

**YALIN ÜRETİM VE MAN TÜRKİYE A.Ş.'DE ÖRNEK BİR YALIN
ÜRETİM UYGULAMASI**

Serdar ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NİSAN 2008
ANKARA**

Serdar ARSLAN tarafından hazırlanan “YALIN ÜRETİM VE MAN TÜRKİYE A.Ş.’DE ÖRNEK BİR YALIN ÜRETİM UYGULAMASI” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAK
Tez Danışmanı
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile ...Endüstri Mühendisliği.... Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAK
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç Dr. Ergün ERASLAN
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Başkent Üniversitesi

Tarih : 29 / 04 / 2008

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nermin ERTAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Serdar ARSLAN

**YALIN ÜRETİM ve MAN TÜRKİYE A.Ş.’DE ÖRNEK BİR YALIN ÜRETİM
UYGULAMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Serdar ARSLAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Nisan 2008**

ÖZET

Günümüzün karmaşık dünyasında, ürünlerde ve proseslerdeki sürekli iyileştirmeye duyulan ihtiyaç açıkça bilinmektedir. Dünya çapında artarak uygulanan Yalın Üretim de, üreticiler için daha düşük maliyetler ve daha fazla rekabeti sağlamak amacıyla üretim proseslerinden israf ve etkisizliği yok etmeyi hedefleyen bir metotlar toplamıdır. Aslında Yalın Üretim, üreticiler için en önemli üretim geliştirme tekniklerinden biridir.

Bu çalışmada , Türkiye’nin lider otobüs üreticilerinden biri olan MAN Türkiye AŞ’de yer alan radyatör ön montaj alanı, Yalın Üretim prensiplerine göre analiz edilmiştir. Uygulamada, radyatör ön montaj alanındaki tüm prosesler gözlemlenmiş ve iş akışları çıkarılmıştır. Bu iş akışları için REFA zaman etüd yöntemi kullanılarak zaman ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca Arena benzetim programı yardımıyla mevcut ve önerilen modeller karşılaştırılmıştır. Bu sayede katma değer oluşturmayan işler belirlenerek, iyileştirilmiş durumda bu işler yok edilmiştir.

Böylelikle ön montaj zamanlarında ortalama %42 oranında, alan kullanımında ise 46 m² alandan kazanç elde edilmiştir. Kapasite planları yeniden düzenlenmiş ve Yalın Üretim uygulamasının sonucu olarak iş merkezindeki işçi sayısı 3'ten 2'ye düşürülmüştür.

Bilim Kodu : 906.1.141
Anahtar Kelimeler : Yalın üretim, değer, yalın düşünce.
Sayfa Adedi : 114
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç Dr. Mehmet ATAK

**LEAN MANUFACTURING AND A LEAN MANUFACTURING
IMPLEMENTATION IN MAN TÜRKİYE A.Ş.**

(M.Sc. Thesis)

Serdar ARSLAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

April 2008

ABSTRACT

In today's complex environments the need for continuous improvements in products and processes is widely recognised. Lean Manufacturing is a group of methods, which are being increasingly implemented around the world, that aim to eliminate waste and inefficiency from the manufacturing process, leading to lower costs and greater competitiveness for manufacturers. In fact, Lean Manufacturing is one of the most important production systems for manufacturers.

In this study, the cooler pre-assembly area in MAN Türkiye A.Ş, which is one of the leader bus manufacturers in Turkey, was analyzed according to the principles of Lean Manufacturing. In the practice, all the processes in the cooler pre-assembly area were examined and work flows were determined. Several time studies according to these work flows in both situations (current and improved) were made by using REFA time measurement techniques. Also by using Arena simulation program, current and improved stituations were compared. Thus, the works which don't add any value were determined and elemimated . An avarage ratio of % 42 in pre-assembly times and 46 m2 in plant layout usage were gained.

The workers capacity plans were re-arranged and the amount of workers was decreased from 3 to 2 workers as a result of Lean Manufacturing implementation.

Science Code : 906.1.141

Key Words : Lean manufacturing, value, lean thinking

Page Number: 114

Adviser : Assist. Prof. Dr. Mehmet ATAĞ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, tez danışmanı değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ATAK'a, uygulama çalışmaları esnasında desteklerinden dolayı MAN Türkiye AŞ Otobüs Montaj Bölümü çalışanlarına ve yine kalıphane çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. YALIN ÜRETİM.....	3
2.1. Yalın Yaklaşım.....	3
2.2. Yalın Düşüncenin Temeli ve Gelişimi.....	3
2.3. Yalın Üretim Sisteminin Karakteristikleri.....	8
2.3.1. Yönetim / çalışanın katılımı.....	8
2.3.2. Kalite.....	11
2.3.3. Üretim operasyonları.....	13
2.4. Yalın Düşüncenin İlkeleri.....	15
2.5. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması.....	16
2.6. Yalın Üretim Alt Sistemleri: Üretim Organizasyonu ve Yan Sanayi Entegrasyonu.....	19
2.7. Yalın Üretim Organizasyonu: Tam-Zamanında Stoksuz Üretim.....	20
2.7.1. Yalın üretimde bir fabrikanın işleyişi.....	20

Sayfa

2.7.2. Neden stoksuz çalışma.....	21
2.8. Yalın Üretim Teknikleri.....	24
2.8.1. 5S.....	24
2.8.2. SMED - Tekli dakikalarda kalıp değiştirme.....	24
2.8.3. Poka – Yoke (Hata önleyici düzenekler).....	24
2.8.4. JIDOKA.....	25
2.8.5. Tam zamanında üretim (TZÜ) sistemi.....	25
2.8.6. HEIJUNKA (Karışık yükleme).....	25
2.8.7. Toplam üretken bakım.....	26
2.8.8. KAIZEN.....	26
2.8.9. Tek parça akışı.....	36
2.9. Türkiye’de Yalın Üretim.....	41
2.10. Yalın Düşünce ve İnsan Kaynakları.....	42
2.11. Yalın Üretimin 6 Temel Kuralı.....	43
3. MAN TÜRKİYE A.Ş.’DE YAPILAN BİR YALIN ÜRETİM UYGULAMASI.....	45
3.1. REFA Zaman Ölçümü Uygulaması.....	46
3.1.1. Zaman ölçümünde akış sıraları.....	49
3.1.2. Zaman ölçüm formları.....	51
3.2. Radyatör Ön Montaj Bölgesi’nde Yapılan Yalın Üretim Uygulaması.....	52
3.2.1. Mevcut durum analizi ve problemin tanımı.....	52
3.2.2. Radyatör ön montaj alanının düzenlenmesi için izlenecek yol.....	69
3.2.3 Radyatör ön montaj iş merkezi’nde yapılan iyileştirmeler.....	70

Sayfa

3.3. Radyatör Ön Montaj Bölgesindeki Mevcut Sistem ve Yeni Sistem Karşılaştırması.....	86
3.3.1. Mevcut sistem.....	86
3.3.2. Yeni sistem.....	87
3.4. Ön Montaj İstasyonlarında Oluşturulan Sistemin Devamı İçin 5S Kontrolleri.....	87
3.5. Yalın Üretim Uygulamasının Maliyet, Fayda ve Amortismanları.....	89
4. SONUÇ.....	91
KAYNAKLAR.....	93
EKLER.....	95
EK-1 Z2 Formu.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	98

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1 Yıllar itibariyle üretim sisteminin özellikleri.....	16
Çizelge 2.2. Yalın üretimin, kitle üretimiyle karşılaştırılması.....	18
Çizelge 2.3. SİS'in hedefleri.....	29
Çizelge 2.4. 3-Düzey toplantılarıyla hedefleri kararlaştırma.....	33
Çizelge 3.1. Çeşitli akış sıraları için uygun zaman ölçüm formları.....	49
Çizelge 3.2. Birinci tip radyatörün ön montaj zaman etüdü.....	59
Çizelge 3.3. İkinci tip radyatörün ön montaj zaman etüdü.....	61
Çizelge 3.4. Üçüncü tip radyatörün ön montaj zaman etüdü.....	63
Çizelge 3.5. Kaynak kapasite kullanımları.....	67
Çizelge 3.6. Kuyruklarda bekleme süreleri.....	67
Çizelge 3.7. Birinci tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü.....	78
Çizelge 3.8. İkinci tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü.....	80
Çizelge 3.9. Üçüncü tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü.....	82
Çizelge 3.10. İyileştirilmiş durumda kaynak kapasiteleri.....	85
Çizelge 3.11. 5S kontrol formu.....	88
Çizelge 3.12. Maliyetler.....	89
Çizelge 3.13. Faydalar.....	89

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yalın üretimin başarı faktörleri.....	6
Şekil 2.2. SİS'te eylem etkinliği.....	28
Şekil 2.3. PUKÖ döngüsü.....	31
Şekil 2.4. Görsel yönetim.....	32
Şekil 2.5. 10 adımlık problem çözme çevrimi.....	34
Şekil 2.6. SİS'in sistemli şekilde başlatılması.....	35
Şekil 2.7. Süreç-bazlı piston üretim hattı parça akışı.....	37
Şekil 2.8. Üç makineli ve üç değişik işlemlili akış.....	37
Şekil 2.9. Stoksuz tek parça akışı.....	38
Şekil 2.10. Tek parça akışı.....	39
Şekil 3.1. REFA standart zaman ölçümü programı.....	48
Şekil 3.2. Çevrimsel (parça esaslı) akış sırası şeması.....	50
Şekil 3.3. Seri akış sırası şeması.....	50
Şekil 3.4. Eşzamanlı akış sırası şeması.....	51
Şekil 3.5. Değişken akış sırası şeması.....	51
Şekil 3.6. Radyatör ön montaj iş merkezi mevcut yerleşimi.....	53
Şekil 3.7. Birinci tip radyatör ön montajı yürüme yolları.....	55
Şekil 3.8. İkinci tip radyatör ön montajı yürüme yolları.....	56
Şekil 3.9.Üçüncü tip radyatör ön montajı yürüme yolları.....	57
Şekil 3.10. Mevcut durum simülasyon modeli.....	66
Şekil 3.11. Kuyruklarda bekleme sürelerine ilişkin veriler (saat bazında).....	68

Şekil	Sayfa
Şekil 3.12. Radyatör ön montaj alanı mevcut durum değer akış haritası.....	69
Şekil 3.13. Yeni radyatör ön montaj alanı.....	74
Şekil 3.14. İyileştirilmiş durumda radyatör ön montaj malzeme akışları.....	75
Şekil 3.15. İyileştirilmiş durumda radyatör ön montaj yürüme yolları.....	76
Şekil 3.16. İyileştirme yapılmış durumda oluşturulan simülasyon modeli.....	84
Şekil 3.17. İyileştirme yapılmış durumda oluşturulan değer akış haritası.....	86

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Radyatör ön montaj bölgesi komisyonlama arabası.....	71
Resim 3.2. Takım panosu.....	72
Resim 3.3. Modüler radyatör ön montaj aparatı.....	72
Resim 3.4. Modüler radyatör ön montaj aparatı.....	73

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
SMED	Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme
TPM	Toplam Üretken Bakım
TZÜ (JIT)	Tam Zamanında Üretim
DOE	Deney Tasarımı
SİS	Sürekli İyileştirme Süreci

1. GİRİŞ

II. Dünya Savaşı'ndan sonra, Japonya'da Toyota Motor İşletmesi'nden Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno yalın üretim kavramına öncülük etmişlerdir. Diğer Japon şirket ve endüstrilerinin de bu olağanüstü sistemi kopya etmeleri üzerine Japonya, kısa zamanda bugünkü ekonomik üstünlüğüne ulaşmıştır.

Bugün dünyanın her tarafındaki imalatçılar yalın üretimi benimsemeye çalışıyorlarsa da gelişme ağır ilerlemektedir. Bu sistemde ilk ustalaşan şirketler Japonya'da toplanmıştır. Yalın üretim onların himayesi altında Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'da yayılırken, ticari savaşlar ve yabancı sermayeye karşı giderek artan direniş bunu izlemiştir. 1980'li yıllardan itibaren dünya genelinde, sanayide yalın üretim sistemine geçiş için yoğun çalışmalar devam etmektedir.

Yalın üretim, Türkiye'de çeşitli firmalarda uygulanmaktadır. MAN Türkiye A.Ş. firması da 2006 yılından beri yalın üretimi üretim sistemine entegre etmek için birçok çalışmalar yürütmektedir.

Bu tezin devam eden kısmında, yalın üretim hakkında yapılan literatür araştırması anlatılacaktır. Daha sonra, yalın üretimin avantajları MAN Türkiye A.Ş. firması radyatör ön montaj bölgesinde yapılan bir uygulama ile göz önüne serilecektir.

Radyatör ön montaj bölgesinde yapılan uygulamada ilk olarak mevcut durum analizi yapılarak problemler tanımlanacaktır. Bu problemler, değer oluşturmayan işlerin ve israfların yok edilmesi, fazla stokların eritilmesi, sürekli iyileştirme sağlanarak her çalışanın buna katılımının sağlanması gibi hedefleri gerçekleştirmek üzere gözlemlenmiştir. Ardından mevcut durumu yalın üretim prensiplerine göre iyileştirmenin yolları tartışılarak iyileştirme sonrası durum anlatılacaktır.

Uygulamaya destek olarak, mevcut durumda ve iyileştirilmiş durumda REFA zaman ölçüm teknikleri ile farklı tip radyatörler için zaman etütleri tutulmuştur. Ayrıca yine

mevcut ve iyileştirilmiş durumu daha ölçülebilir hale getirmek amacıyla Arena 6.0 simülasyon programında her iki durumun simülasyon modelleri oluşturulmuştur. Böylelikle çalışanların kapasiteleri ve bekleme süreleri elde edilmiştir.

Uygulamanın son aşamasında, mevcut ve iyileştirilmiş durum arasında karşılaştırma yapılacaktır. Bu kısımda iyileştirilmiş durumu oluşturmanın maliyeti , faydaları ve uygulamanın kendisini ne kadar sürede amorti edeceği belirtilecektir.

Tezin sonuç kısmında ise, MAN Türkiye A.Ş.'de yapılan yalın üretim uygulamasının kazandırdıkları özetlenerek, yalın üretimin ülkemizdeki diğer kuruluşlarda uygulanabilirliği konusunda öneriler verilmektedir.

2. YALIN ÜRETİM

2.1. Yalın Yaklaşım

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

Yalın düşüncede israf, bilinen anlamının ötesinde ürün ya da hizmetin kullanıcıya herhangi bir fayda sunmayan, müşterinin fazladan bedel ödemeyi kabul etmeyeceği her şeydir. Tasarımdan sevkiyata tüm ürün/hizmet yaratma aşamalarındaki her türlü israfın (hatalar, aşırı üretim, stoklar, beklemler, gereksiz işler, gereksiz hareketler, gereksiz taşımalar) yok edilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyum esnekliğinin kazanılması, nakit akışının hızlandırılması dolayısı ile firma kârlılığının artırılması hedeflenir [5].

2.2. Yalın Düşüncenin Temeli ve Gelişimi

Yalın üretimin ilk ve en iyi uygulayıcısı *Toyota*'dır. Bu yaklaşımın temeli Toyota üretim sistemine temel oluşturan Taiichi Ohno'nun Toyota yöneticileriyle birlikte yaptığı Amerika gezisinde ortaya çıkmıştır. Amaçları Amerikalı firmalarla rekabet edebilecek üretim sistemleri geliştirmektir. O zamanlar Amerika'da Henry Ford tarafından geliştirilen ve günümüzde hala kullanılan kitle üretim sistemleri vardı. Bu sistem yığınlar halinde tahmine göre üretim yapıp, üretimden sonra kalite kontrolü yapılması esasına dayanmaktaydı. Bu sistem Taiichi Ohno tarafından benimsenmemiştir. Bunun yerine "*Toyota Üretim Sistemi*" denilen çalışmalara başlamışlardır. Toyota bu sistemle büyük bir başarı yakalamıştır. Şöyle ki 1950 yıllarında dünyanın en büyük şirketleri arasında Toyota'nın ismi listelerde yer almazken, 1970 yılında 6. sırada, 1990 yılında 3. sırada 2003 yılında General

Motors'un ardından 2. sırada gelmiştir. Bu yükselmeyi rakiplerine göre 10 kat daha az işgücü, daha az işçilik saati (31 saate karşılık 16 saat), daha az hata (yüz otomobilde 145 hataya karşılık 45 hata) ve büyük preslerde kalıp değiştirme süresini 8 saatten 3 dakikaya indirerek sağlamıştır.

Toyota Üretim Sistemi'nin sanayi dünyasına kattığı en temel ilke her şeyi ancak müşterinin istediği anda ve miktarda üretmek, gereksiz stokları tümüyle ortadan kaldırmaktır. Stok bir israf olarak algılanıyordu ve sistemde hiçbir israfa yer yoktu. Her üretim adımı ancak bir sonraki adımın ihtiyaç duyduğu zamanda ve miktarda üretim yapmak üzere Kanban adı verilen kartlarla tetikleniyordu. Bu mantık tedarikçi firmalar zincirinde de uygulanarak talep edildikçe üreten, stokları asgariye indirilmiş ve bu sayede kaynaklarını çok daha etkin kullanabilen bir sistem yaratılmıştı.

Atölyeleri yönetenler, çalışanlar arasında sivrilmekte, ilave eğitimlerle yeni rolleri öğrenmektedir. Atölyelerde yönetici olarak pek mühendise rastlanmamaktadır. Mühendisler mühendislik yapmaktadır.

Devasa makinelerde zamanından önce ve ihtiyaçtan büyük lotlar halinde yapılmakta olan üretim, çok hızlı kalıp değiştirme teknikleri (SMED) sayesinde, çok küçük partiler halinde, sadece müşterinin istediği kadar yapılabilir hale gelmişti.

Makinelerin yerleşim planı da ürünlerin işlemler arasındaki akış sırasına uyacak şekilde yeniden düzenlenip, ürünlerin işlemler arasında hiç beklemeden hızla akabilmesi sağlanıyordu. Genellikle U şeklinde olan bu makine yerleşim düzeninde bir işçi birden çok makineden sorumlu tutuluyor, böylece hem iş monotonluğu önleniyor hem de işçilikten tasarruf ediliyordu.

Emniyet stokları en düşük seviyede olduğundan tüm işlemlerin hatasız yapılması ve makinelerin bozulmaması gerekiyordu. Makinelerin kullanılabilir zamanı "Toplam Üretken Bakım" teknikleriyle (TPM) %100'lere yaklaştırılmıştı. Çalışma ortamında

düzen ve temizliğin sağlanması (5S) ise hem hataları hem de zaman israfını engellemenin bir yoluydu.

Yüzde 100 hatasızlık gereği işçiye hata çıktığı anda hatanın nedenlerini bulabilmek için üretimi durdurma inisiyatifi tanınmıştı. Çoğu kez hatayı işçinin keşfetmesi yerine üretim hatlarında "poka-yoke" denilen sensörler ve hata yakalayıcı donanım kullanılıyor, bu mekanizmalar hatayı olduğu anda otomatik olarak saptayarak ileriye gitmesini önliyordu.

Sistemde hataya yer bırakmamak için geliştirilen bir başka yöntem de iş standartlaşmasıydı. Yapılan tüm işler birimlerine ayrılıyor ve işçinin göreceği şekilde çizimler halinde panolara asılıyordu. İşçi tüm hareketlerini standart iş prosedürüne göre yapıyor; iş emniyeti, üretim hızı ve kalite yönünden tutarlılık sağlanıyordu. İş standartlaşması aynı zamanda iş rotasyonu gibi durumlarda da yeni işçinin işine çabuk adapte olmasına da olanak tanıyordu.

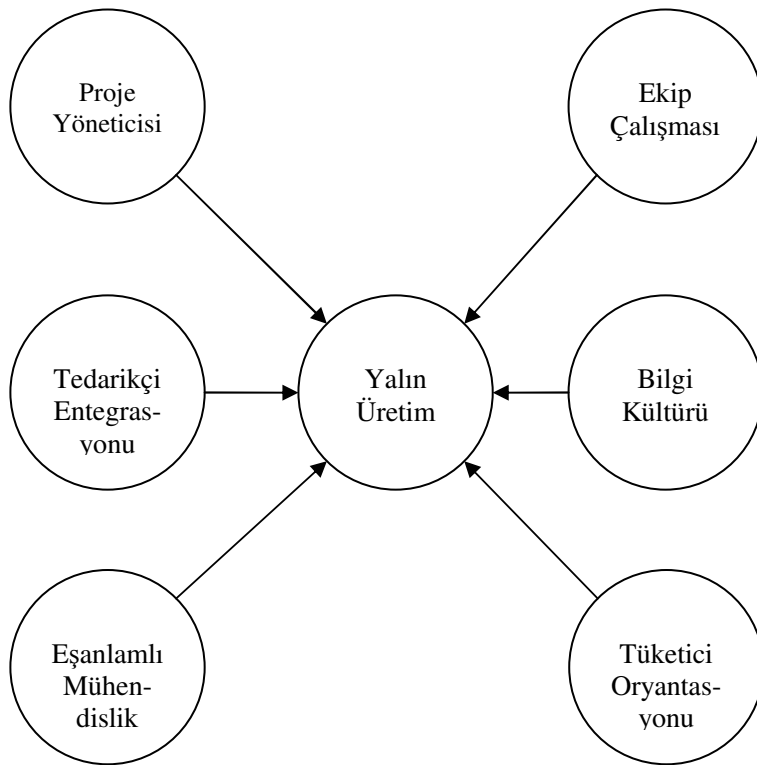
Toyota Üretim Sistemi'nin en kilit özelliklerinden birisi de insana gösterdiği saygıydı. Bu saygı hem ücretlerde hem de çalışanları sistemin daha da yetkinleşmesi için en önemli aktörler olarak devreye almasında kendini gösteriyordu. Çalışanların emniyeti ve güvenliği, iş ortamının düzgünlüğü, temizliği, işlerin standartlarına bağlı çalışması ve ergonomi göze batan unsurlardır. Çalışanların hem kendi işlerini eksiksiz yapmalarını, hem de sürekli gelişim faaliyetlerinde rol almaları için her şey yapılmaktadır [1].

İnsan kaynakları rolünde çalışmaya başlayan uzmanlar, bir hafta ile altı ay arasında atölyelerde vardiyalı olarak üretim faaliyetlerinde çalışmaktadır. Bu şekilde oryantasyonlarını tamamlayan uzmanlar, mühendisler çalışana derin saygı göstermektedir.

Yalın üretim; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza

indirgendiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Yalın üretimi karakterize eden altı başarı faktörü vardır. Bunlar; proje yöneticisi, ekip çalışması, bilgi kültürü, tedarikçilerle entegrasyon, eşzamanlı mühendislik tüketici oryantasyonudur. Bunlardan ekip çalışması, proje yöneticisi ve tüketicilerle entegrasyon, yalın üretim kavramını daha az rekabetçi alternatif olan Tayloristik yapılandırılmış üretim kavramından ayıran faktörlerdir. Şekil 2.1, yalın üretimin başarı faktörlerini göstermektedir.



Şekil 2.1. Yalın üretimin başarı faktörleri

Yukarıdaki anahtar faktörleri başarılı bir şekilde uygulamayı öngören bu yaklaşım tarzının kökeninde, kalite anlamı ve sistemini değiştiren “*Toplam Kalite Kontrol Sistemi*” bulunmaktadır. Kalitenin “kalite kontrol” veya “kalite güvencesi” gibi tek bir departmanın sorumluluğu olmadığını, kalitenin, mal ve hizmetler oluşturulurken aşama aşama elde edildiğini benimseyen bu sistem, yalın üretimin köşe taşlarından birisidir. Çünkü yalın üretimde hedef; kaliteli mallar üretmek suretiyle ilk anda işi

doğru yapmaktır.

Yalın üretimin kalite anlayışı; müşterinin bir mal veya hizmeti satın alırken bu mal veya hizmette varolduğunu ümit ettiği ve kullanım esnasında ihtiyaç duyacağı tüm beklentilerini eksiksiz karşılanmasıdır. Özetle yalın üretim kalite anlayışına yeni boyutlar kazandırmıştır.

Araştırmacı John Krafchik, yalın üretimi; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlamaktadır.

Yalın üretim “yalın”dır, çünkü seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanır. Ayrıca yerinde ihtiyaç duyulan stokların yarısından çok daha azının bulundurulmasını gerektirir, çok daha az bozuk mal çıkar ve daha fazla ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretir.

Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık asıl 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 vs sonu gelmeyen ürün çeşitliliği vb. Yalın üretici bu hedefe ulaşmak için sürekli mükemmellik arayışı içindedir [7].

Yalın üretimin bir özelliği de, yalın üretimin insanların çalışma şeklini değiştirmesidir. Ana amaç, sorumluluğu kuruluşun yapısal piramidinin aşağıdaki kişilere yaymaktır. Sorumluluk, birisinin kendi çalışmasını kontrol etmek özgürlüğü anlamına gelir ancak bu aynı zamanda pahalıya mal olacak hatalar yapma endişesini de ortaya çıkarır.

Yalın üretim, daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içinde uygulanmasını gerektirmektedir.

2.3. Yalın Üretim Sisteminin Karakteristikleri

2.3.1. Yönetim / çalışanın katılımı

Vizyon sahibi liderlik ve mücadeleci kimseler

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; kendini sürekli gelişmeye adanmış, liderlik ve antrenörlük nosyonuna sahip, mükemmellik vizyonuna sahip, birlikte çalıştığı insanları israfı tanımlamayı ve elimine etmeye motive eden ve böylece rekabetçi değer yaratan yöneticilere sahiptir. Bu ortak kültürde, işletme personeli genel olarak yeni roller geliştirir. Sürekli gelişme için gereksinim duyulan kültürel değişiklikler, yönetimin liderliği, görüş açısı ve katılım çok önemlidir. Mükemmellik liderlik ile başlar.

“Yeni kültür” amaçları ve düşünme

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; kendi endüstrilerinde en iyi politika ve uygulamaları araştırmak ve değerlendirmek için benchmarking metotlarını kullanırlar ve ulaşılamayan hedeflere ulaşmaya çabalarlar. Dünya çapındaki en sert rekabetten daha iyi veya olabildiğince iyi olabilmek için, mevcut mükemmellik standartlarını bilmek gereklidir.

Yönetimin genel bir sorusu “dünya çapındaki üretimin beklenen yararları ve performansın benchmarkları nelerdir?” şeklindedir. Benchmark’lar bir hedefe doğru hareket ederken, aşağıdaki performans ölçüleri çoğu üretim yapan işletmeler için uygundur.

- Üretim ön zamanları-haftalar değil günler
- Work-in-process (Prosesteki envanter) hafta değil gün veya saatler
- Envanter dönüşümü-her yıl 15–25 kere
- Dış müşteri iadeleri-milyonda 50 parti
- İç müşteri iadeleri-milyonda 200–250 parti.
- Zamanında dağıtım- % 95–98
- Kalite maliyeti-satışların % 5'inden daha az
- Hazırlık zamanı (saatler değil dakikalarla ölçülmekte)
- Ekiplerdeki işgücü yüzdesi- % 40–60

Uzun dönemli stratejik plan ve yönlendirme

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; yalnızca işletme amaçlarını, hedeflerini ve işletmenin ürün ve hizmetlerine sürekli değer ekleyen politika ve uygulamaları uygulamak için operasyonel planları tanımlayan değil aynı zamanda etkili uygulama için gereksinim duyulan bilgi, araç ve becerileri tanımlayan uzun dönemli (3–5 yıl) stratejik planlara sahiptir.

Çalışanların katılımı ve insan kaynaklarını geliştirme

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; organizasyonun bütün seviyelerinde çalışanların katılımını sağlar ve sürekli deneyim ve gelişme felsefesine eşlik eden birçok değişiklik ve teknolojileri anlamak ve yürütmek, çalışanların kendilerini geliştirmek için gerekli bilgi ve becerileri çalışanlara sağlamak için geniş eğitim programlarına sahiptir.

Bütünleştirici ve kutsal amaçlar

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; farklı fonksiyonel alanlar ve bölümlerin amaçları ve faaliyetleri arasındaki sınırları ortadan kaldıran ve bütünleştiren kutsal amaçların gelişmesine yardım eden yönetim politikaları ve uygulamalarına sahiptir.

Hedefe uygun ölçme/ödüllendirme sistemleri

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; “nelerin ölçüleceğini ve nelerin ödüllendirileceğini” takdir ederler ve ürüne değer ekleyen kalite, insan kaynakları geliştirme, ekip çabaları ve diğer seçilen anahtar değişkenleri göz önüne alan basit performans ölçüm sistemleri kullanırlar.

Dünya çapında bir üretici olmanın yönetimin amaçlarına yönelik bir organizasyonun öne sürdüğü ölçüm sistemlerinin önemi abartılmaz. “Değer yaratmanın” diğer önemli elementlerine önem vermeyen ve yalnızca üretimi vurgulayan karşı-verimli mevcut ölçüleri elimine etmekte ve performansını yem ölçülerini geliştirmede muhasebe önemli bir role sahiptir.

Ürün veya müşteri odaklı organizasyon

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; uzun dönemli rekabetçi avantaj sağlayan araştırma ve eğitim faaliyetlerini ilerleten üniversite sistemleri ile ilişkileri teşvik eder ve bağlantılar kurar. Bir organizasyonda karmaşıklık; kontrol ve çevikliğin azalmasını ortaya çıkarır. Müşteri odağı ve hizmetinin yüksek seviyelerini korumak için iki önemli katkıdır. Sorumluluk ve odak noktasını geliştirmek için, çoğu işletmeler operasyonlarını ve organizasyonel yapılarını desantralize ederler. (daha küçük şeyleri yapan ve daha fazla kendine yeten)

İyi iletişim sistemleri ve uygulamalar

Dünya çapında üretim yapan işletmeler iyi iletişim önemini kavrarlar ve üretim girişimine yönelik zamanında ve doğru bilgi akışını sağlayan basit sistemleri ve prosedürleri kurmaya ve yaşatmaya çalışırlar. Bilgi bir organizasyonun yaşam kanıdır. Organizasyonel hedeflere ulaşmak için bir ekip olarak çalışmak için, insanlar direkt ve geri besleme yolu ile doğru bilgiyi isterler ve gereksinim duyarlar.

Terfi/araştırma ve eğitim desteği

Dünya çapında üretim yapan işletmeler, uzun dönemli rekabetçi avantaj sağlayan araştırma ve eğitim faaliyetlerine ilerleten üniversite sistemleri ile ilişkileri teşvik eder ve bağlantılar kurar [2].

2.3.2. Kalite

Müşteri-zorlayıcı ürün geliştirme ve pazarlama

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; ürün geliştirme ve puanlama için müşteri odaklı stratejiler odaklanır. Bu stratejiler; ürün kavramları ve performansı ve kalite spesifikasyonlarını tanımlamak için müşterilerle ilişki kurmayı vurgular.

Şu andaki (mevcut) ve gelecekteki müşteri gereksinimlerini ve beklentilerini belirlemek 90'lı yılların anahtar konusudur. Yönetimin meydan okuması, “müşterinin sesinin” duyulmasını sağlamak, organizasyonda baştanbaşa iletişim kurmak ve zamanında ve cevap vermeye hazır halde davranmaktır.

Ürün dizaynı (geliştirme)/üretim için çapraz fonksiyonel gruplar

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; baştanbaşa bütün organizasyonda müşterinin gereksinimlerine karşılık vermek ve haberleşmek (iletişim kurmak), daha hızlı bir şekilde pazara daha iyi ürünler getirmek için ürün dizaynında, malzeme ve üretim prosesi seçiminde kararları birleştirmek (bağlamak) için çapraz-fonksiyonel (örneğin, dizayn-üretim-pazarlama) ekipler kullanırlar.

Dizayn; yalnız mühendislik tarafından yapılabilen bir faaliyet olarak çok önemlidir. Dünya çapında üretim yapan firmalar; çoklu-fonksiyonel ekiplerin iyi dizayn yapmaya engelleri ortadan kaldırmanın bilinen en iyi yolu olduğunu kabul ederler.

Ürünün üretim maliyetinin % 65 - % 75 ürün geliştirmenin “vizyon aşaması” sırasında oluşturulmaktadır. Bunun için de ilk olarak ekip katılımının sağlanması gereklidir. Ürün geliştirmek ve ürün iyileştirmeye yönelik ekip yaklaşımı; ürün güvenilirliğinde Çoğu işletmelere 4–6 kat gelişmesine izin vermiştir. Garanti maliyetlerinde % 70 – 90 azalma, zanaat ve montaj hatalarında % 40 – 50 azalma, ürün maliyetlerinde % 20 – 40 azalmalar gerçekleşir.

Kişisel sorumluluk ve sürekli kalite geliştirme

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; kaliteyi herkesin görev (iş) sorumluluğu olarak kabul ederler. Organizasyona yönelik sürekli kalite geliştirme çabalarını teşvik etmek için bir destek ve koordinasyon fonksiyonu olarak hizmet eden kalite güvence departmanına izin verirler.

Anahtar ürün karakteristiklerinin istatistiksel proses kontrolü

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; istatistiksel ölçülere dayalı proses kontrolüne odaklanırlar ve müşteri ihtiyaçlarını karşılaştırmak için anahtar değişkenlerde lokal veri kaynaklarını kullanarak iş görme seviyesinde karar vermeyi teşvik ederler.

Yenilik ve deneyim üzerinde durmak

Dünya çapında üretim yapan işletmeler yenilikçidir, var olan ürün ve prosesleri iyileştirmek ve yenilerini geliştirmek için sürekli denemek, daha az değişkenlik ve daha yüksek kapasite için çalışmak çabasındadırlar.

Üretim mühendisleri; günlük bazda, bir ekip çevresinde proses geliştirmek için gereklidir. Lincoln Nebraska Kawasaki’de bulunan GM’da çalışan Dennis Butt şunları söylemiştir: “Çok fazla sayıda üretim, endüstri mühendisleri olmadan dünya çapında üretim yapamazsınız”.

Kalite-sertifikalı satıcılar ile ortaklık ilişkileri

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; kazanç-kazanç ortaklık ilişkilerini araştırıp bulur ve kurarlar. Bu ilişkiler, kalite ve dağıtım gibi çoğunlukla fiyata dayanmayan kritere dayalıdır. Her üründe bir veya birkaç tedarikçi ile çalışılır ve kalite iyileştirme ve yeni ürün geliştirme çabalarında önce satıcının katılması gözetilir [2].

2.3.3. Üretim operasyonları

Sürekli-akış prosesi / hücrel üretim

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; üretim operasyonları ve ilişkili talimatları standardize etmeye, basitleştirmeye ve odaklamaya yönelik çalışırlar. Bunun amacı; ön zamanlarda (lead times), proses sırasındaki envanterler (work-in-process inventories) ve malzeme stoklarında düşüşler için sürekli-akış proses kavramlarını etkili kullanımını kolaylaştırmak ve karmaşıklık azaltmaktır. Sürekli proses iyileştirme; üretimde dünya çapında olmak için bir anahtar ve etkin bir kavram iken, mevcut sistemler iyileştirmeye çalışmak sadece sınırlı artan kazanımlar sağlayacaktır.

Çoğu durumlarda, tüm sistem % 100, % 200, % 300 iyileştirmeleri başarmak için değiştirilmeye gereksinim duyar. Sürekli-akış prosesi, sık sık hücrel üretime yönelik yürütülen, önemli bir atılım sağlar. Üretim ön zamanlarını (lead-times) 10–20 haftadan 1–3 güne düşürmekte sağlanan gelişmelere karşılık work-in-proses düzeylerinde haftalardan günlere düşüşler sağlanır. Bu yüzden, işletmeler envanter düzeylerini düşürmek için öncelikle çözülebilen ve çözülmesi zorunlu olabilen saklı problemleri ortaya çıkarmayı sürekli olarak ilke edinirler.

Talep tabanlı olup, kapasite tabanlı olmayan proses

Firmanın kapasite gibi bir kısıt edinmesi yerine, yapılacak sürekli iyileştirmelerle, talep edilen miktara göre üretimini sürekli yenilemesidir.

Prosedürlerin hızlı değişimi/küçük parti miktarları

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; değişen prosedürleri standardize etmek ve basitleştirmek için çoklu disiplinlerden gelen, çoklu seviyeli çalışma gruplarını kullanır.

Otomatikleşmeden önce standartlaşma/basitleştirme üzerinde önemle durma

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; otomatikleşmeden önce üretim prosesinin bütünlüğünü sağlamak ve standardize etmek ve basitleştirmek üzerine odaklanmak, üretim stratejisinden daha fazla tümleyici araçlar olarak yüksek teknoloji ve otomasyona eğilimlidir.

Standartlaşma ve basitleştirmeden önce otomasyona (otomatikleşmek) yönelmek karmaşıklık ekler, böylece problemler çözmekten çok yaratılır. Genelde, dünya çapında üretim yapan işletmeler; esnek değişiklikleri yapmada ve kararları almada odaklanırlar ve pahalı değişiklikler yapmak ve esnek olmayan kararları almaktan çekinirler.

Önleyici/önceden önlem alıcı bakım programları

Dünya çapında üretim yapan işletmeler; prosesin sürekli akışını bozan planlanmamış makine arızalarının oluşmasını minimize etmek, çalışanın katılımına dayalı önleyici ve önlem alıcı bakım programlarına sahiptir [2].

2.4. Yalın Düşüncenin İlkeleri

Değer : Müşterinin ihtiyaçlarını belli zaman ve yerde belli bir fiyattan karşılayan ürün veya hizmettir. Yanlış ürün/hizmet üretmek kadar zamanından önce doğru ürün/hizmet üretilmesi de israftır.

Değer akışı: Yalın üretim, sisteme bir bütün olarak bakar. Sistemde değer yaratmayan (israf) süreçlerin ortadan kaldırılması esastır.

Sürekli akış: Bir üründen fazla üretmek yerine; talep edildiği kadar ve talep edilen zamanda üretmek. Ürünün şekillenmesinde müşterinin önerilerini dikkate almak.

Çekme : Üretim müşteri talep etmeden başlamaz, ürün talep edildiği zaman üretilir.

Mükemmellik: Sistem, stok yapmadığından her defasında üretilen ürünlerde sürekli iyileştirme yapılabilir. Böylece ürün yığılmadan hatalar düzeltilip iyileştirmeye gidildiğinden israf önlenir [4].

Toyota Üretim Sistemi 6 sıfırdan oluşan bir üretim temelidir. Bunlar *sıfır mal fazlası, sıfır depo, sıfır hata, sıfır çelişki, üretimde sıfır ölü zaman, müşteri için sıfır bekleme* ve sonuçta sıfır kâğıt israfı, sıfır bürokrasidir.

Stok israfının önlenmesi için üretimin bir sonraki adımının hangi miktar ve ne kadar sürede üretileceği *Kanban* denilen kartlarla takip edilir. Üretimin bu sisteme göre yapılması sıfır mal fazlası ve sıfır depoculuğunu beraberinde getirir.

Sıfır hatayla çalışmak için *Poka – Yoke, İş Standartlaşması, 5 S Kuralı* ve *DOE – Deney Tasarımı* ortaya çıkmıştır. Burada asıl hedef işi ilk seferde doğru yapmaktır.

Zaman israfının önlenmesi için *U Tipi Yerleşim Planı*, gereksiz işgücü hareketlerini engellemek için makinelerin U şeklinde yerleştirilmesidir. Böylece kolay ulaşım,

çalışanın birkaç makineden sorumlu olması onu iş monotonluğundan kurtarır, işçilikten tasarruf sağlar. Bu U tipi yerleşim planının getirmiş olduğu sorumluluk *Jidoka – Otonomasyonla* (Üretim hattında hata olması halinde durdurma yetkisinin sorumluya verilmesi) pekiştirilmiştir.

Müşterinin bekleme sürelerini sıfırlamak için *Tam Zamanlı Üretim* esas alınmaktadır. Bunu yaparken de *SMED – Hızlı Kalıp Değişirme* ve *TPM – Toplam Üretken Bakımdan* yararlanılır. Ayrıca sistemin en önemli özelliği *insana verdiği önem ve gösterdiği saygıdır* [6].

2.5. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması

Günümüzde üretici ve tüketici arasındaki ilişkiler karmaşıklaşmış , tüketicinin tatmini ön plana çıkmıştır. Tüketicilerin gereksinimlerinin karşılanması için firmalar arasındaki rekabet 1980’li yıllara oranla çok daha yoğunlaşmıştır. Böyle bir ortamda üretim sistemlerinin ve yönetim düşünce tarzlarının sürekli yenilenmesi ve gelişmesi doğal bir gereksinim haline gelmiştir.

Çizelge 2.1, bu yeniden yapılanma sürecinde benimsenen üretim sistemlerinin kontrol alanı,iş standardizasyonu ,stoklar ,üretimin yapısındaki gereksiz unsurlar, onarım alanları, ekip çalışması açısından karşılaştırmasını göstermektedir.

Çizelge 2.1 Yıllar itibariyle üretim sisteminin özellikleri

Üretim	Zanaatlar Dönemi(1900+)	Saf Fordizm (1920’li yıllar)	Fordizm Sonrası (1960’lı yıllar)	Yalın Üretim (1980+)
İş Standardizasyonu	Düşük	Yüksek, yöneticiler tarafından	Yüksek, yöneticiler tarafından	Yüksek, ekipler tarafından
Kontrol alanı	Geniş	Dar	Dar	Orta
Stoklar	Büyük	Orta	Büyük	Küçük
Üretim yapısındaki gereksiz unsurlar	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük
Onarım alanları	Küçük	Küçük	Büyük	Çok küçük
Ekip çalışması	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek

Yalın üretim çok daha fazla profesyonel yeteneğin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içerisinde uygulanmasını gerektirmektedir. Bunun bir sonucu olarak da yalın üretimde herkes bilgi ve yeteneklerini ortaya koymak ve başkaları ile paylaşmak durumundadır. Bu ve buna benzer özellikler yalın üretimi seri üretime göre daha esnek , yeniklere açık ve üretken bir sistem haline dönüştürmektedir.

Üretim ve yönetimde “yeterince iyi” , “kabul edilebilir” ve “optimum” gibi statik kavramlar yerine yalın üretim; “sıfır hata”, “sürekli iyileştirme” ve “mükemmellik” arayışlarını esas alan, pazar koşullarına uyumlu tasarım, çalışanların katılımı, tam zamanında üretim (TZÜ) gibi uygulamaları içermektedir. Yalın üretimin özellikleri aşağıda sıralanmaktadır :

- 1) Toplamdır. Çünkü firmanın tüm hiyerarşik kademelerinde çalışanların katılımını, hedef ve fikirlerinin birliğini içerir. Firmanın tüm alan ve faaliyetlerine uygulanır.
- 2) Kalitedir. Çünkü yönetimin, çalışanların yapılan işlerin kalitesini kapsar. Ürün veya hizmet kalitesini kapsar.
- 3) Kontrolüdür. Çünkü hataların ayıklanması yerine hata yaratan faktörlerin belirlenmesini, ana noktaların kontrolünü, hataların tekrarlanmasını önlemeye yönelik sistemlerin geliştirilmesini, uygulamaların mutlaka yerinde incelenmesini, tüm verilerin sağlıklı, sayısal ve görsel olarak ifade edilmesini içerir.

Yalın üretim; işletmede gereksiz aşamaları elimine etmek, sürekli akan faaliyetlerin tüm aşamalarını sıraya dizmek , işleri ile ilgili çapraz fonksiyonel ekiplerde yeniden kombine etmek ve iyileşme için sürekli faaliyetlerde bulunmaktır. Ürün tasarımında, fabrika organizasyonunda ve işletilmesinde, ikmal zincirinin koordinasyonunda, müşteri ilişkilerinde, yönetim kademelerinde vs. yalın üretimin fonksiyonel anlamda çalışan öğeleri vardır. Bu nedenle yalın üretim; gerçekte liderlik, ekip çalışması,

iletişim gibi yönetsel konularla yakından ilişkilidir.

Çalışanların retim ve yönetime katılmasının büyük önem taşıdığı yalın üretim; kalite çemberlerinin oluşturulmasını gerektirir. Aynı alanda çalışan ve düzenli aralıklarla toplanarak kendi işleriyle ilgili sorunları çözmeye çalışan bu çalışma grupları yalın üretim felsefesinin köşe taşlarının bir diğerini oluşturmaktadır [2].

Çizelge 2.2. Yalın retim, kitle üretimine karşılaştırılması

	KİTLE ÜRETİMİ	YALIN ÜRETİM
Müşteri Tatmini	Mühendislerin istediği; büyük miktarda ve istatistiksel olarak kabul edilebilir bir kalite seviyesinde retim	Müşterilerin istediği; sıfır hata, zamanında ve sipariş ettikleri miktarda retim
Liderlik	Yetkililerin komutasında ve baskıyla sağlanan bir liderlik	Geniş vizyon ve geniş bir katılımıla sağlanan bir liderlik
Organizasyon	Bireycilik ve askeri-tip bürokrasi	Takım-bazlı operasyonlar ve düz hiyerarşiler
Dış İlişkiler	crete dayalı	Uzun dönemli ilişkilere dayalı
Bilgi Yönetimi	Müdürler tarafından ve yine kendileri tarafından üretilen soyut raporlara dayalı, zayıf bilgi yönetimi	Tüm personel tarafından sağlanan görsel kontrol sistemine dayalı, zengin bilgi yönetimi
Kültür	Sadakat kültürü ve itaat; yabancılaşma ve çalışanların çekişmesinin alt kültürü	İnsan kaynaklarının uzun-dönemli gelişimine bağlı uyumlu bir kültür
Üretim	Büyük-lekli makinalar, fonksiyonel çıktı, minimal yetenek, uzun üretim periyotları, büyük envanter	İnsan-lekli makinalar, hücre tipi çıktılar, çoklu yetenek, tek-parça akış, sıfır envanter
Bakım	Bakım uzmanları tarafından yapılan bakım	üretim, bakım ve mühendislikte ekipman yönetimi
Mühendislik	Müşterilerden gelen az bir katkı, üretim gerçeklerine çok az uyan izole edilmiş deha	Müşterilerden gelen büyük katkı, ürün ve üretim prosesinin dizaynının sürekli gelişimi, takım-bazlı model

2.6. Yalın Üretim Alt Sistemleri: Üretim Organizasyonu ve Yan Sanayi Entegrasyonu

Yalın üretim yaklaşımı, üretim yönetimi organizasyonunda, kitle üretiminde gözlemlenen tüm özellik ve bileşenlerin dışlanması, yerine, farklı bir üretim ve yönetim anlayışını hayata geçirecek yepyeni teknik ve bileşenlerin getirilmesi anlamına gelir. Söz konusu olan, üretimi tüm boyutlarıyla, radikal olarak değiştirmek, üretim yönetimi olayını tümüyle farklı algılamak olduğuna göre, kullanılan teknikler, ilişkiler ve amaçlar da, paralel olarak farklı olacaktır.

Bu noktadaki soru şudur: Yalın üretimin gözlemlediğimiz farklılıklarını nasıl inceleyebiliriz, sistemi en etkin ve tutarlı bir şekilde nasıl aktarabiliriz? Yalın üretime bu açıdan baktığımızda, sistemin temelde iki “alt sistem”den oluştuğunu görüyoruz. Her ikisi de aynı felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiş ve birbirleriyle de ilgili olan bu alt sistemleri:

- Üretime “dar” anlamıyla yaklaştığımızda, yani herhangi bir fabrikanın iç işleyişi ve organizasyonuna baktığımızda gördüğümüz teknikler, ilkeler, modeller.
- Günümüzde giderek daha da önem kazanan, hatta üretimin çoğu yükünü omuzlarında taşıyan yan sanayilerin üretime entegrasyonu, yani, ana sanayi-yan sanayi ilişkilerinde gözlemlediğimiz teknikler ve ilkeler olarak gruplandırabiliriz.

Yalın üretimde her iki alt sistem de eşit derecede etkin ve önemlidir ve her ikisinde de başlı başına ele alınmayı hak eden sayısız teknik ve yaklaşım tarzları vardır. Yalın üretim sürecine giren firmalar, genellikle birinci alt sistemin bileşenlerini bünyeye almakla yetinmekte, ikinci alt sistemi arka planda tutmaktadırlar. Oysa yalın üretimde yan sanayi yönetimi (supply management) bugün başlı başına ele alınan, hakkında birçok kitap yazılmış, üniversitelerde kendine özel dersler ayrılan, “olmazsa olmaz” önemde bir konudur [6].

2.7. Yalın Üretim Organizasyonu: Tam-Zamanında Stoksuz Üretim

2.7.1. Yalın üretimde bir fabrikanın işleyişi

Başta insan olmak üzere tüm kaynakları en verimli şekilde kullanıp, gereksiz tüm operasyonların, yani gereksiz yere maliyetleri yükselten ama katma-değer etkisi olmayan tüm faktörlerin (non value-adding activities) adım adım eliminasyonuna dayanır. Buna kısaca, “toplam israf eliminasyonu” (total waste elimination) diyebiliriz.

Kalitede “hata payı” anlayışı yoktur; sıfır hata (zero defect) üretimini hedefler ve başarır. Kalite yükseltici, maliyetleri düşürücü, israfları (Japonca’da muda) ortadan kaldırıci çabaların sürekliliğini esas alır (continuous improvement; jap. kaizen). Tüm çalışanlar ve yan sanayilerin, bir “takım çalışması” anlayışı içinde, bu çabalara entegre edilmelerini hedefler ve uygular.

Üretimin, müşteri talebinin esnekliğine bire bir uyacak, talebe anında yanıt verecek şekilde ayarlanması ilkesine dayanır. Ünlü uzman ve deha Shigeo Shingo’ya göre, yalın üretimde tüm bu hedefleri kucaklayan, gerçekleştirmelerini sağlayan; sistemin sürekli bir iyileştirme (kaizen) anlayışı etrafında gelişip, ilerlemesini teşvik eden ve nihayet yalın üretimi alternatiflerinden ayıran kilit özellik ise, bu sistemin “stoksuz üretim” (non-stock production) ilkesi üzerine kurulmuş olmasıdır. Onun sözleriyle: “stok, üretimdeki tüm kötülüklerin kaynağıdır” (inventory is the root of all evil).

Bir diğer adıyla “tam-zamanında üretim” (just-in-time (JIT) production), yani her şeyi gerektiği anda, gerektiği kadar, kısaca “tam-zamanında” üretmek olan stoksuz üretim uygulaması, yalın üretimde hem ana sanayi hem de yan sanayi üretimlerini kapsar. Buna göre hem ana sanayi hem yan sanayi üretimlerinde üretimin tüm aşamalarında, yani nihai ürün, nihai üründe kullanılan bitmiş parçalar (subassemblies), üretim süreci içinde işlenmekte olan parçalar (work in-process, WIP), ve nihayet üretimde kullanılan ham maddelerin, tümünü kapsamak üzere ya

tümüyle stoksuz, ya da minimal stokla çalışılmaktadır.

Yalın üretimde, yan sanayi entegrasyonunda kullanılan bir yöntem olan “tam-zamanında sevkıyat” (JIT delivery), yalın üretimin mantıksal bir sonucu olmakla birlikte, yan sanayinin üretimde JIT ya da stoksuzluk ilkesine göre çalışması anlamına gelmemektedir. JIT denince, bir ana sanayi firmasının yan sanayilerinden gelen parça stoklarını minimize etmek için, yan sanayi sevkıyatlarında günlük, hatta saatlik sevkıyat düzenine geçmesi anlaşılmakta ve uygulama da bu doğrultuda olmaktadır. Oysa JIT “sevkıyattan” gerçek bir yarar sağlanması için her şeyden önce ana sanayide olduğu gibi yan sanayilerde de stoksuz JIT “üretim” geçilmesi ön koşul-dur. JIT’teki kilit sözcük “sevkıyat” değil, “üretim”dir [1].

2.7.2. Neden stoksuz çalışma

1) Stok, her şeyden önce zamanından önce ve gerekenden fazla üretmek, İngilizce terimiyle “overproduction” demektir.

Gerekenden önce ve fazla üretmek, gerektiğinden fazla işgücü, ekipman, mekan ve enerji kullanılması anlamına gelir. Bir başka deyişle, bir firmanın stokları ne kadar fazlaysa, firmanın işçi, ekipman, mekan ve enerji giderleri de o kadar—ve gereksiz yere—yüksek olacaktır. Stoklarını indirmeye çalışan çoğu firmanın kaygıları da zaten bu noktada odaklaşmaktadır.

2) Ünlü uzman Shigeo Shingo’nun konuya yaklaşımı ise çok daha ilginçtir. Shingo’nun bakış açısıyla, stok, üretim sürecinin tümü içinde bir “bekleme”yi (delay) ifade eder. Gerek işlenmekte olan parçaların (WIP), gerek fabrika içi atölyelerden ya da yan sanayiden gelmiş bitmiş parçaların (subassemblies), gerek de nihai ürünün stoklanması demek, bir yerde hiçbir işlem görmeden “beklemeleri” demektir. Oysa üretimin hangi aşamasında olursa olsun, “bekleme”, ürüne hiçbir değer katmayan, üstelik üretkenliği düşürücü, maliyetleri artırıcı, üretim sürelerini (manufacturing cycle time) uzatıcı bir faktördür, bir israftır (muda). Örneğin bir

parça, bir işlemten diğerine geçmeden 10 gün stokta bekliyorsa, ikinci işlemten sonra da üçüncü işleme geçmeden önce bir 10 gün daha stokta bekliyorsa, onun gerçek işlenme süresi ne olursa olsun, nihai halini alması için geçen süre (manufacturing cycle time) 20 gün + toplam işlenme süresi olacaktır. Bu sürenin büyük bir kısmı da, sadece “beklemeyle” harcanmıştır. Zaten yalın üretimin en önemli çıkış noktalarından biri üretimin bu boyutuyla ilgilidir. Hedef, üretimi başta “bekleme” olmak üzere, ürüne değer katmayan tüm operasyon ve etkenlerden arındırmak, sadece katma-değer katkısı bulunan operasyonları koruyup geliştirmektir.

3) Stoğun en büyük zararlarından biri de, sermaye dönüşüm hızını (capital turnover rate) ve dolayısıyla karlılığı (profitability) düşürmesidir. Bir firma, bugün yaptığı bir yatırımı ne kadar kısa sürede geri alabilirse, karlılığı o kadar yükselir, çünkü yatırımı üretken bir şekilde kullanmış demektir. Bir başka deyişle, bir yatırım, bir mali dönem içinde ne kadar sık gelir olarak geri dönmüşse, karlılık o kadar yüksek olacaktır. Stok da bir yatırım türüdür, ve fakat bu yatırım stok süresi boyunca geri gelmeyen, ölü bir yatırımdır, dolayısıyla yalın üretime göre sadece kaçınılması gereken bir maliyet ögesi olarak algılanır.

4) Stoğun bir başka olumsuz yan etkisi de “fırsat maliyetleri” (opportunity cost) ile ilgilidir. Bir firma stoğa yatırdığı nakiti, örneğin bankaya ya da üretken bir başka girişime yatırmış olsa, kendine faiz ya da kar şeklinde bir getiri sağlayabilecektir. Aynı nakiti stoğa yatırmakla, bu fırsattan yoksun kalmaktadır.

5) Stok, gerek nihai ürün, gerek bitmiş parçalar, gerek de işlenmekte olan parçalarda hata/ıskarta oranını ve olasılığını da artırır. Stok, belli bir hata marjını veri (giyen) kabul eden, benimseyen bir olaydır. Ve zaten konvansiyonel sistemde stoklu çalışmanın gerekçelerinden biri olarak herhangi bir aşamada bir hata keşfedildiğinde, stoktaki hatasız parça/ürünle hemen takviye edilebilme avantajı da gösterilmektedir. Dolayısıyla stok, hatasız üretimi kısıtlayıcı, hatasız üretime ulaşma çabalarını sınırlayıcı, bir başka deyişle, üretime gevşeklik getiren bir mekanizmadır.

6) Stok, müşteri talebinin değişkenliğini takip etme, müşteri talebine anında yanıt verme olanağını da önler, çünkü talep ne olursa olsun, stoktaki ürünün kullanılması, satılmasını, daha doğrusu müşteriye empoze edilmesini gerekli kılar. Oysa, pazarın bir “Satıcı pazarı” olmaktan çıkıp, bir “alıcı pazarı”na dönüştüğü yoğun rekabet koşullarında, stokla çalışmak—ne kadar iyi planlama yapılırsa yapılsın—firmanın üzerine risk alması demektir.

7) Stok, müşteri talebine yanıt verme hızını da düşürür. Bir ürünün tek bir parçasında dahi, diyelim 20 günlük stokla çalışılıyorsa, ürünün müşteriye ulaşması, talepten en az 20 gün sonra olacaktır; teknik terimle, firmanın müşteri talebine yanıt verme süresi (delivery lead time) en az 20 gün olacaktır. Bu durumda, talebi çok daha yakın zamanda karşılayabilen stoksuz çalışan firmalar müşterilere daha cazip gelecektir, çünkü müşteri diğer her koşul aynı olsa da (fiyat, kalite), siparişini kendisine en yakın zamanda ulaştırabilen firmayı tercih edecektir.

8) Ve nihayet şirketlerin stoklu çalışmalarının, özellikle enflasyonist ortamlarda ekonomilerdeki dalgalanmayı kamçılayıcı bir özelliği de vardır. Bu tür ortamlarda stok artmasının bir nedeni de, firmaların ileride fiyatların artacağı şeklindeki spekülatif beklentileridir. Oysa, arz talep yasasına göre, ürünler stokta tutulup, pazara sunulmadığında fiyatlar giderek artmakta ve bir noktada fiyat artışı talebi frenleyip, düşürmektedir. Bu durumda firmalar, üretimi durdurup, stoklarını eritmeye çalışırlar. Stoksuz çalışma, ekonomilerdeki bu dalgalanmaları da dizginleyici istikrarı teşvik edici bir özellik taşır ve bundan da sonuç olarak, sadece halk değil, firmaların kendileri de kazançlı çıkarlar. [3].

2.8. Yalın Üretim Teknikleri

2.8.1. 5S

5S, aksesuar, el aleti, malzeme, doküman ve bilgiyi ilgili tezgah ve teknisyenin yakınına getirmeyi amaçlayan bir “*İş Yeri Organizasyonu Süreci*” dir. Operatörün, kullanım yerinde işe başlamak için gereken girdileri aramaktan kurtulmasını amaçlayan 5S, yalın üretime giden yolda ilk adımdır [12].

1. Seiri, Sınıflandırma
2. Seiton, düzenlilik
3. Seiso, temizlik
4. Seiketsu, standartlaştırma
5. Shitsuke, disiplin

2.8.2. SMED – Tekli dakikalarda kalıp değiştirme

Seri üretim sisteminde stoklu çalışmaya birinci sırada gösterilen gerekçe, makinalarda bir kalıptan diğer kalıba hatasız ürün elde edecek şekilde geçme süresinin çok uzun olmasıdır. Hazırlık süresi uzadıkça büyük kitleler halinde üretim yapma zorunluluğu ortaya çıkar, çünkü makine herhangi bir kalıbı en az hazırlık süresi kadar kullanılmalıdır ki makineden alınan verim yüksek, işçilik maliyetleri düşük olsun. Bu nedenle stoksuz çalışma (parçaları istenildiği zaman üretme) imkansız hale gelmektedir. Shigeo Shingo’nun geliştirdiği SMED yöntemi ile hangi makine olursa olsun hazırlık süresi bir dakikaya indirebilir [15].

2.8.3. Poka – Yoke (Hata önleyici düzenekler)

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 ve/veya ürün üzerinde dizayn değişikliğine gidebilir [15].

2.8.4. JIDOKA

Jidoka tekniğine göre çalışan birisi, eğer prosesin hatalı parça ürettiğini hissederse üretimi durdurabilir. Hattı durdurma yetkisi gelişen teknoloji ile birlikte artık sadece teknisyenlere verilmemektedir. Parçada oluşan bir hatayı sensörleri ile otomatik olarak algılayan bir makine de hattı durdurabilir. Bu tekniğin felsefesinin altında, hatalı parça üretmektense hiç bir şey üretmemenin daha doğru olduğu yatar [1].

2.8.5. Tam zamanında üretim (TZÜ) sistemi

Tam zamanında üretim sisteminin esas fikri, israfın önlenmesi yoluyla maliyetlerin en azlanmasıdır. Bu da ancak ve ancak sadece gereken parçaların gerekli miktarda, gerekli görülen kalite düzeyinde gerekli olduğu zamanda ve yerde üretimiyle sağlanabilir.

TZÜ, bir üretim hattında her bir parçanın bu üretim hattını izleyen safha (imalat departmanı) tarafından ihtiyaç duyulan kadar derhal üretildiği sistemdir. Bu sistemle hemen hemen stoksuz bir üretim sağlanmaktadır. İdeal olarak, TZÜ sistemi stoksuz çalışmaktır. İhtiyaç duyulduğu kadar malzeme, minimum stok üretim sistemi ve sıfır stokla üretim sistemi TZÜ yaklaşımını ifade eden kavramlardır [11].

2.8.6. HEIJUNKA (Karışık yükleme)

Karışık yüklemenin birincil ve en önemli işlevi, üretimin talep değişikliklerine, hesapta olmayan bitmiş ya da işlenmekte olan ürün stoğu ile karşılaşılma riskinin kolayca adapte olabilmesini sağlamaktır. Ayrıca, aynı hatta birden fazla modelin veya ürünün monte edilmesi, gereken toplam hat sayısını ve dolayısıyla toplam fabrika alanını da azaltır. Karışık yüklemenin bir üçüncü işlevi de, ürünlerin

müşterilere istenilen sipariş bileşimine erişildikten hemen sonra sevk edilebilmelerini sağlayarak, üreticileri gereksiz stok alanı bulundurma zorunluluğundan kurtarmaktır. Karışık yükleme düzeninin ne olacağını tayin eden, bayilerden gelen müşteri talep miktarı ve bileşimidir [1].

2.8.7. Toplam üretken bakım

Toplam üretken bakımın amacı, ekipman ömrünü uzatmak, üretim veya servis için fabrika ve ekipmanları optimum koşullarda tutmak ve yatırımların geri dönüşünü artırmak, acil durumlarla başa çıkma yeteneğini artırmak ve güvenliği sağlamaktır.

Toplam üretken bakım sayesinde, toplam ekipman verimliliği artarak, global tesis verimliliği maksimize olur, makine/teçhizatın bütün yaşam eğrisi boyunca gerek duyduğu bakım sistemleri kurulur, proses hurda oranları, tezgah ve hat duruşları, tezgah arızaları, iş kazaları azalır [16].

2.8.8. KAIZEN

Stokla beslenmeyen, bu anlamda son derece hassas olan yalın üretim bugün ulaştığı “en iyi uygulama” konumuna karşın, asla gelinmiş noktayla yetinen, durağan bir sistem değildir. Tam tersine daha da yetkinleştirilmesi, olabilecek tüm zaman kayıplarının ve israfın saptanıp gerekli önlemlerin alınması sistemin devamlılığı için ön koşuldur. Bu yüzden yalın üretimi bünyesine almış firmalarda, her an, her aşamada, üretimin daha da iyileştirilmesine yönelik sürekli ve düzenli çalışmalar yapılır, sistemin bütününe yayılmış bu dinamik iyileştirme anlayışına KAIZEN denir. Yalın üretimde KAIZEN uygulamasında en önemli özelliklerden biri, işçilerin KAIZEN iyileştirme çalışmalarına bir takım çalışması anlayışı içinde katılmalarıdır. Yalın üretim, tüm çalışanların yaratıcı potansiyeline saygı duyan bir sistemdir ve KAIZEN’de bu potansiyelin üretime kanalize edilmesi “kalite çemberleri” yardımıyla gerçekleşir [14].

KAİZEN felsefesinin neredeyse anısı olan *Sürekli İyileştirme Süreci* (SİS) ise, Avrupa (çoğunlukla Alman kökenli) şirketleri tarafından uygulanan bir istemdir. SİS'e kısa bir göz atacak olursak :

Sürekli iyileştirme süreci (SİS)

Sürekli İyileştirme Süreci (kısaca SİS), KAİZEN felsefesi ve KAİZEN stratejisinin tamamlayıcı bir ögesidir. KAİZEN bir kuruluşun tüm alanlarındaki genel iyileştirme faaliyetleri için kullanılan üst kavramdır. SİS ise, KAİZEN içerisinde kendi işini küçük, en küçük adımlar halinde kesintisiz iyileştirme görevidir.

Burada üç çıkış noktası vardır:

1. Tek tek KAİZEN faaliyetleri genellikle, görev alanı belli uzmanlarca ve belli bir zaman sınırlamasıyla, disiplinler arası proje çalışması halinde yürütülür.
2. Buna karşılık SİS daha çok bir grubun çalışma alanında uygulanır, bu sırada grup zayıf noktalarını kendisi ortaya çıkarıp iyileştirmek zorundadır.
3. Bunun dışında SİS her bir personel tarafından tek başına çalışma olarak da uygulanabilir ve uygulanmalıdır.

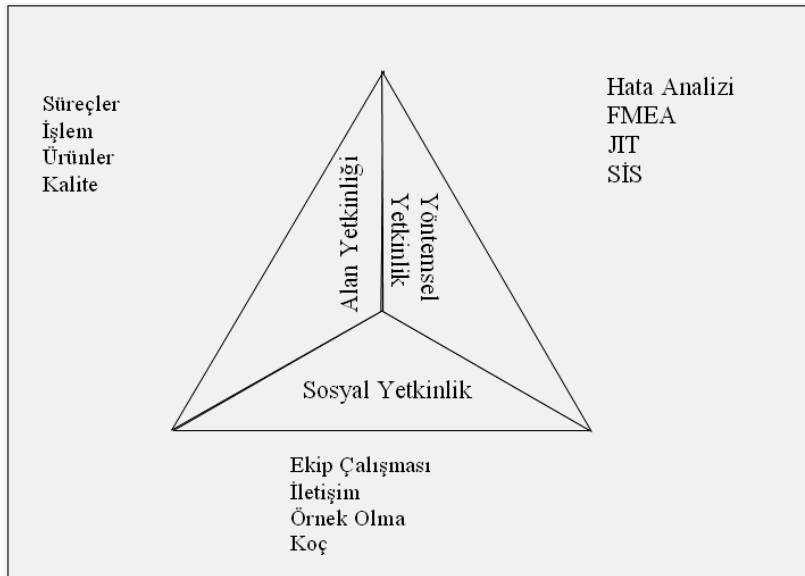
Böylesi bir düzenleme işinin temel noktaları aşağıdaki gibi toparlanabilir. Sürekli İyileştirme Süreci,

- Düzenleme işine tüm personeli katar ve hepsini sorumluluğa ortak eder, küçük adımlar halinde yürütülür ve finansal yönden çok düşük harcamalarla gerçekleştirilebilir.

- İş akışlarını, çalışma yöntemlerini, çalışma tekniklerini ve iş süreçlerini, çalışma yerlerini ve çalışma ortamını, ayrıca ürünlerin/hizmetlerin kalitesini sürekli olarak iyileştirmeli ve her türlü israfı en aza indirmelidir. Üretimde ve yönetimde uygulanır.

SİS, çalışanı kendi faaliyetinin uzmanı olarak gören bir yönetim felsefesidir. Çalışan, günlük çalışmasında kendi iş akışlarını ve süreçlerini en iyi bilen kişidir, dolayısıyla da bunları en kolay o iyileştirebilir. Eskiden bir ürünü ya da bir iş akışını şekillendirmeyi uzman kişilerin en uygun biçimde yaptıkları varsayılıyor, dolayısıyla daha sonraki bir iyileştirmenin de ancak bu uzman kişilerce yapılabileceği düşünülüyordu.

SİS yeni yöntemler ve aletler öğrenmek değil, ortak çalışmanın bir başka biçimidir. Yetkin personelin iş yerinde kendi kendini daha çok örgütlemesi, tüm katılımcıların kendi sorumluluklarını daha çok üstlenmesi, kuruluştaki yenilenme potansiyellerinde daha çok gelişme. Burada yönetici kesime duyulan gereksinim ayrı bir önem kazanır.



Şekil 2.2. SİS'te eylem etkinliği

SİS yoluyla, süreç yönelimli bir düşünme tarzı sağlanmış olur. Eskiden uygulanan, sadece verime yani sonuca bakan düşünme tarzının tam tersidir bu. Kalıcı başarı

isteniyorsa, bu farklı bir liderlik davranışı gerektirir. Süreç yönelimli bir liderlik, çalışanları işlerini gitgide daha iyi yapabilecek konuma getiren faaliyetleri teşvik eder.

SİS müşteri eksenli bir stratejidir. Bütün faaliyetlerin kalite, maliyet ve servis alanlarında (teslimat miktarı, teslim süresi ve teslim hizmeti) müşteri memnuniyetinde iyileşme sağlamasını gerektirir. Buradan, aşağıdaki şekilde verilen ekonomik ve sosyal hedefler çıkarılabilir.

Çizelge 2.3. SİS'in hedefleri

Ekonomik Hedefler	Sosyal Hedefler
Kalitenin iyileştirilmesi	Katılımcıları motive etme
Üretkenliğin artması	Ekip çalışması yeteneğini iyileştirme
Her tür israfın azaltılması	Çalışanların sorumluluğunu artırma
Üretim araçlarının kullanılabilirliğini artırma	Çalışanların ürünle özdeşleşmesi
Daha fazla esneklik	İşbirliğine dayalı yönetim
Lojistik akışların iyileştirilmesi	Hiyerarşilerin düzleştirilmesi
Varlık azaltma	Sürekli, yoğun kalifikasyon süreçleri

Özetle şunlar söylenebilir:

- SİS, bütün kuruluş performanslar sürekli iyileştirecek kuruluşun rekabet yeteneğini artırır.
- Genellikle çok küçük yatırımlar gerektiren bu küçük, adım adım iyileştirmeler ürünlerin ve hizmetlerin kalitesinde iyileşme sağlar, üretkenliğin artmasına ve maliyetlerin azalmasına yol açar.
- Kuruluşun bütün düzeylerindeki çalışanlar, kuruluşun süreçlerini değişen çerçeve koşullara sürekli uyarlama çabası içindedir [9].

İsraftan kaçınma

Üretimdeki 7 israf türü şöyledir [17]:

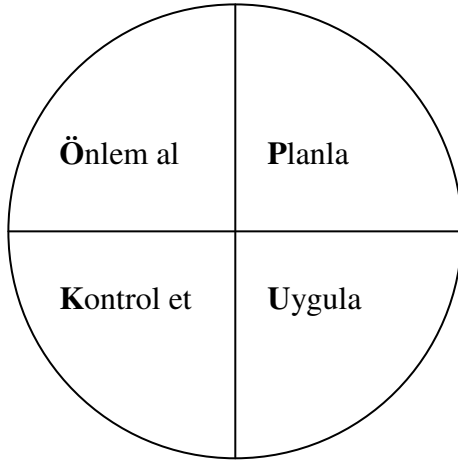
1. Aşırı üretim
2. Makinede zaman kaybı (bekleme)
3. Taşıma sırasında zaman kaybı
4. İşlem esnasında israf (gereksiz süreçler)
5. Sürümde israf (fazla varlık)
6. Hareketlerde israf (arama)
7. Hatalı parçalar şeklinde israf (iş hataları)

Standartlaştırma

SİS'te standartlaştırma deyince, çalışma yöntemlerinin ya da çalışma sonuçlarının, ilgili kişilerin kendileri tarafından, gelecek için kararlaştırılmış bir eylem şeması üstüne gönüllü olarak yazılması ya da işlenmesi anlaşılır [9].

Bir "standartlaştırma"dan önce, o işlemde bugüne kadar gözlenen bütün hareket tarzları incelenir. Sonra, ilgili kişilerle birlikte bir seçim yapılarak o an için en iyi standart üzerinde uzlaşmaya varılır ve gelecekte buna uyulacağına dair yükümlülükle birlikte yazıya dökülür. Böylece, başarılı birçok ekip geçmişte problemlerinin pek çoğunun sırf standartlaştırmayla kelimenin tam anlamıyla havaya karıştığını görmüştür.

Sistemli ve tutarlı biçimde uygulanan bir standartlaştırmayla gelecekteki iyileştirmelerin, PUKÖ döngüsünün temel taşı konmuş olur [9].

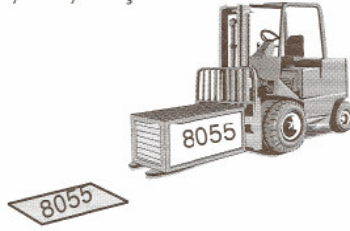
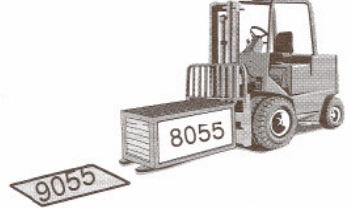
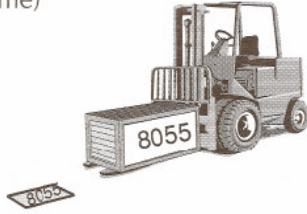


Şekil 2.3. PUKÖ döngüsü

Görselleştirme ve hedefleri karşılaştırma

Görsel uyarılar insanlar tarafından sözelimi sesli uyarılara göre çok daha kolay alınıp hayata geçirilir. Ama en büyük etki, insan bir şeyi kendisi geliştirip uyguladığı zaman elde edilir. Bu bilgiler SİS'te, düzenli olarak—mümkün olduğunca da ilgili personelin kendisi tarafından— görselleştirme yapılarak kullanılır.

Görsel bir yönetim, hazırlanması zahmetli olan düzen ve disiplinin standartlarının kolayca elde edilmesine de yardımcı olur [9].

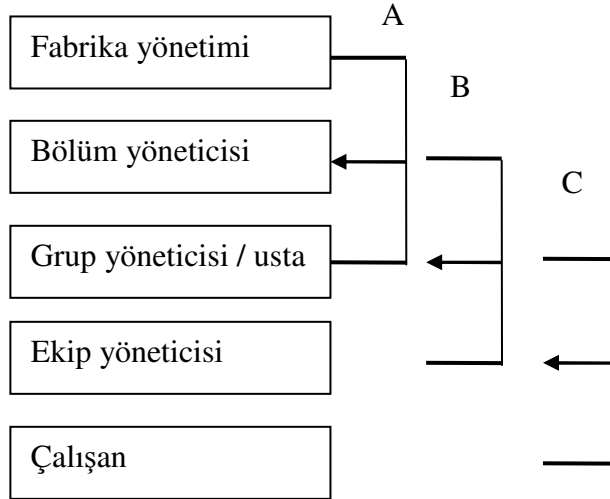
Malzeme hazırlanmasında çalışma yeri organizasyonu ile görsel yönetimin birleştirilmesi	
Her sandığı ona ait olan ve tam olarak belirtilen yere yerleştir 	Yanlış parça numarası 
Sandık fazla büyük (fazla malzeme) 	Sandık fazla küçük (az malzeme) 
Malzemelerin yeri, parça numarası ve sandık ebatları belirlenir ve açık seçik görülebilir şekilde zeminde işaretlenir. Malzeme sadece bu belirli yerlere yerleştirilebilir.	

Şekil 2.4. Görsel yönetim

Yerleşim alanları ve yollar için zeminin işaretlenmesi, levhalar takma, çalışma yerinin öngörülen durumuna ilişkin çizim ve fotoğraflar, masa üstlerinde ya da duvarlarda alet yerlerini işaretlemek son derece olağan şeylerdir. Malzeme yığılması, sözgelimi serbestçe asılı kırımızı bir topla yükseklik sınırlaması getirilerek engellenebilir. Ya da, bütün klasörlerin sırtlarına çapraz bir kırmızı şerit konarak her şeyin yerli yerinde olup olmadığı ilk bakışta anlaşılır hale getirilebilir.

Yıllık hedef anlaşmaları kalıcı SİS başarısı için vazgeçilmezdir. Bunlar çalışma gruplarındaki kişilere yönlendirme sağlar ve plana uygun iyileştirmenin olası yollarını gösterir. En iyisi, hedefleri tüm hiyerarşi içinde, "3-Düzey Toplantıları" denen toplantılarla kararlaştırmaktır.

Çizelge 2.4. 3-Düzey toplantıları ile hedefleri kararlaştırma



Burada her defasında, üç yönetim düzeyi içinden orta düzeyin gelecek iş yılı için koyduğu hedefler yazıya dökülür. Bilinçli bir hedef talimatı yoktur ve ilgililer gönüllü olarak kendilerini hedefe ulaşmakla yükümlü sayarlar. Bu ilkeye göre, sonuçta bütün diğer hedefler adım adım ve tek tek personel ve çalışma grupları düzeyine kadar indirilip tartışılır ve her defasında birlikte kararlaştırılır. Bu sırada hedefler her defasında büyüklük, değer ve zaman dilimiyle tanımlanır. Ayrıca hedefler sayısallaştırılabilir olmalı, ilgili kişileri etkileyebilmeli, bütün çalışanlar tarafından bilinmeli, kavranmalı ve kabul edilmelidir.

Bir SİS'te, mümkünse hepsinin çözülmesi gereken pek çok problem ortaya çıkarılır ya da saptanır.

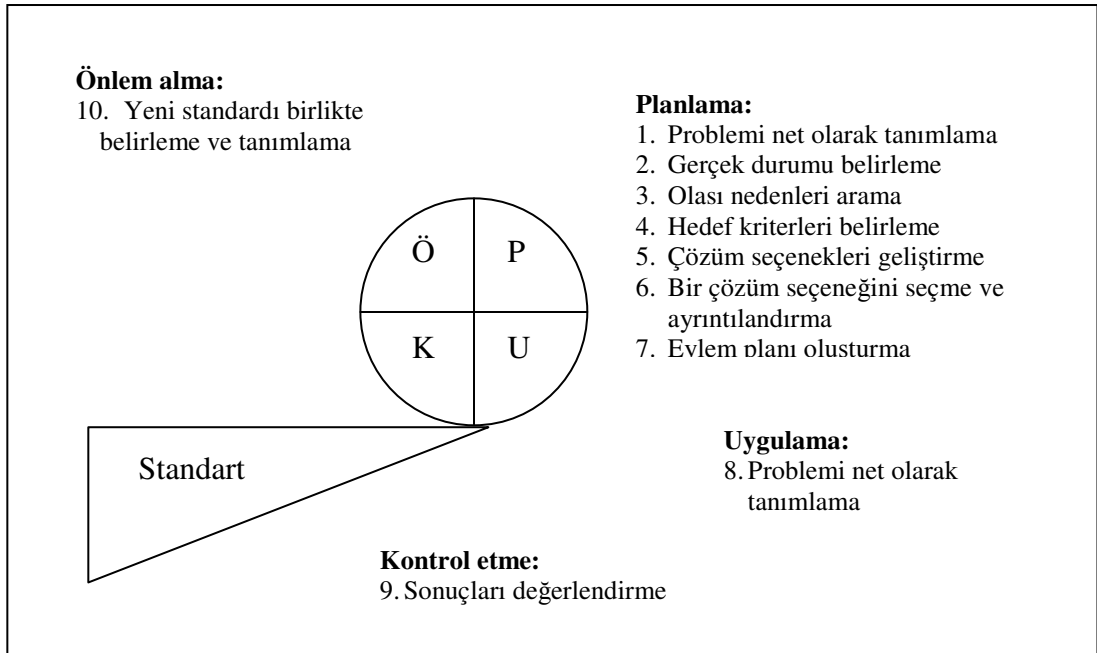
En bilinen dokuz problem çözme aracı şunlardır:

- 1) Beyin fırtınası
- 2) Çizgi üstesi ya da kontrol formu
- 3) Histogram
- 4) Pareto Diyagramı ya da ABC Analizi

- 5) Neden-sonuç, balık kılçığı ya da İşikava diyagramı
- 6) Gelişme diyagramı
- 7) Akış diyagramı
- 8) Serpme diyagramı
- 9) Kalite norm kartı

Asıl problem çözümü için çalışma grubunun bir de uygun stratejiye ihtiyacı vardır. SİS'te bu, tekrar tekrar yeniden başlatılan *PUKÖ Problem Çözme Çevrimi*'dir.

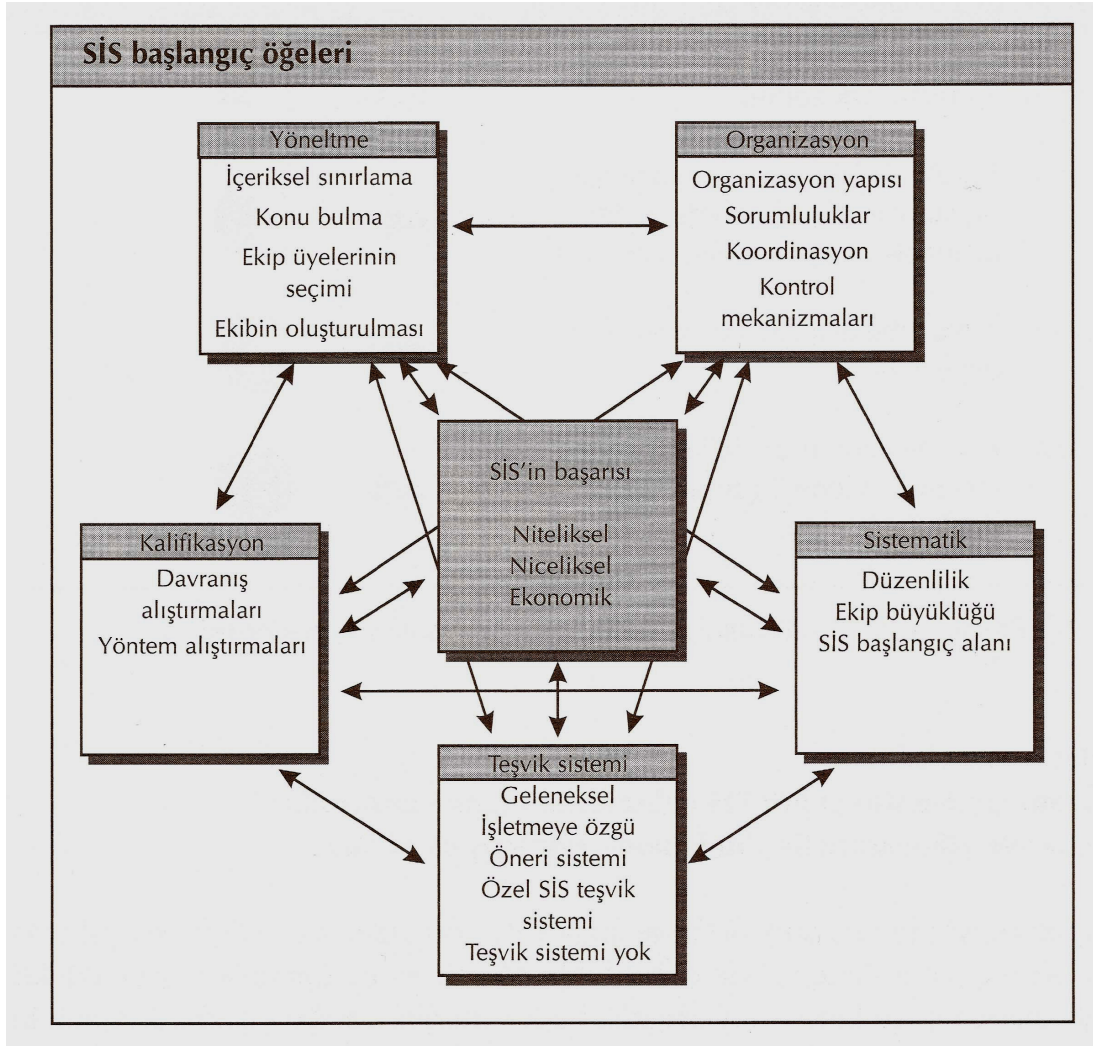
Adını Demming'den alan bu PUKÖ akışında (*Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al*) başarılı her problem çözümü sırasında düşünsel anlamda tam bir çevrim gerçekleşir ve sonunda hemen yeni standartlarla tekrar sağlama alınır [9].



Şekil 2.5. 10 adımlık problem çözme çevrimi

Başlangıçta tutulacak yol

En iyi uygulamalara ilişkin araştırmalar, SİS'e başlarken birçok işletmede 5 ögeli bir sisteme dayanıldığını göstermektedir.



Şekil 2.6. SİS'in sistemli şekilde başlatılması

SİS düşüncelerini Gemba'da (Gemba = Japonca atölye), en gereken yerde uygulamaya koymak için, küçük gruplar halinde çalışmak en çok başarı vaat eden yöntemdir. Bu sırada açık seçik görev tanımları başlangıç sürecinde çok yardımcı olur.

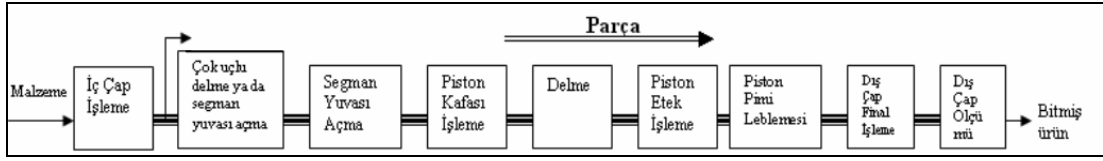
Her SİS grubu ancak uygun bir koçla gelişme gösterir. Grup uygulamada birçok gelişme aşamasından geçer; ekip gelişiminden başlayarak, etkisi altındaki problemleri kendi başına çözmeye kadar varır. Yönetimin ve muhtemelen kurulacak bir SİS yönetim grubunun görevleri, bu ekip sürecini SİS stratejisi çerçevesinde sürekli, her defasında yeni ve amaca yönelik itki ve eylemlerle yıl boyu ayakta tutmak, sürekli geliştirmektir [9].

2.8.9. Tek parça akışı

Herhangi bir günde hattan çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da ilke olarak o gün içinde üretilmesi, tüm üretim birimlerinin kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine göre mümkün olan en küçük lot'larla çalışılabilmeleri, tahmin edileceği gibi bazı ön koşullara bağlıdır. Her şeyden önce, üretkenliğin çok yüksek, üretim zamanlarının çok kısa olması, üretim akışı içinde gerek işçilerin, gerek de bitmiş ve işlenmekte olan parçaların “beklemeyle” hiçbir vakit kaybetmemeleri gerekir. İşlenmekte olan parçaların “beklemesi” demek, bir parçanın bir işlenme 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 makinaların, parçaların işlenme akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri, ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinaların bu şekilde yerleştirilmelerine “süreç-bazlı yerleşim” ya da “süreç-bazlı hat” ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da “tek-parça akışı” denilmektedir. Tek-parça akışını, süreçler/makinalar arası aktarma lot'unun bir adete indirilmesiyle hat/makine yani stoğun “sıfırlanması” olarak da tanımlayabiliriz [3].

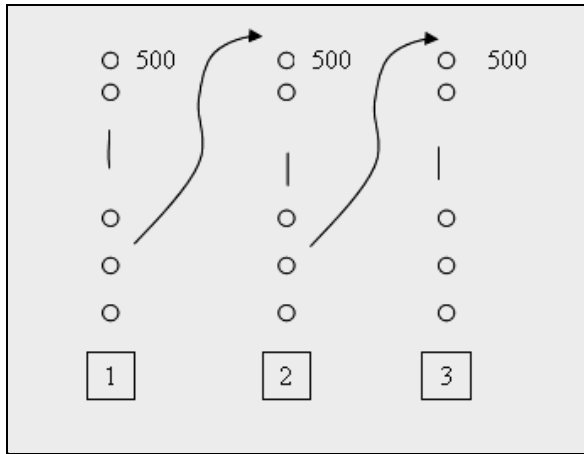
Tek parça akışın uygulanması

Süreç-Bazlı Piston Üretim Hattı parça akışı sisteminde, makinaların parçaların işlenme sürecine göre yan yana yerleştirilmelerine bir örnek verelim.



Şekil 2.7. Süreç-bazlı piston üretim hattı parça akışı

Bir atölyede işlenecek bir parçanın nihai halini alması için 3 değişik makinenin kullanıldığını, 3 değişik işlemden geçmek zorunda olduğunu, ve her bir işlemin 1 dakika tuttuğunu kabul edelim. Önce stoklu çalışmada ne olduğuna bakalım. Burada makinalar yan yana olsalar bile birbirlerinden bağımsız çalışırlar. Birinci makine durmadan işlemini sürdürür ve örneğin işlediği parça sayısı 500'e ulaştınca, bu 500 parça birinci makineden alınıp ikinci makineye aktarılır. Yani aktarma lot'u 500 parçadan oluşmaktadır. İkinci makine de yine aynı şekilde 500 parça işleyince, bu parçalar üçüncü makineye aktarılır. Birinci makineye de işleyeceği parçalar, diyelim bir başka atölyeden yine 500 parçalık koliler halinde getirilmektedir.

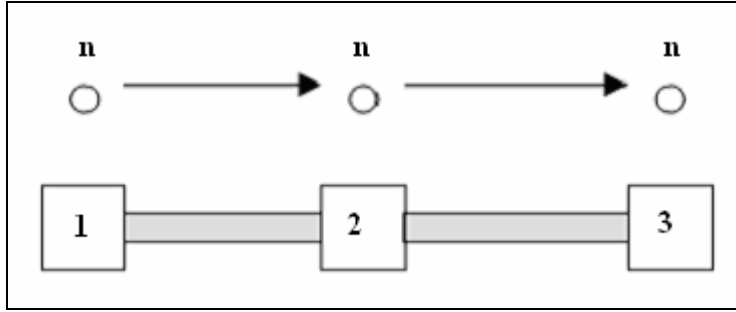


Şekil 2.8. Üç makineli ve üç değişik işlemlili akış

Bu durumda, herhangi bir parça 3 işlemden geçtiğine ve her bir işlem 1 dakika tuttuğuna göre, 500 parçanın herhangi bir işlemi tamamlaması 500 dakika, 3 işlemden geçip nihai halini alması da $3 \times 500 = 1500$ dakika tutacaktır.

Şimdi ise stoksuz (beklemesiz) tek-parça akışına bakalım. Bu durumda makinalar

birbirlerine bağılı çalışmakta, öyle ki bir makine n 'inci parçayı işlerken, bir önceki makine $n+1$ 'inci parçayı işlemekte, ve işlemi tamamlar tamamlamaz parça bir sonraki makineye aktarılmaktadır.



Şekil 2.9. Stoksuz tek parça akışı

(t_0) zamanda ilk makinenin işleyeceği parçanın diğer bir atölyeden ulaştığını varsayalım. Öyleyse:

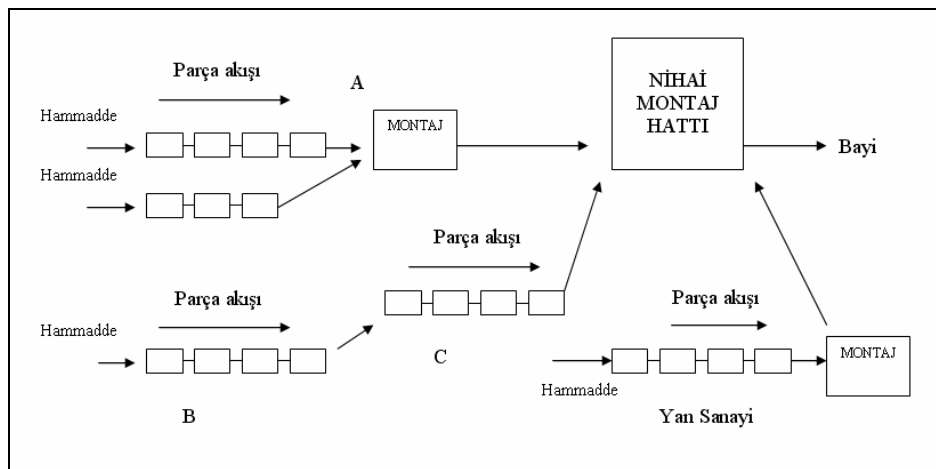
- $t_1 = 1$. makine ilk parçayı işliyor, 2. ve 3. makinalar bekliyorlar (1. dakika)
- $t_2 = 1$. makine ikinci parçayı, 2. makine birinci parçayı işliyor, 3. makine bekliyor (2. dakika)
- $t_3 = 1$. makine üçüncü parçayı, 2. makine ikinci parçayı, 3. makine birinci parçayı işliyor (3. dakika)
- $t_{500} = 1$. makine 500. parçayı, 2. makine 499. parçayı, 3. makine 498. parçayı işliyor (500. dakika)
- $t_{501} = 1$. makine 501. parçayı, 2. makine 500. parçayı, 3. makine 499. parçayı işliyor (501. dakika)
- $t_{502} = 1$. makine 502. parçayı, 2. makine 501. parçayı, 3. makine 500. parçayı işliyor (502. dakika)

Bu durumda, 500 parçanın nihai halini alması, 1500 değil sadece 502 dakika tutmuştur. Eğer işin başlangıcında, 2. ve 3. makinaların yanında 1'er adetlik bir stok bulundurulursa, her üç makine da t_1 zamanda aynı anda çalışmaya başlayabilecek, böylece 2 dakikalık daha tasarruf yapılarak, 500 parçanın işlenme süresi toplam 500

dakika olacaktır.

Yukarıdaki örnekten de görüldüğü gibi, tek-parça akışına ne kadar yaklaşılr, parçaların süreçler arasında bekleme süresi ne kadar düşürülürse, toplam işlem zamanı da o kadar azalacak, yani üretim o kadar daha kısa süre içinde gerçekleştirilebilecektir. Aslında tek-parça akışının sağlayacağı tek avantaj da bu olmayacaktır. “Yeni” sistemle, aynı miktar ürünün/parçanın çok daha kısa sürede üretilebileceği düşünülürse, işçilik maliyetleri açısından da önemli boyutlarda tasarrufa gidileceği hemen fark edilecektir.

Stoksuz çalışmanın temel koşullarından biri olan tek-parça akışı, yalın üretime göre çalışan fabrikaların hem kendi atölyelerinde hem de yan sanayilerinde aynı anda, senkronize olarak gerçekleşir. İdeal olarak gerçekleştirilmek istenen, karışık yükleme, üretimde düzenlilik ve kanban kartlarıyla çekiş sistemine göre, bir sonraki ürün grubuna monte edilecek tüm parçaların, aynı anda ya da kısa aralıklarla üretilmeleri, aynı anda ya da kısa aralıklarla son montaj hattına teker teker ulaşmalarıdır. Yani, tek tek her bir parçanın hiç beklemeden bir süreçten diğerine geçmesi, ve yine aynı anlayışla (bir parça eğer montaj da gerektiriyorsa) hemen atölye içi montaj hattına ve nihayet oradan da ürünün son montaj hattına iletilmesidir.



Şekil 2.10. Tek parça akışı

Şekil 2.10. dikkatle incelenirse, tüm bu akış bütününe belirgin bir püf noktası olduğu hemen fark edilecektir. Bu nokta, tüm üretim olayının “dev” bir son montaj hattına dönüştürülmesidir. Gerçekten de, geniş anlamda tek-parça akışı, son montaj hattı uygulamasının, tüm üretim istasyonlarını kapsayacak, ve tüm üretim istasyonlarını birbirlerine son montaj hattı anlayışıyla bağlayacak şekilde genişletilmesinden başka bir şey değildir.

Tek parça akışı, Toyota’nın deha mühendisi Taiichi Ohno’nun eseridir. Ohno, Ford üretim Sistemini incelerken, sistemin en etkin ve yararlanılabilecek ögesinin son montaj hattı olduğuna karar verir. Bilindiği gibi, son montaj hattında, arabalar bir süreçten diğerine, hat yanı yedek araba stoğu olmaksızın, ilk süreçte yapılması gereken işler tamamlanır tamamlanmaz, yani beklemeden ve her zaman birer adet halinde aktarılmaktadırlar. Ohno, günümüzde dahi çoğu üreticide sadece son montaj hattında kullanılan bu sistemin, aslında son montaj hattıyla kısıtlı olması gerekmediğini, tüm fabrika içinde ve atölyelerin kendi içlerinde de uygulanabileceğini, böylece stok olayının tümüyle elimine edilebileceğini, bundan neredeyse yarım yüzyıl önce (!) fark eder. İşte, Ohno’nun var olanı hemen kabul etmeyen kuşkucu ve yaratıcı dehasıdır ki tek-parça akışının önce bir kavram, sonra bir gerçeklik halinde ortaya çıkmasını sağlamıştır [3].

Neden tek parça akış

Başarılı bir tek-parça akış uygulaması aşağıdaki sonuçları verecektir:

- Toplam kalite için işçi sorumluluğunun artması
- İşin içeriğinde veya işin yeniden dengelenmesine gerek kalmaması
- Hacim değişikliğinde veya operatör yokluğunda problemlerle karşılaşılması
- Birim ve ürünün belirlenmesindeki kolaylık
- Katma değer zaman oranlarında artış

Tek parça akış nasıl uygulanır

Tek parça akışın bir ok değişkeni olmasına karşın, katı ve zor uygulanan kuralları yoktur, yalnızca uygulama deneyimi için rehberliğe ihtiyaç vardır. Ana değişkenler şunlardır:

- Personel seçimi,yetiştirme,kapasite ve yetenek derecesi
- Ürün montajının kompleksliği ve değişkenleri
- Teknoloji / proses karışıklığı

Bununla birlikte, personel, komplekslik, teknoloji ve iş içeriği arasındaki denge, tek parça akışın dizaynı ve başarılı uygulanması için önemli faktörlerdir.

2.9. Türkiye’de Yalın Üretim

Türkiye’de yalın yaklaşım 1990’lardan beri bilinmekte ve uygulama örnekleri giderek artmaktadır. Önceleri sadece bağımsız tekniklerin kullanılması şeklinde ortaya çıkan uygulamalar, giderek bütünlüklü bir sistem yaklaşımına dönüşmektedir. Ekonomik krizlerin ve ihracat pazarlarına açılmanın da etkisiyle firmalar mevcut iş yapma yöntemlerini değiştirmek zorunluluğunu daha fazla hissetmektedirler. Yalın Üretim 1992’den itibaren üniversitelerin ders programına girmiş, doktora ve yüksek lisans tezlerinin de konusu olmuştur.

Türkiye’de otomotiv sektörü Yalın Sistem uygulamalarında daha aktif görünmektedir. Yalın uygulamaların başarısını kültürel faktörlere bağlamak eğilimine karşı en güzel cevap, Adapazarı’nda kurulan Toyota otomobil fabrikasında Türk işçilerinin kısa süre içinde Japonya’daki Toyota Japon işçilerinin üretkenlik seviyesini yakalamış olmaları ve son birkaç yıldır tüm Toyota fabrikaları arasında kalitede birinci seilmeleridir. Diğer büyük üreticiler Ford, Renault, Bosch, Tofaş Üretim Sistemi ve Hugo BOSS, hem kendi işletmelerinde hem de yan sanayi işletmelerinde yalın üretim faaliyetlerini başlatmışlardır.

Yalın uygulamalar, tek tek firmalarda önemli maliyet tasarrufları sağlamış olmakla birlikte, değer zincirine yaygınlaştırılmadığı için hem bu firmalar potansiyel tasarrufun tamamını elde edememişler hem de ülke geneline etkisi yeterince yüksek olamamıştır. McKinsey Global Institute tarafından yapılan "Türkiye Verimlilik ve Büyüme Atılımının Gerçekleştirilmesi" araştırmasının bulgularına göre Türkiye’de tarım dışı ekonomide işgücü verimliliği ABD’nin %40’ı kadardır. Geleneksel firmalara göre 2,5 misli üretken olan modern firmalarda bile mevcut işgücü verimi, sektördeki en iyi ülkeye oranla %62 düzeyindedir. Ülkenin mevcut koşulları içinde yapılabilecek iyileştirmelerle kolaylıkla %95 düzeyine çıkarılabilir. İşgücü verimliliği ile kişi başına düşen Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) arasındaki güçlü korelasyon dikkate alındığında potansiyel verimlilik düzeyinin yakalanması ile 2015 yılında kişi başına GSYİH iki katına çıkarken, %30 oranında istihdam artışı sağlanması mümkün görünmektedir.

Mevcut verim ile potansiyel verim düzeyleri arasındaki fark analiz edildiğinde en önemli payın, yönetim teknikleri, kapasite kullanımı ve tedarikçilerle ilişkiler, ürün yapısı gibi Yalın Üretim tekniklerinin ciddi iyileştirmeler sağlayabildiği alanlarda olduğu görülmektedir.

Sermayenin kısıtlı ve maliyetinin yüksek olduğu ülkemizde büyümenin lokomotifi verimlilik artışı olmak zorundadır. Yalın Yaklaşım israflar yüzünden tüketilmekte olan kaynakları verimli kullanabilmenin yollarını göstermektedir. Tasarruf edilen kaynaklar daha fazla değer yaratmaya yönlendirildiğinde, hem mevcut pazarlarda daha geniş ekonomik imkanlar bulunabilir hem de yeni pazarlara doğru büyüme gerçekleştirilebilir.

2.10. Yalın Düşünce ve İnsan Kaynakları

Yalın düşünce insan merkezli sisteme dayanmaktadır. Süreç iyileştirmeleri firmadaki herkesin katılımıyla yapılan süreklilik arz eden iyileştirmelerdir. Bu iyileştirmeler

personel azaltma çalışma şeklinde değil, verimsiz işler azaldıkça buradaki personelin görev tanımlarının değiştirilmesi şeklinde olmaktadır. Ama personel azaltılması zorunlu olacaksa bu kişiler için ne gibi mekanizmalar oluşturulacağı belirlenmelidir. Çünkü yalın düşünce çalışanlara insan gibi bakmak, insan gibi samimi ilgi göstermek ve insan gibi değer vermek temellerine dayanır.

Personel seçiminde eğitim düzeyi yüksek, gelişime ve yeniliklere açık, kendini ve işini geliştirmeyi hedefleyen kişilerin tercih edilmesi gerekmektedir. Süreçleri iyileştirirken, öz değerlendirme, çalışan anketi, öneriler ve şikayetlerden yararlanabiliriz. Burada öz değerlendirme çalışanlarla konulan hedeflerin ne derece gerçekleştirildiğine bakılarak, buna göre yeni hedeflerin belirlenmesidir. Öneri sistemiyle de çalışanların fikirleri alınarak uygun olanın hayata geçirilmesidir. Hayata geçirilen fikirlerin sahibine ödül verilerek teşviki sağlanabilir.

Ayrıca şirkette işe başlayacaklar oryantasyona (Kişiye kurumu, yapacağı işleri tanıtmaya ve eğitilmesi) tabi tutularak ortak bir nokta oluşturulur.

2.11. Yalın Üretimin 6 Temel Kuralı

1) *Ürününüzle sorun çözün* : Ürünleriniz ihtiyaçlara cevap vermeli, problem çıkarmamalıdır.

2) *Müşteri zamanını boşa harcamayın* : Türkiye'nin ilk ev tekstil mağazalar zinciri Linens ev tekstiline yönelik her türlü eşyayı bünyesinde bulundurmaktadır. Mağazalar bünyesinde farklı ürünleri bulundurduklarından müşteriye zaman tasarrufu sağlamaktadır. Müşterilerin evlerine giderek ölçü aldığı gibi eğitilmiş ve uzman personeli sayesinde, müşterilerine en çok tercih edilen modeller ve dekorasyon konularında danışmanlık hizmeti vermektedir.

3) *Tam olarak isteneni sunun* : Tesco mağazaları bünyesinde barındırdığı birçok farklı ürünü 24 saatte bir mal ikmali yaparak, raflarının sürekli dolu kalmasını ve

böylece stokta mal birikmesini engeller. Bunu yaparken de güçlü bir dağıtım ağı ile hızlı ve kaliteli hizmet sunan tedarikçilerle çalışması en büyük etken olmuştur. Ayrıca Tesco'nun web sitesi üzerinden yaptığı satışlarda personelin göstermiş olduğu performans, siparişlerin hızlı karşılanmasını ve böylece maliyetlerin aşağıya çekilmesini sağlamıştır.

4) *Olmanız gereken yerde bulunun* : Müşteri ürünü almak için her yere gideceği olgusu bazen zaman ve duruma göre farklılık gösterebilmektedir. Zaman kısıtlıysa bir ürün internetten, bazen de köşe başındaki dükkandan fiyatına önem vermeden temin edilebilir. Bu yüzden firmalar, müşteri tercihiine göre stratejilerini değiştirmelidirler.

5) *Zamanlama her şeyden önemlidir* : Tüketiciler ürün alırken önlerinde fazlaca seçenek olduğundan ani karar vermek istemezler. Fakat teknolojik ürünlerde hızlı bir yenilenme olduğundan burada hala ani karar verme durumu vardır. Tüketicilerin talep zamanının bilinmemesi veya kestirilememesi şirketlerin stok tutmalarına ve maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla tüketici isteklerini önceden okuyup, doğru zamanda bu istekleri karşılamak gerekmektedir.

6) *Çözüm odaklı çalışın* : Müşteriye istediği ürünü istediği zaman ve yerde sunmak tek başına yeterli değildir. Bunlara uygun süreçleri yeniden tasarlanması gerekmektedir. Burada müşterinin ne istediğini bilmek çok önemlidir [7] .

3. MAN TÜRKİYE A.Ş.'DE YAPILAN BİR YALIN ÜRETİM UYGULAMASI

Uygulamanın yapıldığı MAN Türkiye A.Ş., merkezi Almanya Münih'te bulunan MAN A.G.'ye bağlı MAN Ticari Araçlar firmasının Türkiye'de bulunan üretim üssüdür. Firmanın temelleri 1966 yılında İstanbul'da atılmıştır ve bu özelliğiyle MAN Türkiye A.Ş. , Almanya dışında kurulan ilk MAN üretim tesisidir.

Zamanla değişen ekonomik şartlardan dolayı, firma Ankara'ya taşınmış ve İstanbul'daki üretim durmuştur. Bugün MAN markası ile üretilen her 2 otobüsten biri, MAN Türkiye A.Ş. tesislerinde üretilmektedir.

Firma gerek holding içindeki önemli konumunu korumak, gerekse kalitesini sürekli olarak iyileştirmek için, 2006 yılından beri yalın üretim çalışmalarına ev sahipliği etmektedir.

Bu bölümde, önceki bölümlerde anlatılan yalın üretim sisteminin MAN Türkiye A.Ş.'de yapılan örnek bir uygulamasına yer verilecektir. Sırasıyla uygulamanın süreç metodolojisi, uygulama alanında düzeltilmesi beklenen sorunlar, bu sorunlar için ortaya konulan çözüm yolları, ve bu çözümler ile elde edilen faydalar üzerinde durulacaktır.

Bu uygulama ile yapılacak olan tüm çalışmaların temelinde aşağıdaki 5 ilke baz alınmıştır:

1) *Değer* : Müşterinin parasını ödemeye hazır olduğu ihtiyaçlarını belli bir zaman diliminde belli bir fiyattan karşılayan, belli özelliklere sahip belli bir ürün ve/veya hizmet değer olarak tanımlanır.

- 2) *Değer Akışı* : Değer yaratma sürecindeki faaliyetlerin bütünü;
- 3) *Sürekli Akış* : Hiç bekletmeden, bir üret-bir naklet. Her adımı mükemmelleştir.
- 4) *Çekme* : Her aşamanın bir öncekinden talep etmesi, bir sonraki prosesin (müşteri) istediği ürün tipini, istenen miktarda (daha çok değil) ve istediği zamanda (daha önce değil) üretmek.
- 5) *Mükemmellik* : Daha iyisi daima vardır. İsrafi daha da azaltacak yeni yollar her zaman bulunabilir.

Bu ilkeler baz alınarak, radyatör ön montaj iş merkezinde yapılan iyileştirme uygulamasında bir diğer ana nokta ise o bölgeyi ilgilendiren tüm unsurların bir bütün olarak ele alınması olmuştur. İşçiler, çalışanlar ve yöneticiler ile kesintisiz bir bilgi alışverişi oluşturulmuştur. Sağlam standartlar üzerine sürekli ve kaliteli akış mantığı yerleştirilerek bölgenin daimi iyileştirme planlarına uyumluluk göstermesi ön planda tutulmuştur. Mevcut literatürde yer alan yalın üretim tekniklerinden Kaizen (SİS), Tek parça akış, 5S, TZÜ'nin yanı sıra; bahsedilen ön montaj bölgesinde mevcut durum ve iyileştirilmiş durumun sonuçlarını daha iyi analiz etmek amacıyla "REFA Zaman Ölçümü Uygulaması – Zaman Verilerini Değerlendirilmesi" ve "Simülasyon" yöntemlerinden yararlanılmıştır.

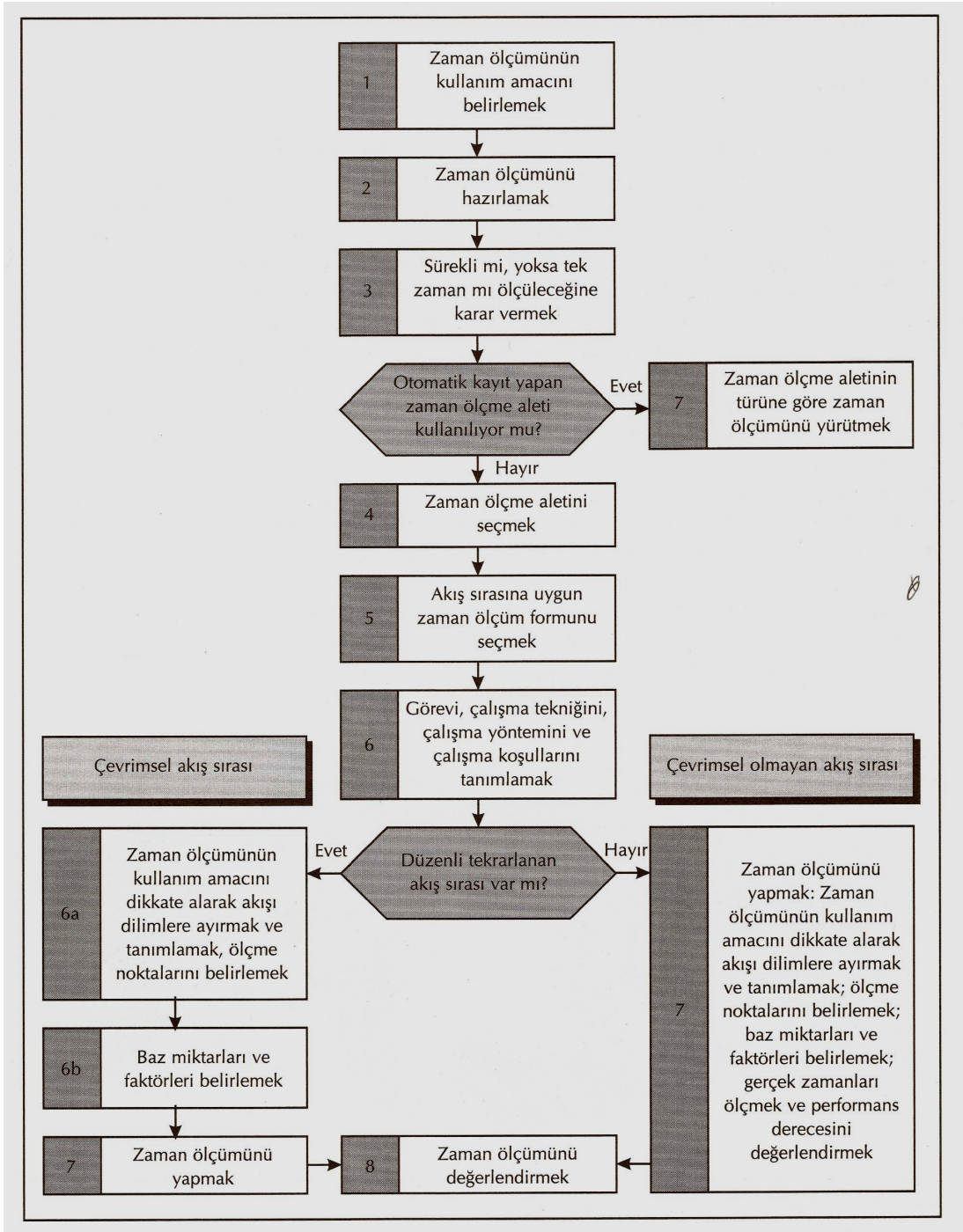
Yapılan çalışmanın detaylarına girmeden önce "REFA Zaman Ölçümü Uygulaması – Zaman Verilerini Değerlendirilmesi" hakkında bilgi vermekte fayda olacaktır :

3.1. REFA Zaman Ölçümü Uygulaması

Zaman ölçümü, iş sistemini, özellikle de çalışma tekniğini, çalışma yöntemini, çalışma koşullarını tanımlamaktan ve tek tek akış dilimleri için baz miktarları, faktörleri, performans derecesini, gerçek zamanları belirlemekten oluşur. Bunların değerlendirilmesi belli akış dilimleri için öngörülen zamanları verir [10].

İş etüdünün tüm yöntemlerindeki gibi, zaman ölçümünde izlenecek yol da gerek incelenen göreve gerekse de incelemenin hedefine sıkı sıkıya bağlıdır. Böylece zaman ölçümünden beklentiler farklılaşır; örneğin bu yolla elde edilen verilen zamanlar ücretlendirme için kullanılacaksa başka, zaman ölçümü üretim araçlarından daha iyi yararlanmanın temeli olarak hizmet edecekse başka beklentiler söz konusudur [8].

REFA standart zaman ölçümü, aşağıdaki yol izlenerek yapılır.



Şekil 3.1. REFA standart zaman ölçümü programı

3.1.1. Zaman ölçümünde akış sıraları

REFA’da çeşitli zaman ölçüm formlarının yapısı ve biçimi, ölçülecek akış dilimlerinin sırasına ve sayısına, yani akış sırasına göre oluşur. Olası akış sıraları ve bunlar için geliştirilmiş zaman ölçüm formları aşağıdaki şemada verilmektedir [8].

Çizelge 3.1. Çeşitli akış sıraları için uygun zaman ölçüm formları

No.	Akış sırası	Ortaya çıkma yeri	Zaman ölçüm formu Z ve ek form ZE
1	Aynı dilimlerin düzenli tekrarlanmadığı akış	Tek imalat, tek çalışma	Z1 ve Z1 E
2	Aynı dilim sırasının düzenli tekrarlandığı akış	Seri imalat, tek çalışma	Z2 ve Z2E
3	Tek işçide tek akış sıralarının düzensiz tekrarlandığı akış	Tek imalat, tek çalışma	Z1 ve Z1E, ayrıca Z2E
4	Birden çok insan ya da üretim aletinde aynı ve farklı dilim sıraları halindeki akış	Grup çalışması, çok yerde çalışma	Z1 ve Z3

Çevrimsel akış sırası

Çevrimsel akış sırasında ölçümler, verilen baz miktara göre belirlenen akış dilimi dizisi içinde yapılır. 1 birim miktarın dilimleri geçildikten sonra (işlem ya da çevrim) aynı akış bir sonraki birim miktar için tekrarlanır.

No.	Akış dilimi ve ölçme noktası	Baz miktar	Çev m _y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	İş parçasını alma ve takma	1	L										
	Takılan parçayı bırakma		t _i										
			F	●	●	●	●	●					
2	Aleti çalıştırma	1	L										
	İşlemenin başlangıcı		t _i										
			F	●	●	●	●	●					
3	Parçayı işleme	1	L										
	İşlemenin bitişi		t _i										
			F	●	●	●	●	●					
4	Parçayı çıkarma, kenara koyma	1	L										
	Parçayı bırakma		t _i										
			F	●	●	●	●	●					

Şekil 3.2. Çevrimsel (parça esaslı) akış sırası şeması

Seri akış sırası

Seri akış sırasında, ölçümler art arda bütün birim miktarlar için aynı akış diliminde yapılır. Ancak bundan sonra bir sonraki akış dilimine geçilir [10].

No.	Akış dilimi ve ölçme noktası	Baz miktar	Çev m _y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	İş parçasını mengeneye takma, eğeyile çapak alma, çıkarma, kenara koyma	1	L										
	Parçayı bırakma		t _i										
			F	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	Parçayı alma, 1 delik delmek için üzerine çizgiler çizme, puntalama, kenara koyma	1	L										
	Parçayı bırakma		t _i										
			F	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Şekil 3.3. Seri akış sırası şeması

Eş zamanlı akış sırası

Eşzamanlı akış sırasında bir ya da birkaç akış diliminin iş sonuçları farklı büyüklüktedir. Bu nedenle, tek tek dilimlerin ölçülen zamanı farklı baz miktarlara dayanır[8].

No.	Akış dilimi ve ölçme noktası	Baz miktar	Çev m _z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1 tahtayı alma, bıçkı tezgâhına dayama	4	L										
			t _i										
	Dayanağa yanaştırma		F	●									
2	1 takım çitayı 1 kesimde kesme, kalanını atma	4	L										
			t _i										
	Atılan artığı bırakma		F	●									
3	Dört çitalık takımı paletle istifleme	4	L										
			t _i										
	Çitaları bırakma		F	●									

Şekil 3.4. Eşzamanlı akış sırası şeması

Değişen akış sırası

Yukarıda anlatılan akış sıraları çoğu zaman hep birlikte ortaya çıkar. Bu değişme belli bir çevrim sayısından sonra düzenli olabileceği gibi (örneğin her 5 çevrimde bir), düzensiz de gerçekleşebilir [8].

No.	Akış dilimi ve ölçme noktası	Baz miktar	Çev m _y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5 iş parçasını alma, masanın üstüne koyma	5	L										
			t _i										
	Parçaları bırakma		F	●					●				
2	İş parçasının üzerine şablona göre çizgileri çizme	1	L										
			t _i										
	Çizim kalemini bırakma		F	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	Parçayı kesme ve kenara bırakma	1	L										
			t _i										
	Teneke makasını bırakma		F	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	Parçaları alma, eğeyile çapak alma, taşıma kutusuna koyma	1	L										
			t _i										
	Parçaları bırakma		F	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Şekil 3.5. Değişen akış sırası şeması

3.1.2. Zaman ölçüm formları

Zaman ölçümü esnasında, tekrarsız iş akışları için Z1 formu; tekrarlı iş akışları için ise Z2 formu kullanılır. 2-3 insan veya üretim aracı için zaman ölçümünü

yürütmenin en iyi yolu grafik yöntemidir. Z3 formunun ön ve arka sayfasında 3 zaman çizgisi vardır. Her çizgi bir insan veya bir üretim aracının ölçümü için düşünülmüştür [8].

Bu çalışmada yapılan zaman ölçümleri için, Z2 formu kullanılmıştır (Z2 için bkz. EK-1). Buna göre, çalışmanın yapıldığı iş merkezindeki her bir proses adımı için 5 çevrimlik zamanlar tutularak, standart zamanlar tespit edilmiştir.

3.2. Radyatör Ön Montaj Bölgesi’nde Yapılan Yalın Üretim Uygulaması

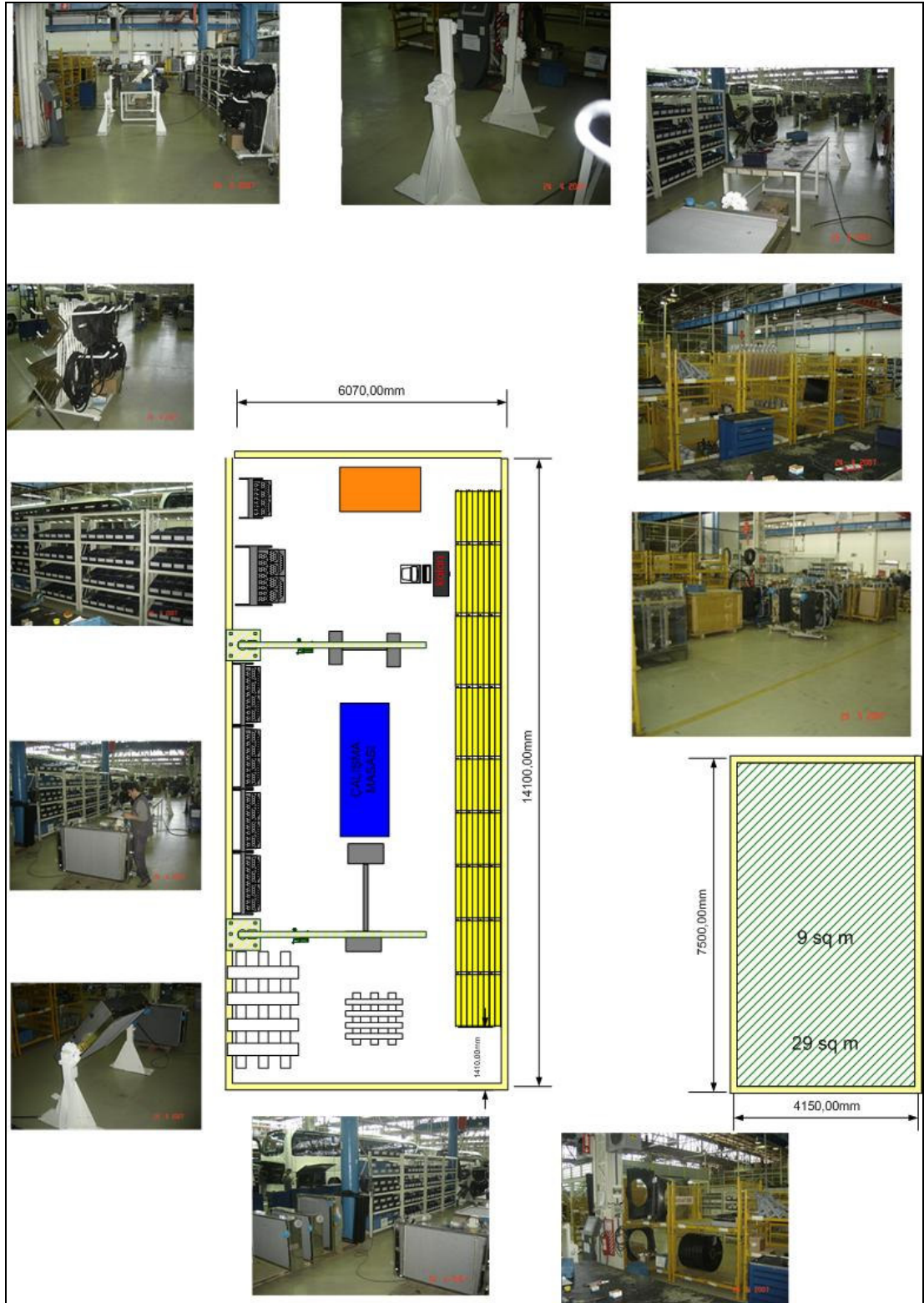
MAN Türkiye AŞ Otobüs Montaj Bölümü radyatör ön montaj bölgesinde yapılan yalın üretim uygulamasında ilk olarak mevcut durum analiz edilmiştir.

3.2.1. Mevcut durum analizi ve problemin tanımı

Radyatör ön montaj iş merkezinde 3 adet çalışan bulunmaktadır. Bu çalışanların çalışma saatleri 08:00 – 18:00 şeklindedir.

Yapılan işi kısaca özetlersek; radyatör ön montaj iş merkezi otobüs montaj bantlarının mekanik istasyonlarını besleyen bir ön montaj alanıdır. Bu alanda araç tiplerine göre değişken olan radyatörler hazırlanmaktadır. Yan sanayi firmalarından gelen radyatör, pervane motoru, davlumbaz, sac vb. malzemeler birleştirilerek montaja hazır komple radyatör haline dönüştürülmektedir. Çalışma alanında yapılan işlerin tamamı emek yoğunudur. İş merkezinde ağır cisimleri kaldırmak amacıyla 2 adet bayrak vinç bulunmakta olup, bunun yanı sıra sınırlı işlevi olan 2 adet tezgah bulunmaktadır.

Radyatör ön montaj iş merkezinin açıklamalı yerleşim planı Şekil 3.6.’da görülmektedir.



Şekil 3.6. Radyatör ön montaj iş merkezi mevcut yerleşimi

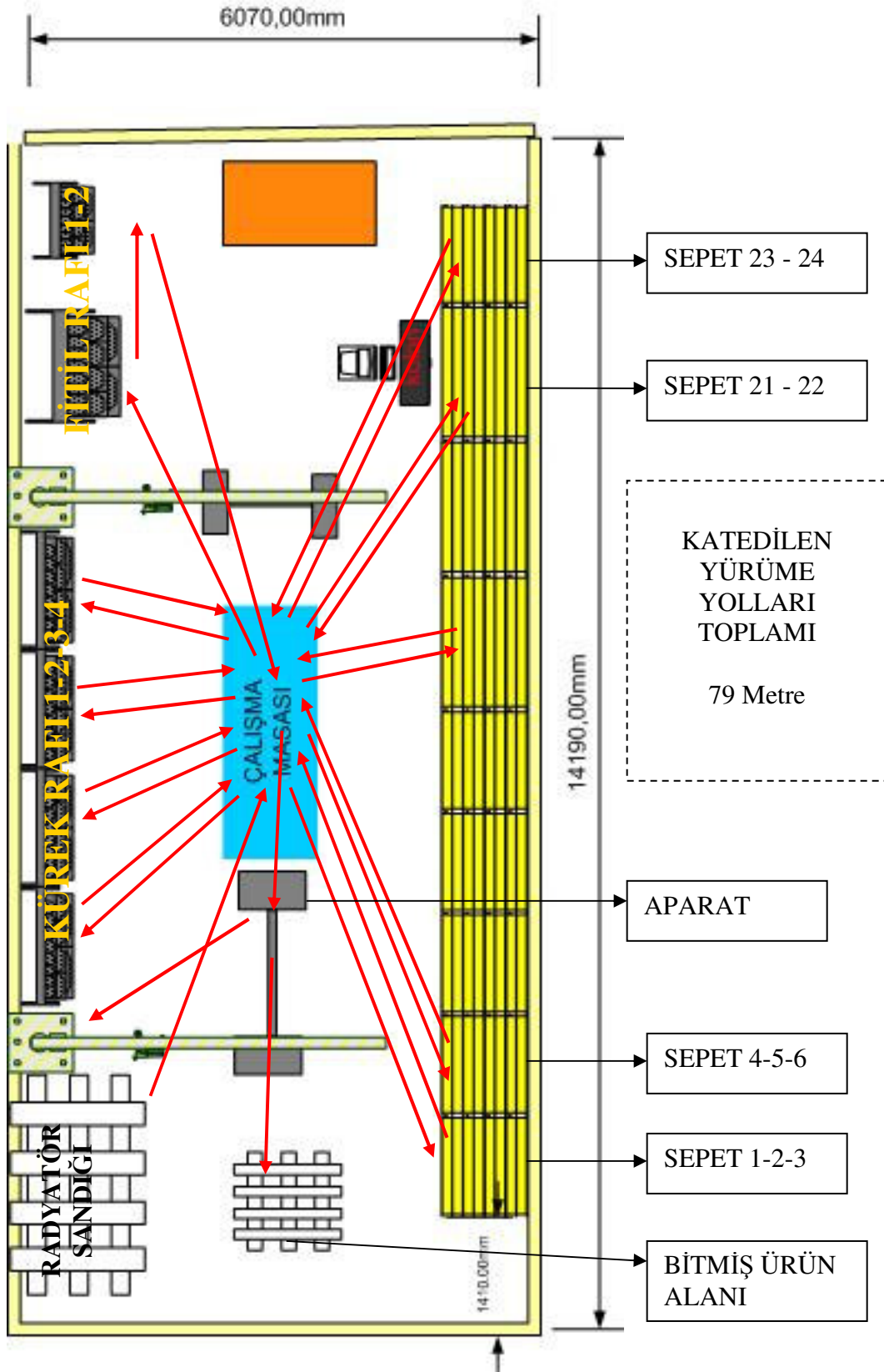
- 1 → Radyatör montaj malzemeleri stok rafları
- 2 → Kürek malzeme (cıvata, vida vb.) rafları
- 3 → Çalışma masası
- 4 → Bayrak vinçler
- 5 → Radyatör tezgahları
- 6 → Radyatör sandığı
- 7 → Fitol rafları
- 8 → Araca montaj edilmeye hazır radyatörleri stoklama alanı
- 9 → Radyatör sandıkları stoklama alanı

Mevcut yerleşime göre iş merkezinin toplam alanı (radyatör sandık stok alanı da dahil) 114 m²'dir.

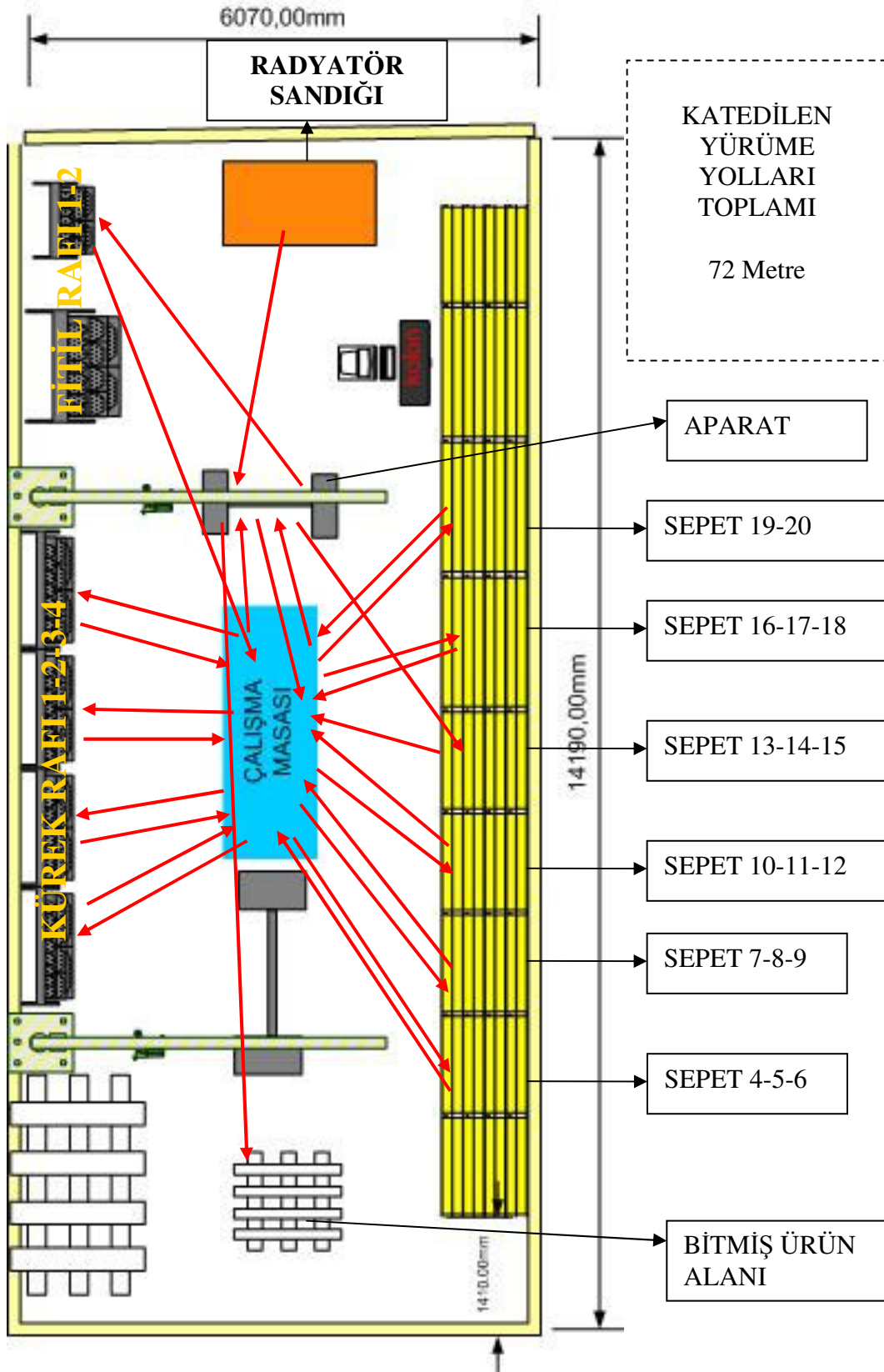
Mevcut yerleşim alanındaki malzeme ve raf düzenleri tespit edildikten sonra radyatör ön montaj prosesi izlenerek aşağıdaki uygunsuzluklar, diğer adıyla katma değersiz akışlar tespit edilmiştir.

- *Montaj alanı ve iş akışı düzensiz* : Radyatör ön montajında çalışan işçi, sandıklardan, montaj malzemesi raflarından, kürek malzeme raflarından ve fitil raflarından aldığı ham malzemeleri tezgah ve masaya taşıyarak çalışmaktadır. Bu belirtilen alanlar arasındaki yürüme yollarının fazlalığı çalışma süresini artırmakta ve bu aşırı derecede kayıplara yol açmaktadır.

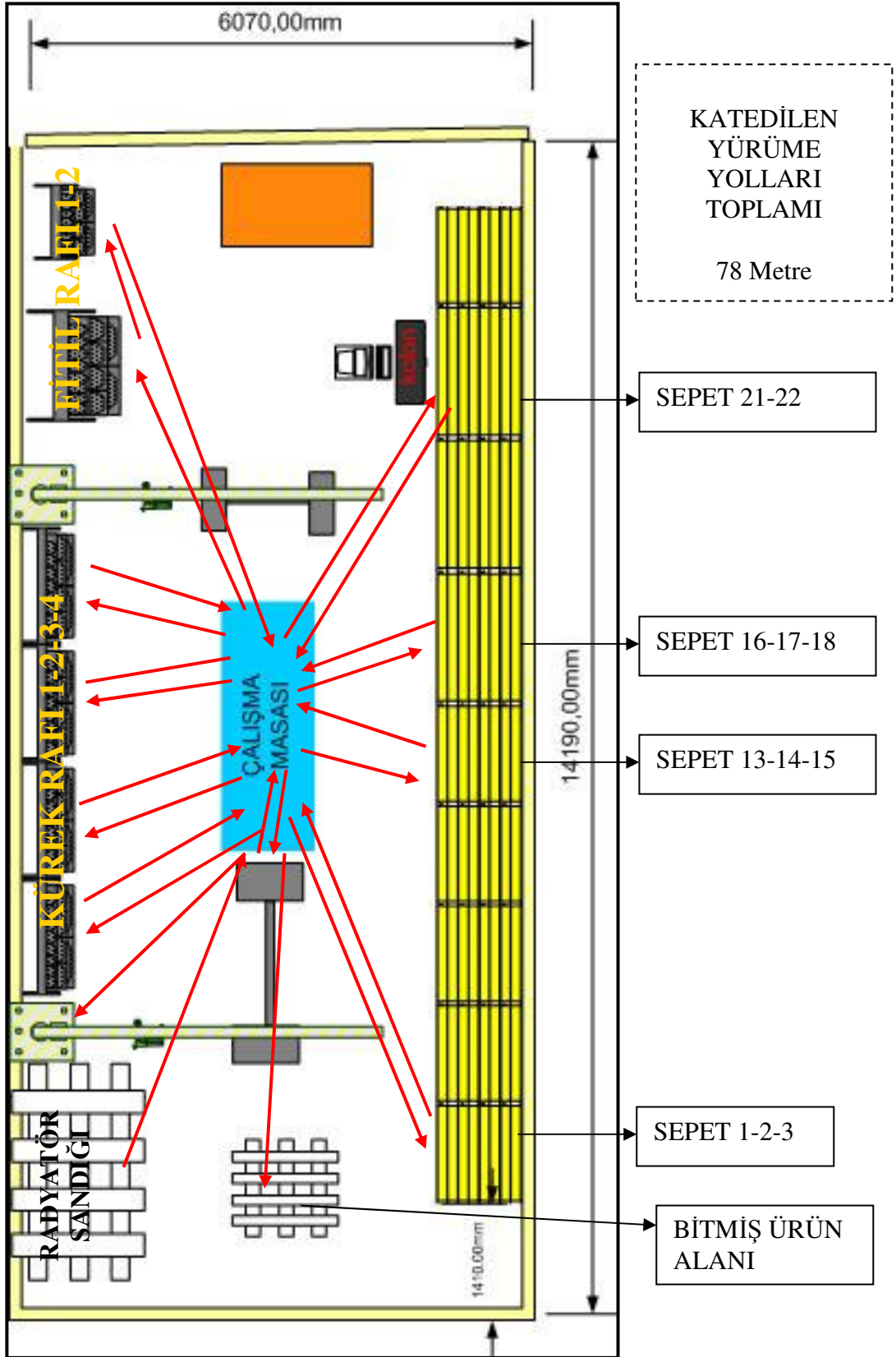
Aşağıda, radyatör ön montaj bölgesinde hazırlanan 3 tip radyatörün iş akışları esnasında çalışanın katettiği yürüme yolları yer almaktadır. (Bkz. Şekil 3.7. - Şekil 3.9.)



Şekil 3.7. Birinci tip radyatör ön montajı yürüme yolları



Şekil 3.8. İkinci tip radyatör ön montajı yürüme yolları



Şekil 3.9.Üçüncü tip radyatör ön montajı yürüme yolları

- *Komisyonlama sistemi yok* : Bir iş merkezinde kullanılan malzemelerin araç bazlı olarak ambardan sevk edilmesine *komisyonlama* denir.

Radyatör ön montaj iş merkezinde malzemeler, komisyonlama yerine üretim tarafından kitle siparişleri halinde talep edilmektedir. Bölgelerde gereksiz sayıda malzeme stoğu yapılmaktadır. Bu durum stok kontrolünü zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda bölgelerde fazla sayıda bulunan stok rafı, yerleşim açısından da sorun yaratmaktadır.

- *Düzensiz ve fazla emniyet stoğu* : Montajı tamamlanmış bitmiş ürün sayısı, radyatör ön montaj alanında 10 -12 arası değişmektedir. Bu sayı montaj bandının ihtiyacından çok fazladır. Dengelenmemiş emniyet stoğu tutulmaktadır. Gereksiz olarak montaj alanı kapasitesi harcanmaktadır.
- *Malzeme yerleşimi düzensiz* : Aparat ve montaj sırasında kullanılan el aletlerinin yerleri belirgin değil. Malzemeler için gereksiz yere arama süreleri oluşmaktadır. El aletleri ve takımlar çekmeceli ve hareketli takım arabalarında bulunmaktadır. Takımları bu çekmecelerden çıkarmak ve aramak için fazladan süre harcanmaktadır.
- *Kapasite planlaması* : Radyatör ön montaj iş merkezinde 3 çalışan bulunmaktadır. Bu çalışanlardan 2 tanesi ana işleri yapmakta olup, diğer üçüncü çalışan her iki çalışana yardım etmektedir.

Mevcut ön montaj zamanları

Radyatör ön montaj bölgesinde 3 tip farklı radyatör için, REFA zaman ölçümü tekniklerine göre yapılmış zaman etütleri aşağıda yer almaktadır. Bölgede çalışan işçilerin kalifiye oldukları görülmüş ve ortalama performansları %100 kabul edilerek gerek mevcut durum gerekse iyileştirilmiş durumun zaman etüdü formlarında performans takdiri yapılmamıştır.

Çizelge 3.2. Birinci tip radyatörün ön montaj zaman etüdü

Araç:	Seyahat aracı																
Tarih :	12.03.2008																
No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort tort	t				
1	Radyatörü sandıktan çıkarma	1			L								4,6				
					ti	4,3	4,6	4,1	4,8	5,1	23,0	4,6					
					F	4,3	154,9	302,0	451,3	602,4	5,0						
2	Radyatörü tezgaha koyma	1			L								3,7				
					ti	3,5	3,9	3,6	3,2	4,1	18,3	3,7					
					F	7,8	158,8	305,7	454,5	606,4	5,0						
3	Davlumbaza fitil çekme, radyatörün üstüne koyma	1			L								18,6				
					ti	18,7	18,5	18,2	18,9	18,5	92,8	18,6					
					F	26,5	177,3	323,8	473,4	624,9	5,0						
4	Pervane hazırlama	1			L								43,8				
					ti	44,4	42,7	43,3	43,4	45,1	218,9	43,8					
					F	70,9	220,0	367,1	516,8	670,0	5,0						
5	Pervaneyi ve davlumbazı radyatöre monte etme	2			L								26,4				
					ti	13,4	12,8	12,9	13,6	13,2	132,1	26,4					
					F	84,4	232,8	380,0	530,4	683,2	5,0						
6	Hava emiş ve hidropervane yağ borularını montaj	1			L								26,5				
					ti	26,2	26,8	25,8	26,3	27,2	132,3	26,5					
					F	110,6	259,6	405,8	556,7	710,4	5,0						
7	Arka fitili takma	1			L								7,6				
					ti	7,5	7,8	8,0	7,3	7,5	38,0	7,6					
					F	118,1	267,4	413,8	563,9	717,9	5,0						
8	Hava tahliye rakorunu takma	1			L								3,5				
					ti	3,2	3,4	3,6	3,6	3,7	17,5	3,5					
					F	121,3	270,8	417,5	567,5	721,6	5,0						

Çizelge 3.2. (Devam) Birinci tip radyatörün ön montaj zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz. Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy	1	2	3	4	5	Top. L / n	Lort	t
					mz						Top. ti / n	İort	
9	Radyatör kulaklarını takma	1											9,0
					L								
					ti	9,2	8,7	8,9	9,4	9,1	45,2	9,0	
		F	130,5	279,5	426,4	576,9	730,7	5,0					
10	İzolasyon yapma	1											11,6
					L								
					ti	11,7	10,8	12,0	12,1	11,4	58,0	11,6	
		F	142,2	290,3	438,4	589,0	742,1	5,0					
11	Su tahliye hortumlarının montajı	1											6,1
					L								
					ti	6,2	5,8	6,3	6,5	5,5	30,3	6,1	
		F	148,3	296,1	444,7	595,5	747,6	5,0					
12	Radyatörü montaj aparatına yerleştirme	2											3,8
					L								
					ti	2,0	1,9	1,8	1,8	2,1	18,9	3,8	
		F	150,3	297,9	446,4	597,3	749,7	5,0					
		</											

Çizelge 3.3. İkinci tip radyatörün ön montaj zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort tort	t
1	Radyatörü sandıktan alma, tezgaha yerleştirme	1											6,0
					L								
					ti	5,9	6,3	6,1	6,5	5,4	30,2	6,0	
		F	5,9	199,4	387,0	578,1	776,1	5,0					
3	Davlumbaza fitil çekme	1											14,8
					L								
					ti	14,9	14,1	14,1	15,7	15,0	73,8	14,8	
		F	20,8	213,5	401,1	593,8	791,1	5,0					
4	Radyatör taşıyıcı ayakları hazırlayıp yerleştirme	1											7,6
					L								
					ti	7,3	8,0	7,6	7,6	7,4	37,9	7,6	
		F	28,1	221,5	408,7	601,4	798,5	5,0					
5	Davlumbaz ve taşıyıcıları radyatöre civatalama	1											12,1
					L								
					ti	11,7	11,0	11,3	12,1	14,5	60,6	12,1	
		F	39,8	232,5	420,0	613,5	813,0	5,0					
6	Pervane mazlemelerini hazırlama ve pervane toplama	1											46,0
					L								
					ti	46,2	43,0	45,1	48,6	47,0	229,9	46,0	
		F	86,0	275,5	465,1	662,1	860,0	5,0					
7	Pervaneyi radyatöre takma	1											16,0
					L								
					ti	15,4	15,9	15,6	16,1	16,8	79,8	16,0	
		F	101,4	291,4	480,7	678,2	876,8	5,0					

Çizelge 3.3. (Devam) İkinci tip radyatörün ön montaj zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy	1	2	3	4	5	Top. L / n	Lort	t
					mz						Top. ti / n	tort	
8	Yağ borularını takma	1											13,8
					L								
					ti	14,2	12,9	13,4	14,7	13,8	69,0	13,8	
					F	115,6	304,3	494,1	692,9	890,6	5,0		
9	Radyatör üstüne amyantlı bez ve izolasyon yapma	1											17,7
					L								
					ti	18,5	16,8	17,1	18,8	17,5	88,7	17,7	
					F	134,1	321,1	511,2	711,7	908,1	5,0		
10	Radyatörü montaj arabasına yükleme	1											7,9
					L								
					ti	7,7	8,1	7,3	8,7	7,9	39,7	7,9	
					F	141,8	329,2	518,5	720,4	916,0	5,0		
11	Intercool hazırlığı	1											18,0
					L								
					ti	18,3	16,9	17,0	18,7	19,0	89,9	18,0	
					F	160,1	346,1	535,5	739,1	935,0	5,0		
12	İzolasyon sacları hazırlığı	1											33,6
					L								
					ti	33,0	34,8	36,1	31,6	32,3	167,8	33,6	
					F	193,1	380,9	571,6	770,7	967,3	5,0		
											TOPLAM	193,5	
Nr / Zy	Başlangıç	Bitiş	Ek Akış Dilimleri				Başlangıç						

Çizelge 3.4. Üçüncü tip radyatörün ön montaj zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort tort	t
1	Radyatörü sandıktan çıkarma	1											6,2
					L								
					ti	5,8	6,2	5,5	6,5	6,8	30,8	6,2	
					F	5,8	167,2	321,5	478,2	640,1	5,0		
2	Radyatörü tezgaha koyma	1											5,4
					L								
					ti	5,1	5,7	5,3	4,7	6,0	26,8	5,4	
					F	10,9	172,9	326,8	482,8	646,1	5,0		
3	Davlumbaza fitil çekme, radyatöre yerleştirme	1											24,5
					L								
					ti	25,3	23,5	22,3	27,0	24,5	122,6	24,5	
					F	36,2	196,4	349,0	509,8	670,6	5,0		
4	Pervane hazırlama	1											42,1
					L								
					ti	43,4	40,4	41,2	41,7	43,6	210,3	42,1	
					F	79,6	236,8	390,2	551,5	714,2	5,0		
5	Pervaneyi ve davlumbazı radyatöre monte etme	2											54,9
					L								
					ti	27,5	25,9	28,6	27,1	28,2	274,5	54,9	
					F	107,1	262,7	418,9	578,6	742,4	5,0		
6	Hava emiş borularını montaj	1											6,4
					L								
					ti	6,3	6,5	6,2	6,3	6,5	31,8	6,4	
					F	113,4	269,2	425,1	584,9	748,9	5,0		
7	Hidropervane yağ borularını takma	1											14,1
					L								
					ti	14,3	13,9	13,1	14,5	14,8	70,6	14,1	
					F	127,7	283,1	438,1	599,4	763,7	5,0		

Çizelge 3.4. (Devam) Üçüncü tip radyatörün ön montaj zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort tort	t
8	Arka fitili takma	1											7,6
					L								
					ti	7,5	7,7	7,8	7,4	7,5	37,9		
					F	135,2	290,8	445,9	606,8	771,2	5,0	7,6	
9	Hava tahliye rakorunu takma	1											6,5
					L								
					ti	5,9	6,3	6,7	6,6	6,9	32,4		
					F	141,1	297,1	452,7	613,4	778,1	5,0	6,5	
10	Radyatör kulaklarını takma	1											13,9
					L								
					ti	16,0	15,1	15,5	16,4	6,6	69,6		
					F	157,1	312,2	468,2	629,8	784,7	5,0	13,9	
11	Radyatörü montaj aparatına taşıma	2											7,6
					L								
					ti	3,9	3,8	3,5	3,5	4,2	37,8		
					F	161,0	316,0	471,7	633,3	788,9	5,0	7,6	
											TOPLAM	189,0	
Nr / Zy	Başlangıç	Bitiş	Ek Akış Dilimleri				Başlangıç						

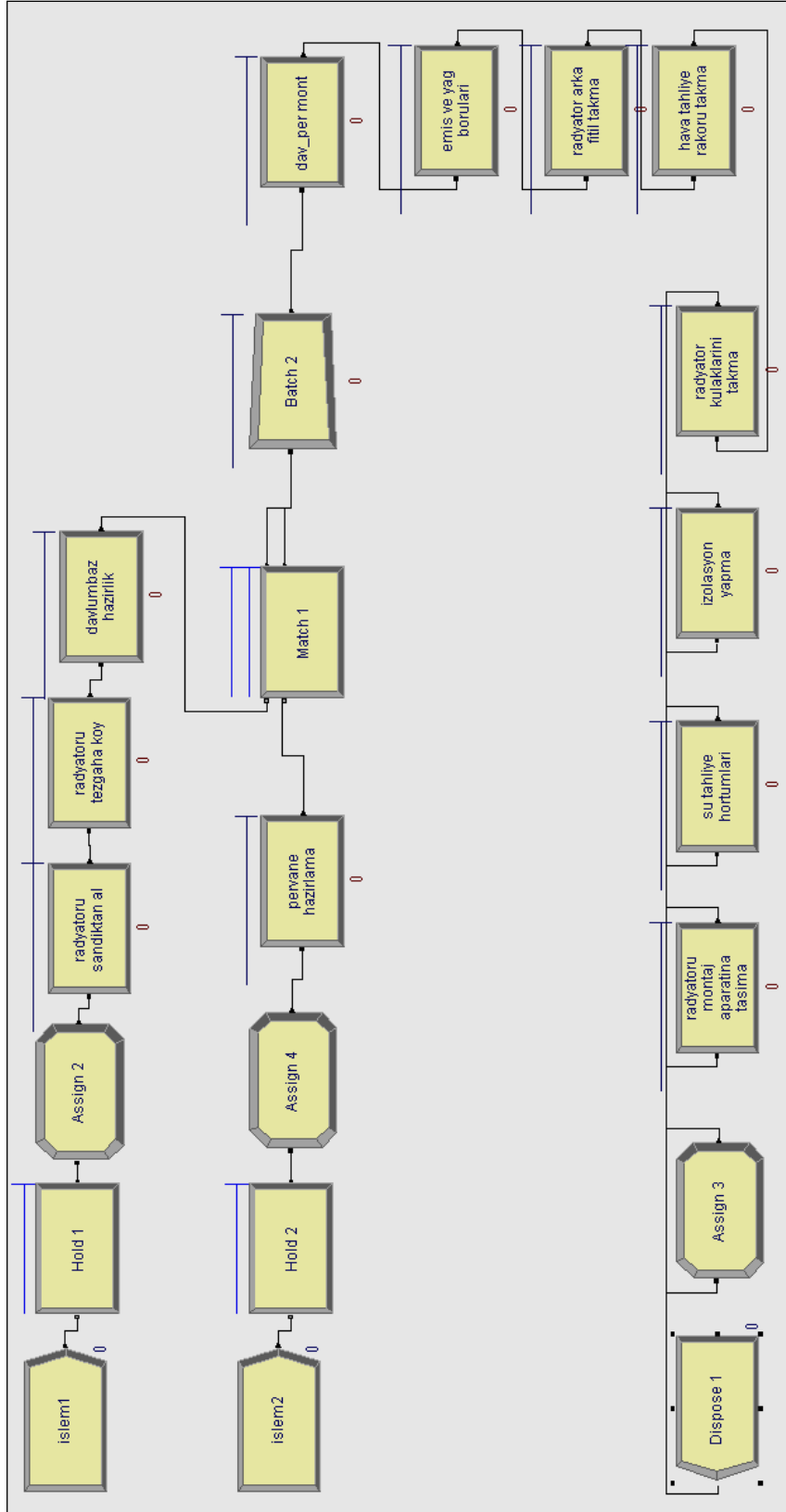
Mevcut durum için yapılan simülasyon çalışması

Yukarıda gösterilen montaj zamanları tablolarında da görüleceği üzere, radyatör ön montajı iş akışlarında bazı adımlar 1 çalışan, bazıları ise 2 çalışan ile gerçekleştirilmektedir.

Bu sebepten dolayı, bu iş merkezinde çalışan 3 kişinin çalışma kapasiteleri farklıdır. Yani, birinci ve ikinci çalışan yüksek kapasiteyle çalışırken; diğer çalışan planlı çalışmadığı için daha düşük kapasitede çalışmaktadır.

Bu durumu daha iyi tespit edebilmek için, Arena 6.0 programı ile mevcut durumun bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu simülasyon çalışmasında, mevcut durumda hazırlanan bir radyatör için Arena programı kullanılarak bir model oluşturulmuştur (Bkz. Şekil 3.10.)

Mevcut durumda olduğu gibi 2 adet çalışan , kaynaklar olarak modele girilmiştir (adam1, adam2). Ayrıca, iş merkezinin uyması gereken istasyon çevrim zamanı (120 dakika) ve zaman etütlerinde yer alan ortalama zamanlar ile akış sırası da modele yansıtılmıştır.



Şekil 3.10. Mevcut durum simülasyon modeli

Bu model çalıştırıldığında, 1 aylık toplam üretilcek radyatör sayısına göre çalışmaktadır (200 adet) .

Model 20 kez çalıştırıldığında, her 2 çalışana ait aşağıdaki kapasite kullanım değerleri ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.5. Kaynak kapasite kullanımları

	Kaynak Kapasite Kullanım Oranı											
Model Çalıştırma Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Adam 1 (kaynak 1)	0,83	0,84	0,81	0,82	0,85	0,81	0,81	0,76	0,83	0,83	0,81	0,82
Adam 2 (kaynak 2)	0,47	0,47	0,46	0,46	0,48	0,45	0,46	0,43	0,47	0,47	0,46	0,47
	Kaynak Kapasite Kullanım Oranı											
Model Çalıştırma Sayısı	13	14	15	16	17	18	19	20	Orta-lama	Std. Sapma	Min. Değer	Max. Değer
Adam 1 (kaynak 1)	0,81	0,83	0,86	0,83	0,83	0,84	0,81	0,85	0,8240	0,0214	0,7600	0,8600
Adam 2 (kaynak 2)	0,46	0,47	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46	0,48	0,4655	0,0115	0,4300	0,4800

Çizelge 3.6. Kuyruklarda bekleme süreleri

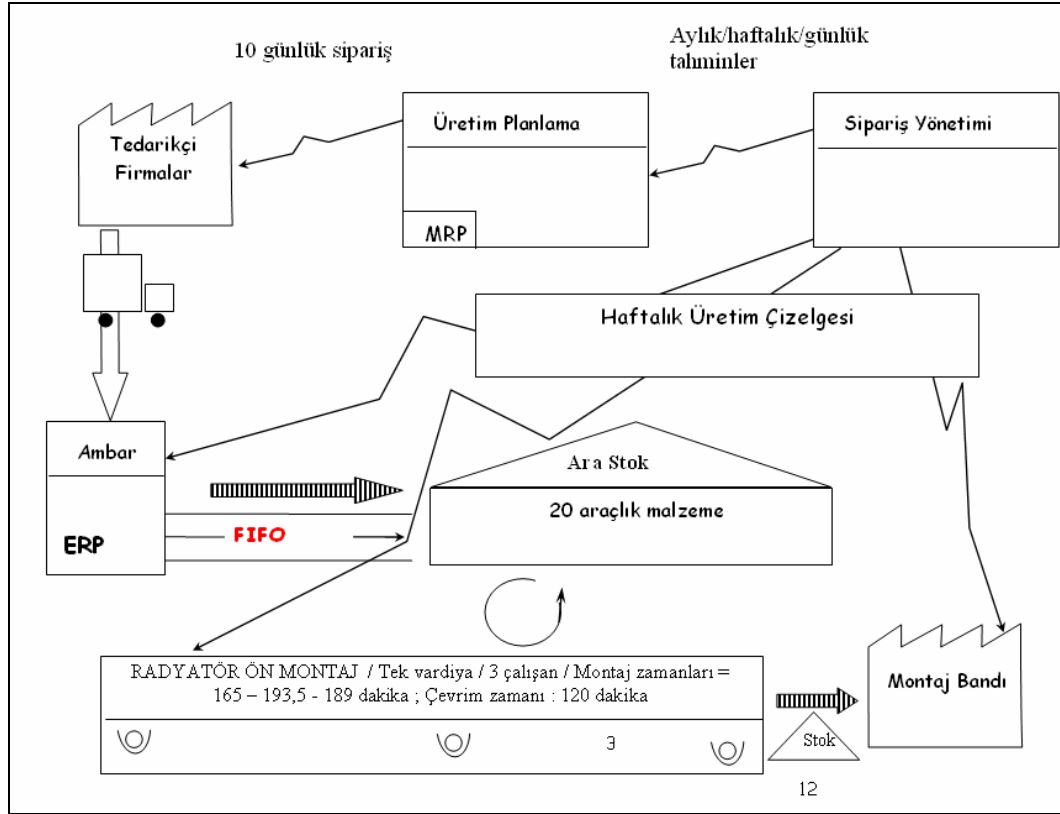
	Kuyruklarda bekleme süreleri (dakika)											
Model Çalıştırma Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kuyruk 1	17,4	20,4	16,2	22,8	18,6	26,4	16,2	22,2	16,8	19,8	22,8	22,8
Kuyruk 2	48,0	0,0	7,8	0,0	0,6	0,0	7,2	9,6	4,8	2,4	1,8	0,0
	Kuyruklarda bekleme süreleri (dakika)											
Model Çalıştırma Sayısı	13	14	15	16	17	18	19	20	Orta-lama	Std. Sapma	Min. Değer	Max. Değer
Kuyruk 1	19,2	21,6	17,4	16,8	20,4	19,8	22,8	18,6	19,95	2,79	16,20	26,40
Kuyruk 2	5,4	1,2	0,6	4,2	0,6	0,6	1,2	0,6	4,83	10,58	0,00	48,00

Time						
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch 2.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
day_per mont.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
davlumbaz hazirlık.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
emis ve yag borulari.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
hava tahliye rakoru	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
takma.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 1.Queue	27.0669	6.58	7.1999	54.6368	0.04327820	86.8389
Hold 2.Queue	20.6713	5.83	6.0929	60.8460	0.00354627	95.2313
izolasyon yapma.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Match 1.Queue1	0.3329	0.02	0.2701	0.4357	0.00	8.0828
Match 1.Queue2	0.04344459	0.02	0.00	0.1621	0.00	12.4758
pervane hazirlama.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
radlyator arka fitil takma.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
radlyator kulaklarini	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
takma.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
radlyatoru montaj aparatina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
tasima.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
radlyatoru sandiktan al.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
radlyatoru tezgaha koy.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
su tahliye hortumlari.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Şekil 3.11. Kuyruklarda bekleme sürelerine ilişkin veriler (saat bazında)

Bu verilerden yola çıkarak, mevcut durumda çalışan kapasite kullanım oranlarının ve bekleme sürelerinin dengesiz olduğu gayet açık olarak görülmektedir.

Radyatör ön montaj bölgesinin mevcut durumdaki değer akış haritası aşağıda görülmektedir.



Şekil 3.12. Radyatör ön montaj alanı mevcut durum değer akış haritası

Özet olarak radyatör ön montaj alanındaki problemin tanımı şöyle yapılabilir:

“Radyatör ön montaj iş merkezindeki başlıca problem, *kapasite dengeleme problemidir*. Mevcut durumda istasyon çevrim zamanı 120 dakika iken; bir radyatörün hazırlanma zamanı 165 ile 193,5 dakika arasında değişmektedir. Bunun yanı sıra –değer akış haritasında da görüleceği üzere – ambardan gelen malzeme stoklarının fazlalığından dolayı *yerleşim problemi* yaşanmaktadır.”

3.2.2. Radyatör ön montaj alanının düzenlenmesi için izlenecek yol

Mevcut durum ile ilgili yapılan simülasyon modelinde de görüldüğü gibi, çalışanlar arasında kapasite kullanım oranları farklılık oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, 1 adet radyatörün hazırlığı 2 çalışan tarafından yürütüldüğü görülmektedir. Çalışanlar arası

öncüllük ardıllık bağlantılı iş bölüşümü düzenli olmadığından beklemler oluşmaktadır.

Mevcut durumda belirtilen bu sorunları gidermek amacıyla aşağıdaki hedefler tayin edilerek, bu hedeflere ulaşmak için sezgisel bir yerleşim planlaması yapılmıştır.

Hedefler :

1. Yürüme yollarının kısaltılması
2. Radyatör ön montaj prosesinin tamamının 1 adet çalışan tarafından yapılması. yani çalışılacak radyatörle ilgili iş akışlarının baştan sona tek başına yapılması. Bunun için gerekli altyapının, alet ekipmanların yapılması ve temin edilmesi.
3. İş merkezindeki fazla stokların azaltılması, ambardan malzemelerin komisyonlama sistemiyle ve istasyon çevrim zamanı başlangıcında gelmesi. Tek parça akışının sağlanması.
4. Tüm radyatörler için ortak, modüler aparatlar geliştirilmesi, üretilmesi.
5. İş merkezindeki çalışma ve stok alanlarının belirginleştirilmesi.
6. Proses sürelerinde en az %30 iyileştirme sağlanması, sürelerin böylelikle istasyon çevrim süresinin altına indirilmesi.

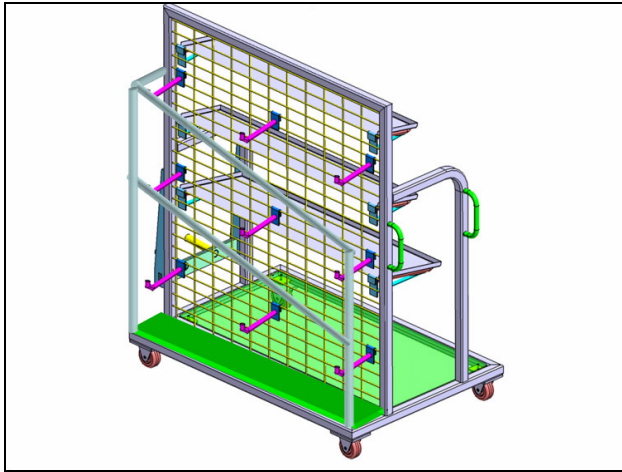
3.2.3. Radyatör ön montaj iş merkezinde yapılan iyileştirmeler

Yukarıda belirtilen hedefler doğrultusunda , radyatör ön montaj bölgesinde yapılan değişiklikler şöyledir :

- *Akış Prensibi (tek hat akış)* : İstasyon tam anlamıyla birbirinden bağımsız 2 alt istasyona ayrılmıştır. Ve her iki alt istasyon da sadece kendilerine ait işleri yaparak hedef sayıya ulaşmaktadır. Böylelikle her bir radyatöre ait işlemlerin, sadece 1 çalışan tarafından yapılması da sağlanmıştır. Bu , aynı zamanda çalışanlar arası rekabeti de artırmıştır.

- *Azaltılmış ve izlenebilir stok*: Her çalışana ait alt istasyona bir defada 2 araçlık malzeme gelmektedir. Çalışanın bu malzemeleri tamamlamasıyla bu sefer bitmiş ürün stoğu 2 adet olurken , ambardan gelen malzeme stoğu yeniden 2 araca yükselecektir. İstasyonun toplam ara stok malzeme ve bitmiş ürünü 4 araçlıktır.

- *Komisyonlama arabaları*: Ambardan gelecek malzemeler için, malzemeleri hasarlamayacak komisyonlama arabaları tasarlanmış ve bu tasarıma göre komisyonlama arabaları yapılmıştır. (Bkz Resim 3.1.) Ayrıca radyatör ön montaja gelen tüm malzemelerin tek bir ambardan gelmesi sağlanmıştır.



Resim 3.1. Radyatör ön montaj bölgesi komisyonlama arabası

- *Standartlaştırılmış iş merkezi (takımlar, altyapı)*: İstasyondaki her çalışana ait takım arabaları ortadan kaldırılarak, yerine takımların daha ulaşılabilir olmasını sağlayan ve gayet pratik olan takım panoları yaptırılmıştır (Bkz Resim 3.2.).

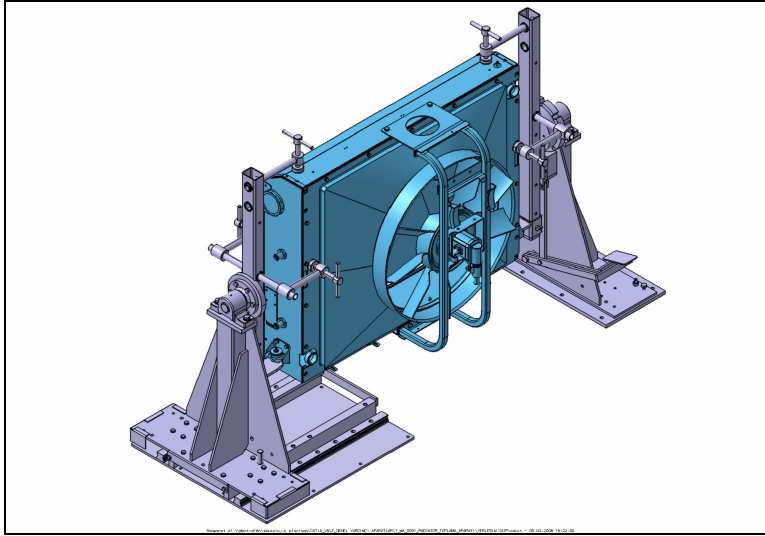


Resim 3.2. Takım panosu

- *Her radyatöre uygun ön montaj aparatı:* Daha önce sadece 2 adet radyatör için 2 farklı aparat varken, yapılan çalışma ile her tip radyatöre uyumlu 2 adet radyatör toplama aparatı yapılmıştır (Bkz Resim 3.3., Resim 3.4.). Bu sayede, çalışanların birbirine bağımlılığı yok edilerek, sorunlardan kaynaklı risklerin etki alanı azaltılmış, çalışanların daha kısa zamanda radyatör hazırlamaları sağlanmıştır.



Resim 3.3. Modüler radyatör ön montaj aparatı

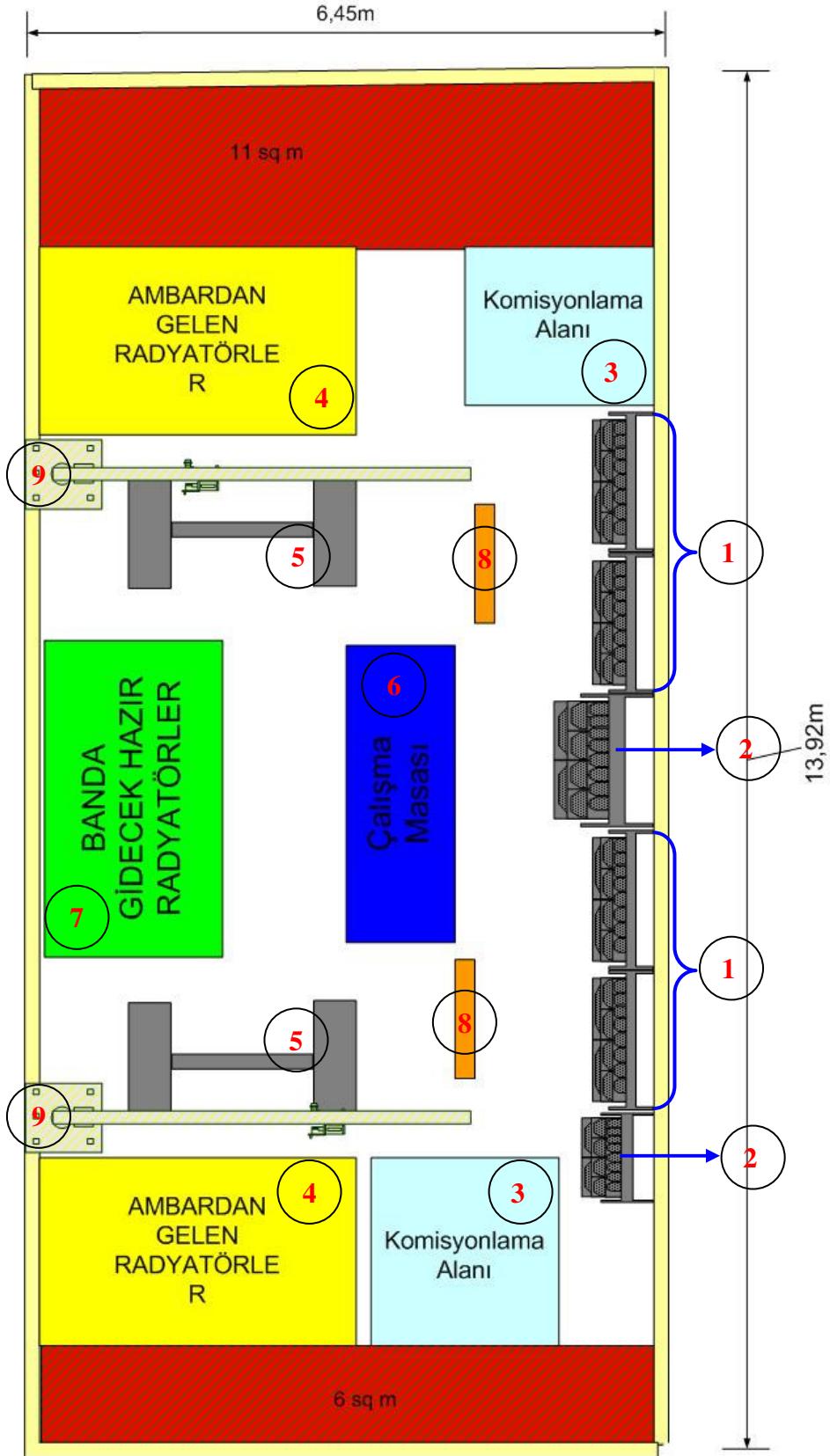


Resim 3.4. Modüler radyatör ön montaj aparatı

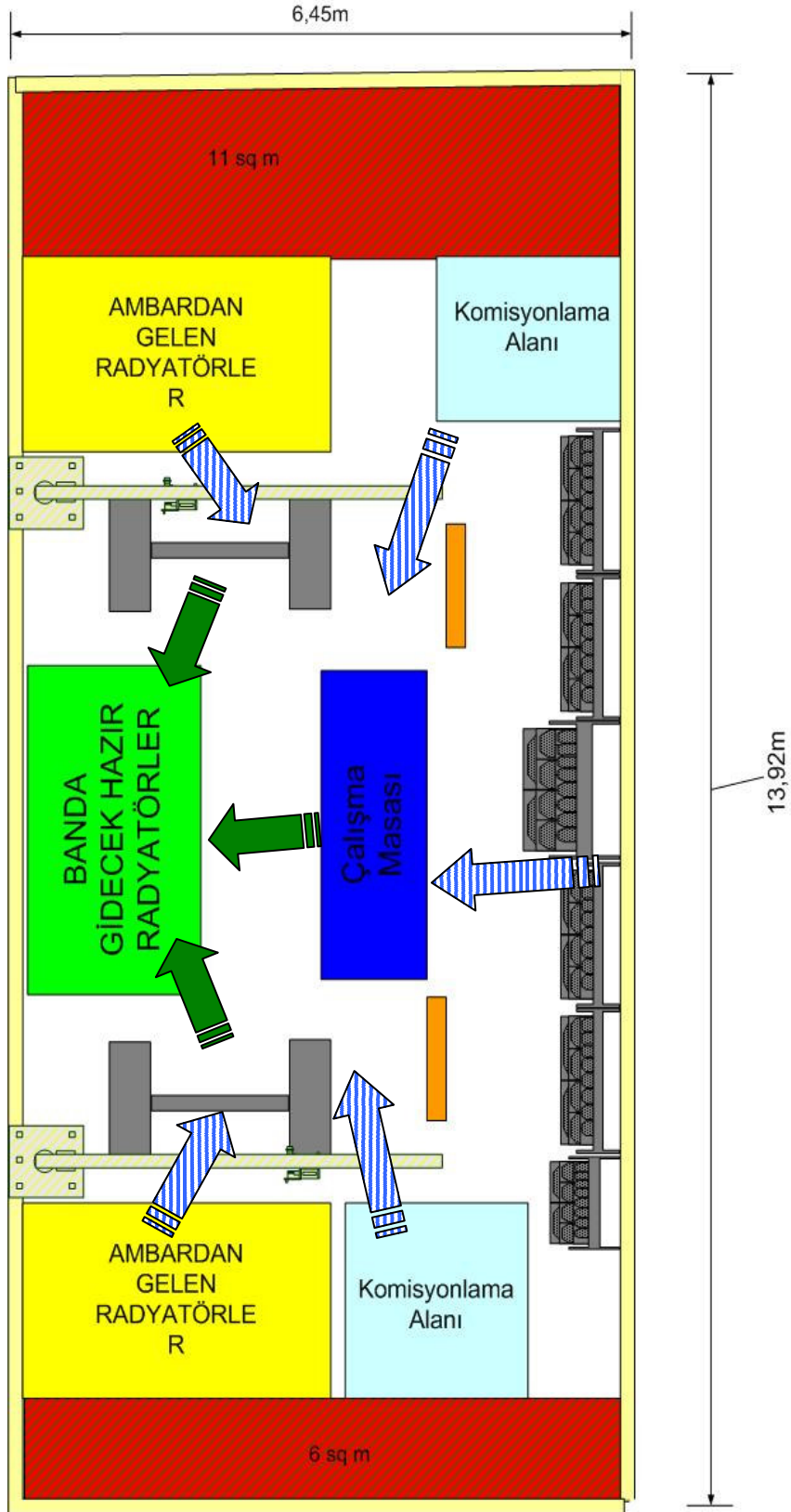
- *İstasyon yapısı* : İstasyonda gereksiz alan kullanımları yok edilmiştir. Daha önceleri plansız yerlerde bulunan radyatör sandıkları, istasyon içine çekilerek vinçlerin çalışma alanına alınmıştır. Bu sayede vinçler, daha verimli çalışmaktadırlar. Komisyonlama sistemine geçilmesi ile atıl duruma geçen stok rafları iş merkezi alanından çıkarılmıştır.

Yapılan bütün değişikliklerin uygulanması için radyatör ön montaj alanının yerleşimi yeniden düzenlenmiştir. İş merkezinde, *mamule göre düzenleme* yapılarak zaman etütlerinde belirtilen iş akışlarının bir arada ve optimum yürüme yollarıyla yapılması sağlanmıştır(Bkz. Şekil 3.13.). Buna göre iş merkezi çalışma alanı 68 m^2 'ye düşürülerek 46 m^2 alan tasarrufu sağlanmıştır. Mamule göre yapılan düzenlemede, radyatörün ambardan gelen hammadde halinden son ürün haline gelene kadar izlediği yol üzerinde işlemlerin gerektirdiği sıraya göre yerleşim düzenlemesi yapılmıştır. Yeni yerleşimdeki malzeme akışları Şekil 3.14.'te görülmektedir.

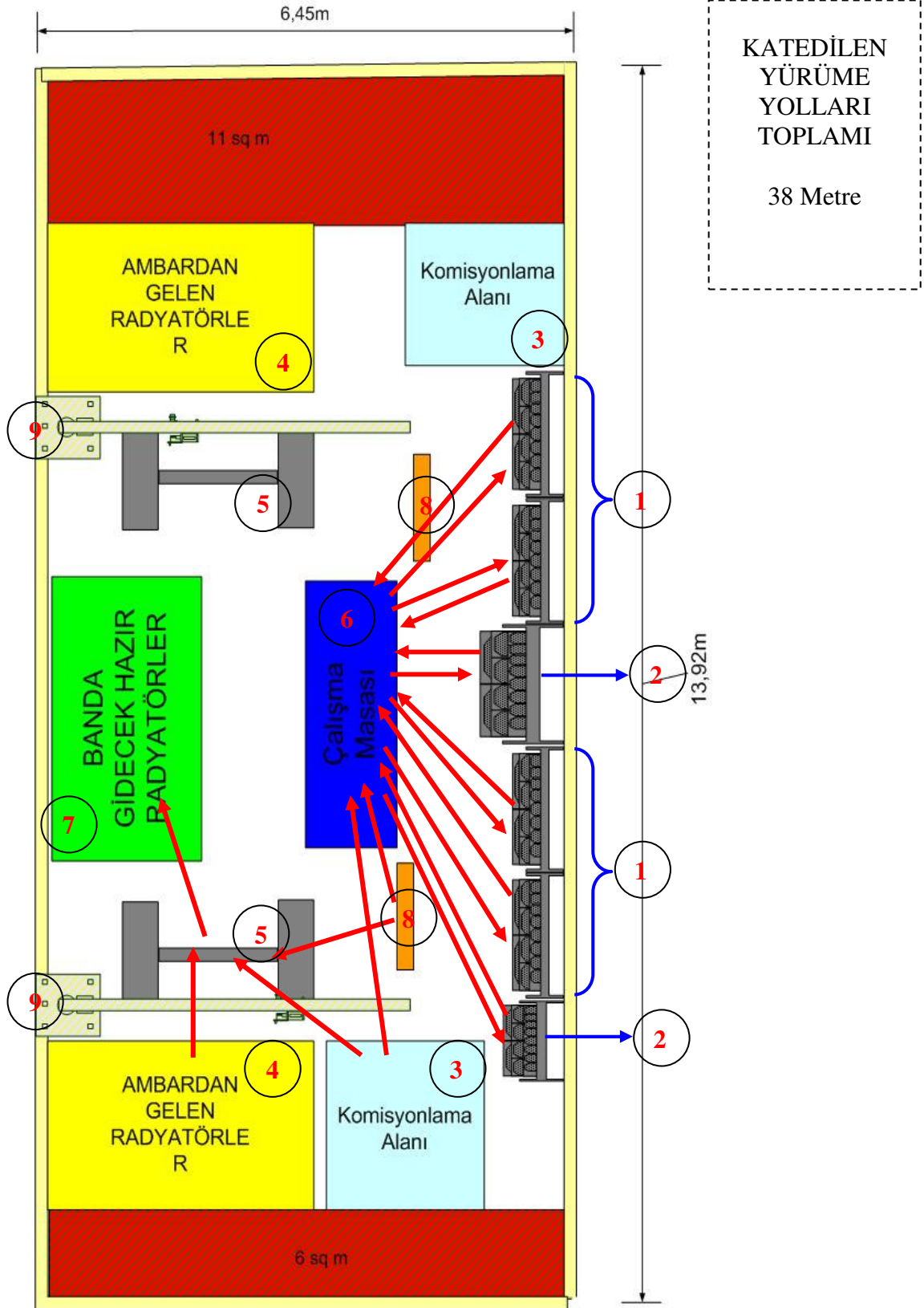
Ayrıca, iş merkezinde yapılan optimum alan kullanımı sayesinde çalışanların yürüme yolları %50'ye yakın oranda azaltılmıştır. Yapılan iyileştirmelerle yürüme yolları toplamı 38 metredir (Bkz. Şekil 3.15.).



Şekil 3.13. Yeni radyatör ön montaj alanı



Şekil 3.14. İyileştirilmiş durumda radyatör ön montaj malzeme akışları



Şekil 3.15. İyileştirilmiş durumda radyatör ön montaj yürüme yolları

- 1 → Kürek malzeme rafları
- 2 → Fitol rafları
- 3 → Komisyonlama arabaları stok alanı
- 4 → Radyatör sandıkları stoklama alanı
- 5 → Modüler radyatör aparatları
- 6 → Çalışma masası
- 7 → Bitmiş ürün stok alanı
- 8 → Takım panoları
- 9 → Bayrak vinçler

Radyatör ön montaj bölgesinin iyileştirilmiş durumdaki yerleşim planı düzenlenirken, *Tesis Yerleşimi Düzenleme* yaklaşımlarından *Rel – Chart Metodu* kullanılarak ön montaj alanında bulunan ve yukarıda numaralandırılmış olan alan ve ekipmanların yerleşim öncelikleri belirlenmiştir. ,

Buna göre yerleşim öncelikleri şu sıralamaya göre yapılmıştır (yerleşim numarasına göre) :

9 → 5 → 6 → 8 → 1 → 3 → 4 → 7 → 2

İyileştirilmiş durumdaki zaman ölçümleri

Daha önce mevcut durumda 3 tip radyatör için yapılan zaman ölçümleri, iyileştirmelerin ardından elde edilen kazançları tespit edebilmek amacıyla yeniden yapılmıştır. Bu ölçümlerde, sadece tek çalışan yer almaktadır.

Her bir tip radyatör için yapılan zaman ölçümleri aşağıda yer almaktadır :

Çizelge 3.7. Birinci tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort tort	t
1	Radyatörü sandıktan çıkarma	1											2,9
					L								
					ti	2,8	3,1	2,7	3,0	3,0	14,6	2,9	
					F	2,8	110,2	216,6	325,1	430,8	5,0		
2	Radyatör kulaklarını takma ve radyatörü aparata yerleştirme	1											6,8
					L								
					ti	6,9	6,8	7,0	6,6	6,9	34,2	6,8	
					F	9,7	117,0	223,6	331,7	437,7	5,0		
3	Davlumbaza fitil çekme, davlumbazı radyatöre takma	1											7,9
					L								
					ti	7,9	7,8	8,0	7,8	7,9	39,3	7,9	
					F	17,6	124,8	231,6	339,5	445,6	5,0		
4	Hidropervane hazırlama	1											25,4
					L								
					ti	25,5	25,6	25,6	24,9	25,4	127,0	25,4	
					F	43,1	150,4	257,2	364,4	471,0	5,0		
5	Hidropervaneyi ve davlumbazı radyatöre monte etme	1											24,8
					L								
					ti	24,7	25,0	25,4	24,4	24,6	124,2	24,8	
					F	67,8	175,4	282,6	388,8	495,6	5,0		
6	Hava tahliye rakorunu takma	1											1,9
					L								
					ti	1,8	2,0	2,0	2,0	1,7	9,5	1,9	
					F	69,6	177,4	284,6	390,8	497,3	5,0		
7	Radyatör arka fitili takma	1											2,8
					L								
					ti	2,8	2,6	2,9	2,5	3,0	13,8	2,8	
					F	72,4	180,0	287,5	393,3	500,3	5,0		

Çizelge 3.7. (Devam) Birinci tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort tort	t
8	Hidropervane yağ borularını takma	1											8,2
					L								
					ti	8,3	8,0	8,1	8,4	8,4	41,2	8,2	
					F	80,7	188,0	295,6	401,7	508,7	5,0		
9	İzolasyon yapma	1											7,9
					L								
					ti	8,0	7,6	8,2	8,1	7,8	39,7	7,9	
					F	88,7	195,6	303,8	409,8	516,5	5,0		
10	Su tahliye hortumlarının montajı	1											3,9
					L								
					ti	4,0	4,2	4,0	3,7	3,7	19,6	3,9	
					F	92,7	199,8	307,8	413,5	520,2	5,0		
11	Radyatörü aparattan sökme ve montaj arabasına yerleştirme	1											3,8
					L								
					ti	3,6	3,9	3,6	3,7	4,0	18,8	3,8	
					F	96,3	203,7	311,4	417,2	524,2	5,0		
12	Hava emiş borularını takma	1											10,6
					L								
					ti	10,8	10,2	10,7	10,6	10,8	53,1	10,6	
					F	107,1	213,9	322,1	427,8	535,0	5,0		
										TOPLAM		107,0 dakika	
Nr / Zy	Başlangıç	Bitiş	Ek Akış Dilimleri				Başlangıç						

Çizelge 3.8. İkinci tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort fort	t
1	Radyatörü sandıktan alma, tezgaha yerleştirme	1											3,5
					L								
					ti	3,1	3,3	3,1	3,5	4,4	17,4	3,5	
					F	3,1	108,5	213,3	319,7	424,3	5,0		
2	Davlumbaza fitil çekme	1											5,1
					L								
					ti	5,0	5,5	4,9	5,2	5,0	25,6	5,1	
					F	8,1	114,0	218,2	324,9	429,3	5,0		
3	Radyatör taşıyıcı ayakları hazırlayıp yerleştirme	1											2,6
					L								
					ti	2,6	3,0	2,6	2,5	2,4	13,1	2,6	
					F	10,7	117,0	220,8	327,4	431,7	5,0		
4	Davlumbaz ve taşıyıcıları radyatöre civatalama	1											7,5
					L								
					ti	7,5	8,0	7,3	7,1	7,5	37,4	7,5	
					F	18,2	125,0	228,1	334,5	439,2	5,0		
5	Pervane mazlemelerini hazırlama ve pervane toplama	1											34,4
					L								
					ti	34,3	34,0	35,1	34,6	34,0	172,0	34,4	
					F	52,5	159,0	263,2	369,1	473,2	5,0		
6	Pervaneyi radyatöre takma	1											7,1
					L								
					ti	7,5	6,9	7,1	7,3	6,8	35,6	7,1	
					F	60,0	165,9	270,3	376,4	480,0	5,0		

Çizelge 3.8. (Devam) İkinci tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort tort	t
7	Yağ borularını takma	1											9,0
					L								
					ti	9,0	8,9	9,4	8,7	8,8	44,8	9,0	
					F	69,0	174,8	279,7	385,1	488,8	5,0		
8	Radyatör üstüne amyanlı bez ve izolasyon yapma	1											9,9
					L								
					ti	10,1	9,8	10,1	9,8	9,5	49,3	9,9	
					F	79,1	184,6	289,8	394,9	498,3	5,0		
9	Radyatörü montaj arabasına yükleme	1											3,0
					L								
					ti	3,1	2,8	3,3	2,7	2,9	14,8	3,0	
					F	82,2	187,4	293,1	397,6	501,2	5,0		
10	Intercool hazırlığı	1											9,0
					L								
					ti	9,2	9,0	9,0	8,7	9,0	44,9	9,0	
					F	91,4	196,4	302,1	406,3	510,2	5,0		
11	İzolasyon sacları hazırlığı	1											13,9
					L								
					ti	13,8	13,8	14,1	13,6	14,3	69,6	13,9	
					F	105,2	210,2	316,2	419,9	524,5	5,0		
											TOPLAM	104,9 dakika	
Nr / Zy	Başlangıç	Bitiş	Ek Akış Dilimleri				Başlangıç						

Çizelge 3.9. Üçüncü tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü

No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort İort	t
1	Radyatörü sandıktan çıkarma	1											3,2
					L								
					ti	3,0	3,2	2,9	3,4	3,6	16,0	3,2	
					F	3,0	98,6	191,8	286,1	381,8	5,0		
2	Radyatör kulaklarını takma ve aparata yerleştirme	1											13,0
					L								
					ti	12,3	13,7	12,8	11,8	14,3	65,0	13,0	
					F	15,3	112,4	204,6	297,9	396,2	5,0		
3	Davlumbaza fitil çekme, radyatöre yerleştirme	1											11,7
					L								
					ti	12,0	11,2	10,6	12,8	11,7	58,3	11,7	
					F	27,4	123,6	215,2	310,7	407,8	5,0		
4	Pervane hazırlama	1											11,5
					L								
					ti	11,8	11,1	11,3	11,5	11,9	57,6	11,5	
					F	39,2	134,7	226,5	322,2	419,7	5,0		
5	Pervaneyi ve davlumbazı radyatöre monte etme	1											33,7
					L								
					ti	34,0	32,0	34,0	33,4	35,0	168,4	33,7	
					F	73,2	166,7	260,5	355,6	454,7	5,0		
6	Hidropervane yağ borularını takma	1											5,9
					L								
					ti	5,8	6,0	5,9	5,8	6,0	29,6	5,9	
					F	79,1	172,7	266,4	361,5	460,7	5,0		

Çizelge 3.9. (Devam) Üçüncü tip radyatörün iyileştirme sonrası zaman etüdü

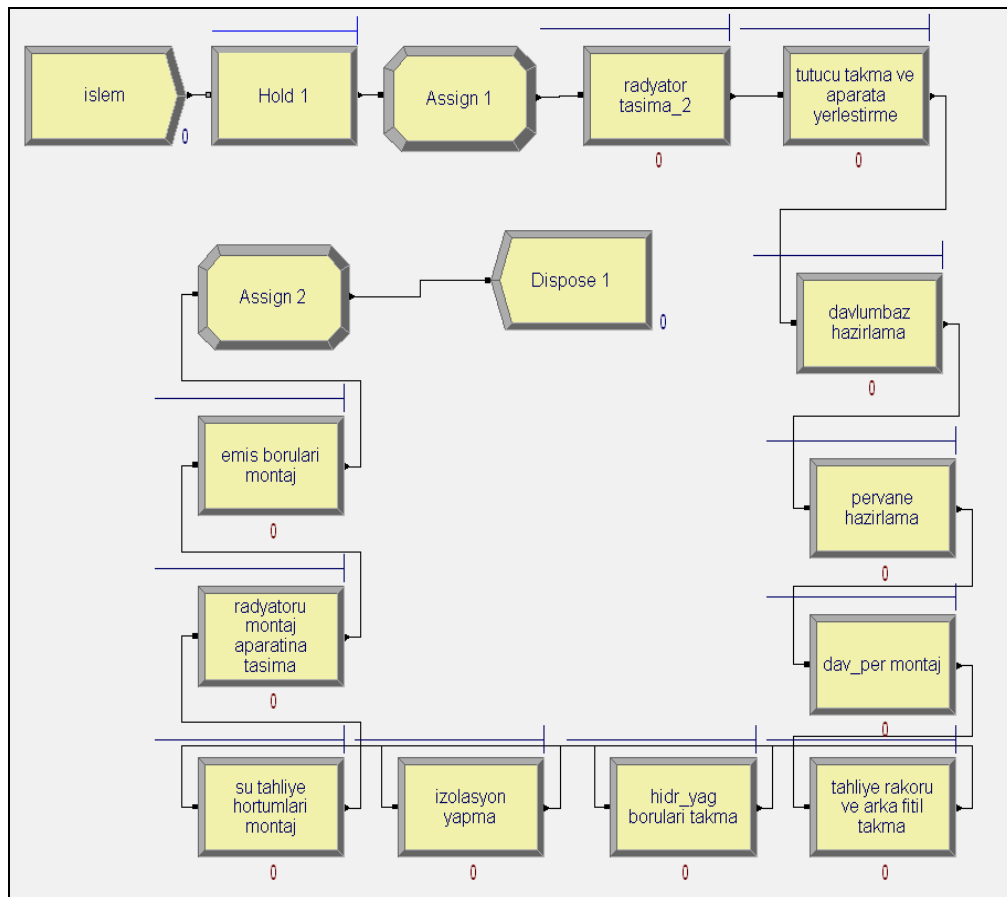
No	Akış Dilimi ve Ölçme Noktası	Baz Miktar	Faktör	Ölçüm Değeri, Sınıf	Zy mz	1	2	3	4	5	Top. L / n Top. ti / n	Lort İort	t	
7	Arka fitili takma	1											5,9	
					L									
					ti	5,9	5,8	5,6	6,0	6,1	29,4	5,9		
					F	85,0	178,5	272,0	367,5	466,9	5,0			
8	Hava tahliye rakorunu takma	1											3,4	
					L									
					ti	3,4	3,4	3,5	3,3	3,4	17,0	3,4		
					F	88,3	181,9	275,5	370,8	470,2	5,0			
9	Hava emiş borularını takma	1											2,6	
					L									
					ti	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8	13,1	2,6		
					F	90,7	184,5	278,2	373,5	473,0	5,0			
10	Radyatörü montaj aparatına taşıma	1											4,1	
					L									
					ti	4,7	4,5	4,6	4,8	1,9	20,5	4,1		
					F	95,4	189,0	282,7	378,3	474,9	5,0			
												</		

Buna göre, birinci tip radyatörde 58 dakika, ikinci tip radyatörde 88,6 dakika , üçüncü tip radyatörde ise 94 dakikalık bir iyileştirme sağlanmıştır.

Zaman etüdü formlarının çevrimsel istatistiksel analizi yapılarak nomogramda ($\epsilon < 0,05$) görülerek ölçümler kabul edilmiştir.

Radyatör ön montaj iş merkezinde iyileştirilme yapılmış durumun simülasyonu

Yapılan iyileştirmeler ve düzenlemelerle, her radyatörün sadece 1 çalışan tarafından yapılması sağlanmıştır. Yukarıdaki zaman ölçümlerinden yola çıkarak Arena 6.0 programıyla bir simülasyon modeli oluşturulmuştur. Bu model şöyledir :



Şekil 3.16. İyileştirme yapılmış durumda oluşturulan simülasyon modeli

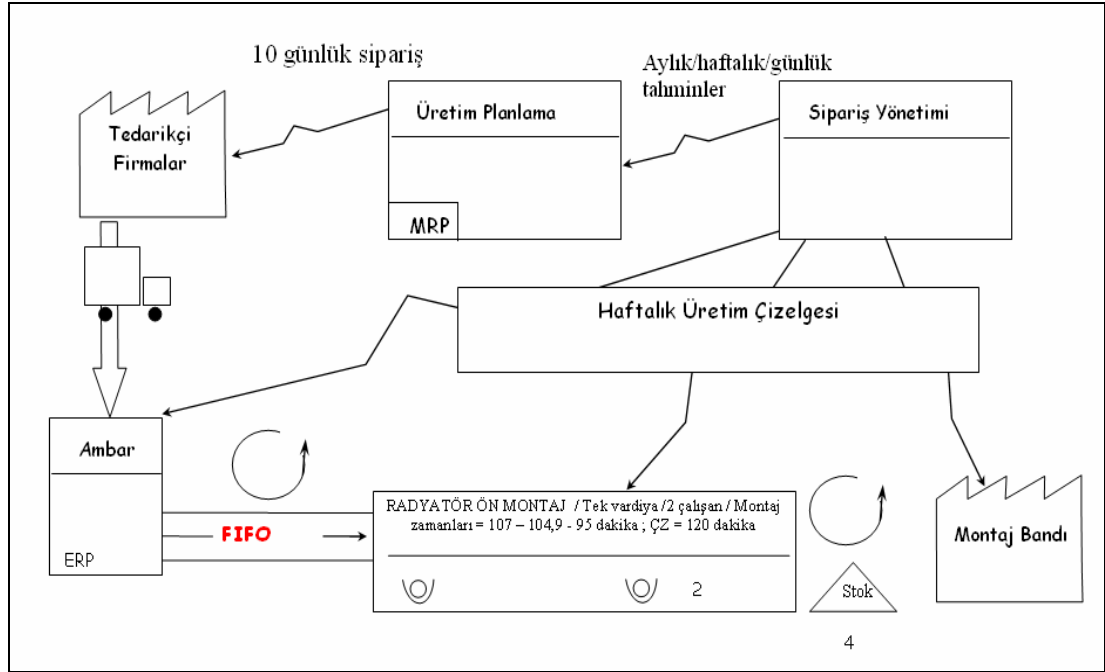
Bu simülasyon modeli toplam 1 aylık araç üretim sayısına göre (200 araç) ve 20 defa çalıştırıldığında ise aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir.

Çizelge 3.10. İyileştirilmiş durumda kaynak kapasiteleri

	Kaynak Kapasite Kullanım Oranı											
Model Çalıştırma Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Adam 1 (kaynak 1)	0,89	0,97	0,84	0,99	0,97	0,96	0,83	0,83	0,93	0,80	0,83	0,93
	Kaynak Kapasite Kullanım Oranı								Orta- lama	Std. Sapma	Min. Değer	Max. Değer
Model Çalıştırma Sayısı	13	14	15	16	17	18	19	20				
Adam 1 (kaynak 1)	0,81	0,95	0,85	0,91	0,83	0,88	0,94	0,93	0,8935	0,0615	0,80	0,99

Bu modele göre radyatör ön montajı yapan 1 çalışan olduğundan bekleme zamanları yoktur. Elde edilen veriler mevcut durum ile karşılaştırıldığında ; adam1 kaynağının kapasite kullanımı %7 oranında artarken, adam2 kaynağının kapasite kullanımı ise ortadan kalkmıştır.

Yapılan iyileştirmeler, zaman etütleri sonucunda iyileştirilmiş durumun değer akış haritası aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir (Bkz. Şekil. 3.17).



Şekil 3.17. İyileştirme yapılmış durumda oluşturulan değer akış haritası

3.3. Radyatör Ön Montaj Bölgesindeki Mevcut Sistem ve Yeni Sistem Karşılaştırması

3.3.1. Mevcut sistem

Avantajlar

- ✓ Çok yönlü, dalgalanmalar sırasında esnek,
- ✓ Hatalı parça sorunu ve seri kaydırmaları, alan kullanılarak dengelenmektedir

Sistemin dezavantajları

- ✗ Çok fazla bitmiş, yarı mamul ve işlenmemiş bitmiş ürün
- ✗ Sorunların „üzeri örtülüyor“; sürekli iyileştirmeye yönelik baskı yok, kalite problemlerinin sistematik olarak giderilmesine yönelik zorlama yok
- ✗ İş adımlarının / akışlarının düşük standardizasyonu

Lojistik dezavantajları

- ✎ Malzeme akışının sadeliği, yüksek giderli yönlendirme, bir çok defa kullanılan depolama alanları
- ✎ Küçük parçalar çalışma alanı üzerine dağınık olarak yerleştirilmiş
- ✎ Yüksek cari stoklar – buna rağmen eksik parçalar, uzun taşıma yolları

3.3.2. Yeni sistem

Sistem avantajları

- ✓ Yüksek katma değer sağlamanın temelidir, minimum üretim zamanlarına olanak sağlar.
- ✓ Problemler derhal gün ışığına çıkarlar .
- ✓ Akışlar, malzeme ve aletlerin hazır bulundurulması standartlaştırılır.

Lojistik avantajları

- ✓ Şeffaf, yöneltilmiş malzeme akışı; açık adresler ve depolama alanları
- ✓ Uygun zamanda uygun yerde malzeme hazır bulundurma
- ✓ Düşük cari stoklar

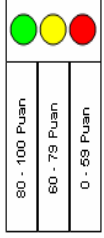
3.4. Ön Montaj İstasyonlarında Oluşturulan Sistemin Devamı İçin 5S Kontrolleri

Radyatör ön montaj iş merkezinde yapılan iyileştirmelerin devamlılığı için 5S kontrolleri ile istasyonlar denetlenmektedir. Bu denetlemeler sonucunda görülen sorunlar, sorunu çözecek kimselere bildirilmektedir. Çizelge 3.11.'de radyatör ön montaj bölgesinde yapılmış bir 5S kontrolü formu yer almaktadır.

Çizelge 3.11. 5S kontrol formu

Ayrıca, istasyon çalışanları 5S konusunda eğitilmiş ve uygulamalar konusunda destek verilmiştir.

Bölüm: Montaj		Denetçi: Serdar ARSLAN		Tarih: 12.04.2008	
Katılan Kişiler: Bölge çalışanları		Değerlendirme:		Değerlendirme:	
Hayır 0 Puanlar 0,25'er aralıklarla verilmelidir.		Evet = 1		Değerlendirme:	
5S Kontrol		Değer		Ağırlık	
Değerlendirme Kriterleri		Sonuç		Önemler plan için iyileştirme potansiyeli	
1.	Tasvir etme				
1.1	Çalışma alanında sadece gerekli iş araçları / gereçleri mi (makineler, aletler) mevcut?	0,75	5	3,75	
1.2	Çalışma alanında sadece gerekli parçalar mı mevcut?	0,75	5	3,75	
1.3	Çalışma alanında İş/Kontrol Talimatları mevcut ve bunlar güncel mi?	0,75	1	0,75	
1.4	Çalışma alanında Kontrol Planları mevcut ve bunlar güncel mi?	1	1	1	
1.5	Montaj talimatları mevcut ve aktüel mi?	1	1	1	
2.	Görünür düzen yaratma				
2.1	Tüm iş araçları ve işletme malzemeleri düzenli mi ve işaretleme bir işyerine sahiptir mi?	1	8	8	
2.2	Tüm parça rafları / paletleri işaretleme mi?	1	4	4	
2.3	Boş alan belirlenmiş şekilde düzenli ve temiz mi?	1	5	5	
2.4	Tüm araç ve yürütme yolları işaretleme mi?	1	5	5	
2.5	Tüm araç ve yürütme yolları kapatılmış mı?	1	5	5	
2.6	Öngörülen alanlardan şahsi eşyalar tamamen uzaklaştırılmış mı?	0,75	5	3,75	
2.7	Tüm güvenlik ekipmanları hazır mı, kolay ulaşılır ve işaretleme mi?	0,75	5	3,75	
3.	Temiz Tutma				
3.1	Çalışma alanları temiz mi?	0,75	8	6	
3.2	İş tezgahları, aletler ve aparatlar temiz mi?	1	6	6	
3.3	Dolaplar, raflar ve parça paletleri temiz mi?	0,5	6	3	
3.4	Gerekli tüm atık konteynerleri mevcut mu?	1	5	5	
4.	Standardlaştırma				
4.1	Segment kodu panosu temiz ve güncel mi?	1	10	10	
5.	Öz disiplin yaşama				
5.1	Tüm 5S-aktiviteleri önlemler planı yardımıyla kaydedilmekte ve takip edilmekte midir?	1	5	5	
5.2	Emniyet stokları belirlenen sayıda mı ?	1	10	10	
		100		89,75	
Gözlemler / Notlar:		Sonuç		89,75	
ÇALIŞANLAR , İŞ ALETLERİNİN BAKIM PERİYOTLARINI TAKİP ETMELİ, SORUN HALİNDE YÖNETİCİLERİNE BİLDİRMELİDİR.					



3.5. Yalın Üretim Uygulamasının Maliyet, Fayda ve Amortismanları

Yalın Üretim felsefesi ve metodları, iş etüdü, simülasyon teknikleri kullanılarak; MAN Türkiye A.Ş. radyatör ön montaj bölgesinde yapılan iyileştirme çalışması sonucunda oluşan maliyetler ve elde edilen faydalar şöyledir:

Çizelge 3.12. Maliyetler

Üretilen ürün / hizmet	Miktarı	Maliyeti (YTL)
Komisyon Arabası	8	1250 YTL
Yer İşaretleme	68 m ²	140 YTL
Radyatör Aparatı	2	3835 YTL
Takım Panosu	2	1400 YTL
Taşıma ve Yerleşim	68 m ²	600 YTL
TOPLAM		7.225 YTL

Çizelge 3.13. Faydalar

Fayda	Mevcut Durum	İyileştirilmiş Durum	Kazanç	Verimlilik Artışı
Montaj Alanı	114 m ²	68 m ²	46 m ²	-
Radyatör 1 Ön Montaj Zamanı	165 dak.	107 dak.	58 dak.	%35
Radyatör 2 Ön Montaj Zamanı	193,5 dak.	104,9 dak.	88,6 dak.	%46
Radyatör 3 Ön Montaj Zamanı	189 dak.	95 dak.	94 dak.	%49

Firmanın yıllık üretim kapasitesini 2000 otobüs ve ortalama 1 saatlik işçilik maliyetini 15 YTL olarak varsaydığımızda, yapılan çalışmanın kendini amorti süresi şu şekilde olacaktır :

Birinci tip radyatörden ortalama yıllık 850 tane, ikinci tipten 700 tane, üçüncü tipten de 450 tane üretilmektedir.

Radyatör 1 için kazanç hesabı :

$$(850 \text{ radyatör }) \times (58 \text{ dakika kazanç}) / (60 \text{ dakika }) = 821,6 \text{ saat}$$

$$(821,6 \text{ saat }) \times (15 \text{ YTL/saat }) = 12.374 \text{ YTL}$$

Radyatör 2 için kazanç hesabı :

$$(700 \text{ radyatör }) \times (88,6 \text{ dakika kazanç}) / (60 \text{ dakika }) = 1034 \text{ saat}$$

$$(1034 \text{ saat }) \times (15 \text{ YTL/saat }) = 15.510 \text{ YTL}$$

Radyatör 3 için kazanç hesabı :

$$(450 \text{ radyatör }) \times (94 \text{ dakika kazanç}) / (60 \text{ dakika }) = 705 \text{ saat}$$

$$(705 \text{ saat }) \times (15 \text{ YTL/saat }) = 10.575 \text{ YTL}$$

Toplam kazanç :

$$(12.374 \text{ YTL }) + (15.510 \text{ YTL }) + (10.575 \text{ YTL }) = 38.459 \text{ YTL}$$

$$(\text{Proje Maliyeti}) / (\text{Yıllık Kazanç}) \times 12 = \text{Amortisman}$$

$$(7.225 \text{ YTL }) / (38.459 \text{ YTL}) \times 12 = 2,3 \text{ ayda iyileştirme maliyetleri kendisini amorti edecektir.}$$

4. SONUÇ

Bu tez çalışmasında yalın üretimin avantajları MAN Türkiye A.Ş. firması radyatör ön montaj bölgesinde yapılan bir uygulama ile anlatılmıştır.

Radyatör ön montaj bölgesinde yapılan uygulamada yapılan mevcut durum analizinde öncelikle farklı tip radyatörler için iş akışları gözlemlenmiş ve REFA zaman ölçümü tekniği ile bu iş akışlarının zamanları tutulmuştur. İş merkezine ambardan malzeme sevkiyatında yaşanan sorunlar, iş akışındaki düzensizlikler, malzeme yerleşimleri ve kapasite planlamasındaki eksiklikler tespit edilmiştir. Mevcut alanın kullanımını daha iyi göstermek için yerleşim planı hazırlanmış, yine bu yerleşim planında her proses için yürüme yolları tespit edilerek gösterilmiştir.

Radyatör ön montaj alanındaki uygulama çalışması, Arena 6.0 simülasyon programı ve tesis yerleşimi sistematik düzenleme metotlarıyla desteklenerek uygulamanın ölçülebilirliği sağlanmıştır. Yapılan simülasyon modeli ile çalışanların kapasite kullanım oranları ve bekleme süreleri daha iyi göz önüne serilmiştir.

Mevcut durumda tespit edilen problemleri çözmek amacıyla ulaşılması gereken durumu gösteren bir hedefler listesi yapılmıştır. Bu hedefler listesinden yola çıkarak, radyatör ön montaj bölgesine ambardan malzeme sevkiyatında komisyonlama sistemine geçilmiştir. Bu sistemi daha verimli kılmak için, araç bazlı malzeme sevkine uygun komisyonlama arabaları üretilmiştir. Böylelikle stokların azaltılması sağlanmıştır.

Yine çalışanların performanslarını artırmak için, takım alet ve ekipmanların daha kolay ulaşılabilir hale getirilmesi sağlanmış; ergonomik takım panoları üretilmiştir. Her tip radyatöre uygun modüler radyatör ön montaj aparatları üretilerek, yapılan işin kalitesi iyileştirilmiştir. Bütün bu iyileştirmelerle iş merkezinin standartlaşması ve tek parça akış sistemine geçmesi sağlanmıştır.

İyileştirmelere bağlı olarak, istasyon yerleşimi mamul akışına göre yeniden planlanmıştır. Bu planlamada Rel-Chart metodu kullanılarak yerleşim öncelikleri ve yakınlıkları belirlenmiştir. İyileştirilmiş yerleşim sayesinde, 46 m² alan kazancının yanı sıra, yürüme yolları da %50 oranda azaltılmıştır.

İyileştirilmiş durumda elde edilen işçilik kazançlarını tespit etmek için yapılan zaman ölçümlerinde, birinci tip radyatörde 58 dakika (%35), ikinci tip radyatörde 88,6 dakika (%46), üçüncü tip radyatörde ise 94 dakika (%49) işçilik süresi kazancı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, kaynak planlaması yeniden yapılarak, kaynak kullanımı 3 çalışandan 2 çalışana düşürülmüştür.

İyileştirilmiş durumun analizi için, Arena 6.0 simülasyon programında bir simülasyon modeli hazırlanarak, çalışan kapasite kullanım oranları tespit edilmiştir. Son olarak, radyatör ön montaj iş merkezinde yapılan bu yalın üretim uygulamasının maliyetleri, elde edilen faydalar ve amortisman değerleri çizelgelerle açıklanmıştır.

Bu çalışma, MAN Türkiye A.Ş. firmasında başarılı ile sonuçlandırılmıştır. Bu çalışmanın başarısından edilen olumlu izlenimle, firmada bir çok ön montaj bölgesinde yalın üretim çalışmalarına başlanacaktır.

Yalın üretim felsefesi, işletmelerde küçük fakat etkili bir çok iyileştirme sağlamakta olup, bu iyileştirmeler standartlaştırıldığında büyük kazançlar elde edilebilir. Yalın üretim sisteminde, iyileştirmenin sınırı yoktur. İyileştirmeler kimi zaman bir yöneticiden, kimi zaman da bir işçi tarafından belirtilebilir. Bu sebepten dolayı, yalın üretimi uygulayan firmaların en başta her kesimden çalışanına değer verdiğini göstermeleri, öneri sistemlerini oluşturmaları gerekmektedir.

Genellikle emek yoğun çalışmanın olduğu ve işçiliğin ucuz olduğu ülkemiz endüstrisinde; işçilik ücretlerinin ucuzluğunun karşısındaki en büyük tehdit ; standartlaşmama dan dolayı meydana gelen atıl zamanlar ve kalitesizliktir. Yalın üretim, bu 2 tehdidi yok etmek için önemli bir araç olarak kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Liker, J. K., “The Toyota Way”, Şensoy, Ü., **Mc Graw Hill**, New York, 37 - 324 (2004).
2. Womack , J. P., Jones, D. T., “Yalın Düşünce”, Yamak, O., **Optimist Yayın Dağıtım**, İstanbul, 23 - 367 (2007).
3. Rother, M., Harris , R. , “Sürekli Akış Yaratmak”, Kulaç, Ü., **The Lean Enterprise Institute**, Brookline – Massachusetts, 21-78 (2001).
4. Jones, D., Womack, J. , “Bütünü Görmek” , Okur, A.,Kulaç, Ü., Kılınç, B., **The Lean Enterprise Institute**, Brookline – Massachusetts, 1- 98 (2002).
5. Shah, R. , Ward, P. T. , “Defining and developing measures of lean production”, **Journal of Operations Management**, 25 (4) : 785-805 (2007).
6. Holweg, M., “The genealogy of lean production”, **Journal of Operations Management**, 25 (2) : 420-437 (2007).
7. Shah, R. , Ward, P. T. , “Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance”, **Journal of Operations Management**, 21(2) : 129-149 (2003).
8. REFA, “REFA Süreç Verileri Yönetimi 1. cilt” , **MESS Yayınları**, İstanbul, Bölüm 2 – 4 : 1-135 (2003).
9. REFA, “REFA İş Sistemi ve Süreç Düzenleme 1. cilt” , **MESS Yayınları**, İstanbul, Bölüm 9 : 1-52 (2003).
10. Kurt, M., Dağdeviren, M., “İş Etüdü”, **Gazi Yayınevi**, Ankara, 13-245 (2003).
11. Meyers, F. F., “Time and Motion Study For Lean Manufacturing”, **Prentice Hall**, Upper Saddle River N. J. , 45-152 (1998).
12. Panizzolo, R., “Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers.: The relevance of relationships management”, **International Journal of Production Economics**, 55 (3) : 223-240 (1998).
13. Åhlström, P., “Sequences in the Implementation of Lean Production”, **European Management Journal**,16 (3) : 327-334 (1998).
14. Bessant, J., Caffyn, S. , Gallagher, M., “An evolutionary model of continuous improvement behaviour”, **Technovation**, 21 (2) : 67-77 (2001).

15. Herron, C., Hicks, C., “The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 24(4) : 524-531 (2008).
16. Rivera, L., Chen, F. F., “Measuring the impact of Lean tools on the cost–time investment of a product using cost–time profiles”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23 (6) : 684-689 (2007).
17. Abdulmalek, F. A., Rajgopal, J., “Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study”, *International Journal of Production Economics*, 107 (1) : 223-236 (2007).

EKLER

EK-1 Z2 formu

Z2		REFA zaman ölçüm formu				Evrak no.	
		Tekrarlı akışlar için				Sayfa no.	Sayfa sayısı

Görev									
Sipariş no.		Sipariş miktarı m		Bölüm		Gider yeri			
Zaman ölçümü tarihi		Başlangıç	Saat Miktar	Bitiş	Saat Miktar	Süre			
				Birim zamanın belirlenmesi		Zaman	Kaynak		
				Temel zaman t_g					
				Dinlenme zamanı t_{er} ($z_{er} = \%$ ile)					
				Dağılım zamanı t_v ($z_v = \%$ ile)					
				Diğer paylar					
				Birim zaman t_{e1}					
				$t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$, dak / sa					
Hazırlık zamanı t_r , dak									
Çalışma tekniği ve çalışma yöntemi									
Çalışma nesnesi (girdi)	Adlandırma		Malzeme		Girişteki durum		Çizim no.	Malzeme no.	Boyut, biçim, ağırlık
İnsan	Ad		Personel no.		E	K	Yaş	Çalışma süresi Benzer görevlerde İncelenen görevde	
Üretim aracı	Adlandırma, tip		Adet	Üretim aracı no.	Yapım yılı	Teknik veriler, durum			
Çevre koşulları								Ücretlendirme	
Notlar									
İş sonucunun kalitesi									
Hazırlayan		Kontrol		Tarih		Geçerlilik süresi		Başlangıç Bitiş	

EK-1 (Devam) Z2 formu

No.	Akış dilimi ve ölçme noktası	Baz miktar	Faktör	Ölçüm değeri sınıf	Z/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\Sigma L/n$ $\Sigma t_i/n$	$\bar{L}$ $\bar{t}_i$	$t_i - \bar{t}_i$ $t_i - \bar{t}_i$	$t_i^2 - \bar{t}_i^2$ $t_i^2 - \bar{t}_i^2$	$t_i^3 - \bar{t}_i^3$ $t_i^3 - \bar{t}_i^3$	$t_i^4 - \bar{t}_i^4$ $t_i^4 - \bar{t}_i^4$	$t_i^5 - \bar{t}_i^5$ $t_i^5 - \bar{t}_i^5$	$t_i^6 - \bar{t}_i^6$ $t_i^6 - \bar{t}_i^6$	$t_i^7 - \bar{t}_i^7$ $t_i^7 - \bar{t}_i^7$	$t_i^8 - \bar{t}_i^8$ $t_i^8 - \bar{t}_i^8$	$t_i^9 - \bar{t}_i^9$ $t_i^9 - \bar{t}_i^9$	$t_i^{10} - \bar{t}_i^{10}$ $t_i^{10} - \bar{t}_i^{10}$	$t_i^{11} - \bar{t}_i^{11}$ $t_i^{11} - \bar{t}_i^{11}$	$t_i^{12} - \bar{t}_i^{12}$ $t_i^{12} - \bar{t}_i^{12}$	$t_i^{13} - \bar{t}_i^{13}$ $t_i^{13} - \bar{t}_i^{13}$	$t_i^{14} - \bar{t}_i^{14}$ $t_i^{14} - \bar{t}_i^{14}$	$t_i^{15} - \bar{t}_i^{15}$ $t_i^{15} - \bar{t}_i^{15}$	$t_i^{16} - \bar{t}_i^{16}$ $t_i^{16} - \bar{t}_i^{16}$	$t_i^{17} - \bar{t}_i^{17}$ $t_i^{17} - \bar{t}_i^{17}$	$t_i^{18} - \bar{t}_i^{18}$ $t_i^{18} - \bar{t}_i^{18}$	$t_i^{19} - \bar{t}_i^{19}$ $t_i^{19} - \bar{t}_i^{19}$	$t_i^{20} - \bar{t}_i^{20}$ $t_i^{20} - \bar{t}_i^{20}$	$t_i^{21} - \bar{t}_i^{21}$ $t_i^{21} - \bar{t}_i^{21}$	$t_i^{22} - \bar{t}_i^{22}$ $t_i^{22} - \bar{t}_i^{22}$	$t_i^{23} - \bar{t}_i^{23}$ $t_i^{23} - \bar{t}_i^{23}$	$t_i^{24} - \bar{t}_i^{24}$ $t_i^{24} - \bar{t}_i^{24}$	$t_i^{25} - \bar{t}_i^{25}$ $t_i^{25} - \bar{t}_i^{25}$	$t_i^{26} - \bar{t}_i^{26}$ $t_i^{26} - \bar{t}_i^{26}$	$t_i^{27} - \bar{t}_i^{27}$ $t_i^{27} - \bar{t}_i^{27}$	$t_i^{28} - \bar{t}_i^{28}$ $t_i^{28} - \bar{t}_i^{28}$	$t_i^{29} - \bar{t}_i^{29}$ $t_i^{29} - \bar{t}_i^{29}$	$t_i^{30} - \bar{t}_i^{30}$ $t_i^{30} - \bar{t}_i^{30}$	$t_i^{31} - \bar{t}_i^{31}$ $t_i^{31} - \bar{t}_i^{31}$	$t_i^{32} - \bar{t}_i^{32}$ $t_i^{32} - \bar{t}_i^{32}$	$t_i^{33} - \bar{t}_i^{33}$ $t_i^{33} - \bar{t}_i^{33}$	$t_i^{34} - \bar{t}_i^{34}$ $t_i^{34} - \bar{t}_i^{34}$	$t_i^{35} - \bar{t}_i^{35}$ $t_i^{35} - \bar{t}_i^{35}$	$t_i^{36} - \bar{t}_i^{36}$ $t_i^{36} - \bar{t}_i^{36}$	$t_i^{37} - \bar{t}_i^{37}$ $t_i^{37} - \bar{t}_i^{37}$	$t_i^{38} - \bar{t}_i^{38}$ $t_i^{38} - \bar{t}_i^{38}$	$t_i^{39} - \bar{t}_i^{39}$ $t_i^{39} - \bar{t}_i^{39}$	$t_i^{40} - \bar{t}_i^{40}$ $t_i^{40} - \bar{t}_i^{40}$	$t_i^{41} - \bar{t}_i^{41}$ $t_i^{41} - \bar{t}_i^{41}$	$t_i^{42} - \bar{t}_i^{42}$ $t_i^{42} - \bar{t}_i^{42}$	$t_i^{43} - \bar{t}_i^{43}$ $t_i^{43} - \bar{t}_i^{43}$	$t_i^{44} - \bar{t}_i^{44}$ $t_i^{44} - \bar{t}_i^{44}$	$t_i^{45} - \bar{t}_i^{45}$ $t_i^{45} - \bar{t}_i^{45}$	$t_i^{46} - \bar{t}_i^{46}$ $t_i^{46} - \bar{t}_i^{46}$	$t_i^{47} - \bar{t}_i^{47}$ $t_i^{47} - \bar{t}_i^{47}$	$t_i^{48} - \bar{t}_i^{48}$ $t_i^{48} - \bar{t}_i^{48}$	$t_i^{49} - \bar{t}_i^{49}$ $t_i^{49} - \bar{t}_i^{49}$	$t_i^{50} - \bar{t}_i^{50}$ $t_i^{50} - \bar{t}_i^{50}$	$t_i^{51} - \bar{t}_i^{51}$ $t_i^{51} - \bar{t}_i^{51}$	$t_i^{52} - \bar{t}_i^{52}$ $t_i^{52} - \bar{t}_i^{52}$	$t_i^{53} - \bar{t}_i^{53}$ $t_i^{53} - \bar{t}_i^{53}$	$t_i^{54} - \bar{t}_i^{54}$ $t_i^{54} - \bar{t}_i^{54}$	$t_i^{55} - \bar{t}_i^{55}$ $t_i^{55} - \bar{t}_i^{55}$	$t_i^{56} - \bar{t}_i^{56}$ $t_i^{56} - \bar{t}_i^{56}$	$t_i^{57} - \bar{t}_i^{57}$ $t_i^{57} - \bar{t}_i^{57}$	$t_i^{58} - \bar{t}_i^{58}$ $t_i^{58} - \bar{t}_i^{58}$	$t_i^{59} - \bar{t}_i^{59}$ $t_i^{59} - \bar{t}_i^{59}$	$t_i^{60} - \bar{t}_i^{60}$ $t_i^{60} - \bar{t}_i^{60}$	$t_i^{61} - \bar{t}_i^{61}$ $t_i^{61} - \bar{t}_i^{61}$	$t_i^{62} - \bar{t}_i^{62}$ $t_i^{62} - \bar{t}_i^{62}$	$t_i^{63} - \bar{t}_i^{63}$ $t_i^{63} - \bar{t}_i^{63}$	$t_i^{64} - \bar{t}_i^{64}$ $t_i^{64} - \bar{t}_i^{64}$	$t_i^{65} - \bar{t}_i^{65}$ $t_i^{65} - \bar{t}_i^{65}$	$t_i^{66} - \bar{t}_i^{66}$ $t_i^{66} - \bar{t}_i^{66}$	$t_i^{67} - \bar{t}_i^{67}$ $t_i^{67} - \bar{t}_i^{67}$	$t_i^{68} - \bar{t}_i^{68}$ $t_i^{68} - \bar{t}_i^{68}$	$t_i^{69} - \bar{t}_i^{69}$ $t_i^{69} - \bar{t}_i^{69}$	$t_i^{70} - \bar{t}_i^{70}$ $t_i^{70} - \bar{t}_i^{70}$	$t_i^{71} - \bar{t}_i^{71}$ $t_i^{71} - \bar{t}_i^{71}$	$t_i^{72} - \bar{t}_i^{72}$ $t_i^{72} - \bar{t}_i^{72}$	$t_i^{73} - \bar{t}_i^{73}$ $t_i^{73} - \bar{t}_i^{73}$	$t_i^{74} - \bar{t}_i^{74}$ $t_i^{74} - \bar{t}_i^{74}$	$t_i^{75} - \bar{t}_i^{75}$ $t_i^{75} - \bar{t}_i^{75}$	$t_i^{76} - \bar{t}_i^{76}$ $t_i^{76} - \bar{t}_i^{76}$	$t_i^{77} - \bar{t}_i^{77}$ $t_i^{77} - \bar{t}_i^{77}$	$t_i^{78} - \bar{t}_i^{78}$ $t_i^{78} - \bar{t}_i^{78}$	$t_i^{79} - \bar{t}_i^{79}$ $t_i^{79} - \bar{t}_i^{79}$	$t_i^{80} - \bar{t}_i^{80}$ $t_i^{80} - \bar{t}_i^{80}$	$t_i^{81} - \bar{t}_i^{81}$ $t_i^{81} - \bar{t}_i^{81}$	$t_i^{82} - \bar{t}_i^{82}$ $t_i^{82} - \bar{t}_i^{82}$	$t_i^{83} - \bar{t}_i^{83}$ $t_i^{83} - \bar{t}_i^{83}$	$t_i^{84} - \bar{t}_i^{84}$ t_i
-----	------------------------------	------------	--------	--------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	--------------------------------	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ARSLAN, Serdar
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 16.10.1981 Sivas
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (535) 890 73 36 (cep), 0 (312) 252 49 18 (ev)
e-mail : serdar.arslan@man.eu , serdar16ekim@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Endüstri Müh. Bölümü	2003
Lise	Turgut Özal Lisesi – Malatya	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004 -	MAN Türkiye A.Ş.	İş Hazırlama Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

Hobiler

Basketbol, Futbol, Satranç