

TEDARİK ZİNCİRİNDE KAYIP ANALİZİ

İskender ERBİL

ÖZET

Bu çalışmada; tedarik zincirindeki kayıpların belirlenmesi ve ortadan kaldırılması için, yalın tekniklerin kullanıldığı bir kayıp analizi modeli tanıtıldı. Yalın tekniklerin, bir kayıp analizinde, sistematik olarak, nasıl uygulandığı örneklerle açıklandı. Sonuçta; yalın yöntemlerin kullanımıyla; performansın arttığı, hataların ve değişkenliğin azaldığı, gerçekleştirilen projelere ait sonuçlar ile gösterildi.

1.YALIN KAVRAMLAR

1.1 Tedarik Zinciri

Her kuruluş, katma değer yaratmak için başka kuruluşlardan mal ve hizmet alır ve bunları işleyerek müşterilerine sunar. Yapılan işi ve buna ait sonuçları değerlendirmek için tüm tedarik zincirine bakmak gereklidir. Aynı sektörde faaliyet gösteren iki kuruluşun tedarik zincirleri arasında ortak özellikler olsa da her kuruluşun tedarik zinciri birbirinden farklıdır ve ayrı ayrı ele alınmalıdır.

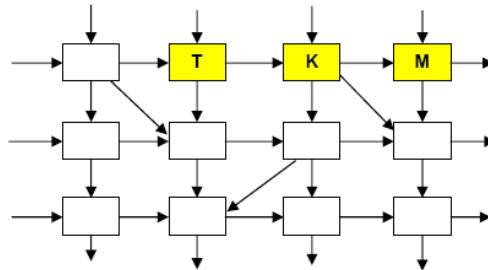
Aşağıdaki tabloda bir tedarik zinciri genel bir biçimde gösterilmiştir.



Şekil 1: Tedarik Zinciri

Bir kuruluşun tedarik zinciri tasarımı konusundaki seçimleri, piyasadaki rekabet gücünü önemli derecede etkiler. Tedarikçilerin yeterliliği ve ilişkiler, kuruluşun organizasyon yapısı ve çalışılan müşterilerin profili, tedarik zinciri tasarımını belirleyen ana özelliklerdir.

Aşağıdaki şekilde, tedarik zincirlerinin birbirleri ile bağlantıları ifade edilmiştir. Bu yapı, tedarik zincirlerinin, piyasaları bir sinir ağı gibi oluşturduğunu gösterir. Bu görüntü, dünya ekonomisinin globalleşmesi ve krizlerin de buna uygun olarak tüm dünyayı nasıl etkilediğini de ortaya koymaktadır.



Şekil 2: Tedarik Zincirleri

1.2 Değer

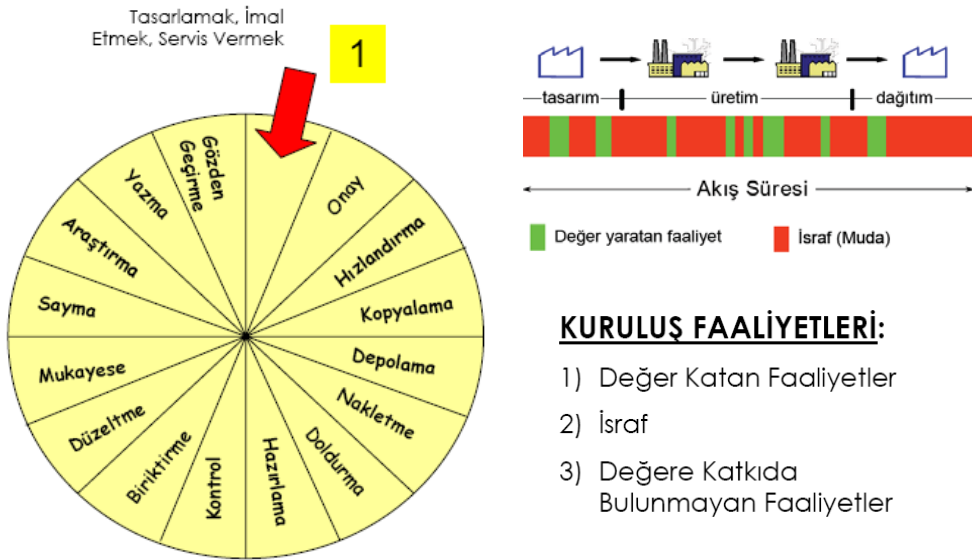
Gittikçe artan üreticiler ve gittikçe azalan sayıda alıcının bulunduğu piyasa koşullarında en zor olan; satış yapmak ve sürekli satış yapmayı sağlayacak müşteri sadakatini sağlamaktır.

Müşteriler, en değerli buldukları ürünleri, sürekli biçimde talep etme eğilimindedir.

Müşteriler, bir şirketin ürünü nasıl bir organizasyon ile gerçekleştirildiği ile ilgilenmezler. Müşteri kendisine söz verilen ürünleri, zamanında teslim almak ve güvenilir olarak kullanmak ister. Bu, ürünün müşterinin gözündeki değeridir.

1.3 Kayıp

Değeri müşteri belirler. Son üründe yer almayan ve müşterinin para ödemeyeceği faaliyetler israftır. Müşteri, sadece, değer satın alır.



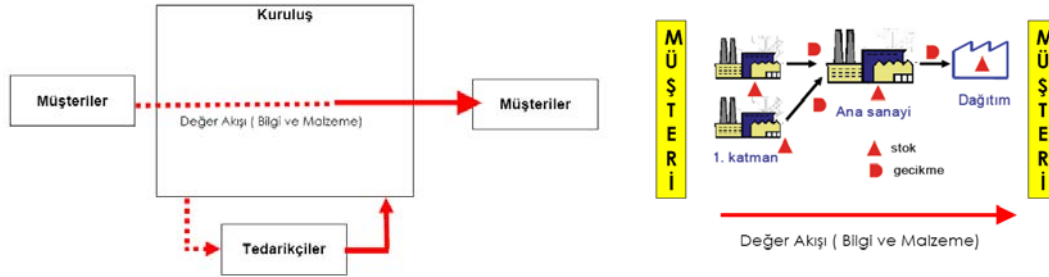
Şekil 3: Değer Katan ve Katmayan Faaliyetler

Yukarıdaki şekilde, bir kuruluşun faaliyetleri içerisinde; tasarlamak, imal etmek ve müşteriye servis vermek dışında kalan tüm faaliyetlerin kayıp olduğu gösterilmiştir.

1.4 Değer Akışı ve Çekme Sistemi

Değer; değer oluşturan süreçler boyunca akar. Müşterinin istediği ve beklediği değer, etkili ve verimli süreçler ile üretilebilir. Mükemmel bir değer akışında, müşteri yönünden değer doğru tanımlanmıştır ve kuruluş;

- a) her partide ürünleri hatasız ve değişkenliği düşük biçimde gerçekleştirir,
- b) küçük parti hacimlerinde üretim gerçekleştirir,
- c) her seferinde talepleri kısa sürelerde karşılar,
- d) zamanında ve istenen miktarda ve söz verilen niteliklerde teslimat gerçekleştirir,
- e) kaynaklarını etkin ve verimli kullanır.



Şekil 4: Değer Akışı

Yukarıdaki şekilde, değer; tedarik zinciri boyunca, akışı yer almaktadır.

Müşterinin değeri çekmesi sağlanmalıdır. Üretim akış hızı, talebin hızına bağlı olmalıdır. Hiçbir imalat, müşterinin istediği hızın dışında yapılmamalıdır. Bunun için, "takt zamanı" kullanılır. "Takt Zamanı" ; müşteri talep hızı olarak hesaplanır.

2.TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ DEĞER AKIŞININ GÖRÜNTÜLENMESİ ve ÖLÇÜLMESİ

2.1 Değer / Kayıp Ölçme Parametreleri

Mükemmel Değer Akışının Özellikleri	Performans Parametresi
Her partide ürünler, hatasız ve değişkenliği düşük biçimde gerçekleşir.	1 Hurda % 2 Yeniden İşleme / Tamir % 3 Müşteri İade Oranı (ppm) 4 C_{pk} (Kritik Özellikler için)
Küçük parti hacimlerinde üretim gerçekleşir.	5 Model Değişim (Setup) Süresi (dk) 6 Çevrim Süresi (dk)
Her seferinde talepler, kısa sürelerde karşılanır.	7 Toplam Proses Süresi (saat) 8 Değer Yaratan Proses Süresi (saat) 9 Değer Yaratan İşlem %
Zamanında ve istenen miktarda ve söz verilen niteliklerde teslimat gerçekleştirilir.	10 Tedarikçi Teslimat Performansı % 11 Kuruluş Teslimat Performansı % 12 Aşırı Navlun Maliyeti (TL)
Kaynaklar etkin ve verimli kullanılır.	13 % Ekipman Etkinlik Oranı (%EEO) 14 Stok Devir Oranı 15 İşlemler İçin Katedilen Mesafe (Ürün, operatör) (m) 16 İşlemler İçin Kullanılan Alan (m^2) 17 Kayıp Maliyeti (TL)

Tablo 1 : Değer / Kayıp Ölçme Parametreleri

Değer akışının mükemmelleştirilmesi, değer karşılığı olan kayıpların ölçülmesi ve elde edilen sonuçlar için tedbirler alınması ile mümkündür.

Yukarıdaki tabloda, değer / kayıp ölçme parametreleri yer almaktadır. Bu parametrelere ait sonuçların ölçülmesi ile hangi kayıplara öncelik verileceği ve bu yolla da kısıtlı kuruluş kaynaklarının hangi iyileştirme projelerine yönlendirilmesi gerektiği belirlenir.

Kayıp Grubu	Kayıp Adı
EKİPMAN	1 Arıza Kayıpları
	2 Set-Up Kayıpları
	3 Sarf Malzemesi Değişim Kayıpları
	4 Başlama ve Bitiş Kayıpları
	5 Küçük Duruşlar
	6 Hız Kayıpları
	7 Kusurlu Ürün Kayıpları
	8 Kapatma Kayıpları
İŞGÜCÜ	1 Yönetim Kayıpları
	2 Hareket Kayıpları
	3 Hat Organizasyonu Kayıpları
	4 Otomasyon Eksikliği Kayıpları
	5 İzleme ve Ayar Kayıpları
MATERYAL	1 Kullanılmayan Ekipman - Kalıp - Aparatlar
	2 Enerji Kayıpları
	3 Malzeme Kayıpları

Tablo 2 : 16 Büyük Kayıp

Yukarıdaki tabloda yer alan tablodaki kayıpların ağırlığı ; kuruluşlara ve analize konu olan kuruluşun sektörel özelliklere göre değişkenlik gösterir. Örneğin, gıda sektöründeki sarf malzemesi kayıpları ile tekstil sektöründeki sarf malzemesi kayıpları farklı başlıklardadır. Kayıp miktarları da bu farklı olan başlıklara uygun olarak analiz edilmelidir.

“16 Büyük Kayıp” ile örtüşen tüm analizleri gerçekleştirmek ve “ Mükemmel Değer Akışı” için izlenmesi gerekli tüm performans parametrelerini hesaplamak için tedarik zincirindeki değer akışı, haritalanır.

2.2 Tedarik Zinciri Değer Akışının Haritalanması

Değer akışı haritalama ile 16 büyük kaybı da dikkate alan değer / kayıp parametreleri ölçülür. Bu sistematığı , taşıma kayıplarını da ortaya koyması bakımından, yerleşim şeması ile desteklemek de gereklidir.

“Değer Akış Haritası”, tedarik zincirindeki, bilgi ve materyal (hammadde, yarımamul, bitmiş ürün) akışını aynı anda gösteren bir araçtır. Bu yöntemin kullanmak için , A3 boyutlarında bir kağıt ve kurşunkalem yeterlidir. İki günlük bir çalışma ile tüm kuruluşlar kendi değer akışlarını hazırlayabilirler. Kullanılan semboller, görmeyi ve anlamayı kolaylaştırır. Her kuruluş kendi belirleyeceği sembollerle analiz yapabilir.

Değer akışını haritaladıktan sonra kayıplar net olarak görülebilir. Böylece, hangi kaybı gidermek için hangi yalın yöntemin / yöntemlerin kullanılacağına karar vermek mümkün olur.

ÖRNEK A.Ş.’ de gerçekleştirilen bir değer akış haritalama çalışmasına ait sonuçlar aşağıda gibidir :

1. Aynı iş akışına sahip ürünleri (ürün ailesini) temsil eden bir ürün seçilir ve bu ürüne ait işlemler belirlenir.
2. Müşteri, hammadde tedarikçileri ve kuruluş temas noktaları ve bunlar arasındaki bilgi akışı gösterilir. İşlemler ve bu işlemlere ait bilgilerin yer aldığı bilgi kutuları oluşturulur.
3. İşlemler arasındaki taşıma yöntemleri, taşıma mesafesi ve işlemin gerçekleştirildiği alanlar not edilir.
4. İşlemler arasındaki envanter düzeyi üçgenler ile belirtilir. Değer akışı boyunca yapılacak bir işletme turu ile çıplak göz ile belirlenen envanter düzeyleri, üçgenlerin altına not edilir.

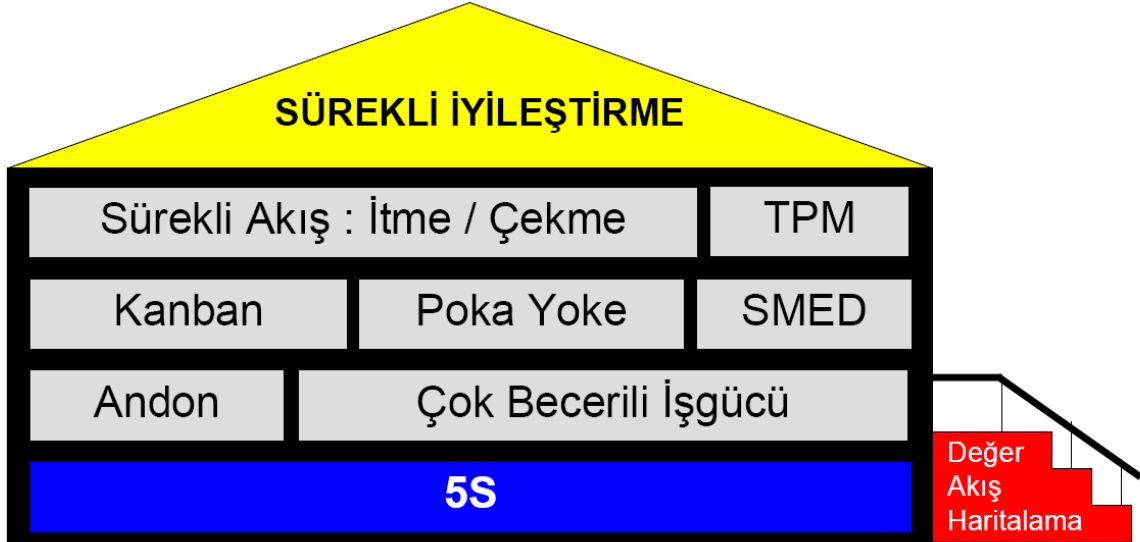
No	Proje Adı	Yalın Teknik
1	Mevcut Fabrika Alanın Etkili ve Verimli Kullanımı İçin Sahaların Düzenlenmesi	5S
2	Enjeksiyon Pres Kalıplarının Makinaya Bağlanmadan Önce Isıtılması	SMED
3	Forklift Kullanımı	SMED
4	Kalıp İstifleme Sahasının Oluşturulması	5S
5	Kalıp Taşıma ve Bağlama Yönteminde Hidrolik Sehpa Kullanımı	SMED
6	Hammadde Besleme Sistemi	SMED
7	Kalıp Ayar Bilgisi İçin Pres ve Kalıp Hazırlama Sekronizasyonu	SMED
8	Bir Operatörün İki Enjeksiyon Presi Çalıştırması	SÜREKLİ AKIŞ
9	Enjeksiyon Pres Makinası Kapağının Hatasızlaştırılması	POKA YOKE
10	Preslenmiş Parçaların Fırınlara FIFO Golf Topu Yöntemi İle Taşınması	SÜREKLİ AKIŞ
11	Preslerin İhtiyacı Olan Hammadde Bilgisi İçin Hammadde Deposu ve Enjeksiyon Pres Senkronizasyonu	SÜREKLİ AKIŞ
12	Tüm Makinalarda Ayar Yapma ve Ayar Onaylama Sorumluluğunun Görsel Olarak Tanımlanması	5S
13	Fırın Ayarının ve Çevriminin Hatasızlaştırılması	POKA YOKE
14	Aynı Anda Fırınlama Esnekliği Taşıyan Fırınlara	SÜREKLİ AKIŞ
15	Çapak Alma Makinası Besleme Sisteminin Geliştirilmesi	SMED
16	Fırınlanacak ürünler İçin FIFO Hattının Oluşturulması	SÜREKLİ AKIŞ
17	Fırınlama Sonrası Tüm İş Merkezlerinin U Hattı Olarak "Final Hücresi"nde Birleştirilmesi	SÜREKLİ AKIŞ
18	Pacemaker İşlem Olarak Final Hücresi Önceliklerine Göre Kapasite Çizelgelemesi Yapılması	SÜREKLİ AKIŞ
19	Final İşlemleri İçin Andon (Işıklı Tabela) Kullanımı	ANDON
20	Final Hücresi İşlemleri İçin Çok Becerili İşgücünün Oluşturulması	ÇOK BECERİLİ İŞGÜCÜ TABLOSU

Tablo 3 : İyileştirme Projelerinde Kullanılacak Yalın Teknikler

Yukarıdaki tabloda yer alan yalın tekniklerin uygulanması ile kuruluştaki değer akışının nasıl değişeceği " gelecek durum" haritası ve yerleşim şeması ile aşağıdaki gibi gösterildi.

2.3 Yalın Teknikler

Kuruluşlar , temel yalın tekniklere odaklanarak, iyileştirme projeleri için gerekli birçok araçtan faydalanmalıdır. Aşağıdaki şekil temel yalın tekniklere değer akış haritalamadan nasıl geçildiğini göstermektedir :



Şekil 8: Temel Yalın Teknikler

2.3.1 Poka Yoke

Poka yoke, “ hata yalıtımı” anlamına gelir. Poka yoke uygulamak; hataların kaynağında önlenmesi ve bunun da hata yakalayan ve kontrole konu olan ürünler için % 100 kontrol anlamına gelen düzenekler ile yapılmasıdır. Bu düzenekleri, proses tasarımlarına operatörler dahi kolayca ekleyebilir. Aşağıdaki şekilde, poka yoke tipleri ve B Tipi poka yokeye bir örnek verilmiştir.

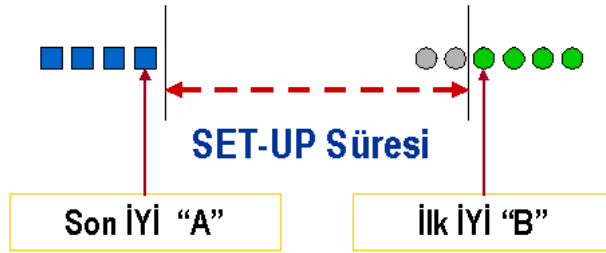


Şekil 9: Poka Yoke Yöntemleri ve Bir Poka Yoke Örneği

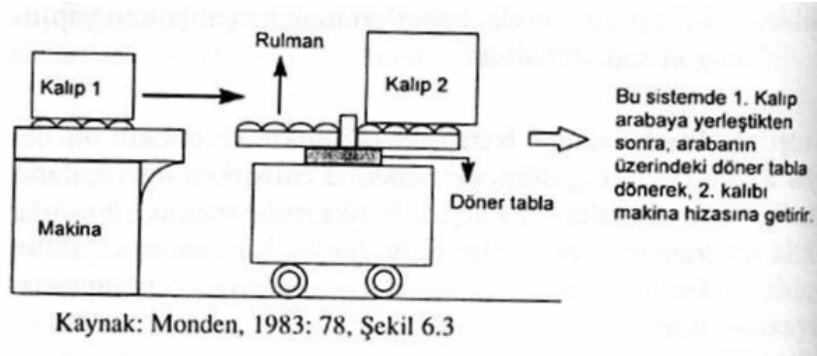
2.3.2 Smed

SMED (Single Minute Exchange in Dies), tekli dakikalarda kalıp değişimi anlamına gelir. Ayar süresinin kısaltılması için iç ayar (makinanın durmasını gerektiren ayar işlemi) ve dış ayar (makinanın durmasını gerektirmeyen, makine çalışırken aynı anda yapılabilecek işlemler) adımları belirlenir. Çalışmalar sırasında; 5S, SMED ile birlikte kullanılır. Sonuçta, iç ayarları dış ayarlar haline getirecek ve hızlı sökme- takmaya elverişli geçmeli ve rotasyonel sistemler kullanılarak ayar (Setup) süresi 10 dakikanın altına düşürülür.

Aşağıdaki şekilde ayar süresi tanımlanmış ve bir sonraki şekilde de SMED uygulanmış bir ayar işlemi örneklenmiştir.



Şekil 10: Setup Tanımı

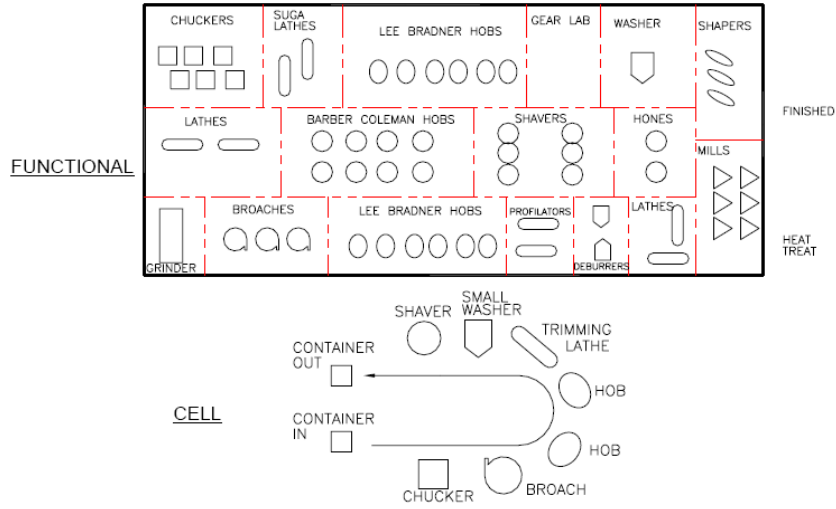


Şekil 11: Bir SMED Uygulama Örneği

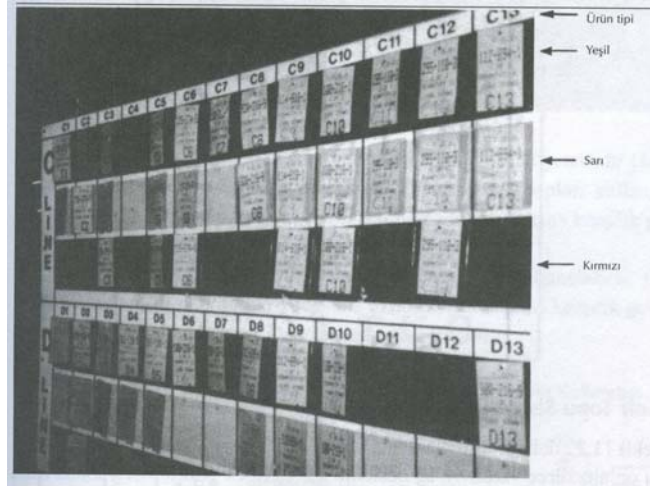
2.3.3 Sürekli Akış ve Kanban

Sürekli akış oluşturulması ile " tek parça akışı sağlanır" ve süreç içi stok sıfırdır. Sürekli akışta; bilgi ve materyal senkronize akar. "Çekme", bir işlemin bir önceki işlemde bir sinyal (kanban) ile işleyeceği ürünü, işleyeceği miktarı ve işleyeceği zamanı bilmesidir. Eğer; miktar, tür, zamanlama bilgilerinden herhangi biri eksikse bu bir " itme" hareketidir.

Aşağıdaki şekilde, proste oluşturulmuş bir sürekli akış tasarımı olan U hattı örneği yer almaktadır. Bir sonraki şekilde, sinyal (kanban) için kullanılan kanban ve bunların yer aldığı " iş yükü seviyeleme" kutusu verilmiştir.



Şekil 12: Sürekli Akış Tasarımı : U Hattı



Şekil 13: Kanban Kutusu

2.3.4 5S

5S, kalıcı düzen ve temizlik sağlamak için herkesin rahatça uygulayabileceği ; sınıflandırma, düzenleme, temizlik, standartlaştırma ve disiplin adımlarının birlikte uygulanmasıdır.

5S ile süreç tasarımında gerekli parçalar, her seferinde , en fazla 30 saniyede ihtiyaç duyulan noktaya transferini sağlar. Bu transferlerin herhangi bir aşamasında, kullanılan alanlar hiçbir zaman yeniden düzenlemeye ihtiyaç duyulmaz. Başlangıçta bir kez yapılan “ kırmızı etiket” uygulaması ile belirlenen kurallar , gündelik alışkanlıklar halinde sürdürülür.

Aşağıdaki fotoğraflarda, 5S uygulaması ile % 100 kalıcı düzen ve temizlik sistemine geçmiş bir depo sahasının , sırasıyla, önceki ve sonraki görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 14: 5S İle Düzenlenmiş Bir Deponun Önceki ve Sonraki Görüntüsü

2.3.5 Andon

Problemlerin kolayca fark edilmesini sağlamak için, problemleri herkesin görebileceği ve müdahale edebileceği hale getirmek gereklidir. “ Andon”, fark edilebilirliği sağlayan ışıklı tabelalardır. Bu tabelaların kullanılması, imalatta iletişimi artırdığı gibi , çalışanlar üzerinde bir tempo etkisi de oluşturur. Ayrıca, çalışanlar üretimlerini hem buldukları yerde hem de sonraki istasyonlarda izleyebilirler.

Aşağıdaki fotoğrafta bir otomobil fabrikasında, montaj hattında kullanılmakta olan bir “ Andon” uygulaması yer almaktadır.



Şekil 15: Bir Otomobil Fabrikasında Kullanılan Bir Andon

2.3.6 Çok Becerili İşgücü

Sürekli akışta önemli olan, makinaların değil; operatörlerin boş kalmamasıdır. Çünkü, operatörlerin çalışma zamanı, makinaların birim çalışma zamanından daha pahalıdır. Sürekli akış tasarımı yapıldığında özellikle pacemaker işleminden önceki işlemlerde, operatörlerin farklı zaman dilimlerinde birbirinden farklı işlemlerde kullanılması kaçınılmazdır. Bunun mümkün olabilmesi operatörlerin çok becerili olmasına bağlıdır. Operatörler; hem operasyonları yürütebilmeli, hem de basit ve sık tekrarlanan bakımlar ile kontrol işlemlerini kendileri yürütebilmelidir.

Aşağıdaki şekilde yer alan pano, çok becerili işgücü konusunda bir planlama ve izlemeyi sağlar. Bu pano işletme sahasında, herkesin görmesi için asılıdır.

CROSS-TRAINING MATRIX

CROSS TRAINING MATRIX – ASSEMBLY TEAM						
OPERATION NO. OPERATOR	1	2	3	4	5	6
A			☐		☐	☐
B		L		☐		
C			☐		L	☐
D	L		☐			☐
E	☐			☐	☐	
F		☐		L		☐
G		☐	☐		☐	

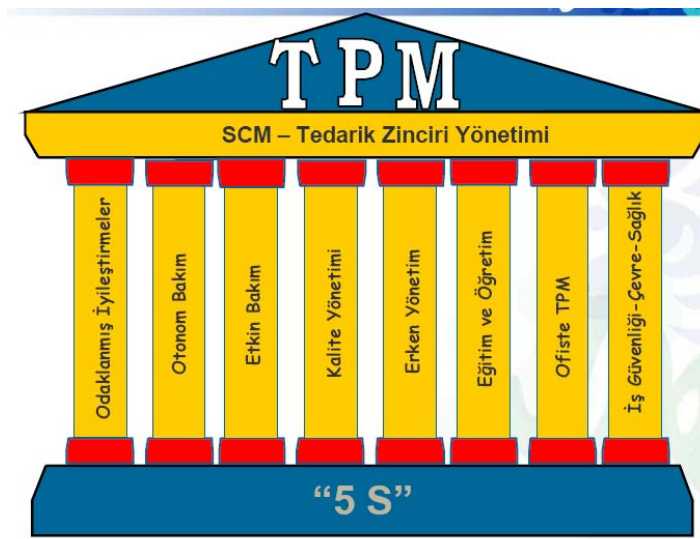
| TRAINING
 L QUALIFIED TO OPERATE
 ☐ QUALIFIED TO OPERATE AND SETUP
 ☐ QUALIFIED TRAINER

Şekil 16: Çok Becerili İşgücü Tablosu

2.3.7 TPM

TPM (Total Productive Maintenance), ürün teslimatlarının, müşteriye söz verildiği gibi gerçekleşmesi için süreçlerdeki çökmeyi sıfırlayacak ve süreçlerde yer alan iş merkezlerinin ve buna bağlı olarak da işlemlerin güvenilirliklerini artırmak için uygulanan bir yalın yöntemdir. Bu yöntem, diğer yalın yöntemlerin bir arada kullanılmasını gerektirir.

Aşağıdaki şekilde, TPM modeli gösterilmiştir.



Şekil 17: TPM Modeli

3.KAYIPLARI ORTADAN KALDIRACAK İYİLEŞTİRME PROJELERİNİN SEÇİMİ ve YÜRÜTÜLMESİ

İyileştirme projeleri belirlendikten sonra, bu iyileştirme projelerini yürütecek liderler seçilir. Proje liderleri, o projede kullanılacak yalın yöntemler hakkında deneyim sahibi olmalıdır.

Kuruluş kaynaklarının en uygun projeler için kullanılması için tüm projelerin kayıp maliyetleri hesaplanarak, iyileştirme projeleri öncelikleri bakımından kendi arasında sıralanmalı. En kritik proje, en fazla tasarruf sağlayan (en fazla kayıp bulunan) olarak belirlenir.

Örneğin Tablo 3 ' de yer alan aşağıdaki projenin kayıp maliyeti (tasarruf miktarı) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır :

Proje 9 : Operatörlerin, enjeksiyon pres kapaklarını çevrim sonunda tam zamanında açmalarını sağlayacak poka yoke (hatasızlaştırma) çalışması yapılmalıdır.

Yıllık Talep = 4.800.000 adet = 200.000 baskı
Her baskıda 3 sn gecikme 200.000 x 3 = 600.000 sn
600.000/80 = 7.500 parça/yıl her bir enjeksiyon pres için (KAYIP)

Aşağıdaki tablo, seçilen iyileştirme projelerinin; belirlenmesinden tamamlanmasına kadar tüm aşamaların basit bir şekilde izlenmesi için kullanılır. Proje lideri ve diğer proje ekibi üyeleri bu tablo ile projedeki ilerlemeyi gözden geçirir. Tamamlanan projelerin sonuçları, proje ekipleri tarafından tüm organizasyon ile paylaşılır. Böylece, motivasyon ve katılımı teşvik edilirken , görsel iletişim ile yararlı eğitimler de gerçekleştirilmiş olur.

No	İyileştirme Projesi	İyileştirme Yöntemi	Proje Lideri	Proje Kaynakları	Hedef Tarih	Mevcut Durum	Sonuç ve Değerlendirme

Tablo 4 : İyileştirme Projeleri İzleme Tablosu

SONUÇ

Yalın tekniklerin uygulanması; kayıpların görülebilmesi ve ortadan kaldırılması için gereklidir. Her kuruluş kendi değer akışını, tedarik zinciri boyunca haritalayarak kayıplarını tespit etmeli ve belirlemiş olduğu kayıpları azaltacak projeleri gerçekleştirmelidir.

Müşterilerin tanımladığı değer kavramını sağlayacak tam yalın bir sistem kurulmuş olsa bile, müşteriler tarafından değer kavramının yeniden tanımlanması, tüm tedarik zincirinin kayıplar açısından yeniden analizi ve muhtemelen de yeni iyileştirme projelerinin yapılmasını gerekli kılacaktır. Bu bakımdan, " Yalın Teknikler " sürekli iyileştirmenin güçlü araçlarıdır. Bu araçların etkin kullanımı, rekabet ortamında, kuruluşlar için stratejik bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

- [1] ROTHER M., JOHN SHOOK " Görmeyi Öğrenmek", The Lean Enterprise Institute, Versiyon 1.2 Haziran 1999
- [2] JONES D., WOMACK J. " Bütünü Görmek", The Lean Enterprise Institute, Şubat 2000
- [3] HARRIS R., ROTHER M. " Sürekli Akış Yaratmak", Çeviren: Ülkü KULAÇ, The Lean Enterprise Institute, Versiyon 1.0, Haziran 2001
- [4] OKUR A.S., " Yalın Üretim ", Söz Yayın, Yönetim Dizisi 1, Eylül 1997

- [5] OHNO T, “ Toyota Ruhü ”, Scala Yayıncılık, Çeviren: C. FEYYAT, 2. Baskı, Mart 1998
[6] SUZAKI K., “ İmalatta Mükemmellik Yolu ”, IVECO, Çeviren: S. ÖZKAL, 2005
[7] WOMACK J., JONES D. “ Yalın Düşünce ”, Çeviren: N. ACAR, Sistem Yayıncılık, Şirket Kültürü Dizisi, Haziran 1998

ÖZGEÇMİŞ

İskender ERBİL

1971 yılı Niğde doğumludur. 1993 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1993 – 2001 yılları arasında özel sektörde görev yapmıştır. 2001 yılından bu yana ; eğitim, danışmanlık, denetim ve bilgi sistemleri konusunda , yönetim danışmanı olarak çalışmalarını sürdürmektedir.