies) and Quality Circles.

In Implementation phase of this thesis, you will see system analyze tools and Lean Manufacturing tools, which has been implemented in the company, while they passed from Classical Production System to Lean Manufacturing System. In addition you can see the companies expectations from Implementation of Lean Manufacturing. Because of having roadmap of Lean Manufacturing Implementation, the objective of this thesis is being a

guide for the people who wants to implement Lean Manufacturing in their company.

The Implementation, which was mentioned in the thesis, was done according to Schneider Electric New2004 vision. It was implemented in Metesan, which is a company of Schneider Group. Implementation was done with the consultant of Schneider Electric and consultant of company PPC (France). In the implementation phase, Schneider Electric Lean Manufacturing Implementation procedure was followed. It was detailed in implementation phase of this thesis.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	II
YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER.....	VIII
KISALTMALAR.....	X
TABLolar LİSTESİ	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XII
GİRİŞ	XIV
1. YALIN ÜRETİM YAKLAŞIMI	1
1.1. Yalın Üretimin İlkeleri.....	2
1.1.1. Değer.....	2
1.1.2. Değer akımı	4
1.1.3. Akış.....	7
1.1.4. Çekme	10
1.1.5. Mükemmellik.....	13
1.2. Yalın Üretim Sisteminin Amaçları	15
1.3. Yalın Üretim Sisteminin Gerekleri	17
2. YALIN ÜRETİMİN ARAÇLARI.....	21
2.1. Kanban Sistemi.....	21
2.2. Karışık Yükleme ve Tek Parça Akışı.....	25
2.3. 5S.....	26
2.4. U Hatları.....	29
2.5. SMED.....	32
2.6. Poka-Yoke	35
2.7. Kalite Çemberleri	36
3. YALIN ÜRETİMİN BİR ÜRETİM FİRMASINA UYGULANMASI.....	40
3.1. Metesan A.Ş. hakkında kısa bilgi.....	40
3.2. Teşhis (Diagnosis) Safhası	41
3.2.1. Proje ekibinin oluşturulması.....	42
3.2.2. Çalışma takvimi ve proje alanı seçimi.....	43
3.2.3. Mevcut durumun analizi.....	45
3.2.4. 1. ve 2. Paylaşım toplantıları	54

3.2.5.	Teşhis aşaması sonuçları	57
3.2.6.	Yeni yerleşim çalışmaları	59
3.2.7.	SGG Çalışmaları	65
3.2.8.	SMED Çalışmaları	68
3.3.	Hedeflerin belirlenmesi ve Kazanç hesabı	74
Sonuç	77
Kaynakça	79

KISALTMALAR

SMED	Tek Dakikada Kalıp Değişimi
SGG	Sürekli Gözden Geçirme
IE	Endüstriyel Etkinlik
CGS	Satılan Malın Maliyeti
NEE	Net Makine Etkinliği
POT	Üretim Hattı Çalışma Zamanı
SPT	Planlı Üretim Zamanı

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1 Sembolik Akış Şemasında kullanılan semboller ve anlamları	55
Tablo 2 Yeni kalıp değişim prosedürü	71
Tablo 3 Toplam alışma zamanı kazanç tablosu	75

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Yalın Üretim yaklaşımına göre 7 temel israf kaynağı	2
Şekil 2 Değer kavramının şekilsel gösterimi	3
Şekil 3 Değer akımı haritası örneği (Rother ve Shook, 1999, 29).....	6
Şekil 4 Temel olarak itme ve çekme sistemlerinin farkı	11
Şekil 5 İsraflardan arındırılmış mükemmel işletme (Lee, 2004)	14
Şekil 6 Yalın Üretimin stoklara ve problemlere olan bakışı (Emre, 1995, 11)	16
Şekil 7 Kanban Kart örneği	21
Şekil 8 Kanban kart akışı (Monden, 1983, 21)	24
Şekil 9 5S'te S'lerin anlamı (Hirano, 1995, 34)	28
Şekil 10 Yalın Üretim uygulama stratejisi	29
Şekil 11 U Hattı çalışma düzeni (Monden, 1983, 152).....	30
Şekil 12 U hattı örneği	31
Şekil 13 U hattı, Paralel hatlar ve Düz hat	32
Şekil 14 Genel hatları ile proje planı	41
Şekil 15 Yalın Üretim Proje ekibi.....	42
Şekil 16 Detaylı Proje planı	44
Şekil 17 Bölümler bazlı satış miktarları	45
Şekil 18 Sıvaaltı grubu Alia serisi ürün grubu	46
Şekil 19 Satılan malın maliyeti (01.01.2004 – 30.06.2004 dönemleri arası verileri kullanılmıştır)	47
Şekil 20 Bölüm bazlı çalışma saatleri (01.01.2004 – 30.06.2004 dönemleri arası verileri kullanılmıştır)	48
Şekil 21 Fabrika içi ürün akış dağılımı	48
Şekil 22 Fabrika içi üretim akışı	49
Şekil 23 Montaj hattı üretim akışı	50
Şekil 24 Montaj gözlem örneği	51
Şekil 25 Montaj Hattı çalışan verimliliği (IE).....	52
Şekil 26 Enjeksiyon bölümü çalışan verimliliği	52
Şekil 27 Enjeksiyon makineleri için yıllık çalışma zamanı dağılımı	53
Şekil 28 Enjeksiyon makineleri etkili kullanım oranı (NEE).....	53
Şekil 29 Mevcut durum Sembolik Akış Şeması.....	54

Şekil 30 Yeni durum Sembolik Akış Şeması	56
Şekil 31 Çalışanlar tarafından kahverengi kağıt üzerine hazırlanan Mevcut ve Yeni Durum Sembolik Akış Şemaları.....	56
Şekil 32 Çalışanlar tarafından oluşturulmuş Yalın Üretim prensiplerine uygun ürün akış planı	57
Şekil 33 İşletme içi malzeme akışı	58
Şekil 34 Yalın üretim öncesi fabrika yerleşimi.....	59
Şekil 35 Yalın üretim ekibi tarafından oluşturulan yeni yerleşim	60
Şekil 36 Montaj hatlarının beslenmesi için kullanılan Küçük tren.....	61
Şekil 37 Yeni fabrika yerleşimi ve Küçük tren hareket alanı	61
Şekil 38 Yeni depo yerleşimi	62
Şekil 39 Montaj hattı U hattı konsepti.....	63
Şekil 40 U hattı için montaj masası dizaynı.....	63
Şekil 41 U hattı dizaynı ve kullanımı için prensipler	64
Şekil 42 U hattı prensiplerine uygun yeni montaj hattı	64
Şekil 43 SGG süreç adımları.....	65
Şekil 44 SGG döngüsü.....	66
Şekil 45 SGG günlük üretim takip formu	67
Şekil 46 Enjeksiyon makinesi kalıp değişimi gözlemi (SMED öncesi).....	68
Şekil 47 Hızlı kalıp değişim kelepçesi	70
Şekil 48 Hızlı değişim sulukları	71
Şekil 49 SMED uygulaması ile kalıp değişiminde kaydedilen aşama	73
Şekil 50 Enjeksiyon makinesi kalıp değişimi gözlemi (SMED sonrası)	74
Şekil 51 Montaj Hattı çalışan verimliliği (IE).....	74
Şekil 52 Yalın üretim önce ve sonrası alan kullanım kıyaslaması.....	76

GİRİŞ

Globalleşmenin getirdiği yeni dünya düzeninde rekabet dünya çapında büyük bir hız kazanmıştır. Duvarlar yıkılmış, ürünlerin ülkeleri kalmamış ve müşterinin istediği ürünü üreten firmaların kazandığı yeni bir dünya oluşmaya başlamıştır. Artık odak noktası üreticiler değil müşterinin ta kendisidir.

Dünyada 1920'li yıllara kadar geçen dönemde emek - yoğun üretimin ağırlıklı olarak uygulandığı bir dönem olmuştur. Emek - yoğun üretim sisteminde iyi eğitilmiş vasıflı işçi türü büyük rol oynamıştır. Bu üretim şeklinde basit ve çok amaçlı tezgahlar ile tüketicinin isteğine göre her tür üretim gerçekleştirilebilirdi.

1. Dünya Savaşından sonra Henry Ford ve General Motors'dan Alfred Sloan dünya otomotiv sanayisini emek ağırlıklı üretim tarzından seri üretim çağına taşıdılar. 1920 yılından sonra Henry Ford ve Alfred Sloan kitle üretimi yöntemini geliştirdiler. Kitle üretiminde belirli konularda yetişmiş profesyonellerin dizaynı ile vasıfsız veya az vasıflı işçi kullanılarak pahalı ve tek amaçlı tezgahlarda üretim yapılmıştır. Adından da anlaşılacağı gibi üretim miktarları yüksek tutulmuş ve ürünler yıllar yılı piyasada hüküm sürmüştür.

2. Dünya Savaşından sonra, Japonya'da Toyota Motor İşletmesinden Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno Yalın Üretim kavramına öncülük ettiler. Diğer Japon şirket ve endüstrilerinin de bu sistemi kopya etmeleri üzerine Japonya, kısa zamanda bugünkü ekonomik üstünlüğüne ulaşmıştır.

Rekabetinde verdiği baskı ile günümüzde dünyanın her tarafındaki üreticiler Yalın Üretimi felsefesine yönelmeye başlamışlardır. Bu sistemde ilk ustalaşan şirketleri Japonya şirketleri olmuş, daha sonrasında önce Kuzey Amerika'ya sonra da Batı Avrupa'ya yayılımı devam etmiştir. 1990'lı yıllar itibari ile ülkemizde de Yalın Üretim'in etkileri görülmeye başlamıştır.

1. YALIN ÜRETİM YAKLAŞIMI

Yalın Üretim, ilk olarak Toyota tarafından geliştirilmiş, hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurları en aza indirgeyen üretim sistemi, felsefesidir.

Yalın Üretim, pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetiminden işçisine ve yan sanayicisine kadar herkesin çalışmasını bir bütün olarak değerlendirir. Diğer yandan sorumluluk, firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar indirilir. Bu sorumluluk çalışanların kendi çalışmasını kontrol etme özgürlüğü anlamına gelir. Yalın Üretimde, çok çeşitli ürünler üretmek için kuruluşun her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalışır ve yüksek düzeyde esnekliği olan, otomasyonu gittikçe artan makineler kullanılır.

Yalın Üretim'in yalın olmasının sebebi, karmaşıklıktan uzak ve basit olması, seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanmasıdır. Ayrıca ihtiyaç duyulan stokların çok daha azının bulundurulması yeterlidir, çok daha az bozuk mal çıkmasını ve daha fazla ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretilmesini esas alır (Womack ve Jones, 1998).

Seri üretim ile Yalın Üretim arasındaki en çarpıcı farklılık amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine sınırlı bir hedef tayin ederler. Bu da, azami sayıda, standardize edilmiş ürünler anlamına gelir. Daha iyisini yapmak, bu anlayışa göre çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini aşacaktır. Diğer tarafta, yalın üreticiler kesin olarak kusursuzluğu hedef almışlardır. Devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi. Yalın üretici bu hedefe ulaşmak için sürekli mükemmellik arayışı içindedir.

Yalın Üretim, daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içinde uygulanmasını gerektirmektedir. Ana amaç, sorumluluğu kuruluşun yapısal piramidinde çoğunluğu oluşturan alt kademelerdeki kişilere yaymaktır

1.1. Yalın Üretimin İlkeleri

Bir işletmeyi yalın bir işletme yapan temel ilkeler şunlardır;

- Değer
- Değer akımı
- Akış
- Çekme
- Mükemmellik

1.1.1. Değer

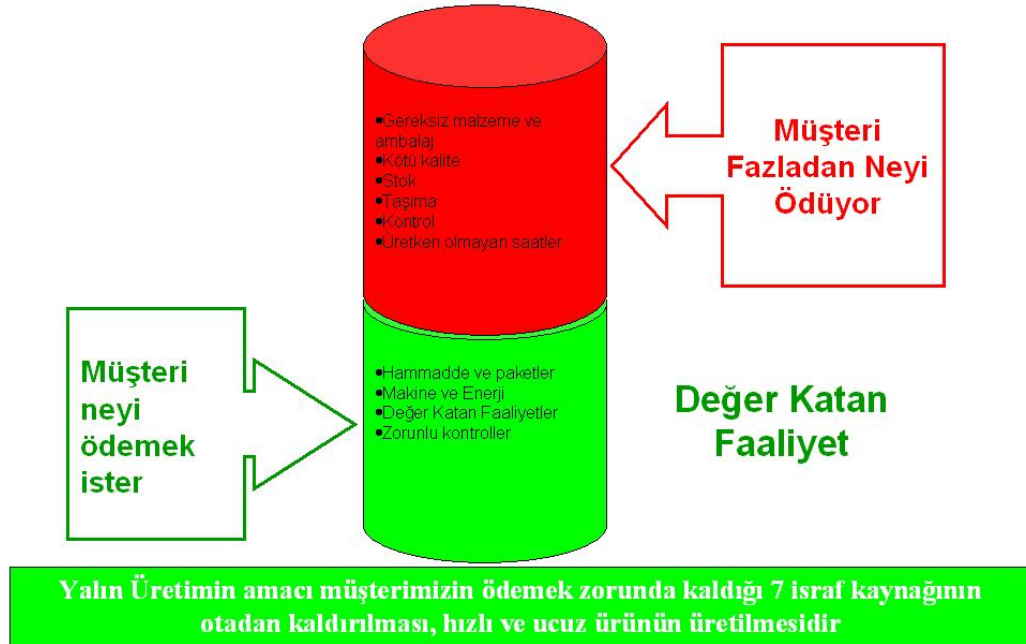
Yalın Üretim kavramı, temel ilkelerinden olan değer kavramının tanımlanması ile başlar. Yalın Üretim bakış açısına göre değer kavramı yalnız ve yalnızca müşteriler tarafından tanımlanabilir ve ürünün fiyat ve diğer özellikleri bakımından müşterinin ihtiyaçlarına cevap verip verememesinin ölçüsüdür (Womack ve Jones, 1998, 12). Müşterilerin bitmiş ürünü alırken ön planda tuttıkları zevk ve beğenilerinin kaynağı, yaptıkları değer tanıımıdır. Müşteri açısından üretici, değeri yaratandır. Bu nedenle üreticilerin, müşterilerce yapılan değer tanımlarına göre üretim yapmaları daha faydalı sonuçlar getirecektir.



Şekil 1 Yalın Üretim yaklaşımına göre 7 temel israf kaynağı

Değer kavramı, Japonca israf anlamına gelen Muda kavramının da tanımlanmasına yardımcı olur. Muda, değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetleri gösterir. Yeniden işlenmeyi gerektiren hatalı ürünler, talep edilmeden üretilen ve stok olarak tutulan üretim, gerekli olmayan süreç aşamaları, ürünlerin ve çalışanların bir yerden bir yere nakledilmeleri, önceki işlemlerde tamamlanmayan işlemler nedeniyle sonraki aşamalarda boş bekleyen çalışanlar ve müşteri beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetler, Yalın Üretimin kurucularından Toyota yöneticisi Taiichi Ohno tarafından tanımlanmış Şekil 1’de de gösterilen 7 tip mudaya dahildir (Ohno, 1998, 62).

Geçmişte bütün işletmeler, günümüzde de pek çok işletme, değeri satın alacak müşterinin belirlemesi yerine, kendilerinin, müşterilerinin neye ihtiyacı olduğunu tahmin etmesi ve üretilen ürünlerin müşteriye dayatılması mudaları üst düzeylere çıkarmış ve müşteri açısından değeri olmayan malların üretilmesine sebep olmuştur. Ancak günümüzde rekabetin getirdiği yeni ekonomik şartlar odak noktayı üreticilerden müşteriye çekmiştir. Geçmişte üretici sayısının sınırlı, müşteri sayısının göreceli olarak sınırsız sayılabileceği bir dünya vardı ve müşteri üreticinin ürettiği malı almak zorundaydı. Ancak günümüzde üretici sayısını artması ile birlikte rekabette aynı oranda artmış, müşterilerin seçenek sayısı da yine aynı miktarda artmıştır. Bu nedenle üreticiler müşterinin istediğini üretme yoluna gitmeye başlamışlardır.



Şekil 2 Değer kavramının şekilsel gösterimi

Şekil 2'de değer kavramı şekil olarak verilmiştir. Yeşil ile belirtilen kısım müşterinin para ödemeye razı olduğu faaliyetlerdir. Bunlar hammadde, üretimde kullanılan enerji ve iş gücü gibi değer katan faaliyetlerdir. Kırmızı ile gösterilen kısım müşteriye para ödemeye razı olmadığı, buna karşılık üreticilerin müşterilerinden tahsil etmeye çalıştığı değer katmayan faaliyetlerdir. Şekil 1'de gösterilen 7 israf müşterinin ödemek istemediği kırmızılı kısmı oluşturmaktadır.

Bundan dolayı klasik firmaların ilk yapması gereken, geleneksel değer tanımlarını sorgulayarak değeri yeniden tanımlamak olacaktır. Ancak, değeri doğru tanımlamak üzere doğru yerden başlamak kolay değildir. Bu sorun kısmen, üreticilerin halen yapmakta oldukları işlere devam etmek istemeleri, kısmen de müşterilerin kendilerine sunulan ürünlerin dışında kalan farklı ürünleri talep etmeyi bilmemelerinden kaynaklanır. Kısacası üretici ve müşteriler, işe yanlış yerden başladıkları için yanlış yere varmakta, nihai değeri düşünmeye başladıklarında da maliyetleri düşürme, ürün çeşitliliğini artırma gibi çözümler üzerinde durmaktadırlar. Asıl düşünülmesi gereken, üretici ve müşterinin değeri birlikte analiz ederek gerçek gereksinimleri saptamak üzere eski tanımları sorgulamaya başlamalarıdır (Womack ve Jones, 1998, 36).

Kısacası değer doğru tanımlanması, yalın düşüncenin ilk kritik adımıdır. Yanlış ürün ya da hizmetin doğru üretilmesinin sonucu muda olacaktır. Kullanıcıların ihtiyaçlarını anlamak ve bunu bütün bir ürün gelişim zincirinde uygulamak gerekir.

1.1.2. Değer akımı

Değer akımı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Değer akımı, bir ürünün işletmedeki üç yönetim görevinden geçmesinde gerekli olan tüm adımlardır (Womack ve Jones, 1998, 17);

- Problem çözme görevi: Ayrıntılı tasarım ve mühendislik çalışmalarını

içeren, kavramsal boyutla başlayıp üretimin başlamasına kadar devam eden süreci kapsar.

- Bilişim yönetimi görevi: Siparişlerin alınmasından teslimatın yapılmasına kadar geçen ve ayrıntılı çizelgeleme çalışmalarını içeren süreci kapsar
- Fiziksel dönüşüm görevi: Hammaddeden son ürüne dönüşümü içerir.

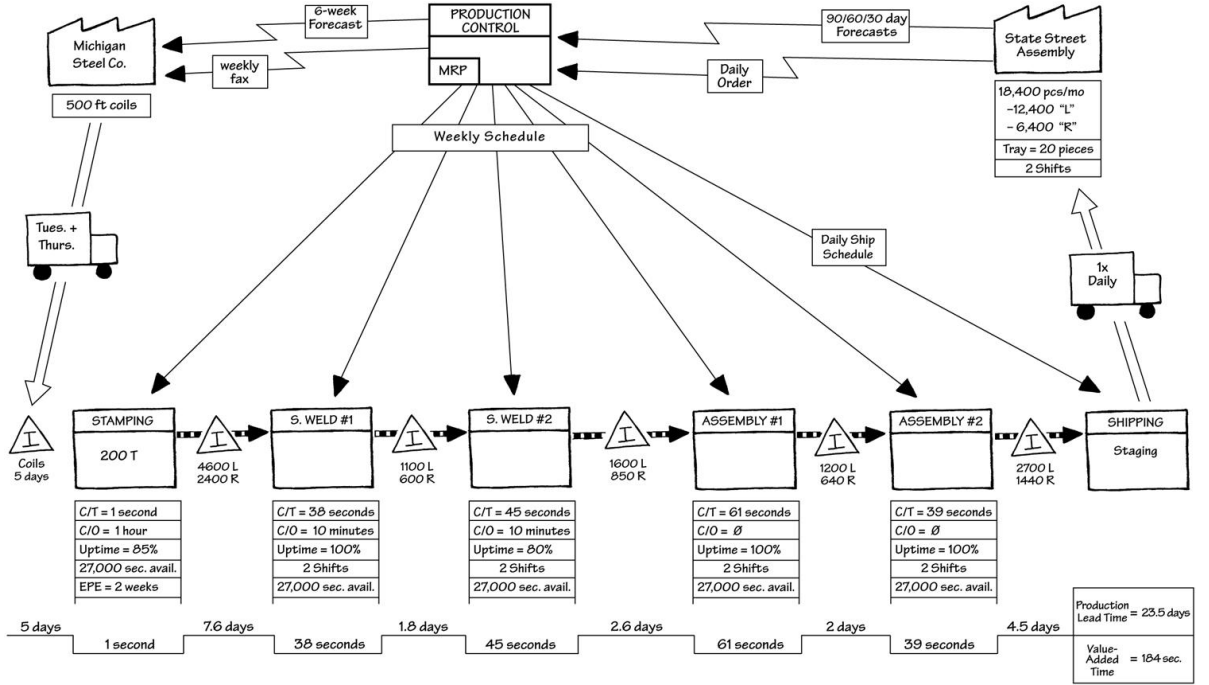
Yalın düşünce, ürünlere dar bir çerçeveden bakan firmayı bir kenara bırakarak kavramsal boyuttan fiili uygulamaya, sipariştten teslimata ve hammaddeden ürüne uzanan süreçte belirli bir ürünün ortaya çıkması için gerekli faaliyetler kümesinin bütününe bakabilmeyi gerektirir. Bu bütünsel bakışın gerçekleşmesini sağlayan örgütsel yapıya da yalın işletme diyebiliriz. Aynı zamanda yalın işletme, ilgili tüm kesimlerin, her türlü mudayı yok ederek değer akımına bir kanal oluşturmak amacıyla bir araya geldikleri zirve olarak değerlendirilebilir.

Bir çok şirket tarafından atlanan değer akımı aşaması bir çok mudayı ortaya çıkarır. Ürünün daha az bölümünün firma içinde üretilip büyük kısmının dışarıda yaptırıldığı bir çağda eğer gerçekten bütüne bakar ve hammaddeden müşteriye tüm yolları izlersek, bir çok firmadan ve işletmeden geçen bir değer akışını takip etmemiz gerekecektir. Ancak bu başlangıç için bu haritalamayı yapmak çok fazla zordur.

Değer akımının kolaylıkla gözlenebileceği en iyi yerlerden birisi süpermarket koridorlarıdır. Çünkü burada, her biri onlarca firma tarafından oluşturulan binlerce akım müşterilerin ellerinde son bulur. Bu koridorda sadece müşterinin kararlarıyla çekilen fiziksel ürünün akışı değil, aynı zamanda piyasaya yeni çıkan ürünlerin ürün geliştirme süreci de sona erer.

Ürünün daha az bölümünün firma içinde üretilip büyük kısmının dışarıda yaptırıldığı bir çağda asıl ihtiyaç duyulan, parçalara ayrılmış değer akımının üzerinde yer alan firmaların oluşturduğu gönüllü ortaklıktır. Bu ortaklık, ürünün ömrü boyunca değer yaratan her aşamayı inceleyecek, değer yaratmayan aşamaları ise ortadan kaldıracaktır. Bu sonuca ulaşabilmek için ise değer akımı

üzerindeki her firmanın, kendisine daha uygun bir değer tanımı yapmasını önleyerek akımın tamamı için bir tanım yapmak gerekir. Daha sonraki adım ise akım üzerindeki faaliyetleri tanımlayarak bunlar içinden muda yaratanları kaldırmak, değer yaratanların ise müşteri çektiği akmalarını sağlamak olacaktır. Son olarak da sonuçlar değerlendirilerek gerekiyorsa değer yeniden tanımlanacaktır.



Şekil 3 Değer akımı haritası örneği (Rother ve Shook, 1999, 29)

Değer akımının tanımlanması için kullanılan en etkin yöntemlerden birisi değer akış haritalarının hazırlanmasıdır. Şekil 3'te bir örneği verilen değer akım haritalamadan beklenen fayda bir ürünü gerçekleştirirken yürütülen değer katan ve katmayan faaliyetlerin gözlemlenebilmesidir.

Değer akış haritalarının gerekliliği şu nedenlerdendir (Rother ve Shook, 1999, 4);

- Akışı görmemizi sağlar,
- Değer akış yollarındaki israf kaynaklarını görmemizi sağlar,

- Üretim süreçleri ile ilgili ortak bir konuşma dili sağlar,
- Akışla ilgili kararlar görünür olduğu için tartışılabilir,
- Yalın kavram ve teknikleri bir birine bağlar,
- Bilgi ve malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir,
- Akışı yaratmak için işletmemizi nasıl çalıştırmamız gerektiğini çok detaylı bir şekilde tanımlamamızı sağlayan nitel bir araçtır.

Değer akımında bazı aşamalar değer yaratmadığı halde mevcut teknoloji ve üretim sistemleri nedeniyle kaçınılmazdır ve hemen kaldırılmaları mümkün olmaz. Bu Birinci tip muda olarak tanımlanır. Kaliteyi sağlamak amacıyla kaynak muayenesi yapma ya da yolcu taşıyan otobüsün pek çok ara terminale uğraması gibi faaliyetlerdir. Geriye kalan pek çok aşama ise müşteri açısından değer yaratmaz hemen kaldırılabilir. Bu tip mudalar ise İkinci tip muda olarak tanımlanır. Büyük miktarlarda hammadde stoğu bulundurmak, ikincil işlemler, bekleme gibi (Womack ve Jones, 1998, 44).

1.1.3. Akış

Değerin tanımlanmasının ardından, değer akımının üzerinde israfa yol açan aşamaları kaldıran yalın işletmede bir sonraki aşamaya geçilebilir. Yani değer yaratan aşamaların bir akış halinde dizilmesini sağlamak.

Herkesçe bilindiği üzere, çalışma hayatında verimliliği artırmak ve yönetimi kolaylaştırmak için faaliyetleri tiplerine göre gruplandırmak gerektiğine yönelik bir görüş baskındır. Her birimiz, doğru gibi görünen bu düşünce nedeniyle kendimizi 'fonksiyonlar' ve 'bölümler' den oluşan bir dünyada buluruz. Görevleri daha verimli yapılabilmesi için, birbirine benzeyen görevlerin partiler halinde gerçekleştirilmesi daha mantıklı görünür: Boya Atölyesi'nde önce tüm beyaz parçalar, ardından tüm kırmızı parçalar boyanmalı, İmalat Atölyesi'nde önce A tipi araçların kapıları, sonra B tipi araçların kapıları preslenmelidir. Ancak bu yaklaşım, hızlı ve pahalı ekipmanın

kullanımını gerektirir. Sonuçta da verimli olduğu düşünülür. Oysa bu tespit tamamen yanlıştır ve çoğumuzun bunu görmesi neredeyse imkansızdır.

Taichi Ohno, bu biriktir ve beklet tipindeki düşünme biçimi için uygarlığın ilk çiftçilerini suçlamaktadır. Ohno'ya göre çiftçiler, yılda bir kez hasat yaparak (parti üretimi) ürünleri hububat silolarında (envanter) bekletmekle, avcılarının işlerini birer birer yapma bilgeliğinin yok olmasına neden olmuşlardır (Womack ve Jones, 1998, 21)

Akış ilkesinin potansiyelini ilk anlayanlar, Henry Ford ile ortakları olmuştur. Ford, 1913 yılında Model T'nin montajı için gereken çabayı, montaj hattında uyguladığı sürekli akış ilkesi ile %90 oranında azaltmıştır. Daha sonra Model T'nin parça imalatında kullanılan tezgahları doğru şekilde sıralayarak, hammaddeden ürüne kadar düzgün bir akış sağlamaya çalışarak benzer bir üretkenlik sıçraması elde etmiştir. Fakat bu uygulama özel şartlarla sınırlı kalmıştır. Yöntemin uygulanabilmesi için üretim hacimlerinin yüksek olması, her üründe aynı parçaların kullanılması ve aynı modelin yıllarca üretilmesi gerekmiştir. Model T 19 yıl üretimde kalmıştır.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Taichi Ohno ve teknik asistanları, bir üründen milyonlarca üretmek yerine yalnızca talep edilen küçük partileri sürekli akış formunda üretmenin gerekliliği konusunda görüş birliğine varmışlardı. Çünkü insan ihtiyaçlarını güçlü nehirlere değil mütevazı derelere benzetiyorlardı. Ohno ve arkadaşları tezgah boyutlarını ufaltarak ve bir üründen diğerine geçişteki süreleri kısaltarak farklı süreçlerden geçen ürünlerin sürekli akışını sağlamışlardır. Ohno'nun 'yeniden işlem' hakkındaki düşüncesi de ilginçti. Ohno'ya göre seri üretimde hattın devamlı yürümesini sağlamak için hataların geçip gitmesine izin vermek, hataların sonu gelmez biçimde artmasına neden oluyordu. İşçiler mantıklı olarak, hataların hattın sonunda yakalanacağını ve hattı kendilerinin durdurmaları durumunda ceza göreceklarını biliyorlardı. Karmaşık bir araca hatalı monte edilmiş sağlam parça veya kendisi hatalı olan parça için düzeltme işlemi gerekebiliyordu. Böyle bir sorun hattın sonuna kadar fark edilmediği için de sorun bulunana kadar pek çok arızalı aracın üretimi gerçekleşmiş oluyordu.

Hattın sonundaki yeniden işleme alanındaki sanatkar işçiler ise ürüne kattıklarını düşündükleri kalite nedeniyle gurur duyuyorlardı. Aslında yaptıkları iş standart dışı parçaları alıştırmak, ayarlanacağı düşüncesiyle tasarlanmış parçaların ayarını yapmak veya montaj hatalarını düzeltmekti. Ancak burada görülen tek şey mudadır. Çünkü ürünün istenen kalitede ve bir kerede üretimi sağlanmadığı için fazladan işçi çalışmaktadır. Böyle bir sistemde bir başka sorun ise, parça imalatının büyük partiler halinde yapılması nedeniyle süreç içinde hareket eden envanterin takibinin nasıl yapılacağı ve doğru parçanın doğru zamanda doğru operasyona gönderilmesinin nasıl sağlanacağıdır. Aynı parçadan belki yüzlerce üretilmekte ve herhangi biri hatalı üretilmiş olsa bile stoğa gideceği için o anda fark edilmemektedir. Parça hatalı üretilse bile bunun yerine sağlamı kullanılacağı için bu durum fazla önemsenmez. Bunların bir sonucu olarak üretimde gerekecek olan parçalar stok yığınları arasında aranırken define avcılığı yapılacaktır. Diyebiliriz ki taşınan envanter miktarı ne kadar çoğalırsa, ihtiyaç duyulan tek bir parçayı bulma olasılığı da aynı oranda azalacaktır.

Akışın sağlanabilmesi için her bir işçi ve makineye önemli görevler düşmektedir. Öncelikle işçi ve makinelerin istendiği anda çalışmaya başlaması ve ürettikleri her parçanın kesinlikle kusursuz olması gerekir. Sistem tüm ekipmanın aynı anda çalışacağı yada sistemin hiçbir parçasının çalışmayacağı şekilde tasarlanmıştır. Bunun için de işçilerin tüm görevler için çapraz beceri sahibi olmaları ve makinelerdeki arıza oranlarının düşürülmesi gereklidir. Bunların yanı sıra bir sonraki aşamaya hatalı parça gönderilmesinin de önlenmesi sistemin sağlıklı olarak çalışması açısından çok önemlidir.

Eğer akış halindeki üretime ulaşmak istiyorsak, zor da olsa sahip olduğumuz biriktir ve beklet düşüncesiyle savaşmamız gereklidir. Çünkü hammaddeden ürüne uzanan süreçte, sadece bir iş parçası üzerinde kesintisiz çalışarak, görevleri daha doğru ve verimli şekilde gerçekleştirebilmek mümkündür. Organizasyona veya ekipmana odaklanmak yerine tasarım, sipariş, imalat aşamalarının sürekli akış içinde gerçekleşmesini sağlamak üzere ürünün gerektirdiği şeylere odaklanıldığı zaman işlerin epeyce yoluna girdiği görülecektir. Buradaki engel, akış prensibinin sezgilere ters düşmesidir. İşlerin ayrı bölümlerde partiler halinde yapılması bir çok kişiye daha mantıklı görünür. Yüksek hızla büyük partilerin üretimini yapan ekipmanlar bir kez yerleştirildikten sonra bu pahalı

yatırımların tam kapasiteyle kullanılmasını amaçlayan hesaplamalar, akış mantığını uygulamaya engel olacaklardır.

Avantajlarının yanı sıra akış ilkeleri, insanların gerçekleştirdiği tüm eylemlere kolayca uygulanamaz. Özellikle başlangıç safhasında, akışın değerini çoğu yöneticinin algılaması kolay olmayacaktır. Bu algılama sağlandığında ise akışı başlatmak ve sürdürmek için pek çok problemin çözülmesi gerekecektir. Ancak bunlara rağmen akış ilkeleri, tüm faaliyetlere uygulanabilir ve çarpıcı sonuçlar elde edilebilir.

Üretim sistemlerine uygulanan sürekli akış yerleşim planlarında üretim adımları U tipi yerleşim adı verilen hücreler içinde arka arkaya sıralanır ve bu adımlar arasında ara ürün veya güvenlik stoğu olmaksızın ürünler birer birer ilerler. Ürün gruplarının farklı modeller içerdiği bu ortamlarda tek parça akışının sağlanabilmesi için her makinenin, bir ürün tipinden diğerine hemen geçebilmesi gereklidir. Bunun için de büyük boyutlu makinelerin, bu tarz üretime uyum sağlayacak şekilde doğru boyutlara indirgenmesi şarttır. Yani yapılması gereken, daha basit, yavaş ve daha az otomatik makinelerin kullanılmasıdır.

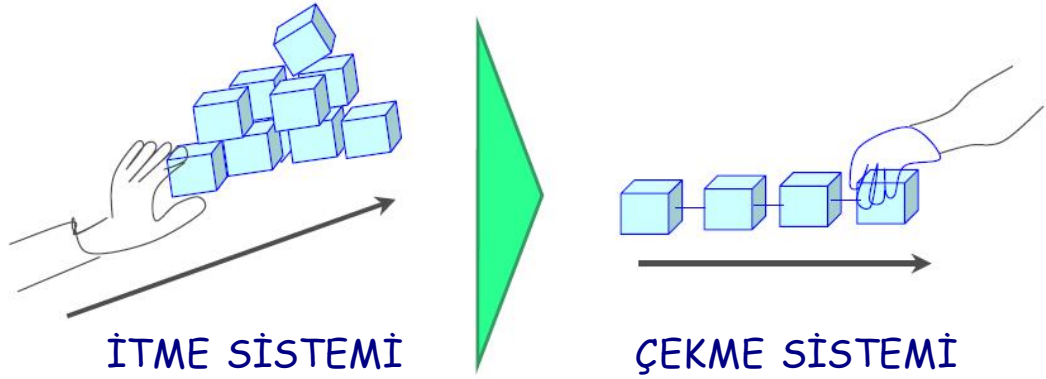
Bu yaklaşım, yöneticilerin klasik düşüncelerine oldukça terstir. Zira rekabet avantajını elde tutmak için büyük tezgahları çıktı oranını artıracak şekilde otomatize etmek ve hızlandırmak kaçınılmazdır. Ayrıca bu pahalı yatırımların geri dönüşünü sağlamak için işgücü ve tezgahların tam kapasiteyle kullanımına önem verirler. Ne var ki büyük partiler üreten bu karmaşık makine ağının sürekliliği ve koordinasyonu için çok yüksek maliyetler üstlendiklerini fark edemezler: Bu maliyetlerin sebebi ise karmaşıklığın doğurduğu mudadan başka bir şey değildir. Makine ve işgücü kapasitesinin tam kullanımının temel kriter olarak alınması sebebiyle, çoğunlukla gereksiz parçalar üreten makineler ve her dakika gereksiz işlemler yapan işçiler, aslında sadece muda üretirler.

1.1.4. Çekme

Taichi Ohno'ya göre ne kadar çok envanteriniz varsa daima bir eksik parçanız olacaktır. Ohno bu problemin, üretimdeki her aşamanın bir önceki aşamaya giderek kendisine o anda gerekli sayıda parçayı almasını sağlamakla çözülebileceğine karar

vermişti. Bu uygulamaya 'önceki aşama bir sonraki aşamanın çektiği parça sayısından daha fazla üretim yapamaz' şeklindeki kuralın eklenmesiyle ilk Tam Zamanında sistemi de kurulmuş oldu.

Kitle üretim sistemlerinde üretim akışı en baştan başlayıp sona, montaj hattına doğru ilerler, yani bir önceki istasyon bir sonrakinin işleyeceği parçayı 'iter'. Talepte oluşacak bir dalgalanma durumunda ise her proses için çizelge değişikliği yapılacaktır. Üretim çizelgelerinin sıkça değiştirilmesi zor olduğundan, proseslerde oluşabilecek sorunları ve talep değişimlerini absorbe edebilmek için tüm prosesler arasında güvenlik stokları oluşturmak gerekecektir. Bunun sonucu olarak gereksiz ekipman, aylak işçiler ve düşük kalitede ürünlerin oluşmasına yol açan dengesiz bir stok yapısı ortaya çıkar.



Şekil 4 Temel olarak itme ve çekme sistemlerinin farkı

Çekme ise, sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden önceki aşamalarda hiçbir ürünün üretilmemesidir. Buradaki amaç, üretim aşamalarının gereksiz üretim yapmalarına engel olmaktır. Ne zaman bir araba bayisinin önünden geçsek, fabrikadan yeni çıkmış ancak henüz kimsenin istemediği bir yığın arabadan oluşan mudayı görürüz. Yine benzer biçimde, liste fiyatları üzerinden indirimleri veya yedek parça için özel uygulamaları duyuran ilanlara rastlarız. Tüm bunların nedeni, arabalar talep edilmeden bayinin sipariş vermesi ve fabrikanın da müşteri çekmeden arabayı üretmesidir.

Şekilde 4'de verilen temsili itme ve çekme sistemi resimleri tüm bu anlattığımız farklılıkların anlaşılması için güzel bir şekildir. Gidilecek yönü tayin edecek olan ilk operasyondan değil de son operasyondan başlanması durumunda israflar ve problemlerle karşılaşılması gayet normaldir.

Çekme olayının başladığı yer montaj hattıdır. Bu hatta çalışan bir işçi, kendisinden istenen üretimi yapabilmesi için gerekli miktarı bir önceki aşamadan ister. Onun bu parçaları çekmesi, önceki aşama için yeni üretime başlama sinyalidir. Bu aşamadaki işçi de yeni üretimin miktar ve çeşitliliğine göre ihtiyacı olan parçaları kendinden bir önceki aşamadan çeker. Aynı ilişkiler, tedarikçilere kadar uzanarak gerekmeyen parçaların üretilmesi engellenmiş olur.

Çekme sistemi, şu amaçlara ulaşmak için uygulanmaktadır:

- Sonraki aşamaların talebinde olabilecek dalgalanmaları önceki aşamalara aktarabilmek,
- Ara stoklardaki değişkenliği azaltarak stok kontrolünü daha kolay hale getirmek,
- Tıpkı stokların kontrolü gibi üretimin kontrolünü de üretim proseslerindeki formenlere dağıtarak üretim sistemini basitleştirmek.

Çekme sisteminde;

- Her proseste miktarı kesin olarak belirlenmiş stok bulundurulur.
- Sonraki proses, kullandığı malzemeyi tekrar yerine koyabilmek için önceki prosese sipariş verir.

Bu iki sonuca ulaşmak için şu koşullar sağlanmalıdır:

- Yeniden sipariş noktası ve parti büyüklüğü standartlaştırılmalı,
- Eldeki stok seviyesi ve daha önce verilmiş siparişler bilinmelidir.

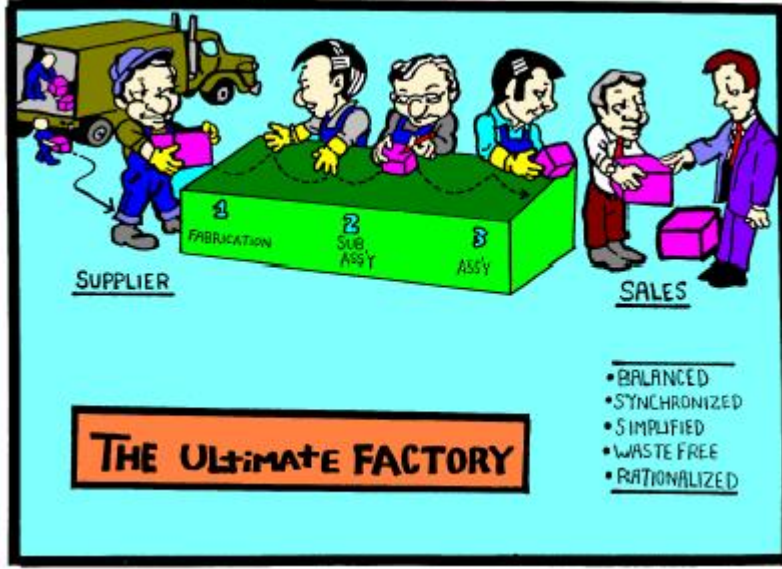
Çekme sistemi ile yalnızca ara stokların ortadan kaldırılması sağlanmış olmaz, aynı zamanda talebin değişmesi durumunda tüm proseslerin çizelgelerini değiştirme zorunluluğu da terk edilir. Yalnızca montaj bölümü değişen çizelgeden haberdar olur, önceki proseslerin üreteceği ürün tipi ve miktarları ise Kanban denilen ve bilgi iletimini sağlayan kartlarla bildirilir.

1.1.5. Mükemmellik

Firmada değer doğru tanımlanıp değer akımının tümü belirlenerek ürünlerin prosesler arasında akması ve müşterilerin de çekmesi sağlandığı zaman değişik bir durum oluşacaktır. Çalışanlar hem müşterilerin ürünlerden beklentilerini artırma, hem de iş yükü, maliyet ve hataları azaltma süreçlerinin sonu olmadığını görürler. Bu noktada akla gelen ilk kavramın 'mükemmellik' olması kaçınılmazdır.

Çünkü süregelen biriktir ve beklet sistemi müşterinin çektiği akış sistemine dönüştüğünde, sistem içindeki işgücü verimliliği ikiye katlanacak, işlerin tamamlanma zamanları ile envanterler % 90 oranında azalacak, müşteriye ulaşan hatalı ürünler ile süreçlerdeki hatalı üretim miktarları yarıya düşecektir. Yeni ürünleri pazara sunma süreleri yarıya inecek, çok küçük ilave maliyetlerle ürün gruplarında çeşitlilik artacaktır. Dahası gerekli sermaye yatırımları çok düşük seviyelerde kalacak, hatta mevcut ekipmanlardan gereksiz olanları satılabilirse negatif değerlere bile düşecektir.

Womack ve Jones'un aktardığı (1998), yaşanmış bir olay şöyledir, "Krizin eşiğine gelerek neredeyse kapanmakla yüz yüze gelen Lantech isimli bir firmada Yalın Üretim teknikleri uygulanmaya başlamış ve satışları artma eğilimine girmiştir. Bunda ön sürelerin haftalardan günlere indirilmesinin payı büyük olmuştur. Bir seferinde Lantech, bir makineyi siparişin gelmesinden bir hafta sonra ve taahhüt ettiği koşullarla tamamlayıp teslim ettiğinde müşteri şaşırılmış bir halde şunları söyler: Bu makineyi bize, onu nasıl kullanacağımızı düşünmeye fırsat bırakmadan teslim ettiniz. Biz kendi siparişimizin üretim hattınızda garanti altında olması için sipariş vermiştik. Nasılsa sizin teslimatınız her zamanki gibi gecikecek ve opsiyonları yeniden belirlemek için bize zaman kalacaktı. Siz makineyi üretmişsiniz bile!"



Şekil 5 İsraflardan arındırılmış mükemmel işletme (Lee, 2004)

Bahsedilen örnek yalın üretim felsefesini uygulamadaki ilk radikal düzenlemelerin birer karşılığıdır. Bu gelişmeleri, mükemmelle ulaşmak üzere yapılacak olan kâizen uygulamaları izleyecektir. Değer akımına yönelik yenilik aşamasını tamamlayan firma, sürekli ve küçük ilerlemelerle iki-dört yıl içinde verimlilik oranlarını tekrar ikiye katlayıp envanterleri, hata oranlarını ve ön süreleri yarıya indirecektir. Daha sonra ise yenilik ve kâizen uygulamalarının birbiri ardı sıra kullanımı ile sonsuz iyileştirmeler gelebilecektir.

Ünlü Parkinson Kanunlarından birisi şöyledir: 'Bir organizasyonun yapısı, kurulduktan bir süre sonra gerilemeye başlar.' Yani mevcut durumun korunabilmesi için sürekli bir iyileştirme çabası gereklidir. Bu çaba gösterilmezse gerileme kaçınılmaz olacaktır. Bir yenilik uygulandığında sürekli çabalarla geliştirilmezse, ulaşılan performans düzeyi düşecektir. Bu yüzden bir yenilik doruk noktasına ulaştığında, ulaşılan düzey bir dizi kaizen çalışması ile korunmalı ve iyileştirilmelidir.

Mükemmellik ilkesine son noktayı koymadan önce değinmek isteğimiz konu ise hiçbir zaman mükemmelliğe ulaşılamayacağıdır. Mükemmellik sonsuzluktur, çünkü bir işin daha iyi yapılabileceği bir yol mutlaka vardır. Zaten Kaizenin anlamında yatan küçük 'sonsuz' iyileştirmeler teması da buradan çıkmıştır. Mükemmelle asla ulaşamayacağımızı bilsek de, elde ettiğimiz her ilerlemenin ardından

gözümüzü biraz daha uzağa dikip yeni ilerlemelerin peşine düşmeliyiz. Bu kararlılık sayesinde her geçen gün biraz daha fazlasına ulaşma, önümüzdekilere biraz daha yaklaşıp arkamızdakilerle aramızdaki mesafeyi biraz daha açma imkânını kazanabiliriz.

1.2. Yalın Üretim Sisteminin Amaçları

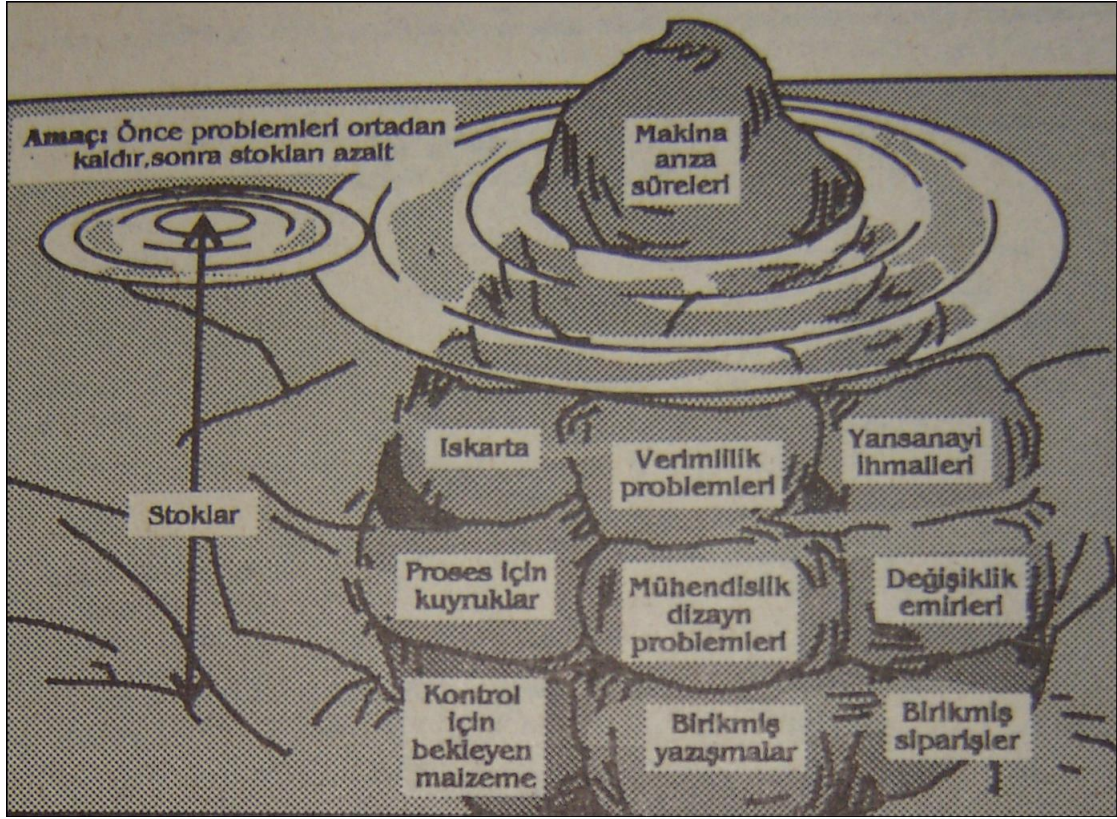
Ürün maliyetinin azaltılması, özellikle ürüne değer katmayan işlemler üzerinde durularak, her türlü israfı önlemek üzere, gerekli parçalardan, gerekli miktarlarda ve gerekli zamanlarda üretimin yapılması ve üretimde çalışan işçilerin yeteneklerinin ortaya çıkarılması şeklinde bir üretim felsefesine sahip olan Yalın Üretim sisteminin amaçlarından bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Üretim sürecindeki stokları en aza indirmek,
- Süreç stoklarındaki kontrolü basitleştirmek için, üretim miktarlarını minimize etmek.
- Bir işlem noktasından diğer bir işlem noktasına geçebilecek talep sapmalarını önlemek, üretimdeki dengesizliği en aza indirmek,
- Kontrolü daha iyi sağlayabilmek için, atölye kontrolünü merkezi olmayan şekilde gerçekleştirmek.
- Kusurlu parça ve ürün sayısını azaltmak.

Yalın Üretim en önemli hedefi, israf olarak gördüğü her şeyi ortadan kaldırmaktır. Değer, bir ürün üzerine gerçek bir işlemin yapılmasıyla eklenir. Tezgahta işleme, montaj, boyama, bir ürüne değer katar. Taşıma, depolama, sayma, sıralama, çizelgeleme gibi faaliyetler ise değer değil maliyet ekler. Değer kazandırmayan maliyetler israftır. Bir ürüne doğrudan değer kazandırmayan bir şey yok edilemezse bile en aza indirgenmelidir.

Yalın Üretim sistemi, Şekil 6'da gösterildiği gibi stoğu, problemleri örten, ürün kalitesini engelleyici, değeri olmayan bir muda olarak görür. Yalın düşünürler,

stokları kayalarla dolu bir göldeki suya benzetmektedirler. Stoklar, sistemli olarak azaltıldığında, esas problemler su yüzüne çıkmaya başlar ve problemlerin çözülmesini mümkün kılar.



Şekil 6 Yalın Üretim stoklara ve problemlere olan bakışı (Emre, 1995, 11)

Yalın Üretim sisteminde, hammadde, yarımamul ve bitmiş mamul stokları olabildiğince azaltılmaktadır. Stokların azaltılması, üretim tedarik süreleri ile üretim sürelerinin azaltılmasına bağlıdır. Sürelerde azaltılma yapıldığında, sistemde geri besleme hızı artmakta, hızlanan geri besleme, süreçteki problemleri daha çabuk ve sık ortaya çıkartarak, küçük partileri içeren üretim hattını tamamen durdurarak, problemin, kaynağında ve derhal çözülmesi sağlanmaktadır. Bu da kalite düzeyini artırmaktadır.

Stok seviyesi düşürüldüğünde, stoklama alanlarına olan gereksinim ile stoklama maliyetleri de düşmektedir. Gereksiz olan şeyler, değerli kaynakları tüketerek yer işgal etmektedirler. Süreç içi stoklarda yapılan azaltma, atölye akış kontrolünü kolaylaştırmakta, istenmeyen yığılmaları ortadan kaldırarak,

bunların durum bilgilerini öğrenmek için harcanan zamanı ve bilişim harcamalarını ortadan kaldırmaktadır.

Yalın Üretim ortamında, üretimin tüm aşamalarında israfın ortadan kaldırılması hedefine ulaşılması için aşağıda verilen ikincil hedeflerin gerçekleştirilmesi gereklidir:

- Miktar ve çeşit açısından, talepteki aylık ve günlük dalgalanmalara, sistemin adaptasyonunu sağlamak üzere etkin bir kalite kontrol fonksiyonunun geliştirilmesi,
- Her sürecin, sonraki süreçlere sadece hatasız parçaları göndermesini sağlamak üzere, kalite güvence sisteminin kurulması,
- Sistemin, insan kaynağını kullanarak, maliyet azaltma hedefine ulaşabilmesini sağlamak üzere, insana saygının egemen olduğu bir örgüt kültürünün oluşturulması.

Yalın Üretim sisteminin temel hedefine ulaşabilmek için, öncelikle bu ikincil hedeflerin birbirleriyle olan ilişkileri de göz önüne alınarak gerçekleştirilmesi gereklidir. (Acar, 1995, 5)

Yalın Üretim sisteminin amaçlarından bir diğeri de, değişik talep koşullarına, anında ve düşük üretim değişim maliyetleriyle cevap verebilmektir. Parti büyüklüğünün ve stokların en küçük olduğu bu sistem, talep değişimine hızlı bir şekilde uyulanabilir. Talep değişimi söz konusu olduğunda, elde stok bulundurulmadığından ya da çok az bulundurulduğundan üretim değişimi için gerekli zaman çok kısa olmaktadır.

1.3. Yalın Üretim Sisteminin Gereklere

Japonlar tarafından geliştirilen Yalın Üretim kavramı, öncelikle tekrarlı üretim süreçlerine uygulanır. Ancak, bu yaklaşımın başarılı olması için, tekrarlı üretim şart değildir. Yalın Üretim sisteminin bir çok yönü, atölye tipi ya da kitle tipi üretim ortamlarına da uygulanabilir. Tekrarlı üretimlerde başarılı olmasının

nedeni, tekdüze bir üretim yüklemesinin yapılabilmesidir. Yalın Üretimin uygulanması için, büyük hacimler gerekmemekte, üretilenlerin tekrarlı olacak şekilde üretilmesi yeterli olmaktadır.

Yalın Üretimin uygun olması için, önceden bir takım ortamlar hazırlanır. Yalın Üretim, görünüşte birbirine bağlı olmayan kavram ve teknikleri içermekte ve çeşitli yollardan bunları birleştirmektedir. Fakat, bunlar aynı anda genel bir amaca doğru işletilmezler, bunlar çoğaltılarak birbirlerinin sonuçlarını etkileyerek oluşurlar.

Yalın Üretim sisteminin temel çerçevesi, sistemin çıktıları olan maliyetler, kalite ve insana saygı olarak özetlenebilir. Bu çıktıların elde edilmesinde, dört temel kavramdan yararlanılmaktadır:

- Tam zamanında kavramı, sadece gerekli parçaların, gerekli miktarlarda, gerekli olduğu zaman üretilmesi durumunu açıklar.
- Otonomasyon (Jidoka) kavramı, otonom hata kontrolü olarak tanımlanabilir. Otonomasyon, hatalı parçaların, üretim akışına karışıp bir sonraki süreçlerde üretimi kesintiye uğramasını engelleyerek tam zamanında kavramını destekler.
- Esnek işgücü kavramı, talep dalgalanmaları karşısında, işgücü sayısının değiştirilmesidir.
- Yaratıcı düşünce kavramı, çalışanların önerisiyle sürekli gelişmenin sağlanmasıdır.

Bu kavramların gerçekleşmesi ise, aşağıdaki sistemlerin devreye girmesi ile sağlanmaktadır:

- Tam zamanında üretimi gerçekleştirmek için, karışık yükleme yöntemleri,
- Talep dalgalanmalarına uyum sağlayabilmek için, üretim dengeleme yöntemleri,

- Üretim ön sürelerini azaltmak ve üretim dengeleme yöntemini kullanabilmek için, tezgah hazırlık zamanlarını azaltma yöntemleri,
- Hat dengesinin sağlanabilmesi için, operasyonların standardizasyonu,
- Esnek işgücü kavramını gerçekleştirebilmek için, yerleşim planlaması ve çok fonksiyonlu işçilik,
- Sürekli gelişmeyi sağlamak üzere, sorun çözme grupları ve öneri sistemleri,
- Otonomasyon (Jidoka) kavramını gerçekleştirmek üzere görsel kontrol sistemleri.

Sonuç olarak Yalın Üretim sisteminin gerekleri şöyle sıralanabilir;

- Kararlı ve tekrarlı üretim çevrimi. Bu gereksinim, hazırlık sürelerinin azaltılması, kaynağında kalite kontrolünün yapılması ve makine arızalarının en aza indirgenmesi ile karşılanabilir.
- Malzeme taşıma ve stoklama elverdiğince en düşük düzeyde tutulmalıdır. Bu gereksinim, mevcut donanımın, iş akışına göre düzenlenmesi ile gerçekleştirilebilir.
- Eş zamanlı bir üretim yapılmalıdır. Bunun için, çok fonksiyonlu işçilere ihtiyaç vardır. Ayrıca, düzgün üretim yüklemesi yapılmalı, üretim çizelgeleri ile üretim uyuşmalıdır.
- Çekme sistemi yerleştirilmelidir. Bunun için, tüketilen oranda üretim yapılması gereklidir. Bunun için, kanban sistemi kullanılabileceği gibi bilgisayar kontrol sistemlerinden de yararlanılabilir.

Bu gereklerin yanında, sistemde bazı varsayımlar da bulunmaktadır; üretim kanbanı olmadan hiçbir aşamada üretim başlatılamaz. Benzer şekil de, malzeme kanbanı olmadan da hiçbir safha malzeme çekemez. Her dönemin çizelgelemesi


hemen hemen birbirinin aynıdır. Gerçekleşen üretim ile çizelgelemedeki üretim birbirine eşit ya da çok yakındır. Safhalar arasında taşınan miktarlar mümkün olduğunca küçüktür. Bu özelliklere sahip olan bir sistem, Yalın Üretim sistemi için idealdir.

2. YALIN ÜRETİMİN ARAÇLARI

Temel olarak israfın elimine edilmesini hedef alan Yalın Üretim felsefesi bu amacını gerçekleştirmek çeşitli araçlar geliştirmiştir ve geliştirmektedir. Aşağıda değinecek olduğumuz bu araçların her birisi üretim sürecini çeşitli noktalarda etkileyerek israf kaynaklarının yok edilmesine hizmet vermektedir.

2.1. Kanban Sistemi

Yalın Üretim sisteminin en önemli niteliklerinden birisi olan Tam Zamanında Üretim için en önemli araç Kanban Sistemidir. Kanban, Japonca'da kelime anlamı olarak kart demektir. Buradan da anlaşılacağı gibi sistem süreçler arasında hareket eden kartlar ile yürütülür. Belirtilen kartlar üzerinde kullanılan malzeme ile ilgili gerekli tüm detaylar verilir.

U N I T	GPKB260R	RECEIVING TICKET			13:34 01/12/2000
	PART #: AAC				DUE: 09/22/99
					
	DESC 1:MG AUXILIARY SWITCH				
	DESC 2: (U771)				
	ORDER REF: HDMCC	UM	ABC	LT	
	CARD NOTE:	EA			7
	CONT: LRB	LOCN: S05061A01			
	QTY/CARD: 100	ORD QTY: 100	BIN MIN:		
	ORD # 46-52958 01049	QTY REC: 100			
LOGONID: MGP164					

Şekil 7 Kanban Kart örneği

Taiichi Ohno'nun Amerika'ya gittiğinde gördüğü süpermarketlerden esinlenerek geliştirdiği bu sistem (Ohno, 1998, 69) temelde son derece basittir. Sistem, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin, bir önceki aşamaya gidip, kendi üretim istasyonu için o an gerekecek miktarda parçayı "çekmesine" dayanır. Bu özelliği nedeniyle de çekme sistemi için en önemli araçlardan birisidir. Çekme

olayının başladığı yer son montaj hattıdır ve buradan başlayarak parçalar atölyeden atölyeye yada ana sanayi fabrika ile yan sanayi arasında gerçekleşir.

Bir önceki süreçten parçanın çekilmesi bir sonraki istasyon için üretime başlama sinyalidir. Bir önceki süreç üretimini çeken kartlarda belirtilen miktarlar ve çeşide göre yapar. Burada amaç, tüm üretim aşamalarının yada üretim istasyonlarının gereksiz üretim yapmalarını önlemektir.

Üretim bir önceki aşamanın çekmesi ile başlatılacağı için asla gereksiz olan malzeme üretimi yapılmayacaktır. Ancak gereksiz üretimin yapılmaması yani kanbanın amaçlarına kavuşması bu aracın kurallarına uygun olarak kullanılmasına bağlıdır. Monden sistemin sağlıklı olarak çalışması için gerekli olan kuralları 5 madde olarak vermiştir (Monden, 1983, 24);

1. Sonraki üretim süreci, önceki süreçten gerekli parçaları gerekli miktarlarda ve gereken zamanda çekmelidir. Bu kuralın uygulanabilmesi için, Kanban olmadan herhangi bir parçanın çekilmesine yada Kanbanların sayısından fazla miktarda parça çekilmesine izin verilmemelidir. Fiziksel ürüne daima bir kanban yapıştırılmış olmalıdır.

2. Önceki üretim süreci sonraki süreç tarafından çekilen miktara göre üretimini gerçekleştirmelidir. Bahsedilen bu iki Kanban kuralının yerine getirilmesi durumunda tüm üretim süreçleri bir konveyör hattı gibi birleşmiş olacaktır. Üretim süreçlerinin herhangi birinde bir problem olması halinde tüm hattın durması söz konusu olabilecek ancak süreçler arası denge yeniden sağlanacaktır. 2. Kural'ın uygulanabilmesi için, Kanbanların sayısından daha fazla üretim yapılmasına izin verilmemelidir. Ayrıca üretim, kanbanların geliş sırasına uygun olarak yapılmalıdır.

3. Hatalı parçalar, hiçbir zaman bir sonraki üretim sürecine geçirilmemelidir. Üretim hattı üzerinde, herhangi bir istasyonda hatalı parçalar bulunması ara stokların büyük ölçüde azaltılmış olduğu bu ortamda üretim akışını durduracak ve hatalı parçalar önceki istasyona geri gönderilecektir. Böylelikle hatalı üretimin devamı engellenmiş olacaktır.

4. Kanban sayısı minimuma indirilmelidir. Toplam kanban sayısı, sistem

içindeki süreç içi envanter düzeyini belirlediği için, kanban sayısı mümkün olan en alt düzeyde tutulmalıdır. Günlük ortalama talepte bir artış olduğunda çevrim zamanlarının kısaltılması gereklidir. Bunun için çalışma hatlarında bazı değişikliklerin yapılması kaçınılmazdır. Ancak eğer üretim hattında bu düzenlemeler yapabilecek durumda değilse kapasite artırımı için fazla mesai yada diğer alternatifler üzerinde durulmalıdır. Esnekliğin sağlanamadığı ortamlarda ise toplam kanban sayısını ya da güvenlik stoğu düzeyini arttırarak talep artışlarına uyum sağlamak mümkündür. Talebin azalması durumunda ise, standart operasyonlar çevrim zamanının arttırılması gerekecektir. Ancak, bu durumda ortaya çıkacak boş zamanın önlenmesi için, üretim hattındaki işçi sayısının da azaltılması söz konusu olacaktır.

5. Kanban, talepteki ufak dalgalanmalar karşısında üretim hızını ayarlamak amacıyla kullanılmalıdır. Talep dalgalanmaları karşısında üretim hızının kanbanla ayarı bu sistemin en önemli özelliklerinden birisidir. Kanban dışındaki sistemlerde üretim çizelgelerinin tek merkezden belirlenmesi nedeniyle ani talep değişimleri karşısında tüm üretim birimlerine ayrı ayrı gönderilen çizelgelerin güncellenmesi zaman alacaktır.

Kullanımda iki tür kanban kartı tanımlanmıştır. Çekme kanbanı ve üretim kanbanları üretim sistemi içinde birbirini tamamlayan ve tetikleyen kartlardır. Çekme kanbanı, son süreçten başlayarak alt süreçlere ve sonrasında fabrika ile yan sanayiler arasında ürün çekilmesi sırasında kullanılır. Üretim kanbanı ise, üretime başlama sinyalini verir ve her bir atölyenin yada yan sanayi firmasının kendi içinde üretimin gerçekleşmesi sırasında kullanılır.

Kanban sisteminin nasıl basit ve masrafsız bir üretim kontrol sistemi olduğunu aşağıda verilen akışı incelediğimizde daha net anlayabiliriz (Monden, 1983, 21);

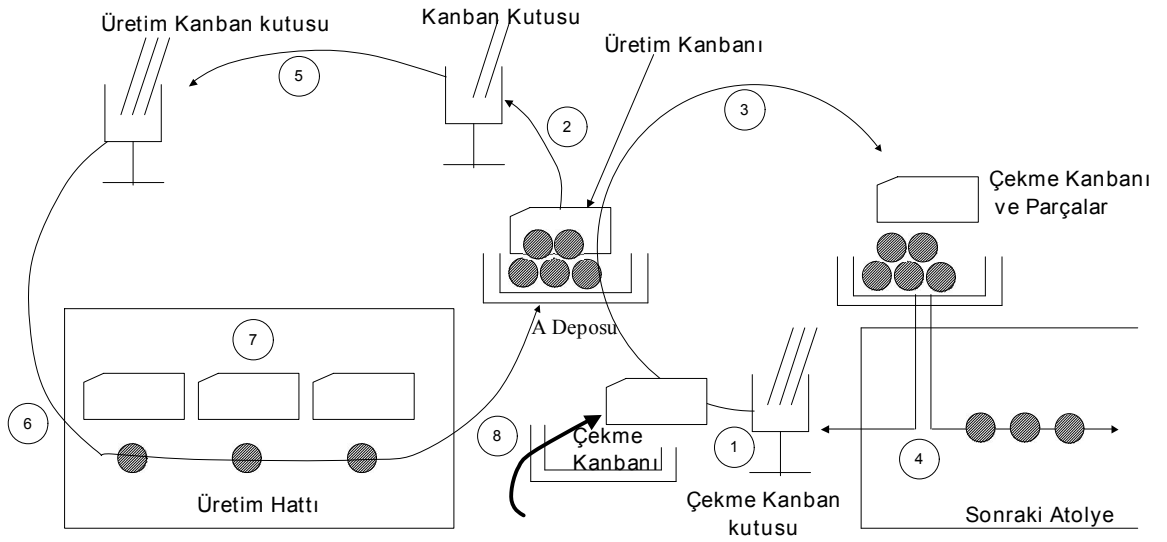
1. İkinci sürecin malzemecisi çekme kanban kutusundan aldığı kanban kartları ve boş kutularla birlikte bir önceki sürecin stok alanına gider. Bunu belirli zamanlarda yapar.

2. İkinci sürecin malzemecisi A deposundan malzemeleri çektiğinde,

malzemelerin üzerinde bulunan üretim kanbanlarını kanban kutusuna bırakır. Boş paletlerde bu alana bırakılır.

3. Malzemeci çıkardığı her bir üretim kanbanının yerine elindeki çekme kanbanlarını yerleştirir.

4. İkinci süreçte üretim başladığında çekme kanbanları çekme kanban kutusuna bırakılır.



Şekil 8 Kanban kart akışı (Monden, 1983, 21)

5. İlk süreçte üretim kanbanları belirli zaman aralıklarında yada belirli miktarda üretim gerçekleşince üretim kanban kutusundan toplanır. Üretimler gerçekleştikçe kartlar paletlere iliştilirler.

6. Üretim, kanban kutusundaki kart sırasına göre gerçekleştirilir.

7. Parçalar ve kanban birlikte hareket ettirilmelidir.

8. Parçaların üretimleri tamamlandığında parçalar ve üretim kanban kartları A deposuna yerleştirilir. Böylece sonraki sürecin malzemecisi herhangi bir zamanda çekme işlemini gerçekleştirebilir.

2.2. Karışık Yükleme ve Tek Parça Akışı

Fordist üretim sistemi ile Toyota Üretim sistemini ayıran en önemli özelliklerden birisi üretimde karışık yüklemidir. Fordist sistemde her zaman daha az değişim ve daha fazla miktarda üretim öngörülmüşken Toyota'da her müşterinin farklı bir otomobil aldığı gerçeğinden yola çıkarak (Ohno, 1998, 154) otomobillerin hatlarda tek tek üretilmesi söz konusudur.

Bu nedenle hatlarda yapılan karışık yükleme ile bir çok modelin arka arkaya monte edilebilmesine gayret gösterilmiştir. Karışık yükleme ile üretim sürecindeki hat sayısı azalırken alt süreçlere yapılacak çekme işleminin büyük partiler halinde yapılması engellenmiş olacaktır. Çekme işleminin büyük partilerde olmadığı gibi, son süreçten çıkan ürünlerde büyük partiler halinde olmayacak. Böylece müşterilerin istedikleri model için büyük üretim partilerinin bitirilmesini beklemeleri engellenecektir.

Ancak bu sistemin uygulanmasında sıralamanın belirli bir düzen içerisinde yapılması önemlidir. Çünkü sürekli olarak belirli miktarda çeken bir sürecin bir anda 2 – 3 misli mal çekme durumunun olması alt süreçlerin stok bulundurmasını gerektirebilir. Stok bulunmaması durumu ise üretimin aksamasına neden olacaktır.

Örneğin, bir firma, aylık sipariş bileşimine göre, bir ay içinde aynı montaj hattından çıkacak A, B ve C tipi ürünlerinden 6000 palet A, 3000 palet B ve 3000 palet de C ürünü üretmek zorundadır. Ayda ortalama 20 çalışma günü olduğuna göre, söz konusu bileşim, günde 300 A, 150 B ve 150 C paleti üretilmesi anlamına gelir. Birçok firmada bu bileşim, o da iyimser bir tahminle, günün ilk yarısında sadece A, geriye kalan ilk 1/4'lük kısmında B ve son 1/4'lük kısmında da C paletleri üretmek şeklinde değerlendirilir. Yalın Üretimde ise, ürünler son montaj hattından A, B, A, C, A, B, A, C palet sıralamasına göre çıkarılır ve bu sıralama ilke olarak gün boyu korunur. Yani, bir yandan her üç ürünün de talep bileşimindeki paylarını yansıtabilecek frekansta üretilmeleri sağlanır, öte yandan da her bir üründen mümkün olduğunca birer palet (ya da otomobil gibi kompleks ürünler söz konusu olduğunda, birer adet) üretilir. Böylesi bir sistem, hem günlük üretim adetlerinin tutturulması zorunluluğuna ters düşmez, hem de bir önceki istasyonları, montaj hattının belli bir düzene dayanmayan çekiş yapması

durumunda yedekte bulundurmak zorunda kalacakları stoğu tutmalarını önler. İşte üretimin bir süreklilik ve düzen içinde yürütülmesine ve ürünlerin adet açısından birbirlerine oranlarının olabilecek en küçük birimlere indirgenerek üretilmelerine, Yalın Üretimde “üretimde düzenlilik” denilmektedir (Serdaroğlu, 1997, 54).

Tek parça akışı, süreçler arası malzeme transferlerinin birer adet olarak yapılmasıdır. Bunun diğer bir anlamı iki süreç arasında malzeme stoğunun bulunmamasıdır. Küçük partilerle yapılan üretim sayesinde süreçler daha yakın hareket edebilirler ve malzeme akışları yüksek partili üretime göre daha kolay olacaktır. Ayrıca küçük parti ile gerçekleştirilen üretimler daha az alan ve daha az sermaye ile sürdürülebilir. Bunun dışında kalitesel problemlerin kolay bir şekilde tespit edilebilmesi ve tespiti yapılan problemlere hızlı bir şekilde çözüm bulunması diğer bir avantajdır.

İşlenmekte olan parçaların “beklemesi” demek, bir parçanın bir işleme aşamasından diğerine hemen geçmemesi demektir, stoklu çalışmada işler zorunlu olarak bu şekilde yürümektedir. Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulduğu çözümlerden biri de, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların işleme 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 aktarılmasına da “tek-parça akışı” (one-piece flow) denilmektedir

2.3. 5S

5S çalışma alanının sistematik ve adım adım düzenlenmesini ve standartlar getirilmesini sağlayan bir süreçtir. Temel çıkış noktası iyi organize olan bir alanın çalışanların motivasyon verimliliğini artırmasıdır. 5S, çalışan motivasyonun yanısıra iş güvenliğini, çalışma etkinliğini ve işin sahiplenilmesi duygularını artırır.

5S terimi Japonca 5 adet kelimenin baş harfinden meydana gelmektedir. Bu kelimeler 5S sürecinin adımlarına isim veren kelimelerdir; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

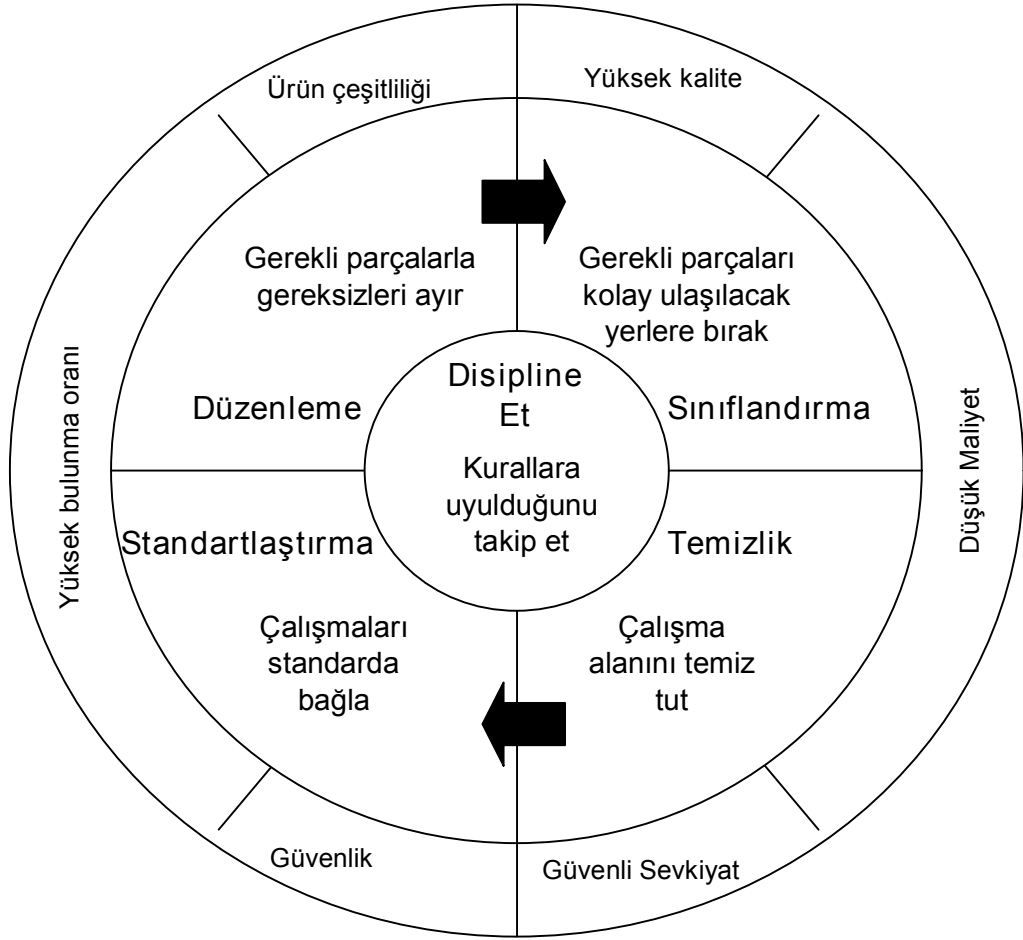
1.S Seiri (Sınıflandırma), proseste ihtiyaç olanla olmayan tüm nesnelere ayrılmasıdır. Malzemelerin kullanım sıklıkları ve kullanım yerlerine göre tasnif edilirler. Tasnif işlemi yapılırken aşağıdaki sorular sorularak ayıklama yapılmalıdır.

- Çalışma sahanızda dağınıklık yaratan gereksiz bir eşya var mı?
- Olduğu gibi bırakılan kablo, boru gibi gereksiz malzemeler var mı?
- Zemin de duran el aleti ve teçhizat var mı?
- Tüm malzemeler sınıflandırıldı mı? Depolandı mı? Etiketlendi mi?
- Tüm el aletleri, ekipmanlar, ölçü aletleri, malzeme ve evrak sınıflandırılıp kendi yerlerine konulmuş mu?

Tüm bu sorulara yanıt aldıktan sonra el aletleri, ekipmanlar, malzeme ve evrak kullanım öncelik ve sıklığına göre sınıflandırılabilir. Ancak bir çok zaman gerekli gereksiz ayırımında karışıklık yaşanmakta, bu ayırım tam olarak yapılamamaktadır. Burada tavsiye edilen şüpheye düşülmesi durumunda gereksizler kısmına ayrılmasıdır (Hirano, 1995, 35).

2.S Seiton (Düzenleme), genel düzen ve tertiptir. Donanım ve malzemelerin yerlerinin tanımlanması ve bu yerlerde muhafaza edilmesi sağlanmalıdır. Bütün malzemelerin yerleri bellidir ve bu nedenle istenen malzemeler alınırken ve yerine koyulurken zaman tasarrufu sağlanır. Düzen sağlanırken bölge ve alt bölge tanımlaması, minimum ve maksimum seviye ayarlaması önemlidir. Tanımlanan alanların fiziksel olarak belirlenmesi, bu mümkün değilse bile çizgiler ve renkler yardımı ile ayrılması kullanıcıların kurallara uymasını kolaylaştıracaktır.

3.S Seiso (Temizlik), temiz bir çalışma alanı yaratmaktır. Toz, kir ve atıklar, dağınıklığın, disiplinsizliğin, verimsizliğin, hatalı üretimin ve iş kazalarının temel kaynaklarından birisidir. Her çalışan kendi çalışma alanının temizlik, tertip ve düzeninden sorumludur.



Şekil 9 5S'te S'lerin anlamı (Hirano, 1995, 34)

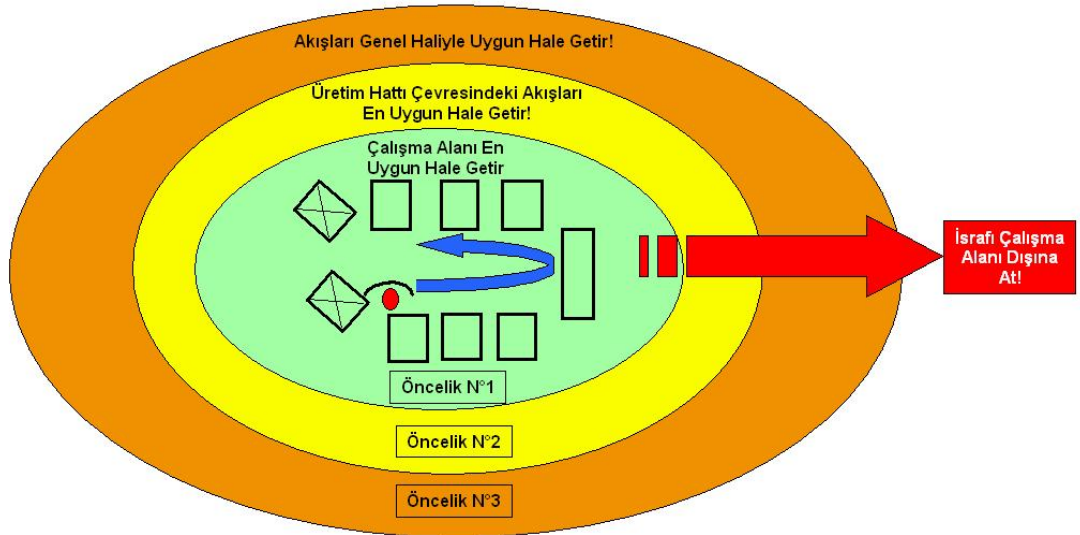
4.S Seiketsu (Standartlaştırma), iyi bir çevre düzeninin sağlanması ve bunun sürdürülmesidir. Mevcut düzenlemeler ve temizliğin kalıcı olmasını sağlamak amacıyla belirli kurallar konulması gereklidir. Kimin, ne zaman, nereyi temizleyeceği belirlenmeli, kullanılan alanlarda ki şekil ve çizelgelerin kontrolü sağlanmalıdır.

5.S Shitsuke (Disiplin), kurallara uymak ve takip etmektir. Şimdiye kadar 5S kapsamında bahsettiğimiz çalışmalar sınıflandırma, düzenleme, temizlik ve standartlaştırma çalışmalarının verimli bir şekilde sürdürülmesi için yeterli değildir. Devamlılık ve kalıcılık için disiplin şarttır. Sistem için konulmuş kuralların takibinin alışkanlık haline getirilmesi ile denetimin sağlanmasıdır.

2.4. U Hatları

Şekil 10'da belirtilen Yalın Üretim uygulanma stratejisinde görüldüğü üzere öncelikle üretim hattında bulunan israfların yok edilmesi, sonrasında üretim hattı çevresinde malzeme akışları ve son olarak genel hatlarıyla üretimde israf kaynaklarının yok edilmesi gerektiği gösterilmiştir.

Yalın Üretimde üretim hatlarında oluşan israfları temel olarak yok etmek için U hatları geliştirilmiştir. Şekli nedeniyle U ismini alan hatlardan temel beklenti üretim hattı içindeki malzeme ve insan hareketlerinin minimuma indirilmesi, hat dışında gerçekleşen faaliyetlerin optimize edilmesi ve kapasite dengelemede esneklik sağlanması olarak belirtilebilir.

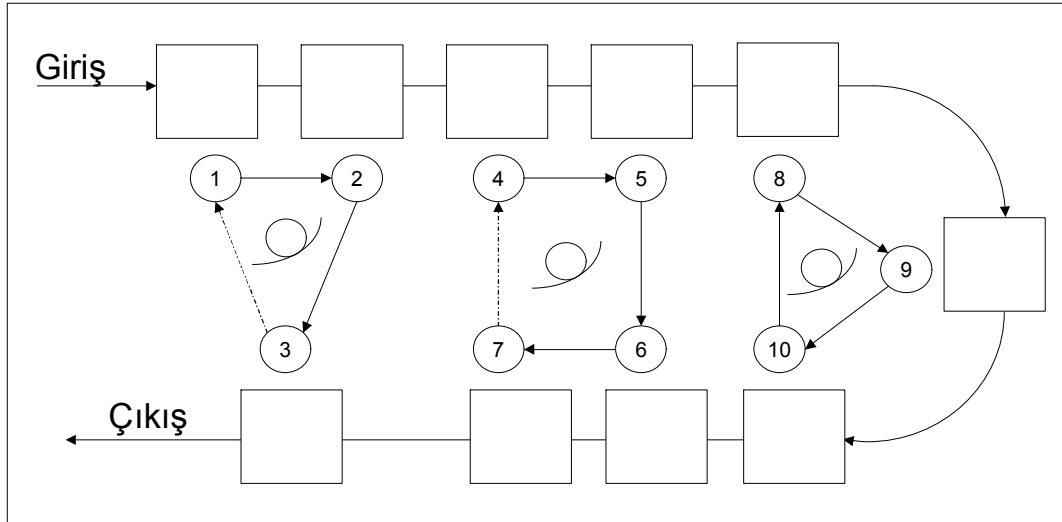


Şekil 10 Yalın Üretim uygulama stratejisi

Şekli itibarıyla U hatları malzeme ve çalışan akışlarında daha fazla etkinlik sağlanmasını sağlamaktadırlar. Birden fazla istasyonların bulunduğu U hatlarında malzeme transferleri istasyonlar arası mesafenin kısa olarak yapılandırılması ya da akışı kolaylaştıracak donanımın sağlanması durumunda rahatça yapılabilecektir.

Ayrıca ergonomik ölçülere uygun olarak hazırlanan U hatlarında çalışan

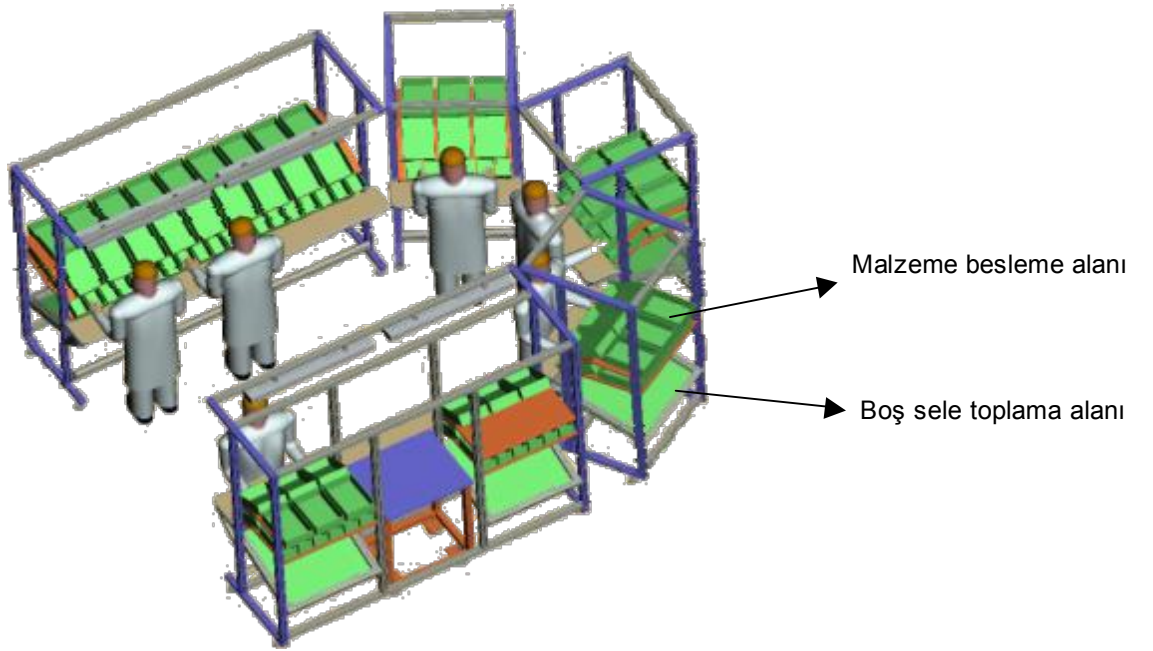
sayısı ayarlaması düz hatlara göre daha rahat olmaktadır. Çünkü U hatlarında çalışan sayısı azalsa dahi istasyonlar arası yürüme mesafesi düz hatlara göre daha kısa olduğu için verimlilik kayıpları çok yüksek olmayacaktır. Bu nedenle üretim kapasitesinde azalma görüldüğü zaman hatlarda eleman azaltılması hat kapasitesini azaltmasına karşın hat etkinliğinden çok fazla taviz vermemektedir. Aynı zamanda yüksek sezonlarda kapasite artırımı söz konusu olması durumunda istasyon sayısına bağlı olarak hatlarda eleman sayısı artırılabilir. 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.



Şekil 11 U Hattı çalışma düzeni (Monden, 1983, 152)

Hatlarda maksimum eleman sayısı olarak istasyon sayısının bir eksiği en uygun olan sayıdır. Çünkü U hatlarından elde edilen etkinlik kazancının temel sebeplerinden birisi çalışanların bir biri ile yardımlaşabilmeleridir. En az bir istasyonun boş bırakılması durumunda çalışanlardan kendi istasyonunda işini ilk tamamlayan kişi boş istasyonda biriken işleri tamamlamaya geçebilir. Buna karşın yüksek sezonlarda kapasite kaygısı ile eğer en az bir boş istasyon bırakılmazsa istasyonların birbiri ile işlem zamanları eşit olmaması durumunda işlem zamanı az olan istasyonlarda çalışanlar zaman zaman boş kalacaklar ve bu nedenle hatlardan istenen çalışan verimliliği alınamayacaktır.

Ayrıca tek bir düz hatla kıyaslandığında U hatlarında yalnızca yan yana olan istasyonlar değil, Şekil 11'de resmedildiği gibi bir biri ile sırt sırta olan istasyonlarda birbirine yakın olabilmekte, bu nedenle bir çalışan tarafından birden fazla istasyonun kontrolü rahatlıkla sağlanabilmektedir. Düz hatlarla kıyaslamak için ilk ve son istasyonları baz olarak almak aradaki farkın ne kadar büyük olduğunu göstermeye yetecektir. Bilindiği gibi düz hatlarda en uzak iki istasyon ilk ve son istasyonlar olurken U hatlarında bu iki istasyon sırt sırta çalışılabilen alanlardır. İlk istasyonda çalışan kişinin 180° dönmesi son istasyona ulaşması için yeterlidir. Burada önemli olan U hatlarının iç derinliğinin 1,6 m'yi geçmeyecek şekilde dizayn edilmesidir.

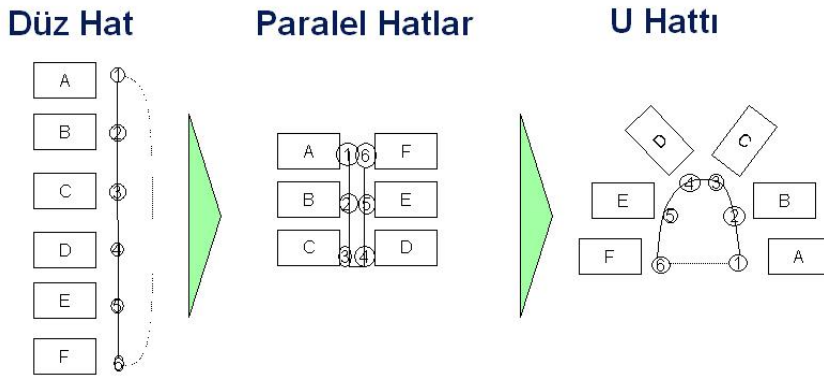


Şekil 12 U hattı örneği

Şekil 12'de temsili olarak verilen U hattında görüldüğü gibi operatörler hat içerisinde çalışmaktadırlar. Prensipte hat çalışanlarının hat içerisinde çalışmaları, bunun dışında gerçekleştirilmesi gereken malzeme hareketlerinin hat dışından hat işçilerini rahatsız etmeden tamamlanması gerekmektedir. Üretimde kullanılacak komponentlerin, malzeme besleme alanında yerçekiminden de faydalanılarak hat çalışanlarının önüne gelmesi sağlanır. Aynı şekilde üretimde kullanılan komponentlerin boş seleleri de boş sele toplama alanına bırakılır ve buradan yine hat malzemecileri tarafından hat çalışanlarını rahatsız etmeden

alınması mümkündür. Ayrıca U hatlarında montaj raflarına birden fazla komponent koyulabilmesi nedeniyle ürün değişiminde kaybedilecek değişim zamanı ortadan kalkacaktır.

Montaj ve diğer üretim operasyonlarında kullanılan U hatları konseptini yine U şeklinde dizilenmiş makineler serisinde de kullanabiliriz. Yapılacak bu dizilim ile elde edilecek kazanım bir operatör ile birden fazla makinenin kontrolü olacaktır. 1950'lerde Japon Toyota firmasında talaşlı imalat atölyesinde kullanılan makinelerin çoğunun konvansiyonel üniversal tezgahlar olmalarına karşın, bir işçi aynı anda 5 ila 10 makinenin çalıştırılmasından sorumluydu (Cusumano, 1989, 274).



Şekil 13 U hattı, Paralel hatlar ve Düz hat

U hattı şeklinin tam olarak sağlanamaması durumunda paralel hatlarda tercih edilebilir. Paralel hatlarda da istasyonlar arası mesafenin kısa olması nedeniyle çalışanlar arasında yardımlaşma mümkündür.

2.5. SMED

Şimdiye kadar bahsettiğimiz tek parça akışı, karışık yükleme gibi kavramların uygulanmasında en büyük bariyer değişim zamanlarının yüksek olması olarak gösterilmiştir. Kitlesele üretim en büyük dayanağı da değişim zamanlarıdır. Ancak buna rağmen değişim zamanlarının uzunluğu her zaman için değişmez bir veri olarak kabul edilmiş, azaltılması için gerekli çaba gösterilmemiştir. Doğal olarak yüksek değişim süreleri yüksek miktardaki üretim

partilerine sebep olmaktadır. Yüksek parti büyüklüğü aynı zamanda daha az sayıda değişimi getirecek, bu nedenle makinelerin verimliliklerinin yüksek olacağı kanaati vardır.

Ancak yüksek parti büyüklüğünün daha öncede belirttiğimiz gibi yüksek stokları meydana getirmesi gibi büyük sakıncaları vardır. Bu nedenle karışık yükleme, tek parçalı malzeme akışları gibi kavramların yürütülebilmesi, stoksuz çalışılabilmesi için değişim sürelerinin minimize edilmesi gerekmektedir.

Değişim zamanlarının azaltılmasında çalışma ekibinin de bilmesi gereken önemli noktalar vardır, değişim zamanlarında sağlanacak kazanç, işçi sayısını azaltmak yada daha yüksek miktarda üretime ulaşmak için değil, kazanılan zamanla daha fazla sayıda değişim gerçekleştirerek üretim parti büyüklüğünün azaltılmasıdır (Hay, 2000, 51).

Shigeo Shingo tarafından geliştirilen SMED tekniği, kalıp değişiminin azaltılması için kullanılan araçlardan en bilinenidir. Shingo, her ne kadar sistemi kalıp değişim süresinin kısaltılması olarak isimlendirse de bu teknik kalıp yada makinenin olmadığı diğer süreçlerde de rahatlıkla uygulanabilecek bir tekniktir.

SMED tekniği çok basit temellere dayanmaktadır. Shingo, öncelikle kalıp değişimi operasyonlarını içsel ve dışsal operasyonlar olarak ikiye ayırmıştır (Shingo, 1988, 22);

- İçsel Operasyonlar (Internal Setup), ancak makine dururken yapılabilecek operasyonlardır. Kalıbın makineye bağlanması, sökülmesi gibi aşamalar gibi.
- Dışsal Operasyonlar (External Setup), yapılması için makinenin durması şart olmayan operasyonlardır. Eski kalıbın götürülmesi, yeni kalıbın getirilmesi buna verilebilecek örneklerdendir.

Pratikte içsel ve dışsal operasyonların ayırımı genelde pek iyi yapılamaz ve bu nedenle dışsal operasyon olarak tanımlanabilecek operasyonlar içsel operasyon gibi gerçekleştirilip makinelerin fazladan durmasına neden olunur. İçsel

ve dışsal operasyonların tam olarak tespiti için yapılabilecek en güzel çalışmalardan birisi kronometraj yöntemi olacaktır. Birebir operasyon aşamalarının zamanlarının kaydedilmesi ve ayrıştırılması içsel ve dışsal kavramlarının daha iyi ortaya koyulmasına yardımcı olacaktır. Video kaydının da yapılması operasyonların belgelenmesi ve operatörlerle değerlendirilebilmesi için faydalı ve çok kullanışlı yöntemlerdir.

Değişim zamanlarının azaltılması için 4 ana konseptin anlaşılması önemlidir (Monden, 1983, 122);

Konsept 1: İçsel operasyonu dışsal operasyondan ayrılması. Böylece değişimi yöneten işçinin makine durduktan sonra dışsal operasyonları gerçekleştirmesinin engellenmesi amaçlanır. Dışsal operasyonda kalıp, aletler ve gerekli malzemeler makinenin yanında hazır edilmelidir ki ihtiyaç duyulduğunda müdahale kısa zamanda yapılabilsin. İçsel operasyon olarak kalıbın bağlanması ve sökülmesi gerçekleştirilmelidir.

Konsept 2: İçsel operasyonların mümkün olduğunca dışsal operasyonlara evrilmesi. Bu en önemli noktalardan birisidir. Örneğin eğer kalıbın ısıtılması gerekiyorsa bu operasyonun makine üzerinde değil, daha önceden yapılması içsel operasyonun kısaltılmasını sağlayacaktır. Dışsal olarak gerçekleştiğinde de makinenin bu operasyon için durdurulmasına gerek kalmayacaktır.

Konsept 3: Ayarlamaların elimine edilmesi. Değişim operasyonlarında ayarlama adımları genel olarak toplam içsel operasyonlarının %50 ila %70'i arasında zamanını teşkil etmektedir. Kalıbın yada aletin belirli bir noktaya oturtulmaya çalışılması buna örnek olarak verilebilir. Limit svilerinin kullanılması bu ayar zamanlarının azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Konsept 4: Değişimin tamamen ortadan kaldırılması. Bunun için iki yaklaşım vardır. Birinci standart ürün üretilmesi, ikincisi ise farklı standartlardaki ürünlerin aynı anda retilmesi.

Aşağıda verilen 6 teknik bahsedilen 4 konseptin gerçekleştirilmesi için kullanılır (Monden, 1983, 126);

Teknik 1. Dışsal operasyonların standardize edilmesi. Yapılacak olan dışsal operasyonlar belirli prosedürlere bağlanarak düzenli olarak yapılması sağlanır.

Teknik 2. makinenin gerekli kısımlarının standartlaştırılması. Kalıpların yada kullanılan aletlerin ölçüsel olarak aynı standartta olması değişim sürelerinin azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Teknik 3. Hızlı bağlantı elemanlarından faydalanılması. Genelde değişimlerde, özellikle kalıp değişimlerinde vida ve somun takıp gevşetmeler en fazla zaman kaybına sebep olan operasyonlardır. Bu nedenle özel amaçlara uygun bağlantı elemanları değişim zamanlarını hızlandıracaktır.

Teknik 4. Ek araçların kullanılması. Kalıbın makine üzerine montajının zaman aldığı durumlarda bu işlemi kolaylaştırmak için özel araçlar geliştirilebilir.

Teknik 5. Paralel operasyonlardan faydalanılması. Zaman zaman tek çalışanla yapılan kalıp değişim operasyonu çok fazla zaman alabilir. Bu nedenle bazen birden fazla operatörden faydalanılması gerekebilir.

Teknik 6. Mekanik değişim sistemlerinde faydalanılması. Kalıbın değiştirilmesi yada hammadde değişikliği esnasında eğer mümkün olursa mekanik sistemlerden faydalanılabilir.

SMED ile değişim sürelerinden kazanç sağlanırken çalışma etkinliği de artar. SMED sistemini adapte eden üreticiler üretim konseptinde ki değişim ve stokların elimine edilmesi ile temel stratejik avantaj sağlayacaklardır (Shingo, 1988, 126).

2.6. Poka-Yoke

Japonca'da POKA, dikkatsizlik, dalgınlık, YOKE ise elimine edilmesi anlamına gelir. Poka-Yoke unutkanlık, dikkatsizlik, yanlış anlama, konsantrasyon eksikliği, standartların eksikliği, tecrübesizlik, boş vermek, sabotaj vb. insan faktöründen kaynaklanan durumlara karşı çeşitli, hata yapmayı önleyici ve

yardımcı araç ve stratejileri kullanarak ancak daha fazla kontrol elemanına gerek duymadan, sıfır hatalı üretime ulaşmayı amaçlar. Bu amaçla gerekirse kullanılan tezgaha ilave mekanizmaların eklenmesine gerekirse ürün üzerinde dizayn değişikliğine gidilebilir.

Poka-Yoke elemanları sonlandırıcı şalterler, ışıklı uyarılar, şablonlar, kılavuzlar, sensörler, basınçlı şalterler, ayar pimleri, sayaçlar vb. donanımdan oluşur. Temel fonksiyonları kapatma, durdurma, kontrol ve uyarıdır.

Poka-Yoke uygulamaları sırasında ürünün karakteristik özelliklerine göre şekillendirilmiş standartlardan sapmaları belirleyecek uygun Poka-Yoke araçları seçilir. Prosedürlerden ve sabit değerlerden sapmaları belirleyecek düzenekler kurulur.

2.7. Kalite Çemberleri

Katılımı teşvik edici bir yönetim tekniği ve insan kaynağı geliştirme aracı olan kalite çemberlerinin çok yaygın kullanım alanları bulunmaktadır. Mal ve hizmet üreten her kuruluş, kalite çember etkinliklerini gerekli gördüğü her yerde yürütebilir. Kalite çemberleri, çalışanların yaptıkları işlerinden tatmin olmalarını sağlayarak ve grup karar verme sürecini işletip örgütün verimliliğini maksimize ederek, kalitenin sürekli gelişmesinde bir katalizör görevi almaktadır. Çember çalışmaları, yönetim ve iş gören arasında iyi ilişkiler kurulmasında oldukça etkilidir. Böylece atıl kapasiteler kullanılmakta ve sürekli gelişmeye kaynak sağlanmış olmaktadır.

Kalite çemberlerinin amacı, gruplar oluşturarak çalışanların kendi işleriyle ilgili katılımını sağlamak, işle ilgili problemlerin çözümünde çalışanların bilgi ve yaratıcılıklarından yararlanmaktır. Çemberlerde, genellikle sayıları 10'u 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.

Kalite çemberi, iş gücünde mevcut olan yaratıcı gücü kavramaya yarayan bir yoldur. Daha bilimsel olarak tanımlanacak olursa aynı alanda çalışan bir grup

işçinin, sorunlarını tartışmak, nedenlerini araştırmak, çözüm yolları önermek ve kendi yetki alanlarını kapsadığı zaman kurtarıcı önlemlere başvurmak üzere her hafta bir araya gelmesidir.

Çember üyeleri, başta kalite olmak üzere, güvenlik, verimlilik, iş ilişkileri, maliyet ve diğer problemleri belirlemek, analiz etmek ve çözmek için periyodik olarak, genellikle haftada bir kez toplanırlar. Çemberlere katılım isteğe bağlıdır. Çember çalışmalarında esas olan gönüllülüktür. Grubu oluşturan üyeler hiç bir şekilde atamayla ya da rotasyonla toplantılara katılmazlar.

Yönetim, çalışanları, çember çalışmalarına gönüllü katılımlarını sağlamak için kalite çemberleri, çember çalışmaları hakkında bilgilendirmelidir. Çember üye sayısı üyelerin toplantılara katılımlarında etkin olmalarını engelleyecek kadar büyük, problemlere değişik bakış açılan getiremeyecek kadar da küçük olmamalıdır.

Kalite çemberleri, 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 bir çok yeni teknik öğretilir.

Kalite çemberlerinin, hangi konular üzerinde çalışıp çalışamayacakları, çember faaliyetlerine başlamadan önce belirlenir ve tüm çalışanlara dağıtılır. Maaşlar, ödemeler, işletme personel politikaları, eleman alımları, kişisel sorunlar, sendikal sorunlar büyük kutuplaşma ve ikiliklere neden olabilecek konular olduğu için çemberlerde görüşülmesi doğru değildir.

En fazla 10 işçiden oluşan bu gruplar problemleri belirleyip çözüm önerirler, sonra da bu çözümü uygulayıp sonuçları kontrol ederler. Böyle bir ortamın hazırlanması için ise öncelikle işçilere problem çözme yönteminin öğretilmesi gerekir. Çember üyelerine bu yöntemin öğretilmesi halinde maksimum verim alınabilir. Bu yöntemi ana hatlarıyla şu şekilde belirleyebiliriz (Serdaroğlu, 1997, 109);

1-Problemin Saptanması: Problemi çözebilmek için öncelikle problemi

belirlemek gerekir. Ancak üretim sürecinde bazı problemler çok belirgindir. Bunları ortaya çıkarmak için fazlaca bir çabaya gerek duyulmaz. Kalite Çemberlerindeki amaç ise kendini göstermeyen problemleri yakalamaktır. Bunu yapabilmenin ilk adımı ise tüm süreçleri 'ürüne değer katanlar' ve 'muda yaratanlar' olarak ayırmak ve muda yaratanları ana problemler olarak belirlemektir. Bu saptamayı yapmak için öncelikle bekleme, taşıma, kalite kontrol gibi faaliyetlerde yoğunlaşmak gerekir. Çünkü bu faaliyetler ürüne değer katmadıkları gibi maliyetleri de artırırlar.

2-Problemin İncelenmesi: Problem saptandıktan sonra problemin kaynağını keşfetme aşamasına geçilir. Burada birkaç kez 'Neden?' sorusu sorularak birçok bilgiye ulaşılır, bunlardan birisi ise gerçek sebeptir. Taichi Ohno, bir keresinde, makinenin durma nedenini bulmak için işçiyle şu konuşmayı yapmıştır (Ohno, 1998, 59):

Soru 1 : Makine neden durdu?

Cevap 1: Çünkü aşırı yüklemekten dolayı sigorta attı.

Soru 2 : Neden aşırı yükleme oldu?

Cevap 2: Çünkü yağlama yetersizdi.

Soru 3 : Neden yetersizdi?

Cevap 3: Çünkü yağlama pompası düzgün çalışmıyordu.

Soru 4 : Neden düzgün çalışmıyordu?

Cevap 4: Çünkü pompanın mili aşınmıştı.

Soru 5 : Neden aşınmıştı?

Cevap 5: Çünkü içine pis su girmişti.

3-Fikir Üretme: Bu aşamada problemin ortadan kaldırılmasına yönelik her bir fikir dikkatlice araştırılır. Dikkat edilmesi gereken ise uygulanması mümkün çözümlerin tespit edilmesi ve bu çözümlerin herhangi bir yatırım gerektirmemesidir. Fikirlerin sadece belirlendiği bu aşamada çember üyelerinden gelen tüm öneriler dikkate alınmalıdır.

4-Değerlendirme: Bu aşamada uygulanabilir fikirler belirlenerek bunlar içinden en iyisinin seçimi yapılır. Ayrıca seçilen fikrin daha ne kadar geliştirilebileceği üzerinde durulmalıdır.

5-Uygulama: Kabul edilen fikrin nasıl uygulanacağına dair plan yapılır. Planda somut ifadeler yer almalı, uygulamanın verimliliği hesaplanmalıdır.

Kısa dönemde etkileri pek fazla ortaya çıkmayan Kalite Çemberlerinin uzun dönemde hem firmaya hem de işçiye sayısız kazançlar sağlar. Bir firmanın kendisini sürekli yenilemesi, ihtiyaçlarını giderek daha kolay karşılamasını sağlayacaktır. Bu yüzden tüm firmaların bu çalışmalarını yapması günümüzün kaçınılmaz gereklerindedir. Japonya’da Kalite Çemberlerinden elde edilen sonuçlar çok etkileyicidir. 1979 yılında “Japon Bilim Adamları ve Mühendisleri Birliği’nin Kalite Çemberleri Merkezi”ne bağlı yüz bin kadar kalite çemberi bulunuyordu. Bu çemberlerden eleman başına 50 ila 60 arasında öneriler toplanmaktaydı (Ouchi, 1989, 240).

3. YALIN ÜRETİMİN BİR ÜRETİM FİRMASINA UYGULANMASI

Yalın Üretim sistemi yeni bir üretim sistemi olmamakla beraber Avrupa'da ve özellikle ülkemizde yeni yeni yerleşmeye başlayan bir sistemdir. Japonya'da 1950'li yıllardan bu yana geliştirilen sistemin Japonya dışında ilk uygulandığı ülke 1974 dünya petrol krizi ile ABD ve daha sonra İngiltere olmuştur. Bu ülkeler 1980'lerin başından itibaren Japon gerçeği yada tehlikesine karşı harekete geçme ihtiyacı hissetmişlerdir. Avrupa'da ise Yalın Üretim 1990'ların başında ancak tehlikenin iyice belirmesi ile gündeme gelmiştir.

Uygulamasını gerçekleştirdiğimiz Schneider Grup şirketi olan Metesan A.Ş. firmasında Yalın Üretim Schneider Electric - New2004 çalışmaları kapsamında projelendirilmiştir. Bu çalışma Fransız PPC Danışmanlık firması ile birlikte gerçekleştirilen Diagnosis çalışmalarını kapsamaktadır.

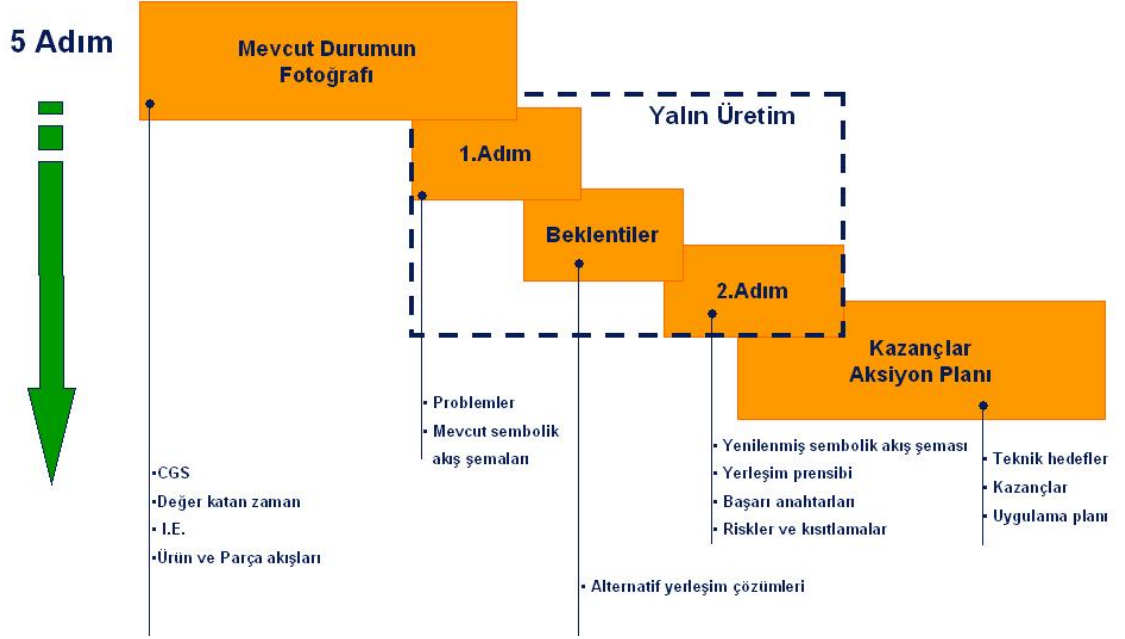
3.1. Metesan A.Ş. hakkında kısa bilgi

1981 yılında Mete ailesi tarafından kurulan Metesan firması Çiğli Atatürk Organize Sanayi Bölgesinde 15.000 m2 açık alan 12.719 m2 kapalı alan üzerinde faaliyetini sürdürmektedir. Ana faaliyet alanı ev tipi anahtar – priz serileri ile sanayi tipi fiş – priz serileri üretimi olan firmanın ayrıca aydınlatma ürünleri üretimi de bulunmaktadır.

Üretim hattında 35 enjeksiyon makinesi, 2 melamin enjeksiyon makinesi, 11 hidrolik melamin pres, 3 yarı otomatik ve 1 tam otomatik montaj makineleri bulunan Metesan'ın %30'u İsveç firması olan Lexel tarafından 1998 yılında satın alındı. Bu firmanın Fransız kökenli Uluslararası Schneider Electric tarafından alınmasının ardından 2000 yılında tamamıyla Lexel tarafından satın alındı. Lexel grubun faaliyetlerini Schneider Electric bünyesinde sürdürülmesi kararı ile 2003 yılından bu yana Metesan faaliyetlerini Schneider Electric firması bünyesinde sürdürmektedir. Firma çalışmalarını 85'i beyaz, 187'si mavi yakalı çalışan olmak üzere 272 kişi ile devam ettirmektedir.

3.2. Teşhis (Diagnosis) Safhası

Metesan'da yapılan Yalın Üretim'e geçiş süreci Diagnosis (Teşhis) adı verilen mevcut durumun analizi ve yeni Yalın durumun oluşturulması için temel kararların alındığı süreç ile başlamıştır. Teşhis safhası için uygulama planında temel hatları Şekil 14'te verilen 6 haftalık süre ön görülmüştür.



Şekil 14 Genel hatları ile proje planı

Teşhis safhasında, amaç sistemde bulunan israf kaynaklarının tespit edilmesi, yok edilmesi için aksiyon oluşturulması ve kazanımların hesaplanması olarak belirlenmiştir. Proje planı ana hatları ile Şekil 14'te, detay hatları ise Şekil 16'da verilmiştir. Ana hatları ile incelendiğinde, projenin ilk aşamasında temel göstergelerden olan IE'nın ölçülmesi, CGS'nin hesaplanması ve değer katan / katmayan zamanların ölçülmesidir. Ayrıca bu aşamada ürün akışları da incelenir.

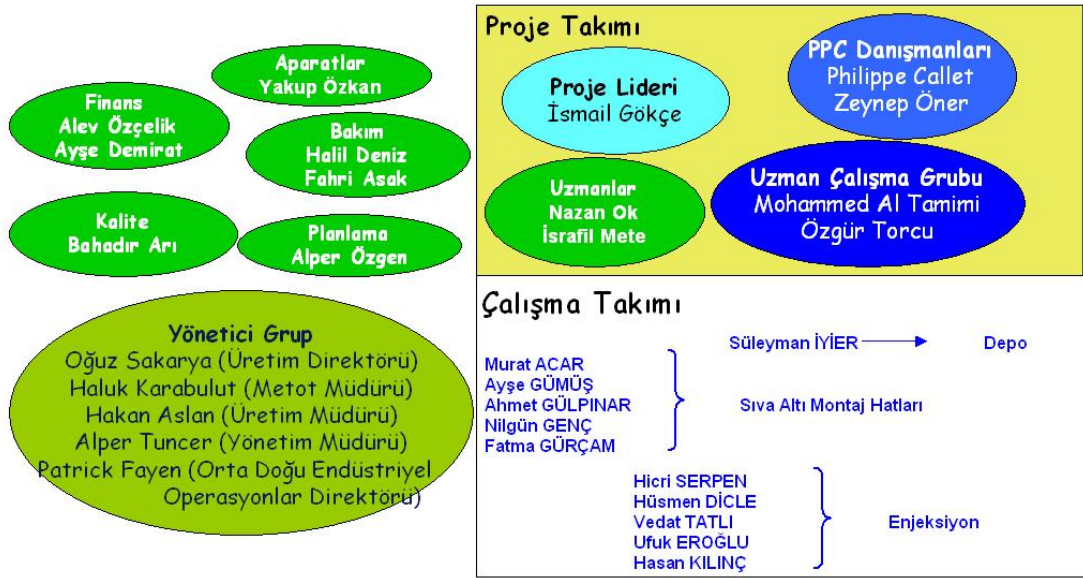
IE (Industrial Efficiency – Endüstriyel Etkinlik), üretim hattında değer katan faaliyetlere harcanan toplam zamanın toplam işçilik zamanına bölünmesi ile bulunur. Değer katan faaliyet ile katmayan faaliyetlerin kıyaslanması yapıldığı için ölçümü ve takibi en önemli göstergedir.

CGS(Cost of Goods Sold – Satılan Malın Maliyeti), satılan ürünlerin maliyet kırılımının çıkarılmasıdır. Maliyet kırılımını da malzeme, işçilik, enerji, genel üretim giderleri, amortisman ve genel yönetim giderleri vardır. Burada yapılacak olan uygulama için en önemli maliyet unsuru Şekil 19’da da gösterilen işçilik maliyetidir.

2. adımda çalışmalar daha çok üretim ekibi ile sürdürülür. Yapılan 2 toplantı ile Mevcut durum ve Gelecek durum Sembolik Akış Diyagramları hazırlanır. Ayrıca yeni oluşturulacak yerleşimin temelleri de bu adımda atılır.

Son adımda alınan kararların uygulama planları oluşturulur, hedef kazanımların tahmini olarak tespiti için çalışılır.

3.2.1. Proje ekibinin oluşturulması



Şekil 15 Yalın Üretim Proje ekibi

Çalışma ilk olarak proje ekibinin belirlenmesi ile başlamıştır. Ekip üyeleri ilgili üretim birimlerinden ve üretim faaliyetlerine destek veren birimlerden oluşturulmuştur. Bu birimler Üretim, Metot, Lojistik, Maliyet Muhasebesi, Planlama, Kalıphane, Kalite ve Bakım birimleridir. Proje alanı olarak seçilen üretim birimleri enjeksiyon ve montajdan çeşitli görevlerde ekip çalışanları seçilmiştir. Seçilen üyelerle 2 defa gerçekleştirilen ana toplantılarda fikir alışverişi yapılmış, bunun

yanı sıra gerekli görüldüğünde birebirde fikirlerine başvurulmuştur. CGS analizi için Maliyet Muhasebesi ve Lojistikten destek alınırken akışların çıkartılması ve IE hesaplamalarında Metot ve Üretim bölümü çalışanları ile çalışılmıştır.

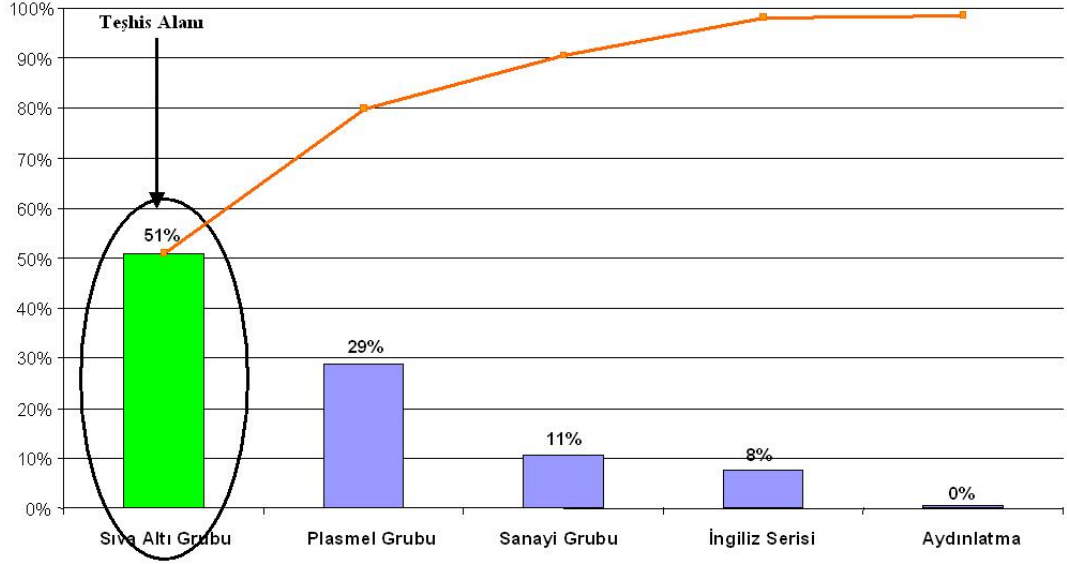
3.2.2. Çalışma takvimi ve proje alanı seçimi

Proje ekibi oluşturulduktan sonra çalışma takvimi de ekip üyelerinin görevlerine ve proje aşamalarına göre oluşturulmuştur. Oluşturulan detaylı proje planı Şekil 16'te verilmiştir. Bu plan, süreç ilerledikçe doldurulmuş, zamanına uygun giden hücreler yeşil, aksamalar yaşanan adımlarda hücreler kırmızı ile boyanarak yönetime raporlama yapılmıştır.

Proje planı ile fabrika sisteminin tanınması, gözlemlerin ve analizlerin yapılması, ürün akışlarının tespit edilmesi, temel Yalın Üretim göstergelerinin hesaplanması, ana toplantılar, kazanç hesaplanması ve uygulama planının hazırlanması çizelgelenmiştir. Yapılacak çalışmaların kimlerle ne sürede yapılacağı planda belirlenmiştir.

3.2.3. Mevcut durumun analizi

Proje alanının seçimi bitmiş ürünlere göre yapılmıştır. Buna göre firma cirosunda önemli payı olan Sivaaltı grubu proje çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Şekil 17'de proje alanı seçiminde kriter olarak kullanılan satış miktarları dağılımı verilmiştir.



Şekil 17 Bölümler bazlı satış miktarları

Seçilen bölüme ait ürünler Şekil 18'de gösterilmiştir. Sivaaltı grubu evlerde kullanılan anahtar ve priz serisini içeren ürün grubudur. Metesan satışlarının %50'sini oluşturan grup ürünleri, süreç olarak enjeksiyon üretimi ve fason süreci sonrası montajlanarak müşteriye hazır hale getiriliyor.

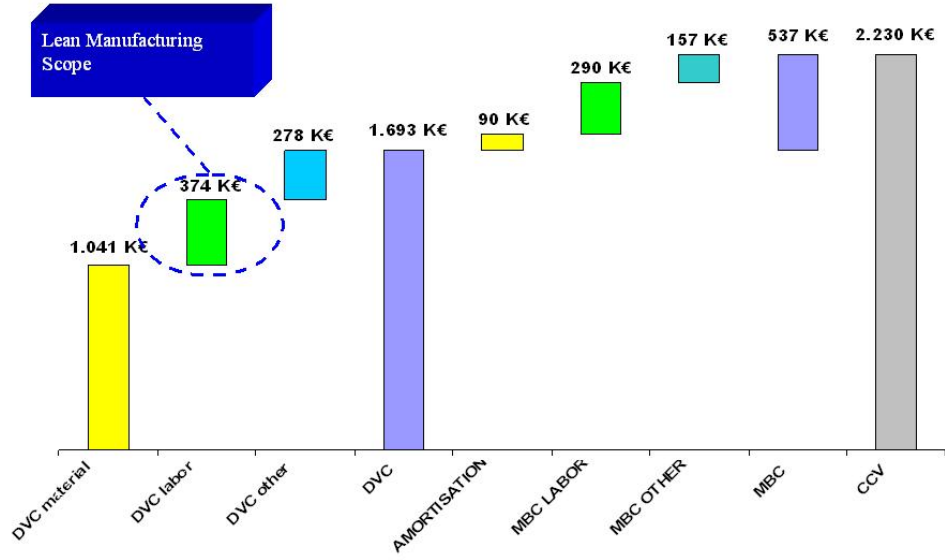


Şekil 18 Sivaaltı grubu Alia serisi ürün grubu

Mevcut durumun tespiti için enjeksiyon ve montaj bölümlerinde gözlemler yapılmıştır. Gözlemlerin amacı operasyonlardaki israf kaynaklarının tespiti, değer katan ve katmayan faaliyetlerin belirlenmesidir. Gözlemlerde ve grafiksel gösterim gerektiren araçlarda yeşil ve kırmızı renklerden faydalanılmıştır.

Yeşil renk ile değer katan faaliyetler ifade edilmiştir. Değer katan faaliyetler müşterinin ödemeye razı olduğu faaliyetlerdir, enjeksiyon baskısı, bir parçanın başka bir parçaya montajlanması, ürünün (eğer müşterini tarafından isteniyorsa) paketlenmesi yeşil renk ile gösterilen değer katan faaliyetlere verebileceğimiz örneklerdendir.

Değer katmayan faaliyetler, değer kavramında israf olarak tanımladığımız müşterinin malla birlikte alırken ödemeye razı olmadığı ve bundan dolayı fazladan ödeme yapmasına neden olan faaliyetlerdir. Ürün üzerinde standardın gerektirmediği ve müşterinin talep etmediği testler, malzeme beklemeleri, taşımalar, stoklar, ikincil işlemler gibi faaliyetler değer katmayan faaliyetlere verilebilecek örneklerdir. Ürün üzerinde fiziksel değişime neden olan, müşterinin ödemeye razı olduğu tüm faaliyetler ise değer katan faaliyet olarak tanımlanmıştır. Değer katmayan faaliyetlerin gösteriminde kırmızı renkten faydalanılmıştır.



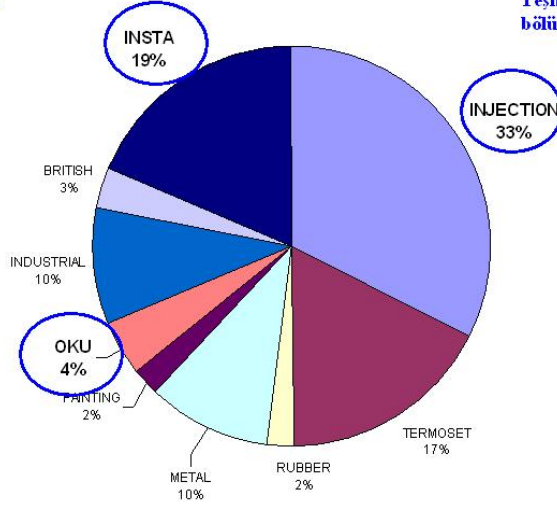
Şekil 19 Satılan malın maliyeti (01.01.2004 – 30.06.2004 dönemleri arası verileri kullanılmıştır)

Şekil 19'danda görebileceği gibi 6 aylık dönem göz önüne alınarak Satılan Malın Maliyetine bakıldığında toplam maliyetin 2.230 K€ olduğu, bu miktarın 374 K€'lık kısmının Direk mavi veya çalışanların zamanlarından kaynaklandığı görülecektir. Metesan'da yapılan Yalın üretim çalışmasının temel hedef noktası bu maliyetin azaltılması yönündedir.

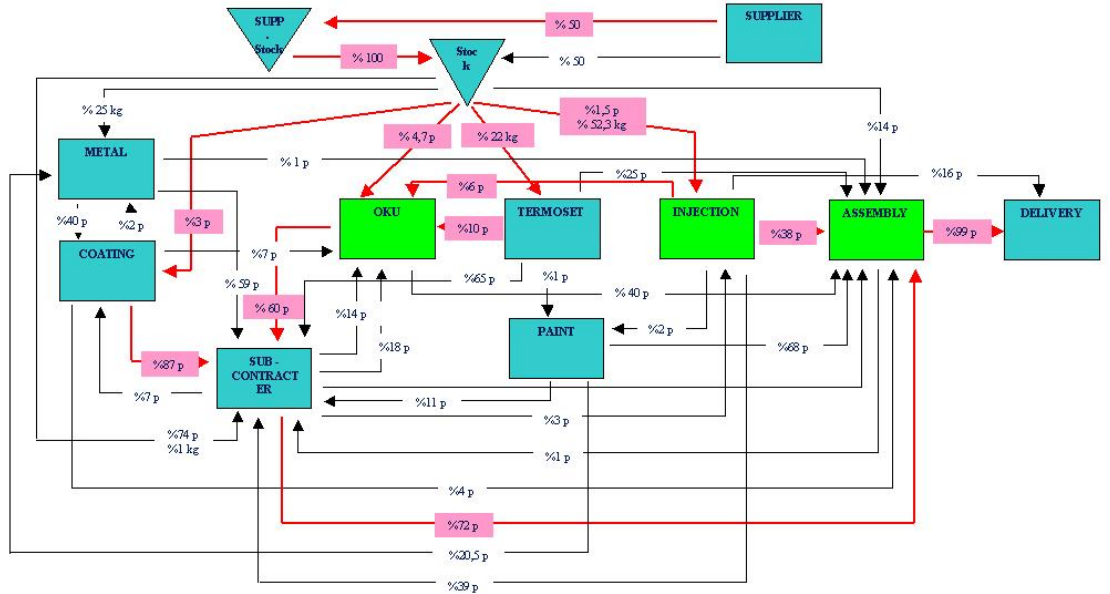
Şekil 20'deki grafik incelendiğinde toplam kullanılan çalışma zamanının bölümler arası dağılımı görülecektir. Buna göre toplam üretim zamanı 131.271 saat iken Sivaaltı grubu üretim sürecinde göreceğimiz montaj ve enjeksiyon bölümlerinin toplam zamanın %56'lık kısmını teşkil ettiğini görebiliriz.

Toplam Çalışılan Zaman
131.271

Teşhis için seçilen bölümler



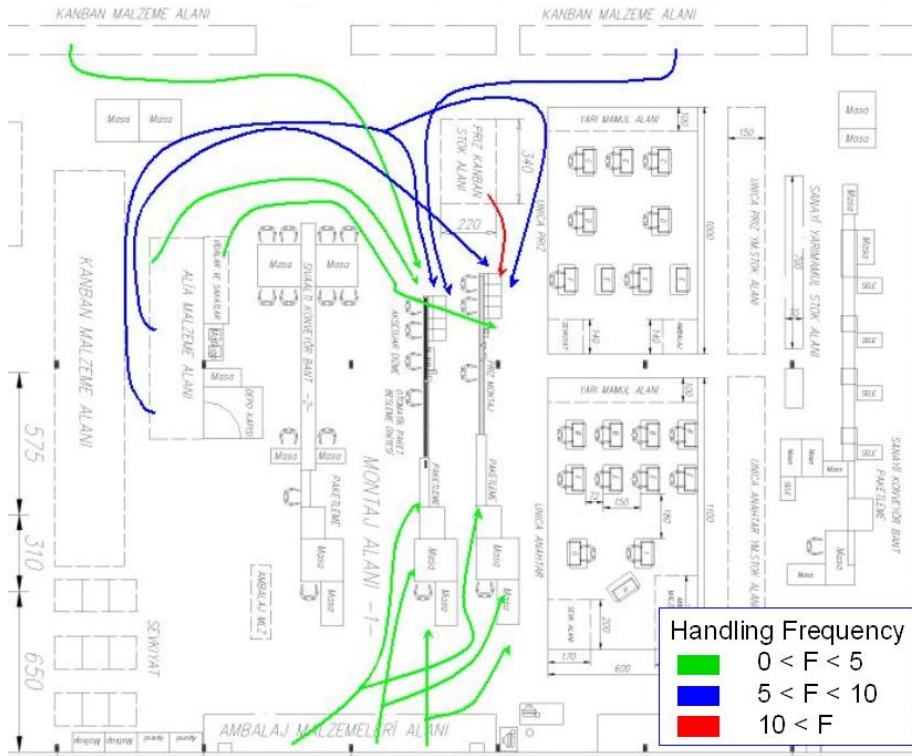
Şekil 20 Bölüm bazlı çalışma saatleri (01.01.2004 – 30.06.2004 dönemleri arası verileri kullanılmıştır)



Şekil 21 Fabrika içi ürün akış dağılımı

Çalışmalar bu iki bölüm üzerinde yapılmış, gözlemler, akışlar ve göstergeler bu bölüm faaliyetleri üzerinde odaklanmıştır.

Temel olarak fabrika içi akışa bakıldığında (Şekil 22) 3 ayrı fabrika arasında malzeme akışlarının olduğu görülmüştür. Ayrıca montaj bölümünün 2. katta olması nedeniyle depodan montaj alanına, montaj alanından bitmiş ürün deposuna malzeme transferlerinde forklifte ihtiyaç olduğu görülmüştür. Genel olarak akış incelendiğinde enjeksiyon binası malzeme çıkış noktası ile montaj alanı malzeme kabul alanı arası 150 m olduğu için iki bina arasında malzeme taşımakla görevli çalışanların tek seferde 300 m yol almaları dikkat çekicidir.



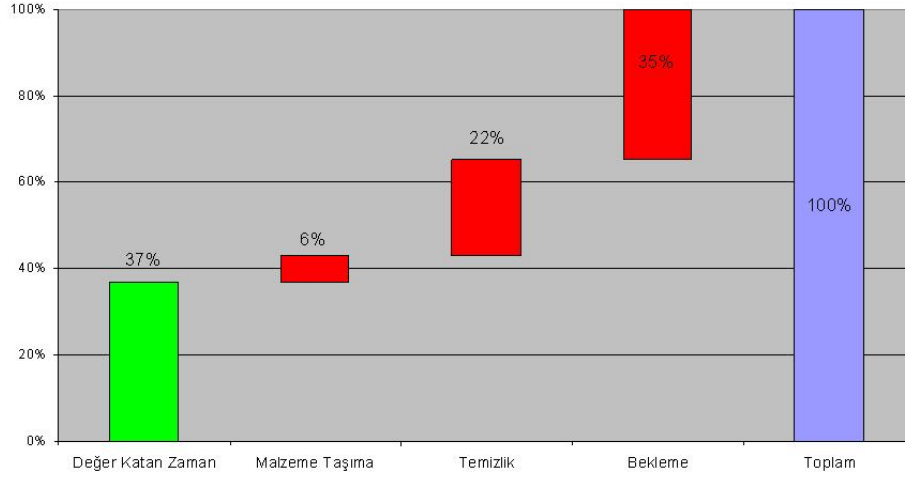
Şekil 23 Montaj hattı üretim akışı

Yapılan gözlemlerden elde edilen verilere göre Şekil 25'te görülebileceği gibi hesaplanan montaj bölümü çalışan etkinliği (IE) %38'dir. IE'nin elde edilen değer katan faaliyet zamanının harcanan toplam zamana oranlanması olduğu göz önüne alındığında, montaj hattında 100 birimlik üretim kaynağının ancak 38 birimi müşterinin istediği şekilde değerlendirilebilmiştir. Kalan 62 birimlik

kısım ise daha önce bahsettiğimiz 7 temel israfa harcanmıştır.

Montaj hattında tespit edilen %62'lik israflardan temel olanlar %28 ile aktivite, %6 ile malzeme ve çalışan hareketleri ve %5 ile malzeme kontrol faaliyetleridir.

IE hesabı için montaj hattında yapılan gözlemlerden ve ilgili döneme ait çalışma zamanlarından faydalanılmıştır. Gözlemlerle her bir ürün için değer katan ve katmayan üretim zamanları tespit edilmiştir. Toplam değer katan üretim zamanı, ürün değer katan zamanının ilgili dönem üretim miktarı ile çarpılması sonucu elde edilir.

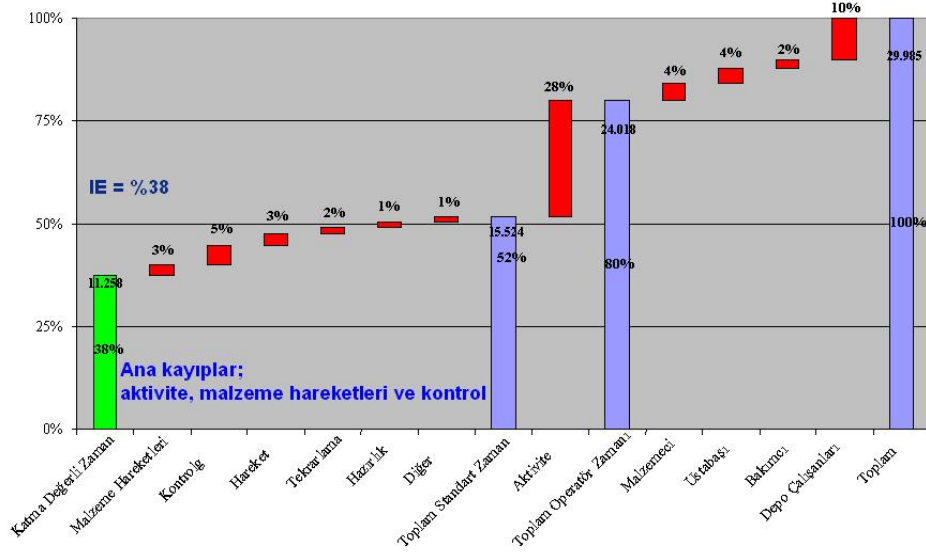


Şekil 24 Montaj gözlem örneği

Toplam Değer Katan Üretim Zamanı = Ürün Değer Katan Üretim Zamanı * Üretim Miktarı

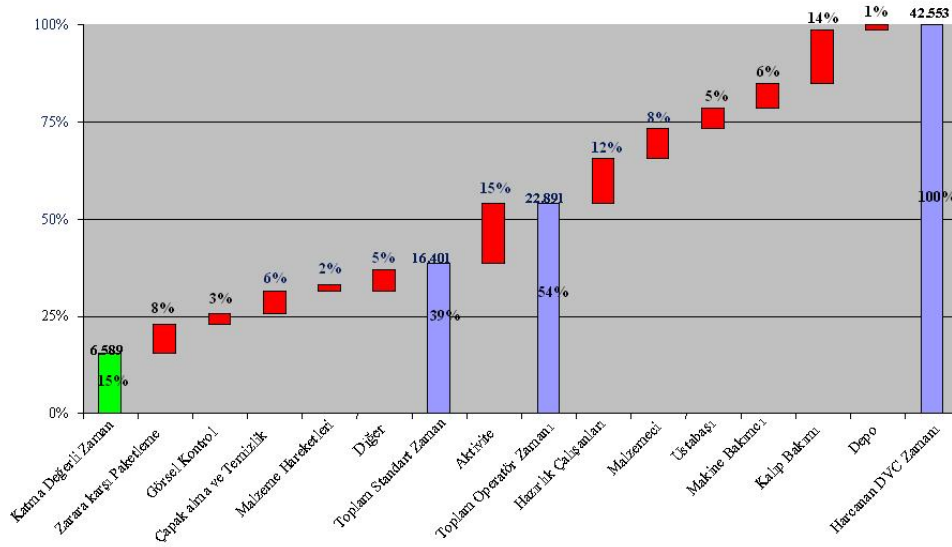
Elde edilen toplam değer katan üretim zamanının toplam çalışma zamanına bölünmesi ile IE değeri elde edilmiştir.

IE = Toplam Değer Katan Üretim Zamanı / Toplam Çalışan Zamanı



Şekil 25 Montaj Hattı çalışan verimliliği (IE)

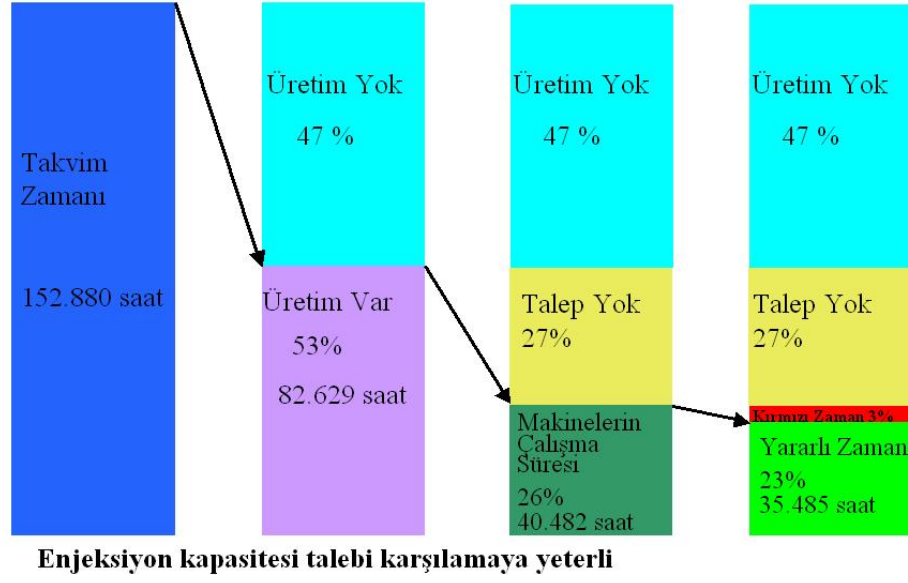
Aynı çalışma enjeksiyon süreci içinde yapılmıştır.



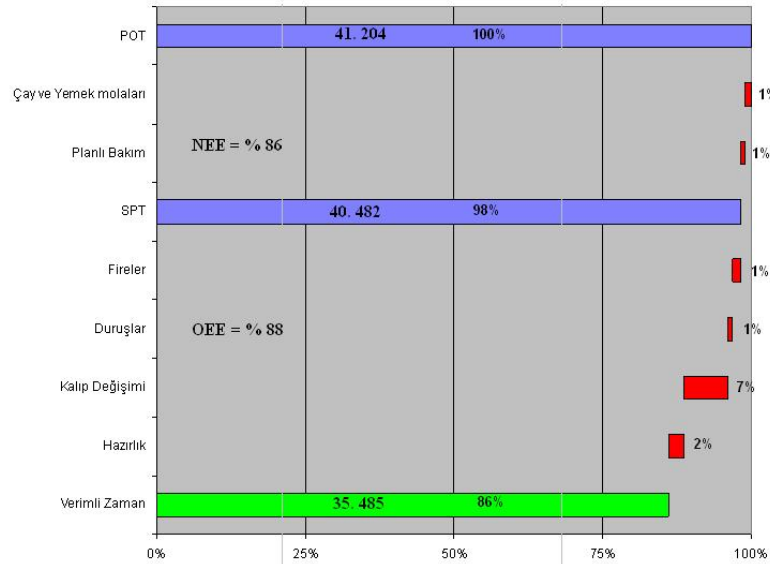
Şekil 26 Enjeksiyon bölümü çalışan verimliliği

Enjeksiyon süreci makine yoğun bir üretim olduğu için Yalın Üretim açısından temel gösterge Net Makine Etkinliğidir (NEE – Net Equipment Efficiency). NEE üretken makine zamanının toplam makine zamanına oranlanmasıdır. Enjeksiyon bölümü için yapılan hesaplama sonucu elde edilen

NEE değeri %86'dır. Bu değer %80'nin üzerinde olduğu için dünya standartlarına göre iyi olarak nitelendirilebilecek bir değerdir. Temel kayıp olarak görülen %7'lik oranıyla kalıp değişim zamanıdır.



Şekil 27 Enjeksiyon makineleri için yıllık çalışma zamanı dağılımı



Şekil 28 Enjeksiyon makineleri etkili kullanım oranı (NEE)

POT: Plant Operating time – Enjeksiyon bölümünün açık olduğu zaman

SPT: Scheduled Production Time – Üretime ayrılan zaman

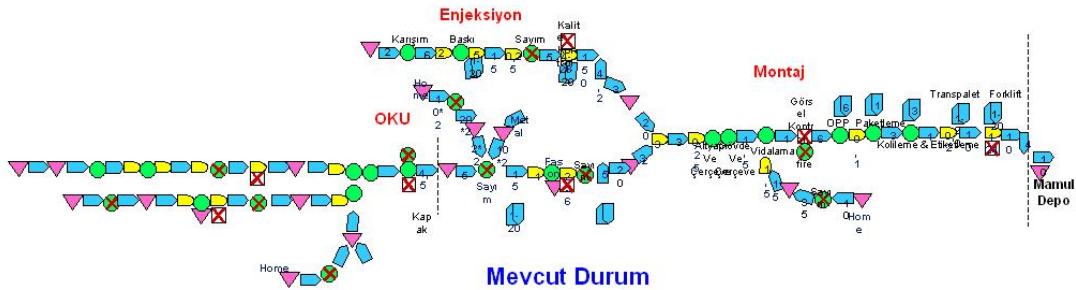
3.2.4. 1. ve 2. Paylaşım toplantıları

Yapılan analiz çalışmaları 1. ve 2. paylaşım toplantıları ile çalışanlarla paylaşılmıştır. 1. ve 2. paylaşım toplantılarının amacı çalışanların katılımının sağlanması olduğu kadar hem onlara Yalın Üretim felsefesinin aktarılması hem de oluşturulacak yeni sistem için görüşlerinden faydalanmaktır. Toplantıya proje ekibinde bulunan tüm çalışanların katılımı sağlanmıştır.

1. paylaşım toplantısında çalışanlara Yalın Üretim konusunda eğitim verilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalar hakkında bilgiler aktarılmıştır. Çalışanların değer katan faaliyet, değer katmayan faaliyet kavramlarına, bu kavramların yeşil ve kırmızı renklerle gösterilmelerine alışmaları sağlanmıştır.

Yapılan ilk toplantının temel amaçlarından biriside mevcut durum ürün akış haritasının çizilmesidir. Bunun için kahverengi kağıt ve bu kağıt üzerine sistemin sembollenmesini sağlayacak şekillere sahip yapışır kağıtlar temin edilmiştir. Yalın Üretim proje çalışmasını temsil edecek nitelikte olan Alia Priz üzerinden yapılan haritalama çalışması mamul depodan geriye doğru başlamıştır. Hazırlanan Mevcut Durum Sembolik Akış Diyagramı Şekil 29'da gösterilmiştir.

Ürünün gerçekleşmesi için gerekli tüm operasyonlar geriye doğru duvar üzerinde bulunan kahverengi kağıt üzerinde 6 sınıfa ayrılarak şekillendirilmiştir;

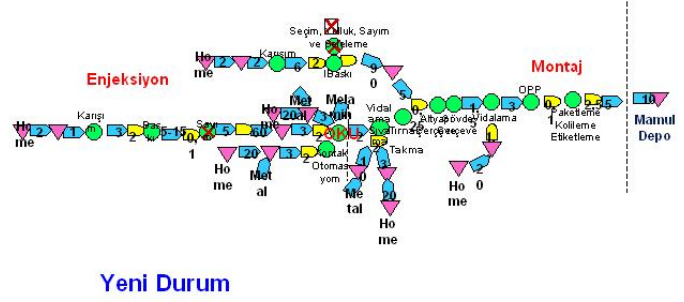


Şekil 29 Mevcut durum Sembolik Akış Şeması

Tablo 1 Sembolik Akış Şemasında kullanılan semboller ve anlamları

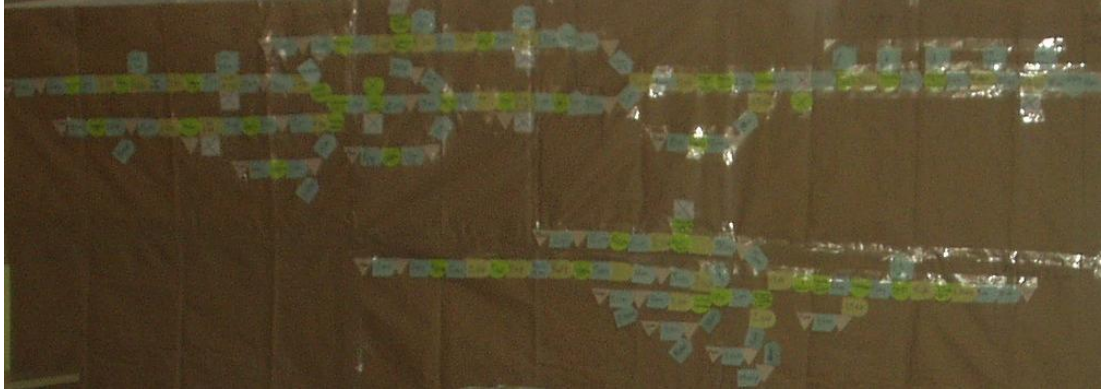
Geometrik Sembol	Anlamı	Açıklama
	Operasyon	Bir iş istasyonunda süreçte kullanılan parçanın insan gücü veya makine ile fiziksel bir değişikliğe uğraması
	Taşıma	Parçanın yer değiştirmesi
	Bekleme	Bir sonraki operasyon öncesi çeşitli nedenlerden dolayı gecikme
	Stoklama	Bir operasyon öncesi yada fabrika dışına gönderilmeden önce parçanın belirli bir talimata göre bir alanda bekletilmesi
	Değer Katmayan Kontrol	Parçanın belirli standartlara göre mukayese edilmesi
	Değer Katan Kontrol	Belirli standartlar gereği yapılması gereken yada müşterinin talep ettiği kontrol operasyonu

2. paylaşım toplantısında yeni durum şekillendirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma için kullanılan araçlar yine aynı şekilde kahverengi kağıt ve 6 şekil olmuştur. İlk toplantıda duvar üzerinde resmedilen akış üzerinde çalışılmış, sondan başa doğru gidilerek Yalın Üretim prensiplerine uygun olacak şekilde yeni süreç şekillendirilmeye çalışılmıştır. Değer katan faaliyetler üzerinde değişiklik yapılmazken değer katmayan faaliyet olarak nitelediğimiz taşıma, kontrol, bekleme ve stoklama faaliyetleri operasyon operasyon sorgulanmıştır. Gerekli olup olmadığı 5 defa neden sorusu yöneltilerek irdelenmiştir. Hazırlanan Yeni durum Sembolik Akış Şeması Şekil 30'de gösterilmiştir.



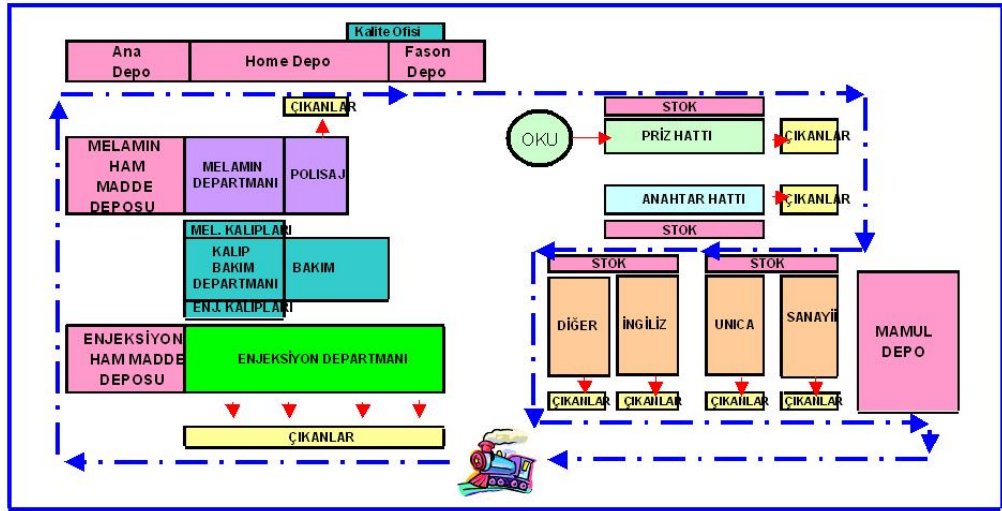
Şekil 30 Yeni durum Sembolik Akış Şeması

Mevcut durumda karşılaşılan problemler ile yeni durumda öngörülen değişiklikler Teşhis aşaması sonuçları kısmında genel olarak analizlerden elde edilen sonuçlar arasında verilmiştir. Burada önemli olan nokta her iki diyagramında çalışanlar tarafından hazırlanması, mevcut durumun 5 defa neden sorusu ile sorgulanması ve Yalın Üretim prensiplerine uygun olacak şekilde yeni durumun çalışanlarla birlikte hazırlanmasıdır.



Şekil 31 Çalışanlar tarafından kahverengi kağıt üzerine hazırlanan Mevcut ve Yeni Durum Sembolik Akış Şemaları

2. paylaşım toplantısında çalışanlar 2 ayrı gruba ayrılmış, verilen boş kağıtların üzerine herhangi bir fiziksel sınır düşünmeksizin öğrendikleri Yalın Üretim felsefesine uygun olacak şekilde yeni Metesan yerleşimini çizmeleri istenmiştir. Çalışanlar tarafından hazırlanan yeni yerleşim Şekil 32'da gösterilmiştir.



Şekil 32 Çalışanlar tarafından oluşturulmuş Yalın Üretim prensiplerine uygun ürün akış planı

3.2.5. Teşhis aşaması sonuçları

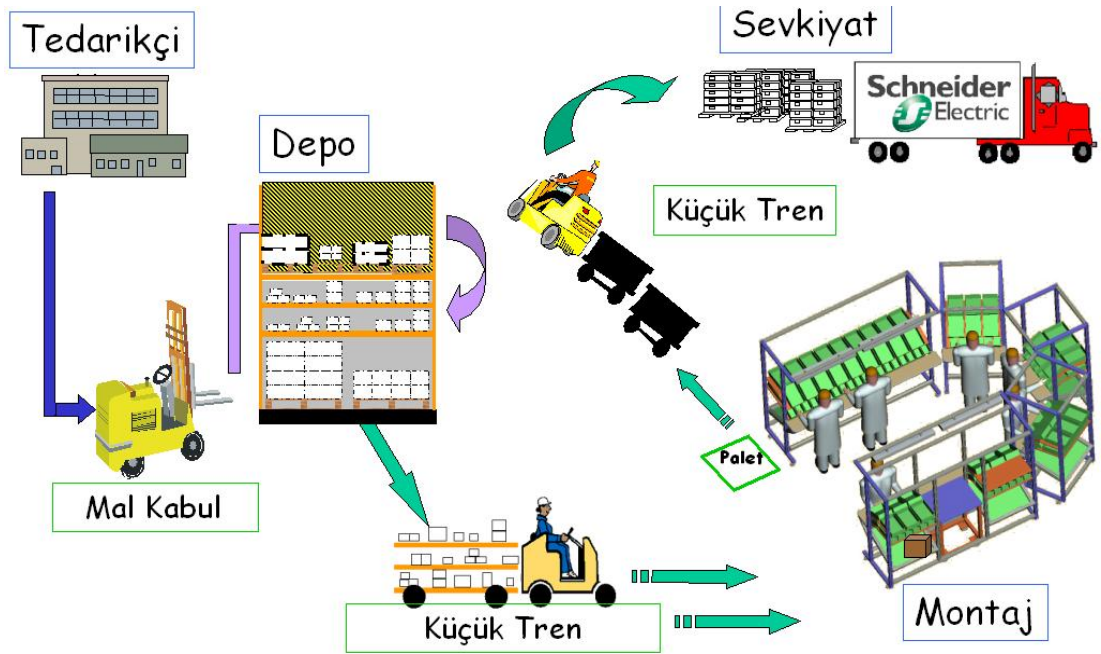
Teşhis safhasında yapılan analiz ve toplantılar sonucunda sistem içerisinde tespit edilen temel problemler şunlardır;

- Fason aktiviteleri, farklı bina ve farklı katlardaki üretimler nedeniyle akışta çok fazla kesilmeler tespit edilmiştir,
- Zemin katın %60'ı stok alanı olarak değerlendirilmiştir,
- Hatlara malzeme beslemesinin depo çalışanları tarafından yapılması beklenirken gerçekte çalışanlar tarafından yapıldığı tespit edilmiştir,
- Montaj sürecinde hatalı parça oranı düşük olmasına rağmen her hat sonunda görsel kontrol için ayrı personel bulunmaktadır,

Bu sonuçlara göre oluşturulan ana aksiyonlar aşağıdadır;

- Tüm üretim birimleri zemin katta olması, Montaj hattının ikinci kattan birinci hatta indirilmesi,

- OKU makinesi ile montaj hatları arasında direk akış sağlanması,
- Hatların beslenmesi için yeni besleme sisteminin oluşturulması,
- Montaj hattı ile mamul depo arasında direk akışın sağlanması,
- U hatları prensibinin manuel montaj hatlarına uygulanması,
- Hatlarda kullanılacak komponentlerin yeni hat ergonomisi ile direk olarak çalışma alanına ulaştırılması,
- Stok alanlarının yerlerinin 5S prensiplerine uygun olacak şekilde belirlenmesi,



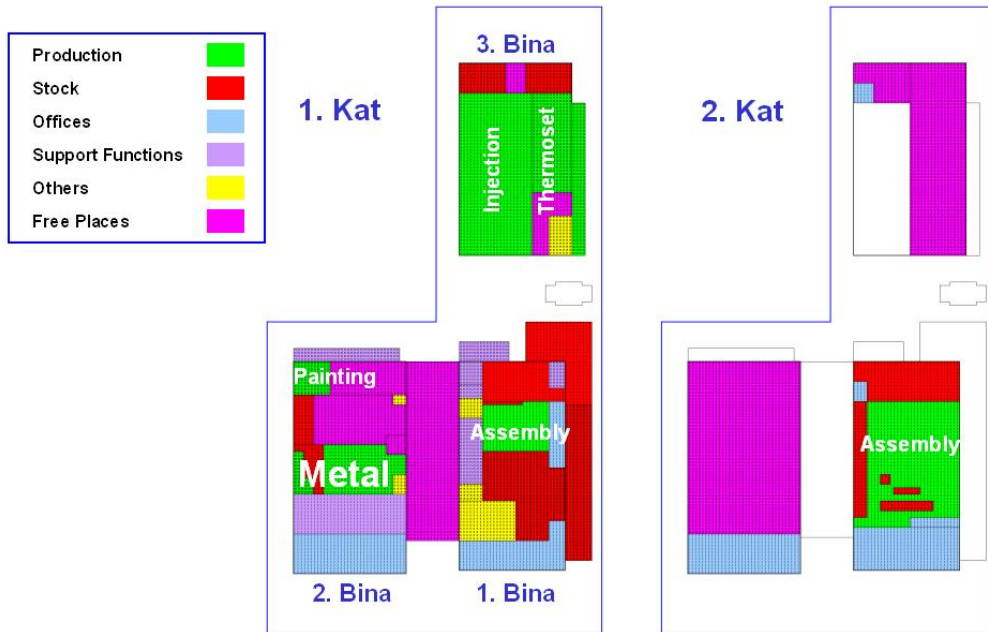
Şekil 33 İşletme içi malzeme akışı

- Üretim hatlarında bilgi akışının düzenli olarak sağlanması, kurulan yeni sistemin sistemli olarak takibinin yapılabilmesi için üretim çalışanları ile yönetim arası bilgi akışının sağlanması,

- Kalıphane ile enjeksiyon arası kalıp alışverişlerinin kolaylaştırılması için iki bölümün yakın lokasyonlarda olmasının sağlanması,
- Enjeksiyon bölümünden depoya direk malzeme çıkışının sağlanması,
- Kalıp değişim sürelerinin optimizasyonu,
- Hatlarda görsel kontrol için kamera sisteminin adapte edilmesi,
- Enjeksiyon sürecinde çizik ve lekeler için 6 Sigma çalışmasının uygulanması.

3.2.6. Yeni yerleşim çalışmaları

Teşhis aşamasında alınan ana kararlar ışığında alınan kararlara göre oluşturulan ekiple yeni yerleşim için çalışma yapıldı. Buna göre hazırlanan yeni yerleşim planı ve aksiyon planları ektedir;

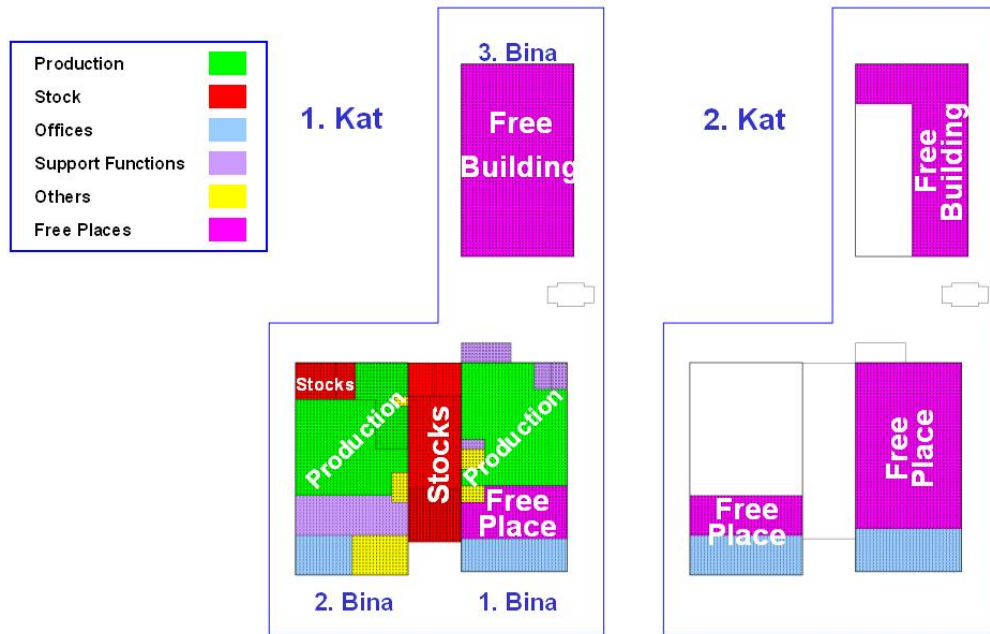


Şekil 34 Yalın üretim öncesi fabrika yerleşimi

- Montaj hatlarının 2. kattan zemin kata indirilmesi, zemin katın montaj alanı

olarak yeniden düzenlenmesi,

- Enjeksiyon bölümünün 3. binadan montaj alanına daha yakın olan 2. binaya taşınması, 2. binanın enjeksiyon bölümü için yeniden düzenlenmesi,
- Stokların 2. kattan 2. bina ile 1. bina arası boş alana taşınması, bu deponun depo için yeniden düzenlenmesi,

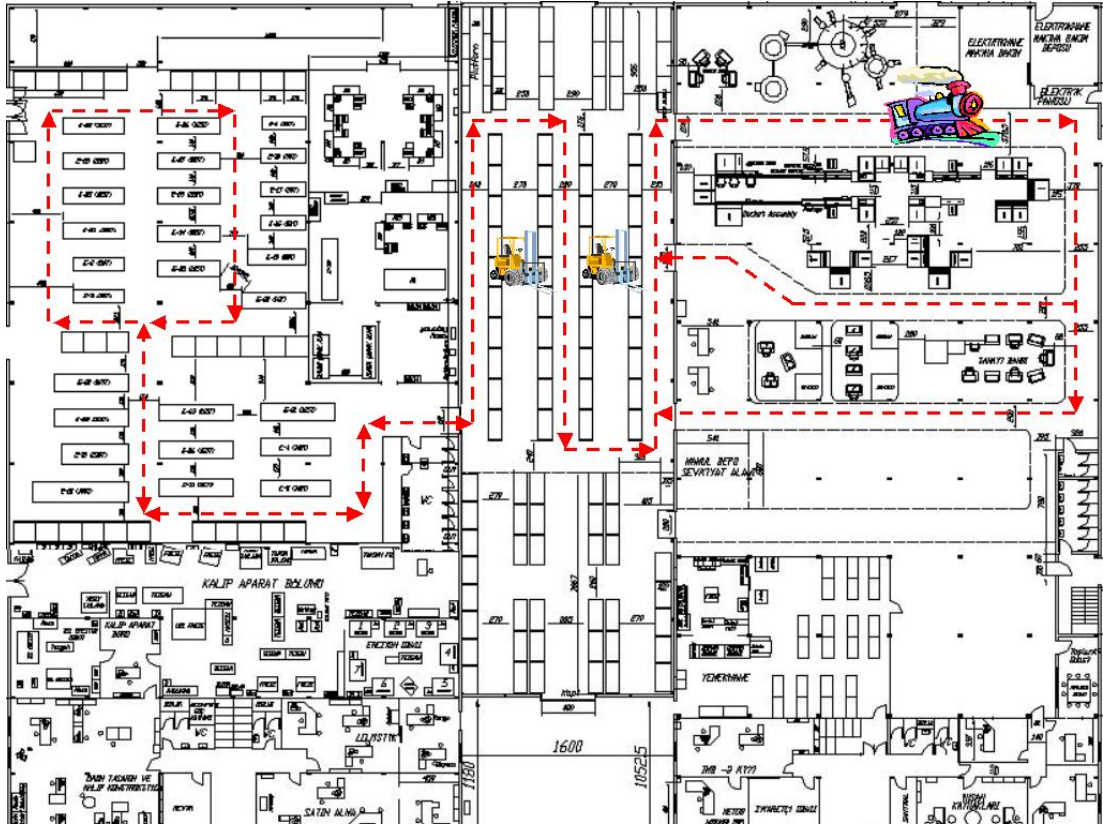


Şekil 35 Yalın üretim ekibi tarafından oluşturulan yeni yerleşim

- Bölümler ve depo arası toplu malzeme taşıma için bir çekici ve buna bağlı vagonlardan oluşan Küçük Trenin temini ve trenin hareketi için yolların hazırlanması

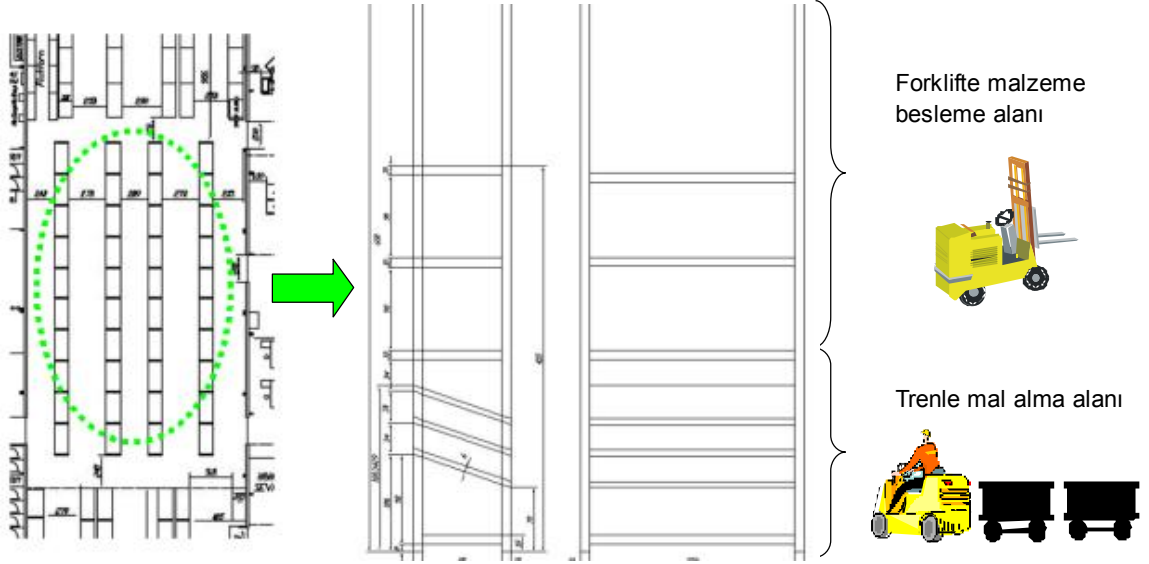


Şekil 36 Montaj hatlarının beslenmesi için kullanılan Küçük tren



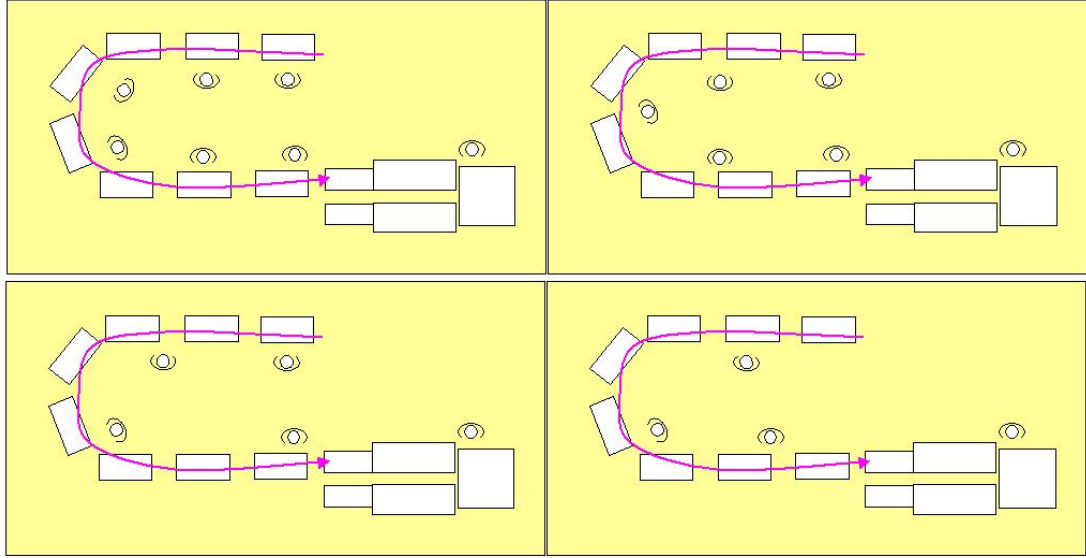
Şekil 37 Yeni fabrika yerleşimi ve Küçük tren hareket alanı

- Depo da forklift tarafından yapılacak malzeme beslemeleri için kullanılan koridor ile tren tarafından yapılacak malzeme alımları için kullanılacak koridorların ayrılması,
- Depo raflarında insan boyuna kadar olan alan tren malzeme alım alanı, daha üst raflar tren malzeme alanının beslenmesi için kullanılması,



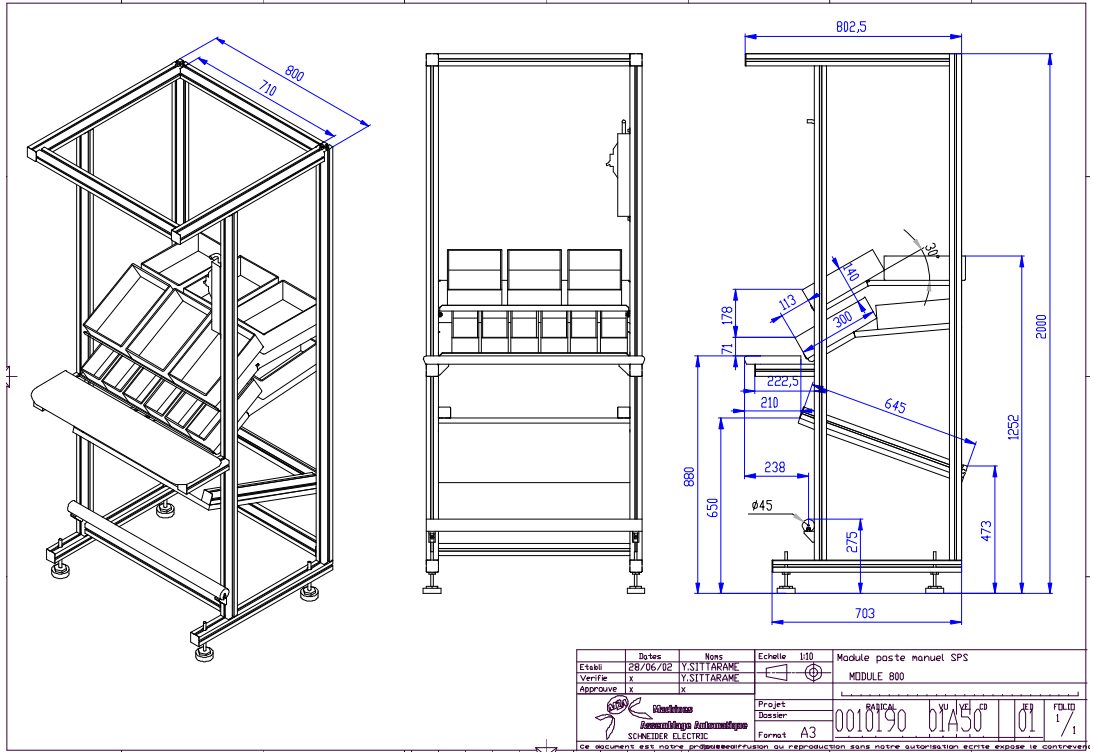
Şekil 38 Yeni depo yerleşimi

- Manuel montaj hatlarının U hatları konseptinin oluşturulması

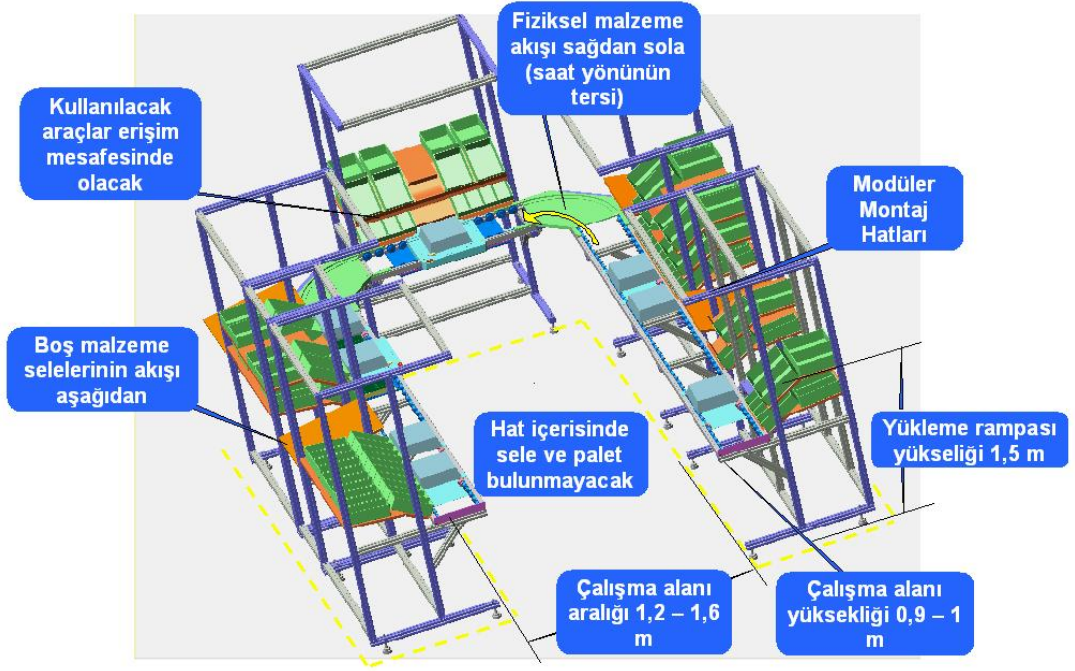


Şekil 39 Montaj hattı U hattı konsepti

- Montaj hatlarında çalışanlara direkt malzeme akışının sağlanması



Şekil 40 U hattı için montaj masası dizaynı



Şekil 41 U hattı dizaynı ve kullanımı için prensipler

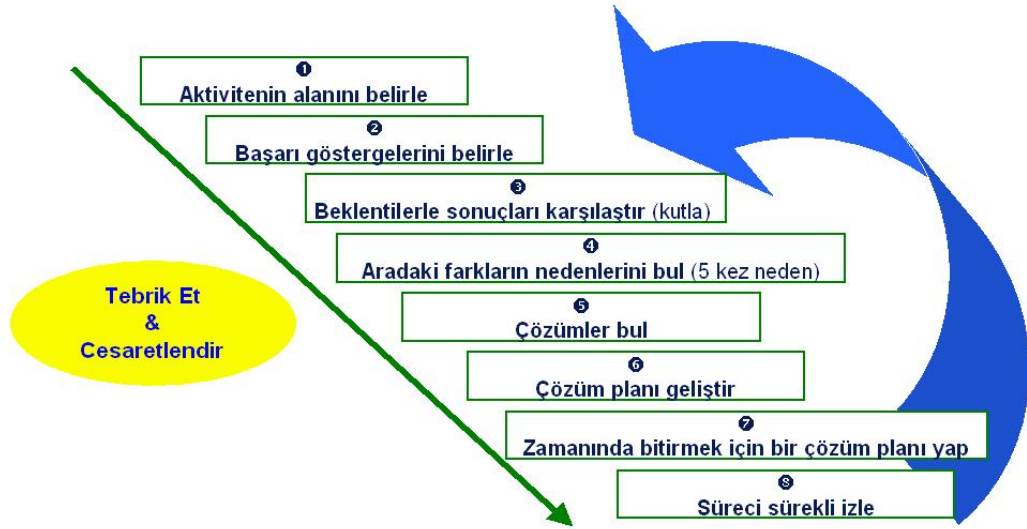


Şekil 42 U hattı prensiplerine uygun yeni montaj hattı

3.2.7. SGG Çalışmaları

SIM (Short Interval Management) süreci PPC firması tarafından oluşturulmuş bir süreç olup Schneider Electric Yalın Üretim çalışmaları bünyesinde tüm dünyada uygulanmaktadır. SIM'i kısaca yönetim ve çalışanları arasında sistem bazlı ve yüksek frekansa dayalı bir ilişki olarak tanımlamak mümkündür.

Metesan'da uygulama olarak SGG yani Sürekli Gözden Geçirme ismini verdiğimiz çalışmanın temel amacı, istenen performans seviyesine ulaşmak, o seviyeyi muhafaza etmek, hatta seviyeyi daha da ilerletmek için çalışanlarla yönetim arasında köprü oluşturmaktır.



Şekil 43 SGG süreç adımları

SGG, çalışma şekli itibari ile Kalite Çemberlerinde çok farklı gibi görünse de hem amaç hem de üstlendiği fonksiyon itibari ile Kalite Çemberi çalışmalarının benzeri olduğunu söylemek mümkündür.

SGG süreci çalışanlar tarafından her saatte bir doldurulan Günlük üretim takip formu (Şekil 45) ile başlar. Çalışma Şekil 44'de verilen SGG döngüsüne uygun olacak şekilde, saatlik, günlük, haftalık, aylık, yıllık bazda takip edilir.

SGG formuna çalışanlar gerçekleşen saatlik üretim miktarını yeşil renk ile, hedef üretim miktarı ile gerçekleşen üretim miktarı arasındaki fark değerini ise kırmızı ile boyarlar. Her 2 saatte bir hat sorumlusu çalışanlar ile görüşür ve kırmızı ile boyanmış kısma sebep olan problemi öğrenir. Gün sonunda forma bir çok problem işlenmiş olabilir. Hat sorumlusu bu problemlerden 3 tanesini seçer ve bir gün sonra günlük olarak düzenlenen SGG günlük takip toplantısına taşır, bu problemler bu toplantılarda temel sebepleri ortaya konulmak üzere tartışılır. Burada Şekil 43'de belirtilen adımlar takip edilerek problemin kaynağı 5 defa neden sorusu sorularak tespit edilmeye çalışılır. Günlük toplantılara hat sorumlusunun yanısıra, Metot, Bakım Planlama ve Kalite bölümlerinden katılım sağlanır.



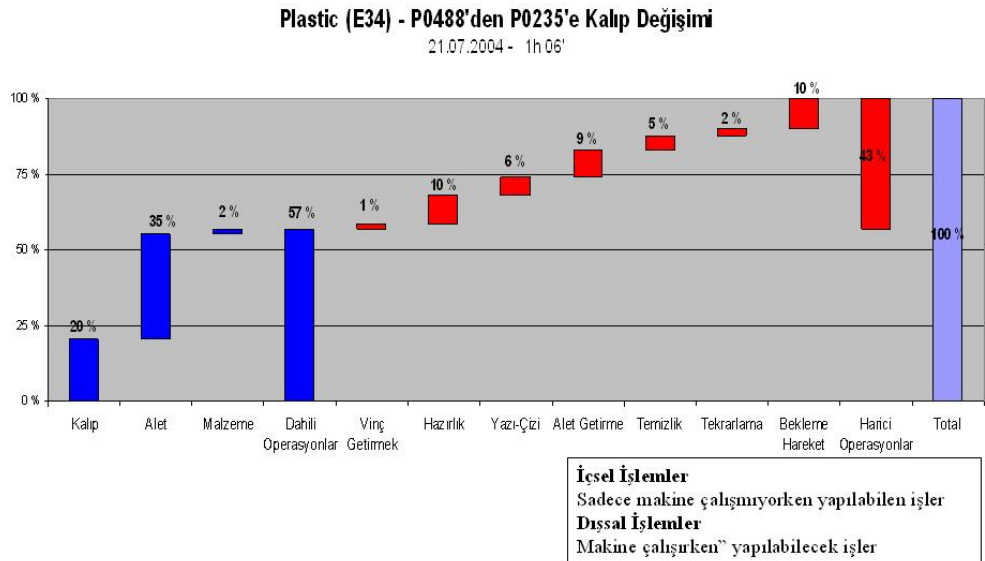
Şekil 44 SGG döngüsü

Günlük toplantılarda çözümlenemeyen problemler haftalık SGG yönetim toplantısına taşınır, bu toplantıda ayrıca günlük toplantılarda alınan kararlarda gözden geçirilir. Haftalık ve günlük üretim toplantı sonuçları üretim bilgilendirme panoları aracılığıyla çalışanlara duyurulur.

3.2.8. SMED Çalışmaları

Enjeksiyon sürecinde %7'lik çalışma zamanı kaybına neden olan kalıp değişim süreci için SMED çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarla içsel ve dışsal kalıp değişim zamanlarının tespiti yapılmıştır. Elde edilen değerlere göre dışsal operasyonların makine çalışırken yapılması sağlanmaya çalışılmış, içsel operasyon zamanlarının ise azaltılması amaçlanmıştır.

Kalıp değişimlerinin azaltılması için enjeksiyon bölümünde hem mevcut durum hem de geliştirilen yeni durum için gözlemler yapılmıştır. Gözlemlerin sağlıklı olarak yapılabilmesi için öncelikle kalıp değişiminin tanımı yapılmıştır. Yapılan tanıma göre kalıp değişimi ilk kalıptan çıkan iyi parçadan yeni bağlanan kalıptan çıkacak ilk iyi parçaya kadar geçen zaman olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma uygun olarak kalıp değişim gözlemlerinde ilk kalıptan çıkan son iyi parçalardan itibaren kronometreler çalıştırılmış, yeni kalıp bağlandığında sistemli bir şekilde iyi ürün çıkışı başlayıncaya kadar devam edilmiştir. Şekil 46 ve Şekil 50'da grafiksel gösterimleri yapılan kalıp değişimleri bu tanıma uygun olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 46 Enjeksiyon makinesi kalıp değişimi gözlemi (SMED öncesi)

Mevcut süreç incelendiğinde toplam kalıp değişim süresi 1 saat 6 dakika olarak tespit edilmiştir. Bu sürenin %57'lik dilimi yani 38 dakikasının içsel, %43'lük kısmının yani 28 dakikasının dışsal işlem olduğu tespit edilmiştir.

İçsel operasyonların %20'si kalıpla ilgili, %35'i makine ile ilgili, %2'lik kısmı ise hammadde ile ilgili yapılan çalışmalardır. Dışsal çalışmaların %10'luk kısmını çeşitli beklemler ve çeşitli sebepler nedeniyle iş alanının terk edilmesi, %10'luk kısmı kalıp değişimi hazırlığı, %9'luk kısmı aletlerin bulunup getirilmesi, %6'luk kısmı form doldurma ve kayıt işlemleri, %5'lik kısmı ise temizliktir.

Tanımlanan dışsal operasyonların makine durdurulmadan önce tamamlanması kalıp değişim süreci açısından önemlidir. Ayrıca içsel operasyon sürelerinden uzun zaman alan operasyonlarının da kısaltılması sürecin kısaltılması açısından önemlidir.

İçsel operasyon olarak kalıp bağlantı vidalarının 16 dakika gibi uzun bir süre aldığı görülmüştür. Ayrıca su kelepçelerinin sökülmesi ve takılmasında 5 dakikalık zaman dilimi harcanmaktadır. Makineye bağlanan kalıbın ayarlarının sisteme girilmesi ve kalıbın makine üzerine bağlanması sürecinin de zaman aldığı ve kısaltılabileceği görülmüştür.

Kalıp değişim süresinin kısaltılması için alınan kararlar şunlardır;

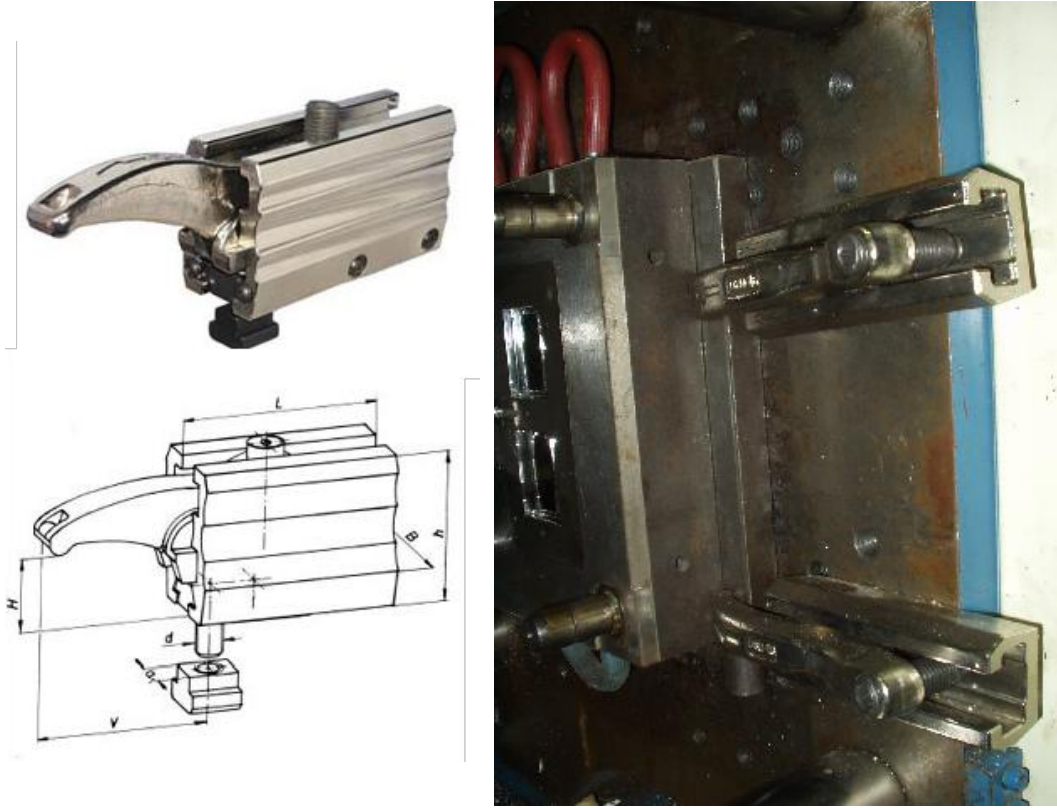
1. Dışsal operasyonlar;

- Kalıp değişimi için gerekli hazırlığın kalıp değişimi başlamadan yapılması
 - Kullanılacak donanımın hazır bulundurulması. Bunun için kalıp değişim arabaları tüm kullanılacak aletleri içerecek şekilde yeniden düzenlendi
 - Yeni kalıbın makine durdurulmadan makine başına getirilmesi.
- Kayıt formalarının makine çalıştıktan sonra doldurulması,

- Su kanallarının değişim işlemi tamamlandıktan sonra temizlenmesi,
- Kalıplardaki tüm mapaların 16'lık hale getirilmesi

2. İçsel Operasyonlar;

- Hızlı kalıp değişim kelepesine sahip makine sayısının artırılması,



Şekil 47 Hızlı kalıp değişim kelepçesi

- Ön ısıtma işlemi için yeni aracın geliştirilmesi ve bu operasyonun kalıp bağlanmadan önce yapılmasının sağlanması,
- Hammadde tavlama fırınları alınarak hammadde ön ısıtma işleminin kalıp değişiminden önce yapılmasının sağlanması,
- Tork ayarlı anahtar kullanılması

- İtici çektirmeler için 3 tip standart oluşturulması
- Hızlı değişime müsait suluklara (Quick Couplin) sahip kalıp sayısının artırılması,



Şekil 48 Hızlı değişim sulukları

Yukarıda belirtilen aksiyonlar ışığında kalıp değişim prosedürü yeniden hazırlanmıştır. Hazırlanan prosedüre göre kalıp değişimi için hedef 25 dakika olarak belirlenmiştir.

Tablo 2 Yeni kalıp değişim prosedürü

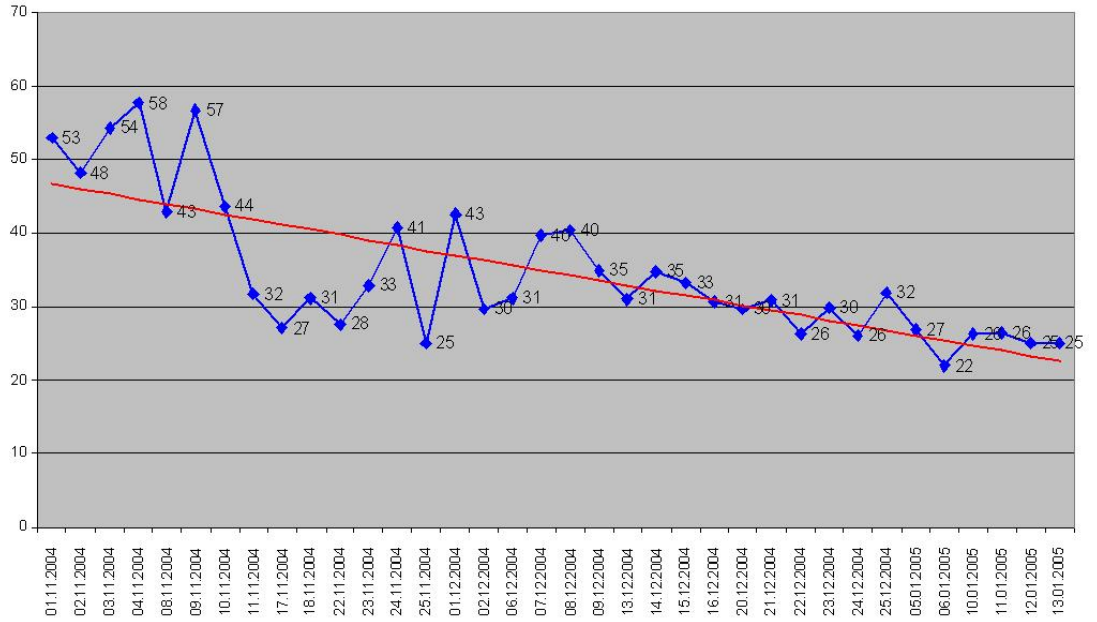
Sıra	Operasyon	Makine
1	Gerekli aletlerin makine başında olduğunu kontrol et. Eksik varsa temin et.	Makine Çalışıyor
2	Kalıp dosyasının makine başında olduğunu kontrol et. Değilse getir.	
3	Yeni kalıbı vince tak ve makine başına getir. Kalıbı makine başında palete koy.	
4	Vinci makine üzerinde uygun pozisyonda konumlandır	
5	Mal girişini kes. Makine alarm verince makineyi durdur. Hammaddecıye haber ver.	
Hazırlık		
6	Üretim Takip Formuna başlama saatini yaz.	Makine Duruyor
7	Robotu uzaklaştır.	
8	Mal alım kartonunu yakın ama uygun bir noktaya götür.	

9	Son baskıdan kalanları al ve kırıcıya at, son baskı numunesini hazırla, kalıba bağla	
10	Makinenin ve etrafının genel temizliğini yap.	
11	Su bağlantılarını çıkar.	
12	Kalıbı sil .Koruyucu yağ sık.	
13	Kalıbı vince tak.	
14	İtici bağlantılarını sök.	
15	Pabuçları gevşet.	
16	Eski kalıbı sök, makine başında palete koy	
17	Yeni kalıbı vince tak.	
18	Yeni kalıbı yerleştir.	
19	Kalıbın sabit kısmının pabuçlarını sık.	
20	Mengeneyi ayarla.	
21	Gerekirse itici çektirmeyi tak.	
22	Kalıp ayarlarını kalıp dosyasından gir.	
23	Diğer pabuçları sık.	
24	Vinci çıkar ve güvenli bir yüksekliğe getir.	
25	Sviç bağlama	
26	Kalıbı aç ve iticiyi ayarla.	
27	Su bağlantılarını yap.	
28	Gerekirse hidrolik bağlantılarını, sıcak yolluk vs bağlantılarını yap.	
29	Robotu çevir.	
Kalıp Değişimi		
30	Kalıbı kapat.Enjeksiyon grubunu kalıba daya. Enjeksiyon grubuna mal aldır. Bir kez kustur.	
31	Mal alım kartonunu getir ve yerleştir.	
32	Operatör ile deneme baskılarını yap.	
33	Gerekirse ayar yap.	
34	Baskı sayısını sıfırla.	
35	Robot ayarlarını yap.	
36	Üretim Takip Formuna bitiş saatini yaz.	
Üretimin Başlatılması		
		Makine Çalışıyor

Belirtilen prosedüre çalışanlarla görüşülmüş, onayları alınmıştır. Prosedürün sistemde uygulaması takip edilmiştir. 01 Kasım 2004 ile 13 Ocak 2005

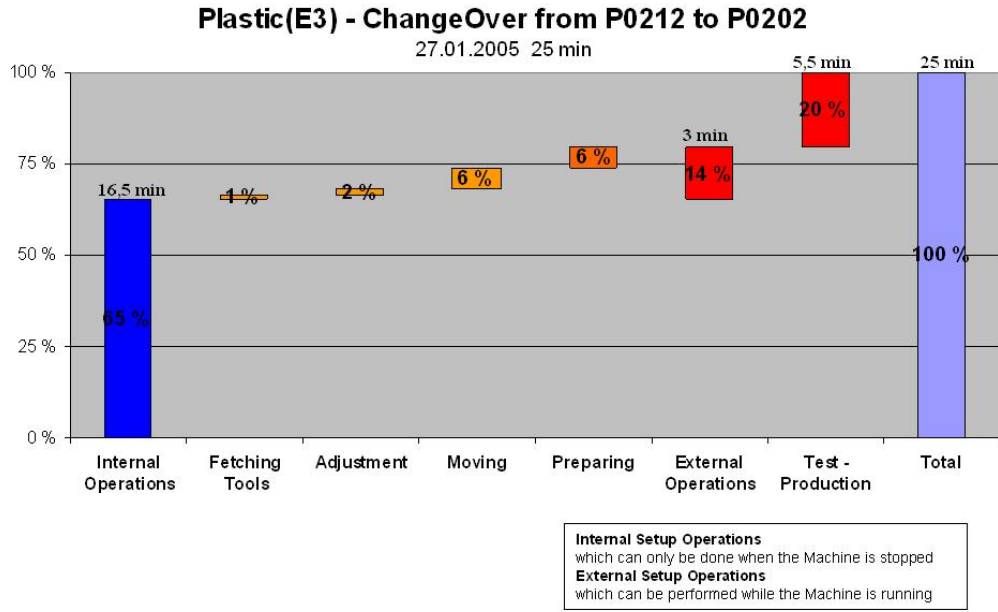
tarihleri arası yapılan ölçümlere göre ortalama kalıp değişim süresinin 60 dakikadan 25 dakikaya doğru azalma gösterdiği görülmüştür (Şekil 49).

Ayrıca analiz döneminde yapılan gözlemler zaman zaman tekrarlanmış ve yeni durum gözlenmiştir. Yapılan gözlemlere göre toplam kalıp değişim süresinin 25 dakika olduğu, bu zamanın 8,5 dakikalık kısmının halen dışsal zaman olarak kullanıldığı görülmüştür (Şekil 50).



Şekil 49 SMED uygulaması ile kalıp değişiminde kaydedilen aşama

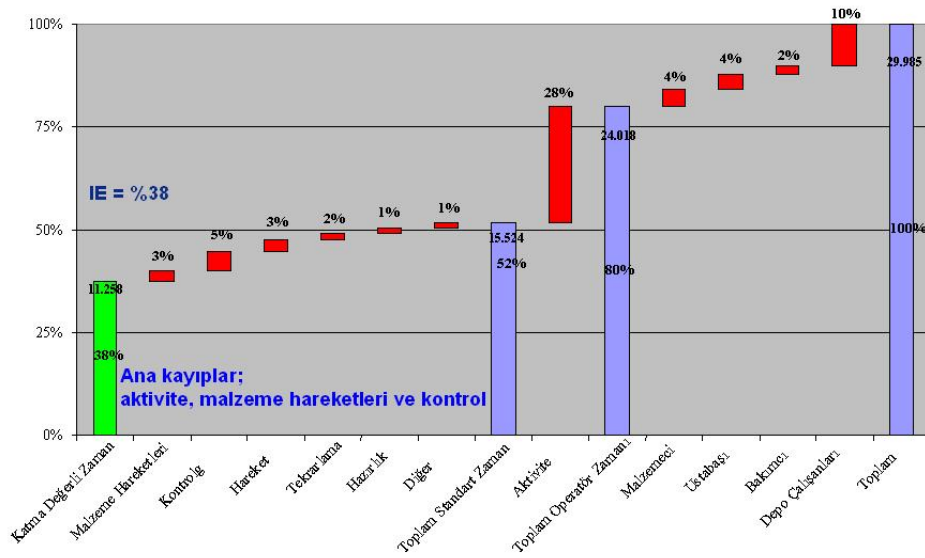
Kalıp değişim sürecinde tespit edilen en önemli noktalardan birisi alışkanlıkların kırılmasının çok zor olduğudur. Bu nedenle uygulama sonrası ölçümlerin ve eğitimlerin devam ettirilmesi sistemin devamlılığı açısından çok önemlidir.



Şekil 50 Enjeksiyon makinesi kalıp değişimi gözlemi (SMED sonrası)

3.3. Hedeflerin belirlenmesi ve Kazanç hesabı

Yapılan çalışmalar ışığında temel göstergelerden NEE için mevcut değer in yeterince yüksek olması nedeniyle hedef belirlenmemiştir. Montaj alanı çalışan verimliliği için IE grafiğinde kırmızı renkle belirtilen her bir değer katmayan faaliyet için aksiyon belirlenerek tahmini hedef değeri belirlenmiştir.



Şekil 51 Montaj Hattı çalışan verimliliği (IE)

Tablo 3 Toplam çalışma zamanı kazanç tablosu

Değer Katmayan Faaliyetler	Mevcut	Hedef	Beklenen İyileşme Yüzdesi	Aksiyon
Malzeme hareketleri	797	120	85%	Çalışma alanlarının optimize edilmesi ve hatlara direk malzeme akışlarının sağlanması
Kontrol	1.379	-	100%	Görsel kontroller için çalışanlar yerine kameralardan faydalanılması
Hareket	842	84	90%	Malzeme hareketlerinin Küçük Trenle sağlanması
İkincil işçilik	451	451	0%	
Hazırlık	387	194	50%	Hatlara direk malzeme sağlanması
Diğer	410	410	0%	
Aktivite	8.494	849	90%	SGG
Malzemeciler	1.212	606	50%	Tüm üretim birimlerinin aynı katta olması ve küçük tren
Ustabaşları	1.197	1.197	0%	
Bakımcı	573	573	0%	
Depo çalışanları	2.985	2.090	30%	Tüm üretim birimlerinin aynı katta olması ve küçük tren
Toplam	18.727	6.573	65%	

Buna göre daha önce 18.727 saat olarak tespit edilen değer katmayan faaliyet zamanının 6.573 saate düşürülmesi planlanmıştır. Elde edilecek tahmini işçilik kazancı $18.727 - 6.573 = 12.154$ saat olacaktır. Bu değer toplam çalışma zamanı olan 29.985 saate oranlanırsa elde edilecek % 40,5 kazanç yüzdesi

olacaktır. Daha önce 29.985 saat olarak hesaplanan toplam zamanın yapılan %40,5'lik iyileştirme ile 17.831 saate düşmesi planlanmıştır. 11.258 saatlik değer katan faaliyet zamanının iyileştirilmiş toplam zaman 17.831 saate oranlanması durumunda yeni IE değeri %63,1 olacaktır.

Yeni hazırlanan yerleşim planına göre planlanan toplam alan kazancı 3.399 m² ile %38'dir. Dikey depo raflarının kullanılması ile stok için ayrılan alanlardan beklenen kazanç %57'dir.

Ayrıca boş alanların parçalı olarak değil, net olarak bir komple bina ve bir üst katın boş olarak temini ileride oluşabilecek ekstra kapasite ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için ayrıca bir fırsat olarak görülmüştür.

%38 Layout Saving ← 8.893 m² 5.494 m²

Total	Current (m ²)	Future (m ²)
Production	3.365	2.156
Stock	2.488	1.062
Offices	1.755	1.348
Support Functions	883	589
Others	401	338
Free Places	4.640	5.647
General Total	13.533	11.141

→ **%57 less stock places**

Şekil 52 Yalın üretim önce ve sonrası alan kullanım kıyaslaması

Sonuç

Dünyanın küreselleşmesi ile, özellikle Çin'in dünyaya açılması ile birlikte hepimizin çok sıcak olarak hissettiğimiz büyük bir değişim yaşanıyor dünyada. Gün geçtikçe küresel dünyaya daha fazla ayak uyduran bir ülke olan Türkiye'de yaşadığımız için bu değişimi eminim ki özellikle Avrupa ülkelerinden daha hissediyoruz.

Daha küçük bir çocukken yurt dışından gelen arabaları gördüğümüzdeki şaşkınlığı halen hatırlarım. Bugün bu arabaları görmek bir yana üreticisi durumuna geldi ülkemiz. Arabasından beyaz eşyasına, kıyafetinden gıda ürünlerine kadar tüm ürünlerde müthiş bir çeşitlilik ve ucuzluk görmeye başladık. Hayatımız gerçekten kolaylaşmıştı.

Ancak madalyonun diğer tarafına baktığımızda hayatımızın kolaylaşmadığı, aksine zorlaştığını görmek zor olmasa gerek. Her geçen gün gelecek kaygımız artmakta, bilgi edinme ve çalışmaya daha fazla ihtiyaç duymaktayız. Globalleşme ve Çin'le birlikte üretici sayısı artmış, bu nedenle de tüketici olarak hayatımız kolaylaşmıştı. Ancak hepimiz tüketici olduğumuz kadar üreticiyiz de. Hayatımızı kazanmak için ürettiklerimizi satmak zorundayız ve artık bu eskisi kadar kolay değil. Piyasada binlerce rakip firma her yeni güne yeni bir ürünle girme maliyetlerde kazanç sağlama heyecanı ile giriyor.

Daha fazla çeşitte daha düşük maliyette üretme baskısını uluslar arası bir firmada çalıştığım için daha fazla hissettiğimi düşünüyorum. Bugün bir çok üretici maliyetlerini düşürmek için ya Çin'den mal alıyor yada Çin'de üretime başlıyor. Bir tekstil ülkesi olan ülkemizde de her geçen gün maliyet baskısı yüzünden firmalarımız kapanıyor, çalışanlarımız işsiz kalıyorlar. Bugün tekstil için geçerli olan bu durum yarın diğer sektörlerde de başımıza gelecektir eğer gerekli aksiyonları alamazsak.

İşte bu noktada halen tam olarak yaygınlaşmamış olarak Yalın Üretim felsefesinin ülkemizde bir an evvel yaygınlaşması yarınlarmız açısından büyük önem taşımaktadır. Kaynaklarımızı değer katan faaliyetler üzerine mümkün olduğunca harcayabildiğimiz sürece maliyetlerimizde düşüş sağlanacak, daha

fazla pazarlar bulabilecek, daha fazla yatırıma ev sahipliği yapabileceğiz. Böylece gelir düzeylerimizi arttırabilecek, işsiz oranlarını düşürebileceğiz.

Literatür taramalarında Yalın Üretim kaynaklarının çok fazla olmasına karşın uygulama sürecini aktaran çalışmalar bulmak pek de kolay değil. Bu nedenle hazırlamış olduğum tez çalışmasının, uygulama sürecini içermesi itibari ile bundan sonra yapılacak uygulama çalışmalarına iyi bir örnek çalışma olacağı kanaatindeyim. Yapılacak her yeni Yalın Üretim çalışması harcadığımız toplam üretim zamanında ki değer katan faaliyet oranlarının artmasını sağlayacaktır.

Kaynakça

ACAR, Nesime., Tam Zamanında Üretim, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 1995

CUSUMANO, M.A., The Japanese Automobile Industry, The Council Of East Asian Studies, Harvard University Press, Cambridge, 1989

DÜREN, A. Zeynep., İşletmelerde Kalite Çemberleri, Evrim Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1990

EMRE, Aynur., Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki Uygulamaları Ve Sorunları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 1995

HARRISON, Alan., Just in Time Manufacturing in Perspective, Prentice Hall International, UK, 1992

HAY, Edward J., Tam Zamanında Yönetim, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2000

HIRANO, Hiroyuki, 5 Pillars Of The Visual Workplace; The Sourcebook for 5S Implementation, Productivity Press, Portland, 1995

LEE, Quaterman., Implementing Lean Manufacturing, Erişim: 03.08.2004, <http://www.strategosinc.com/>

LEE, Quaterman., Kanban Scheduling Systems, Erişim: 03.08.2004, <http://www.strategosinc.com/>

MONDEN, Yasuhiro., Toyota Production System, Industrial Engineering And Management Press, New York, 1983

OUCHI, William., Teori Z, İlgı Yayıncılık, İstanbul, 1989

OHNO, Taichi., Toyota Ruhü; Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu Ve Evrimi, Scala Yayıncılık, İstanbul, 1998

ROTHER, Mike. Ve SHOOK John., Learning To See, The Lean Enterprise Institute, Massachusetts, 1999

SERDAROĞLU OKUR, Ayperi., Yalın Üretim, Söz Yayın, İstanbul, 1997

SHINGO, Shigeo., A Revulation In Manufacturing: The SMED System, Productivity Press, Portland, 1988

ÜRETEN, Sevinç., Üretim / İşlemler Yönetimi, Ankara, 1998

WOMACK, James. Ve JONES, Daniel., Yalın Düşünce, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 1998

WOMACK, James., JONES, Daniel. And ROOS, Daniel., The Machine That Change The World: The Story Of Lean Production, Rawson Associates, New York, 1990

www.lean.org

www.nwlean.com

Schneider Electric Intranet Sayfası, <http://dis.schneider-electric.com>

<http://www.superfactory.com/Products/Presentations/tabid/76/Default.aspx>

www.yalinenstitu.org.tr