

TOYOTA ÜRETİM SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Harun Reşit YAZGAN, Özlem SARI, Volkan Seri
Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
Sakarya -TÜRKİYE

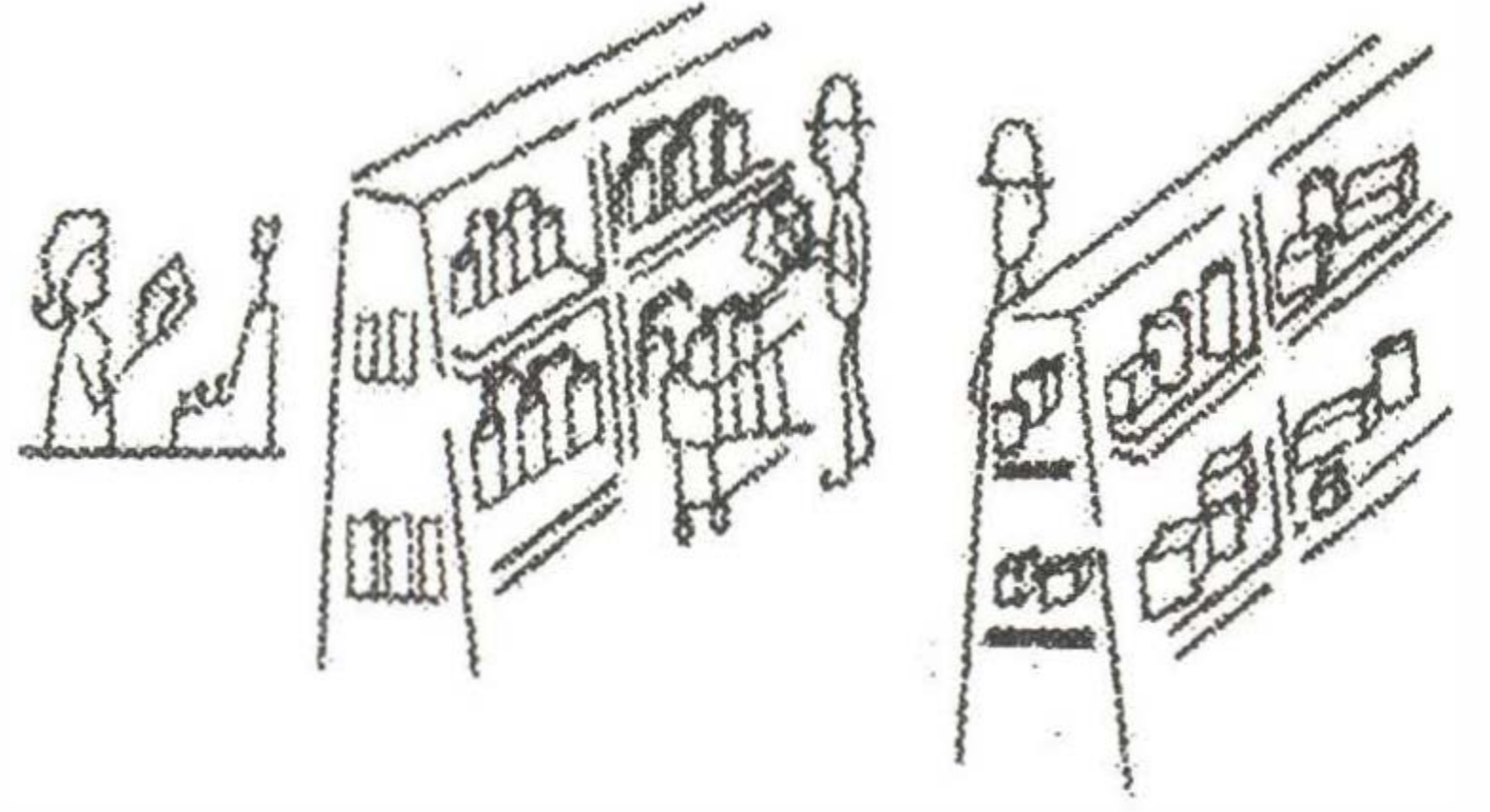
Özet

Bu çalışmada Toyota Üretim Sisteminin temel özellikleri anlatılmaktadır. Rekabetin hızla geliştiği günümüzde, firmaların verimli ve kaliteli ürün çıkarımada uymaları gereken temel prensipler anlatılmaktadır. İşletmeye ekonomik bir katkı sağlamayan israf tipleri ve bu israf tiplerinin hangi esaslarla ortadan kaldırılacağı tartışılmaktadır.

1. GİRİŞ

II. Dünya savaşından sonra Japon ekonomisi krize girmiş ve ekonomik durgunluk baş göstermişti Japon Toyota Motor Firması, şartlar gereği ABD Merkez Komutanlığından izin alarak kamyon imal etmeye başlamıştı. Savaş zamanından kalma makina ve tesislerle hedefi olan aylık 800 kamyon üretimini zorla başarabiliyordu. Verimliliği çok düşüktü. O yıllarda ABD 'de Ford firması, düşük maliyetli kütle üretimi yapmaktaydı. Fakat Japonlar kendi endüstriyel yaşamlarını sürdürmek ve dünya piyasasında pay sahibi olabilmek için kendi metotlarını geliştirmeleri gerektiğine inanmışlardı.

Tam zamanında üretim fikri, 1950 yıllarında Taichi Ohno tarafından geliştirildi. Ohno bu fikri ortaya çıkarırken, Amerikan süpermarketlerinde gördüğü uygulamalardan etkilendi. Süpermarketlerde, ara aşamalar yoktur ve müşteriler doğrudan çok sayıda farklı ürünle karşı karşıya gelmektedir. Bu arada bozuk ya da kalitesiz ürünler ile aranan bir malın bulunmaması ya da değiştirme ve iade gibi sorunlar doğrudan müşterilere yansımaktadır. Müşteriler rafları boşalttıkça görevli bir kişi rafları doldurmakta, böylece satılan mal tekrar yerine konmaktaydı.



Şekil 1. Süpermarketten Bir Anlık Görüntü

Böyle bir uygulama stokların temel israf kaynağı olabileceği düşüncesinin Ohno tarafından benimsenmesine neden oldu. Eğer parçalar bir montaj hattına tam zamanında taşı

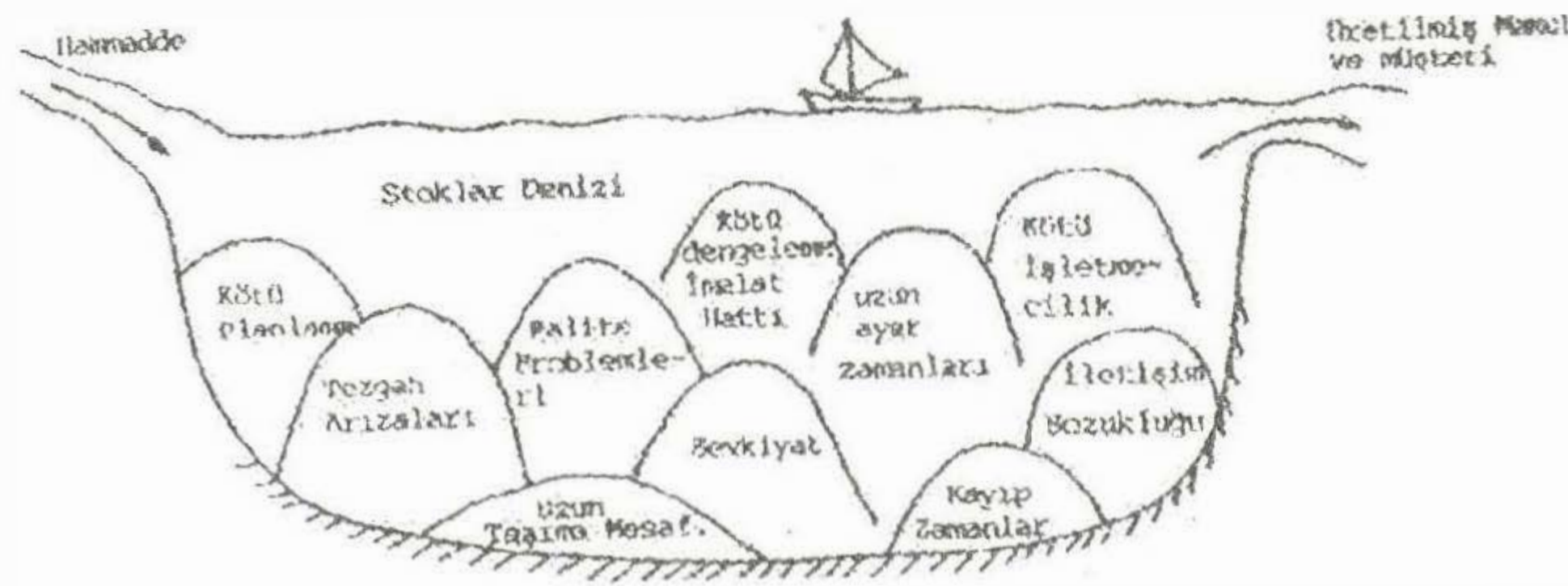
Tam Zamanında terimi, genellikle sloganlaşan tanımıyla sadece gerekli parçaların, gerekli olduğu miktarlarda, gerekli görülen kalite düzeyinde, gerekli olduğu zaman ve yerde üretilmesi durumunu açıklar. Fakat, bu tanım tam zamanında üretimin daha geniş anlamda "israfın önlenmesi yoluyla maliyetlerin azaltılması" şeklindeki temel hedefini dolaylı olarak açıklamaktadır.

Tam Zamanında Üretim Felsefesinin temelinde, üretimin tüm aşamalarında israfın önlenerek maliyetlerin azaltılması hedefi vardır. Tam Zamanında Üretim Felsefesi ürünün değerini arttırmayan tüm unsurları israf olarak kabul eder.

Uzun yıllar TOYOTA fabrikalarında iyileştirme tekniklerinin uygulanması sonucu aşağıda açıklanan 7 israf cinsinin en önemli olduğu sonucuna varılmıştır:

1. Lüzumsuz fazla üretim,
2. Bekleme süreleri,
3. Taşıma,
4. Prosese özgü israf.
5. Fazla stok.
6. Lüzumsuz hareket (insan),
7. Ürün hataları.

Envanter düzeylerinin azaltılması Tam Zamanında Üretim Felsefesinin ana amacıdır. Envanterler kayalarla dolu bir denizdeki suya benzer. Envanterler suyun kayaları sakladığı gibi, işletmedeki problemleri gizler. Envanterler sistemli olarak azaltıldığında, esas problemler su yüzeyine çıkmaya başlar ve bu problemlerin çözülmesi mümkün olur.



Şekil 2. Stoklar Problemleri örter, Kapatır

Toyota üretim sisteminde yer alan, daha iyi arabalar üretmenin yolları olarak kabul edilen ve Tam Zamanında Üretim Sisteminin tam olarak uygulanmasında büyük önem taşıyan özel terimler aşağıdadır:

- ◆ Kanban
- ◆ Jidoka
- ◆ Andon
- ◆ Standardized Work
- ◆ Heijunka
- ◆ Shojinka
- ◆ Kaizen
- ◆ Tedarikçiler

2. KANBAN

Üretimi "tam zamanında" gerçekleştirebilmenin ön koşulu, tüm süreçlere ne zaman ve ne miktarda üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulmasıdır. Tam Zamanında Üretim ortamında bu işlevi gerçekleştiren sistem Kanban Sistemidir.

Üretim kontrol sistemleri, çeken ve iten sistemler olmak üzere iki temel grupta sınıflandırılabilir. Klasik sistemler iten sistemlerdir; üretim ve envanter kontrolü, tahmin edilen talep değerlerine dayanır; bu değerlere göre üretim çizelgesi saptanır; zaman içinde bu çizelge dikkate alınarak üretim yapıldığı için, iten sistemler çoğu kez çizelgeye dayalı sistemler olarak isimlendirilir. Bu ortamda, üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar. Ancak bu durumda, üretim süreçlerinden birinde oluşan bir sorundan ya da talepteki dalgalanmalardan kaynaklanan değişikliklere hızla uyum sağlamak kolay değildir. Üretim hızının, değişiklikler doğrultusunda uyarlanabilmesi, çizelgelerin revize edilerek ilgili birimlere yeniden gönderilmesini gerektirir. Bu tür düzenlemelerin oldukça zaman alıcı olmalarından dolayı, iten sistemlerde süreçler arasında stok bulundurmamak yoluyla değişikliklere uyum sağlanır. Bu nedenle klasik sistemlerde üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarla çalışmak kaçınılmaz olmaktadır.

Diğer taraftan, Tam Zamanında Üretim Sistemleri çeken sistemlerdir. Çeken sistemler, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden, sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir. Bu nedenle talebin çektiği sistemler olarak da tanımlanırlar. Çeken sistemlerde, üretim çizelgesi sadece son üretim sürecine gönderilir. Hangi ürünün ne zaman ve ne miktarda üretileceğinin sadece son süreç tarafından bilinmesi, bu sürecin önceki süreçlerden sadece kendine gereken parçaları çekmesini sağlayacaktır. Diğer taraftan, bir sonraki aşamamın parça çekimini olmadan, bir önceki aşamada üretim yapılmayacak ve sonuç olarak, her aşama kendisinden sonra gelen aşamaların taleplerini karşılamak üzere Tam Zamanında Üretim yapacaktır.

İten sistemlerde aşamalar arası yer alan ara stoklar talep değişmelerine uyumu sağlayacaktır, ancak çeken sistemlere oranla ek stok taşıma maliyetlerinin ortaya çıkması söz konusu olacaktır. Çeken sistemlerde talep değişmelerine uyum kanbanlarla sağlanırken, iten sistemlerde bu uyumu ara stoklar sağlamaktadır.

Çeken sistem olarak tanımlanan Tam Zamanında Üretim Sistemlerinde kullanılan üretim kontrol aracı Kanban Sistemidir. Bu sistemde, hangi parçalardan ne miktarda üretileceği "Kanban" adı verilen kartlar üzerinde belirtilmiştir.

2.1 Kanban Kuralları

1. Bir sonraki prosese hatalı parça gönderme.
2. Sonraki prosesin istediği kadar üretim yap.
3. Sonraki prostesten çekilen tam miktar kadar üretim yap.
4. Üretimi dengele. Kanban iyi bir üretim düzenleme aracıdır.
5. Prosesleri istikrarlı ve mantıklı hale getir.

2.2 Kanbanın Yararları

1. Gerektiğinden fazla üretimi önler.
2. İmalatla ilgili bilgileninimizi sağlar.
3. İzleyerek kontrol yapınainızı sağlar.

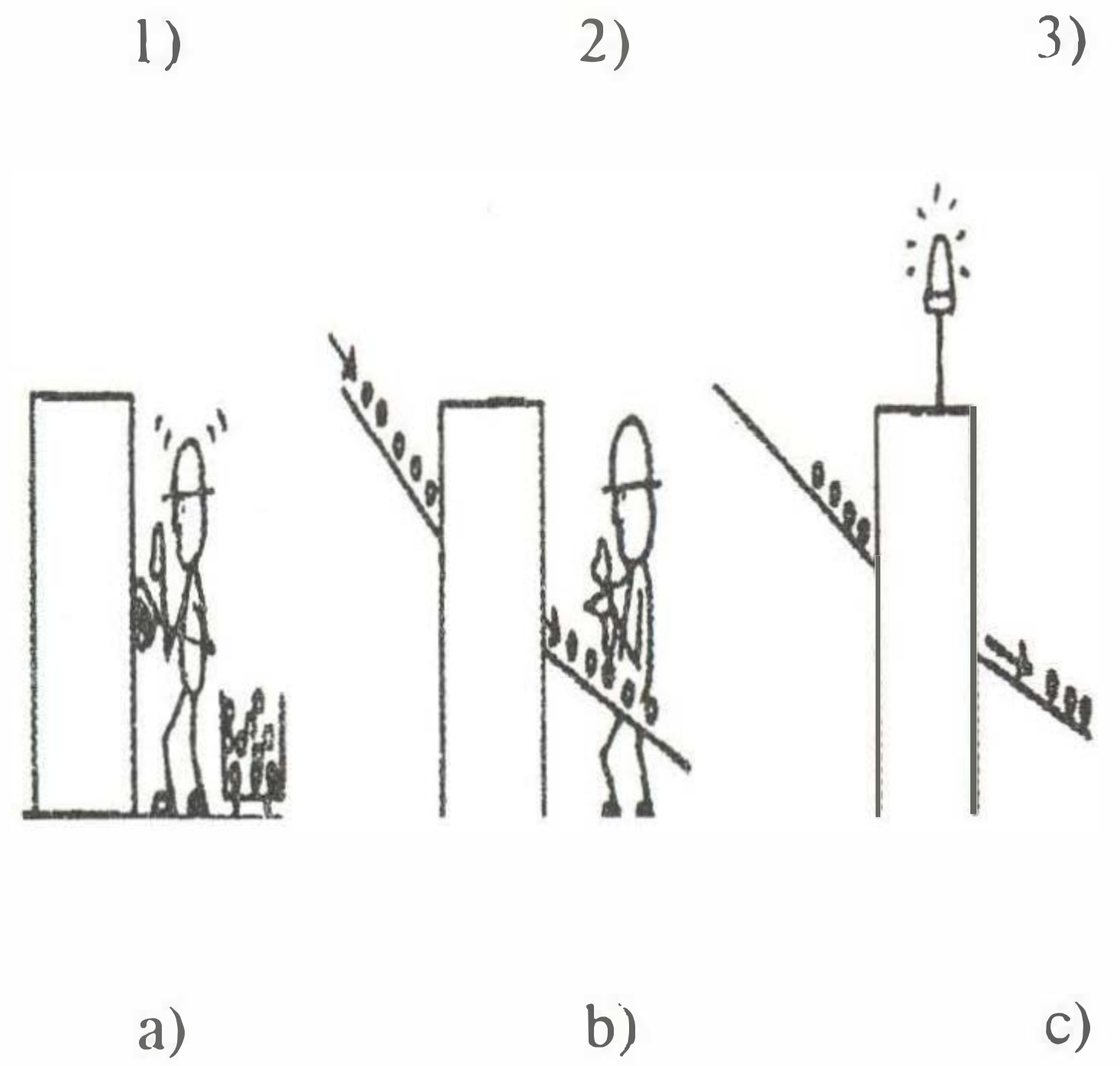
3. JİDOKA

Üretimde kullanılan makinaların veya aletlerin çalışmasında ortaya çıkabilecek bir problemi veya işlediği ürünlerden varsa standart dışı kalitede olanı algılayarak, kendi kendini ve hatta tüm üretim bandını durdurabilme özelliğidir. Aynı zamanda, montaj hattında çalışan bir personelin bir hata veya problemi tespit ederek üretim hattını durdurması da Jidoka'dır. Jidoka'nın üretiminin %100 kalite ile gerçekleştirilmesine önemli katkısı vardır.

Bugün fabrikalarda çoğu kez otomatik tezgahlar ve makinalar kullanılmaktadır. Bu tezgah ve makinaların işletilmesinde sadece bir düğmeye basmak yeterli olmaktadır. Ancak bu tezgah ve makinaların çoğunun fonksiyonları sınırlı olup, çalışanları esnasında problemlerin farkına varmadıkları gibi, prosesin durdurulması konusunda da karar verine yeteneğine sahip değillerdir.

Bu nedenle operatörlerin tezgahlara nezaret etmeleri gerekir. Ancak çalışan bir tezgaha nezaret edilmesi ürünün değer kazanması açısından bir işlem olmadığından, ürünün maliyeti artar. Operatörün tezgahın alınarak, üretken bir görev verilmesiyle bu israf önlenir. Bunun gerçekleşmesi için tezgahın normal, belirlenmiş şartlar dışında (örneğin, hataların meydana gelmesi, takım aşınması, kırılması), kendi kendine durması ve bir sinyal ile operatöre gereğinin yapılması için ikaz etmesi gerekir.

- 1) ÖNCE
- 2) JIDOKA ÖNCESİ
OTOMOTİK PARÇA VERİLMESİ
- 3) JIDOKA
OTOMOTİK PARÇA VERİLMESİ



- a) Tüm Çalışma Yogun maniplosyon gerektiriyor
- b) İş zamanının çoğu makine karşısında geçiyor
- c) Burada işçi diğer bir işi yapar

Şekil 3 Jidokaya Geçiş Kademeleri

Toyota Sisteminde Jidoka kalite kontrol fonksiyonunu içeren bir tekniktir. Çünkü Jidoka üretim hattından hatalı parçaların geçmesini kesinlikle engellemektedir. Bir üretim hatası ile karşılaşıldığında üretim hattının durması, probleme anında müdahale edilmesini, düzeltici önlemlerin alınmasını ve benzer hataların tekrarının önlenmesini sağlayacaktır.

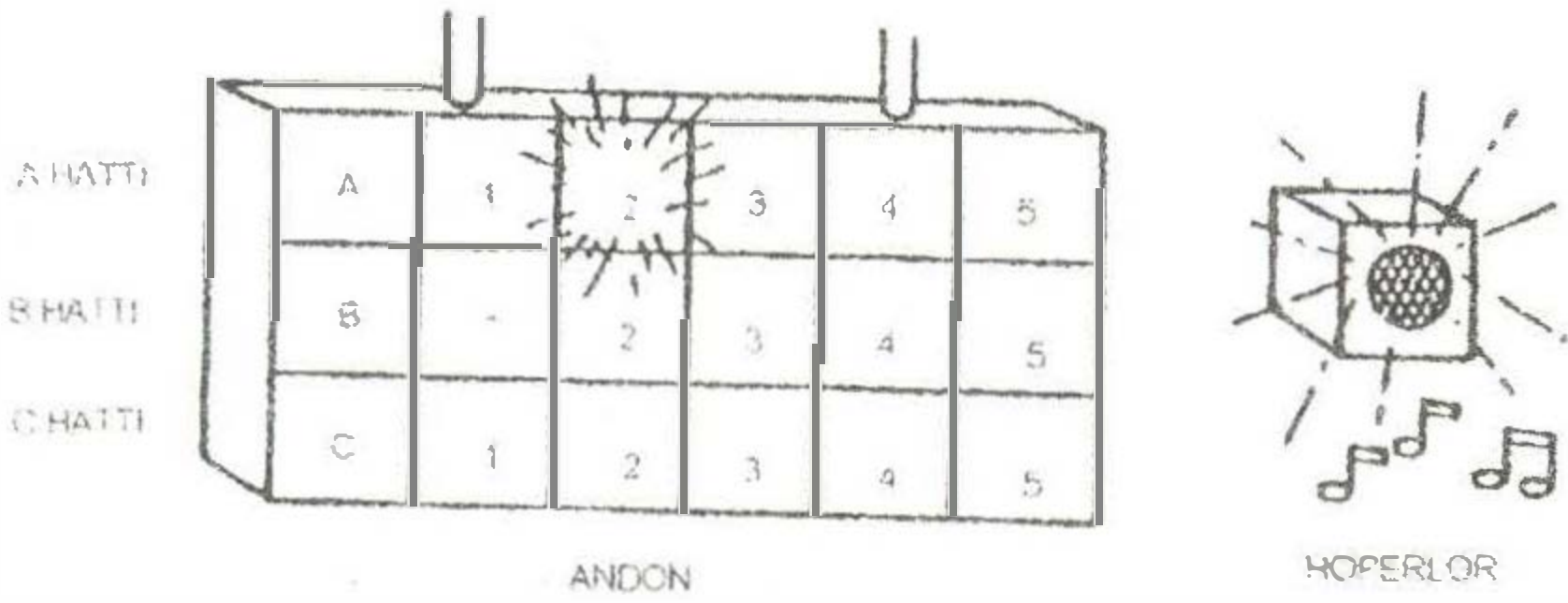
Jidoka uygulamasıyla sağlanan diğer yararlar aşağıdadır:

- ◆ İşgücü sayısındaki azalma sonucunda maliyetlerin azalması,
- ◆ Talep değişimlerine uyum sağlama becerisinin artması,
- ◆ İnsana saygı kültürünün gelişmesi,
- ◆ Hasarlı parça ya da makinaların düzgün çalışmasının başka operatörler tarafından denetimine gerek kalmaması,
- ◆ Hurda/iade oranını azalması.

4. ANDON

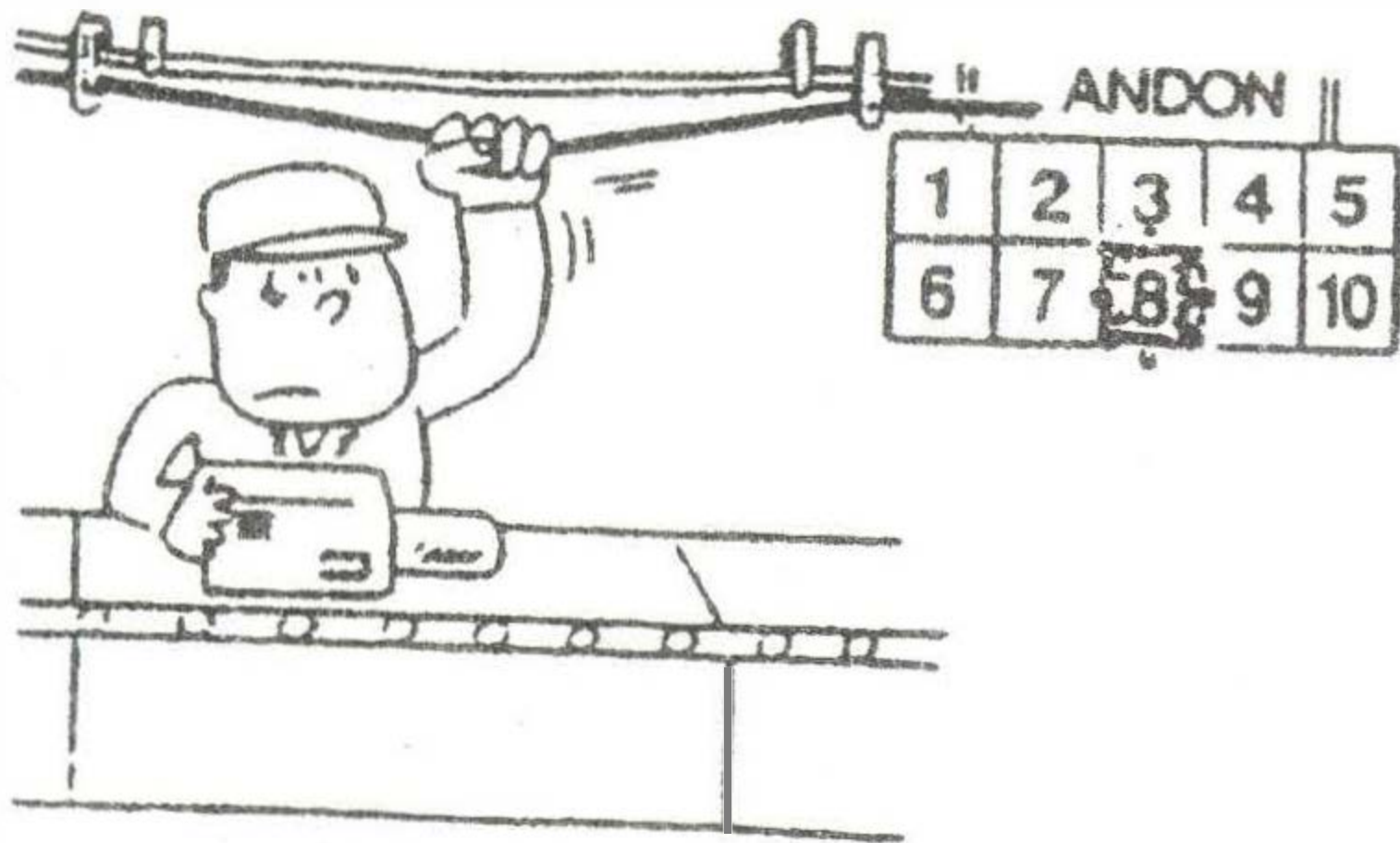
Andon norm dışı işletme şartlarının ve problemlerin kolaylıkla fark edilmelerinin sağlayan bir araçtır. Andon buna olanak veren bir araçtır. Japonca da Andon "Fener", "Sokak Lambası" anlamını taşır. Nasıl bir fener karanlıkta insanların yollarını bulmalarını sağlıyorsa, Andon ışığı da bir fabrikada norm dışı durumları bulmamıza imkan verir.

Jidoka uygulamasında tüm montaj ve imalat hatlarında bir Andon tahtası ve çağırma lambası vardır. Çağırma Lambası genelde bir ustabaşı, bir tamir/bakım işçisi ya da bir işçinin sorunun belirlendiği yere çağırılması amacıyla kullanılır. Çağırılacak kişiye göre çağırma lambasında farklı renkte bir ışık yanacaktır. Andon, hat üzerindeki tezgahların durumlarını gösteren ışıkların bulunduğu bir tahtadır.



Şekil 4 Andon

Toyota uygulamasında her işçinin çalıştığı tezgahta bir arıza ya da gecikme durumunda üretim hattını durdurmaya yarayan bir ip mevcuttur. İşçi ipi çektiğinde soruna neden olan süreci gösterecek şekilde Andon üzerinde bir kırmızı ışık yanar ve müzik çalmaya başlar.



Şekil 5. Andon Kullanımı

Takım lideri ya da bakım-onarım işçisinin gecikmeye neden olan tezgahın başına gitmesiyle Andon üzerindeki tüm ışıklar söndürülecektir.

5. STANDARDIZED WORK

Üretimin minimum sayıda işgücü ile gerçekleştirilebilmesi, büyük ölçüde üretim işlemlerinin standardizasyonunu gerektirmektedir. Bu nedenle, Toyota sisteminde standart operasyon kavramı büyük önem kazanmaktadır.

Toyota sisteminde, operasyonların standardizasyonu ile gerçekleştirilmek istenen 3 temel hedef vardır:

1. Standart operasyonların ilk hedefi, el işçiliklerinde israf olarak tanımlanan gereksiz hareketleri kaldırarak, verimliliği arttırmaktır.
2. Standart operasyonların ikinci hedefi, üretim zamanlaması açısından tüm süreçler arasında hat dengesinin sağlanmasıdır.
3. Standart operasyonların üçüncü ve son hedefi ise süreç içi envanter düzeylerinin en azlanmasıdır.

Standartlaştırma olmadığında iyileştirmenin uygulanması imkanı çok sınırlı kalır. Bu durumda yine her şey belli bir süre sonunda eski düzensiz, kontrolsüz duruma geri döner. Üretim dengelenmiş ve Takt süreleri tespit edilmiş ise tüm işletmede iyi bir iş disiplini gelişir.

Toyota'da standart operasyonlar aşağıdaki unsurlara bağlıdır:

- ◆ Takt Süresi (Takat Süresi=Günlük çalışma süresi/Günlük Üretim)
- ◆ İş Akışı
- ◆ Belirlenmiş Bulunan İmalattaki Malzeme Stoğu Büyüklüğü

6. HEIJUNKA

Farklı ürünler üreten bir üretim hattında üretimin hem sayı olarak, hem de üretim sırası olarak dengelenmesi demektir. Dengeli üretim ile üretim yükü değişimi ve hammadde/bitmiş ürün stoğu en aza indirilir, makina/ekipman kapasitesi dengelenir, hat işletmesi daha verimli ve esnek hale getirilir.

Toyota ortamında, üretimin değişken talep koşullarına uyumlandırılma süreci üretim dengeleme olarak tanımlanır. Üretimi dengelenme süreci sonunda, bir üretim hattının, tek tip bir ürünün yüksek hacimlerde üretime ayrılması söz konusu olamaz. Tam tersine, üretim hatlarının talepteki değişimlere uyumlu olarak,

aynı gün içinde çeşitli ürün tiplerini ufak miktarlarda üretebilecek şekilde düzenlenmesi gereklidir.

Tablo 7.1'de A, B, C araç tipleri üretilmektedir. Aylık çalışma günü 20, günlük üretim adedi 100'dür. Araçlar sıralı olarak (Heijunkasız) üretildiği zaman C tipi ürünü isteyen müşteri 7 gün beklemek zorundadır.

ARAÇ TİPİ	MİKTAR
A	400
B	300
C	1300

Tablo 1 Üretilen araç tipleri ve miktarları

GÜNLER	1	2	3	4	20
A	20	20				20
B	15	15				15
C	65	65				65

Tablo 2. Yirmi günlük üretim miktarları

Heijunka uygulandığı zaman her gün müşteri düzenli olarak siparişini alır. Bu, hattaki iş yükünün de dengelenmesi demektir.

7.SHOJINKA

Toyota Üretim Sisteminde Shojinka, işgücü sayısını talepteki azalına ve artışlara paralel olarak azaltınak ya da artırmak anlamına gelmektedir. Yani talep değişmelerine uyum sağlamak amacıyla işgücü sayısında esneklik sağlamaktır.

Shojinka kavramının gerçekleşebilmesi ise 3 temel ön koşula bağlıdır:

1. Uygun tezgah yerleşim planlaması
2. Çok yönlü ve eğitilmiş işgücü; çok fonksiyonlu işgücü.

3. Standart operasyon sıralamalarının sürekli değerlendirilmesi ve düzenli olarak revize edilmesi.

İşgücünün "çok fonksiyonlu" niteliğini kazanacak şekilde eğitilmesi Shojinka kavramının gerçekleştirilmesinde çok önemlidir. Toyota Üretim Sisteminde bu amaçla iş rotasyonu sistemi uygulanmaktadır. Bu sistem çerçevesinde her işçi, bulunduğu atölyedeki tüm işleri sırayla dolaşarak öğrenmekte ve giderek bu işlerde uzmanlaşmaktadır.

8. KAİZEN

Kaizen, geliştirme, sürekli geliştirme, daha iyi hale getirmedir. Burada ana hedef israfı azaltıp verimliliği ve üretkenliği yükselterek, üretimin maliyetini düşürmektir. Bir üretim aşamasını veya işi daha iyiye götürmek için getirilen küçük veya büyük her öneri KAİZEN'dir. Toyota üretim sistemini batı sisteminden ayıran en önemli fark Kaizen'dir.

Toyota üretim sisteminin temelini oluşturan en önemli unsur Kaizen'dir.

İyileştirme programları çalışanlarla birlikte, onların aktif katılımlarını sağlayarak uygulanmalı ve her düzeyden gelen öneri aynı özenle değerlendirilmelidir. Özellikle işçilerin öneri geliştirme aşamasına katılımının sağlanması motivasyonu olumlu yönde etkilemekte ve işe bağlılığı artırmaktadır.

9. TEDARİKÇİLER (SUPPLIERS)

Tam Zamanında Üretim ortamında, idealize edilmiş "sıfır stok" hedefine ulaşabilmek için az sayıda satıcıdan, istenilen kalite düzeyindeki ürünlerin, ufak miktarlarda ve zamanında satın alınması gerekmektedir. Tedarikçi ile imalatçı arasında uzaklık söz konusu olduğu durumlarda, sık teslimatlar yerini, düzenli periyotlarla nispeten daha az sıklıkta teslimata bırakılmalıdır.

İşletmenin tedarikçiler ile olan ilişkilerinin artırılması, firmanın üretim gücünü, verimliliğini olumlu yönde etkilemektedir. Bunun için aktiviteler sadece kendi işletme problemlerine yönelik değil, tüm üretim sistemini içerecek şekilde yayılmalıdır.

Tam Zamanında Üretim sisteminde az miktarlarda sık sevkiyat çok önemli olsa da transport maliyeti açısından bazı durumlarda daha fazla miktarda parça sevkiyatı yapmak ya da daha küçük transport araçları kullanmak daha karlıdır.

İmalatçı ve tedarikçi birbirlerinden uzakta bulunmadıklarında aralarındaki ilişki ve iletişim daha iyidir. Uzaktaki bir tedarikçi ile ilgili transport problemlerine ek olarak iletişimdeki zorlukları vurgulamak gerekir.



Financial Times, 30.1.1994

Şekil 6. En Verimli Transport Şekli Seçilmelidir

Tedarikçi ile ana sanayi arasındaki mesafe fazla olduğu zaman esneklik azalır. Eğer sipariş verilmişse ve daha sonra sipariş değiştirme durumunda kalınmışsa, sipariş transport aşamasında olabileceği için bazı sorunlar ortaya çıkar. O yüzden yerleşik yan sanayiye geçilmesi istenir.

Tedarikçi ile imalatçı arasındaki uzaklık transport hacmini, miktarını ve sıklığını etkiler. Az miktarda ve sık olarak yapılan transportun elverişlilikleri şunlardır:

- ◆ Stok yeri ihtiyacının azalması,
- ◆ Manipulasyonun azalması,
- ◆ Hızlı iletişim geri dönüşü.
- ◆ Az stok miktarı ile çalışma.

Tam zamanında olmayan üretim ortamında yan sanayi genellikle ürün tasarımı sürecinden uzak tutulmaktadır. Ürün tasarımı tamamlandıktan sonra devreye giren yan sanayi kendisine verilen kalıplar çerçevesinde imalatı gerçekleştirmek ve ortaya çıkan problemleri tek başına çözümlenemeyen zorundadır. Problemlerin çözümlenemediği noktada ise çoğunlukla yan sanayinin değiştirilmesi gündeme gelmektedir. Ancak Tam Zamanında Üretim ortamında yan sanayi ile uzun

dönemli ve sağlıklı ilişkiler kurulması temel ilkelerden biridir.

Tam Zamanında Üretim ortamında yan sanayi, tasarım inceleme grubunun bir üyesidir. Bu uygulamanın amacı yan sanayiye mümkün olan en uzun süreyi sağlamak ve mühendislik değişim önerilerinin değerlendirilmesini yan sanayinin teknik bilgisinden yararlanabilmektir. Yan sanayiye bu tür bir ayrıcalığın tanınması, tam zamanında teslimatları etkileyebilecek olan darboğazları önlenmesi açısından da yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. ACAR, Nesime, "Tam Zamanında Üretim" MPM Yayınları:542 Ankara 1995
2. ÇITLAK, Hakan Halis, "Tam Zamanında Üretim Sistemi" İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Haziran 1989
3. AYPERİ, S, Okur, "Yalın Üretim", Eylül 1997, S. Yayın Oyun Ajans LTD.
4. ERTAY, Tijen, "Geleneksel İmalat Sistemlerinin Tam Zamanında Üretim Sistemine Dönüşüm Tasarlanmasında Simulasyon Yaklaşımı" İTÜ Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Eylül 1995
5. SUZAKI K. "Üretim İşletmelerinde Model Yönetim" Nisan 1994 Çeviri: Dr. S. İZGİZ
6. Toyotasa Personel El Kitabı