

BİR ATÖLYEDE ORANLARLA İŞGÜCÜ VERİMLİLİK (WPMR) MODELİNİN TASARIMI VE UYGULAMASI

Doç.Dr. Emin KAHYA¹

Kadri KARABÖCEK²

ÖZET

Bu çalışmada, orta ölçekli bir işletmenin Mekanik İşler Atölyesi'nde, işçi ve yönetimin verimliliğe etkisini ortaya koyan Oranlarla İşgücü Verimliliği (WPMR) Modelinin tasarımı ve uygulaması ele alınmıştır. Atölyede, işçinin, nezaretçinin (ustabaşı) ve yönetimin (şef vb) sorumluluğundaki verimsizliğe neden olan etkenler belirlenerek, bu yapıya uygun ve işçinin etkenleri kayıt edebileceği basitlikte günlük gözlem kayıt formu tasarlanmıştır. Günlük faaliyetleri kayıt eden ve verilerden hareketle haftalık ve aylık verimlilik oranlarını hesaplayan ve analiz eden bir Excel VBA arayüzü tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem, atölyenin pres ve punto hattı için bir ay süreyle uygulanarak haftalık ve aylık verimlilik oranları belirlenmiş, verimsizliğe neden olan etkenler ve etkileri yorumlanarak yeni dönem için dikkat çekici öneriler sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Bilgi çağı olarak anılan günümüzde; dünyada yaşanan büyük ekonomik gelişmelere paralel, ekonomik büyümenin ve kalkınmanın temel kaynağı; gerek ulusal gerekse işletme bazında eldeki kaynakların tam, doğru ve en etkin şekilde kullanılmasına bağlıdır görüşü yaygınlık kazanmıştır. Kıt kaynakla en fazla çıktıyı almayı hedefleyen işletmeler, küreselleşen dünyada pazarı kaybetmemek, rekabette geri kalmamak ve kârlılıklarını arttırmak için kaynaklarını ne derece etken kullandıklarını gösteren "verimlilik" üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmaktadırlar.

Verimlilik artışının asıl sağlandığı yer işletmelerdir. Ulusal ekonominin çekirdeğini oluşturan işletmelerin verimsiz çalışmaları halinde ulusal ekonomide verimlilikten söz edilemez (Baş ve Artar,1991). Verimlilik artışı ile birlikte milli gelir yada gayri safi milli hasıla girdi faktörlerinin daha hızlı arttığı söylenebilir. Verimliliğin böylece sosyal ilerleme, hayat standardı artışı, ekonomik kalkınmanın temel kaynağı olduğu kabul görür.

Şüphesiz verimliliği etkileyen teknolojiden finansmana, insan gücünden pazarlamaya kadar pek çok esas faktör bulunmasına rağmen Türk Sanayi açısından bugünün temel verimlilik unsuru emek verimliliğidir. İşletmenin faaliyet amaçları doğrultusunda verileri derleyip zamanında bilgi haline dönüştürmesi, bu bilgileri zayıf ve kuvvetli yanlarını görmede eleştirisel araç olarak kullanmasında verimlilik ölçümü ve analizi, işletme yönetiminin kaçınılmaz aracıdır.

Bu çalışmada, orta ölçekli bir işletmenin Mekanik İşler Atölyesi'nde verimlilik denetim sistemi tasarım çalışması ele alınmıştır. İlk adım olarak işletmede yapılan çalışmalar, üretilen ürünler ve üretim süreçleri incelenmiş, sistemin tasarımı için gerekli bilgiler elde edilmiştir. Ustabaşlarının deneyimlerinden, geçmiş verilerden ve işçilerin önerilerinden yararlanılarak, günlük üretim ve kayıp sürelerinin elde edilmesini sağlayan "Günlük Kayıt Formu" tasarlanmıştır. Belirlenen kısımlar (pres ve puntolar) ve 10 işçi için pilot uygulamaya konulan günlük kayıt formlarından hareketle Japon bilim adamı ve yönetici Kazukiyo Kursawa yaklaşımı olarak bilinen WPMR verimlilik modeli kullanılarak işgücü verimlilik oranları hesaplanmıştır. Elde edilen verimlilik oranlarının yönetimce denetiminin yapılacağı, işçinin, ustabaşının ve yöneticinin işgücü kullanım sorumluluğunu ortaya koyan haftalık verimlilik analizlerini gösteren rapor tasarlanmıştır. WPMR modelinde öngörülen formüllerin kullanılmasıyla da aylık verimlilik oranları hesaplanmıştır. Aylık raporların hazırlanmasındaki temel amaç, işletmenin verimlilik düzeyinin incelenmesi, ihtiyaç görülen noktalarda verimlilik artırma önerileri getirilerek iyileştirmelerin yapılabilmesidir. Çalışmada veri girişinin ve kaydının kolayca yapılabilmesi için günlük kayıt formlarından elde edilen verileri işleyebilecek Excel VBA kullanılmıştır.

¹ Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Bademlik Kampusü Endüstri Müh. Bölümü ESKİŞEHİR,
Tel : 0.222.230 50 75 / 276, e-posta:ekahya@ogu.edu.tr

² Kalite Yönetimi Proses Mühendisi, TEMPA PANO Ltd.Şti., Gebze- KOCAELİ,
Tel: 0.262.642 63 40 / 188, e-posta:bocekkadri@yahoo.com

2. VERİMLİLİK KAVRAMI

2.1. Tanım

Verimlilik, temelde aynı ilkelere bağlı ama kapsam olarak farklı 2 ayrı biçimde tanımlanır.

Geniş kapsamlı tanıma göre, “**Doğru olan işleri, doğru biçimde ve ekonomik bir çalışma ile gerçekleştirmeyi hedefleyen akılcı bir yaşam biçimidir.**” Bu görüş, Japon Verimlilik Merkezi tarafından dünyaya benimsetilmeye çalışılan, verimlilik kavramına felsefi bir yaklaşımdır.

- Verimlilik, gelişmeci bir düşünce ya da var olan her şeyde, özellikle insanda sürekli gelişimi hedefleyen bir düşüncedir.
- ‘**Bugün dünden iyi, yarın bugünden daha iyi olmalıdır**’ savunan bir inançtır.
- Ekonomik ve sosyal yaşamın sürekli değişen koşullara uyumlandırılmasıdır.
- Yeni teknik ve yöntemleri uygulama çabasıdır.
- İnsanın gelişmesini savunmaktır.

Verimliliğin böylesine çok geniş boyutlarda düşünülmesi tanımlama ve ölçme sorunlarını da birlikte getirdiği için konuya işletme düzeyinde yaklaşan çoğu uygulamacı ve araştırmacı, bir kavram düzeltmesine gitmeyi uygun görmüş ve bu kadar geniş kapsamlı verimlilik kavramı yerine “işletme-örgüt performansı” kavramını kullanmaya başlamışlardır. Verimliliğin ikinci tanımı, gündeme geldiği ilk günden beri değişmeyen klasik tanımıdır : “**Verimlilik, mümkün olan en düşük kaynak harcaması ile en yüksek sonuca ulaşmaktır.**”

Eğer herhangi bir üretim birimi, o birimde kullanılan malzeme, enerji, makine, işgücü ve yönetim kaynaklarının bileşiminden daha önceki dönemlere göre daha fazla ve daha iyi ürün elde etmiş ise verimliliği artmıştır. Bu tanıma göre, “**Verimlilik, mevcut üretim sürecinde uygulanan yöntemlerde, girdi miktarlarında, üretim kapasitesinde, çıktı karmasında oluşan tüm değişmelerin ÇIKTI/GİRDİ ilişkileri düzeyinde göstergesidir.**” Verimlilik ölçümlerinde bu değişimlerin matematiksel açıklaması;

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Girdi}}{\text{Çıktı}}$$

ile yapılmaktadır. Verimlilik bir üretim ya da hizmet sürecinin belli bir dönem sonunda üretilmiş olan ürün ve hizmetlerle (çıktı), bu üretimi gerçekleştirmek amacıyla kullanılan üretim kaynaklarının (girdi) birbirine oranlamasıyla elde edilen bir katsayıdır.

Verimlilik boyutunun önemi, verimlilik artışlarının yöneticiler, çalışanlar ve hatta ulusal çıkarlar açısından taşıdığı anlamda çok daha belirginleşmektedir. Verimlilik artışları, işletme düzeyinde daha iyi kalitede, daha düşük maliyetle daha çok üretim ve daha çok gelir ve kâr demektir. Verimli bir yöntemle ve çalışma ile sağlanacak bu yararların yönetim ve çalışanlar tarafından paylaşılması doğaldır. Yöneticiler ve çalışanlar verimlilik artışlarından kaynaklanan maliyet azalmalarının karşılığını, kâr ve ücret artışları olarak dengeli bir biçimde paylaştıklarında ve paydan sabit ya da daha düşük fiyatlarla müşteriler de yararlandıklarında verimliliğin sonuçları tüm ülke düzeyinde hissedilmektedir. Sonuç, halkın yaşam düzeyinde gelişme, azalan enflasyon ve azalan işsizlik olarak gözlenmektedir.

2.2. Verimlilik Göstergeleri

Verimlilik göstergelerine ilişkin hesaplamalar temelde “Verimlilik=Çıktı/Girdi” eşitliğine dayanır. Bu eşitliği kullanarak, etkinliklerden başlayıp, çalışma grupları, bölümler, tüm işletme gibi çeşitli sistem düzeyleri için verimlilik göstergelerini hesaplamak mümkündür. Burada önemli olan nokta analizi yapılacak birimin sınırlarını tespit edip, girdi ve çıktıların kesin olarak belirlenmesini sağlayacak bilgi sisteminin mevcut olmasıdır.

Verimlilik göstergeleri, firmalarda girdi kullanımının ve üretim sürecinin teknik ve ekonomik performanslarının ölçümünde kullanılır. Genel olarak neyin, ne kadarla üretildiğini parasal ve fiziksel olarak belirleyen oranlardır (Akal,2000).

Verimlilik oranlarının klasik sınıflandırması, kullanılan yöntemle göre yapılır;

i. Statik Verimlilik Oranı : Bu oranlar belli bir dönem için anlık görünüm veren kesit oranlarıdır.

$$\text{SVO} = \frac{\text{Belli Bir Dönem Çıktısı}}{\text{Belli Bir Dönem Girdisi}}, \text{SVO} = \frac{\text{Çıktı (Eylül 2004)}}{\text{Girdi (Eylül 2004)}}$$

ii. Dinamik Verimlilik Oranları (İndeksler): Bu oranlar verimliliği dönemsel olarak ilişkilendiren, bir baz döneme ya da birbirini izleyen dönemlere göre verimlilikteki değişimleri gösteren oranlardır.

$$\text{DVO} = \frac{\text{Belli Bir Dönem İçin (Çıktı/Girdi)}}{\text{Baz (Önceki) Dönem İçin (Çıktı/Girdi)}}, \text{DVO} = \frac{\text{SVO (Eylül 2004)}}{\text{SVO (Ağustos 2004)}}$$

Bir üretim yada hizmet sürecinde girdilerin ve ürünlerin çeşitliliğinin çok rastlanan bir durum olması, verimlilik ölçümlerinde, çıktı-girdi bileşimlerinin çeşitliliğine dayalı göstergelerin geliştirilmesini gerektirmiştir. Buna göre verimlilik göstergeleri üç grupta toplanmaktadır;

a. Toplam Verimlilik Oranı: Toplam Verimlilik, belirli bir dönemde elde edilen toplam üretimin (çıktının) bu üretim için kullanılan toplam girdiye oranıdır. Toplam verimlilik oranları örgütün etkinliğinin en iyi göstergelerinden biridir. Toplam Girdi, işgücü, malzeme, sermaye, enerji vb. girdilerin toplamıdır.

$$TV = \frac{\text{Toplam Üretim}}{\text{Toplam Girdi}}$$

b. Çok Faktörlü Verimlilik Oranı: Toplam çıktı ya da çıktının bir bölümü ile girdilerin bir türü ya da birkaç çeşit girdi türü arasındaki ilişkileri ölçen orandır.

$$\text{ÇFV} = \frac{\text{Çıktı}}{(\text{İşgücü} + \text{Malzeme} + \text{Enerji})}$$

c. Kısmi Verimlilik Oranı : Toplam çıktının ya da bir bölüm çıktının, ayrı ayrı her bir girdi türüne oranlanması ile elde edilir. Bu oranlar, bir girdi cinsinin birim miktarına düşen üretim miktarını gösterir.

➤ **İşgücü Verimlilik Oranı, İVO** = $\frac{\text{Üretim Miktarı}}{\text{Adam - saat}}$

➤ **Malzeme Verimlilik Oranı, MVO** = $\frac{\text{Çıktı (ton)}}{\text{Toplam Malzeme (ton)}}$

➤ **Sermaye (Makina) Verimlilik Oranı, TVO** = $\frac{\text{Üretimin Fiziksel / Parasal Değeri}}{\text{Kullanılan Makina Saatleri}}$

➤ **Enerji Verimlilik Oranı, EVO** = $\frac{\text{Üretimin Fiziksel / Parasal Değeri}}{\text{Kilowat Saat}}$

Kısmi verimlilik oranlarından hareketle, toplam verimlilik oranı belirlenebilir. Bunun için, her bir kısmi verimlilik oranının toplam verimlilik içindeki ağırlığının tesbit edilmesi gerekir.

2.3. İşgücü Girdisinin Ölçülmesi

Üretimde kullanılan işgücü faktörünün fiziksel ölçümü iki biçimde olabilir; Birincisi, işgücü girdisinin çalışanların sayısı veya işçi sayısı cinsinden ifade eden ölçüttür. İkincisi ise üretimde kullanılan işgücü girdisini süre cinsinden ifade eden "işgücü sayısı" veya "işgücü –saat (işgücü-saat) ölçütüdür. Birinci ölçüte göre fiziksel verimlilik, çalışan bir işçiye düşen fiziki üretim miktarı (parça sayısı, m, m², kg, ton, vb.); ikincisi ise çalışılan saat başına düşen üretim miktarı cinsinden ifade edilir.

Birinci ölçüt, çalışan sayısı ölçütü, uygulamada en çok kullanılan işgücü girdisi ölçütüdür (İncir,1976). Bunun başlıca iki nedeni vardır. Birincisi; işçi sayısına ilişkin istatistiksel bilgilerin, çalışılan saatlere ilişkin bilgilere göre daha kolay elde edilebilirliğidir. İkincisi ise bu yolla iş gücü faktörünün ölçümünün oldukça kolay ve basit olmasıdır. Dikkat edilmesi gereken özellik, işgörenlerin niteliklerinden (yaş, cinsiyet, deneyim) dolayı farklılık gösterebileceğidir.

En uygun hesaplama yöntemi çalışma saatlerine dayanan ikinci ölçüttür. Çünkü bu yöntemde işgörenlerin dinlenme, tatil, işi geciktirme ve grev gibi üretim dışı faaliyetleri ihmal edilirken sadece fiilen üretimde geçen (çalışılan) süre göz önüne alınmaktadır.

İşgücünün parasal ölçümünde işçilere yapılan tüm ödemeler dikkate alınır. Bu ödemelerin büyük bir bölümü birim sürede çalışanlara ödenen ücret, prim, ikramiye ve çeşitli sosyal ödemelerdir.

Üretilen ürünlerin çeşitliliği ve aralarındaki kalite farkları arttıkça bir noktadan sonra fiziksel ölçüm olanaksız olacağından parasal ölçümün tek alternatif olacağı kuşkusuzdur. Çok sayıda ve birbirinden farklı ürün çeşitlerinden oluştuğunda önce alt üretim bölümlerin, ürünlerin gruplandırılması ve işin işlemlere ayrılması gerekir. Daha sonra ürünler arasında dönüşüm katsayıları geliştirilerek tüm ürünler tek bir ürün cinsinden ifade edilmeye çalışılır.

3. VERİMLİLİK ÖLÇÜM MODELLERİ

3.1. Genel Bakış

Verimlilik denetimine (ölçme ve değerlendirme) ilişkin literatürde oldukça bol sayıda model ortaya çıkmıştır. Bunlardan bir kısmı özgün modeller, bir kısmı ise bu modellerin bazı yanlarına getirilen eleştiriler doğrultusunda gözden geçirilmiş çeşitlemeleridir.

Verimlilik denetim modellerini sınıflandırmak oldukça güç bir iştir. Güçlüğü'nün nedenleri;

- Bazı yazarların İngiliz diğer bazılarının da Fransız literatüründeki modelleri taramaları,
- İşletmecilerin, mühendislerin ve ekonomistlerin, farklı bakış açılarıyla farklı disiplinlere ilişkin sürekli ve süresiz yayınlarda yayımlamaları,

- iii. Modellerin bazılarının özgün modeller bazılarının da çeşitlemeler olması,
 - iv. Amerikan, İngiliz, Fransız ve Japonya ağırlıklı APO (Asya Verimlilik Örgütü) ülkeleri yaklaşımlarının birbirinden farklı olması,
 - v. Bazı modellerin pratikte sınanıp gelişme ve yaygınlaşmasının fazla olmaması,
- olabilir. Birkaç önemli sınıflandırma üzerinde durmakla yetinilecektir.

Norman ve Bahiri, verimlilik denetim modellerini;

- i. Muhasebeci yaklaşımı
- ii. Ekonomist yaklaşımı
- iii. Mühendis yaklaşımı

olarak 3 kategoride ele almışlardır. Bunların hepsini kapsayan “Birleştirilmiş Verimlilik Modeli (Integrated Productivity Model)” isimli bir model geliştirmişlerdir. Daha sonra Lawlor bu modeli ele alarak kendi modelini sunmuştur.

Sardana ve Vrat, verimlilik denetim modellerini oldukça bilimsel bir üslupla sınıflandırmıştır.

Sınıf	Modeller
Üretim fonksiyonu ve üretim bazlı modeller	Erik, Tsujimura, Kendrick ve Creamer, Faraday, Ramsay, Craig ve Harris, Greenberg, Mundel, Virginia Politeknik Ens. Taylor ve Davis
Verimlilik ölçüsü olarak finansal modeller	Likidite, Kârlılık, Mali yapı oranları Faaliyet,
Ürün odaklı modeller	Smith, Sumanth, Roll ve Sachish
Asli olmayan (surrogate) modeller	Byrd, Stewart, Aggarwal
Ekonomik fayda modelleri	Kurosawa, APC Eilon, Gold ve Soesan Mali, Norveç Verimlilik Merkezi
Dizge (sistem) yaklaşımına dayalı modeller	Mason, Sardana ve Vrat'ın POP modelleri

Sink , Sandra ve Devis, araştırmalarının sonunda verimlilik ölçümüne ilişkin 4 temel yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir.

- i. Çok Faktörlü Verimlilik Ölçümü Modeli (Multi-Factor Productivity Measurement-MFPMM)
Toplam Verimlilik Ölçüm Modeli (Total Productivity Measurement)
Ürün Bazında Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü (Total Factor Productivity Measurement)
gibi çeşitlemeleri de mevcuttur.
Loggerenberg, Amerikan Verimlilik Merkezi (APC) modelleri
- ii. Kurallara Dayalı Verimlilik Ölçüm Yöntemi (Normative Productivity Measurement - NPMM)
Ohio Eyalet Üniv. Endüstri ve Sistem Müh. Bölümü Verimlilik Araştırma Grubu'nca geliştirilmiştir.
- iii. Çok Ölçütlü Performans/Verimlilik Ölçüm Tekniği (Multi-Criteria Performance Productivity Measurement Technique – MCP/PMT)
Hedefler Matrisi (Objectives Matrix) yöntemi de denilmektedir.
Oregon Verimlilik Merkezi ve Oklahoma Verimlilik Merkezi'nce geliştirilmiştir.
Stewart modeli, Riggs ve Felix'in Hedefler Matrisi modeli vb.
- iv. Tali Verimlilik Ölçüm Teknikleri
Doğrudan verimlilik ölçümüyle ilgili olmayan ama verimlilikle yüksek ilişkisi olan ölçüm teknikleridir.
. Olson'ın endirekt işçilik alanlarında verimlilik ölçme, planlama, geliştirme çabalarını içeren Ortak Kurmaylık Çalışması (Common Staffing Study)
. Price-Waterhouse'nin proje ömrü boyunca Fayda/Maliyet Oranının İzlenmesi tekniği
. Verimlilik denetimleri ve kontrol çizelgeleri; Mali'nin Hughes Hava Taşıtları Şirketi, Robbins-Mysers, Bain modelleri
. Mali'nin Hedeflere Göre Verimlilik Yönetim tekniği

Prokopenko, verimlilik denetim modellerini;

- i. Kurosawa modeli
- ii. Lawlor modeli
- iii. Hızlı Verimlilik Değerlendirme modeli

olarak sınıflandırmıştır.

3.2. Yaygın Uygulanan Modeller

En çok bilinen ve uygulamada sıkça karşılaşılan, Kurosawa, Sumanth, Ramsay, Katma Değer ve Norveç POSPAC modellerin temel özellikleri kısaca açıklanacaktır.

Kurosawa Modelleri : Kurosawa 3 model üzerinde durmuştur.

WPMR (Oranlara İşgücü Verimliliği) Modeli : WPMR Sisteminin genel amacı her bir çalışan, ilk kademe yöneticisi ve üst yönetimin işgücü kaynağı kullanım sorumluluğunu ortaya koymaktır. Sistem, zaman ve insan kaynağının önemli olduğu anlayışı ve bilinci üzerine kurulmuştur. Zaman bilinci yalnızca işgücü verimliliğinin değil, hammadde ve sermaye verimliliğini artırmanın da en temel ögesidir. Bu nedenle WPMR Sistemi, genel olarak bir verimlilik kampanyası için ve özellikle de işgücü yoğun endüstriler için tercih edilen model olmalıdır.

HW LAP (Değişken Yapılı Hiyerarşik Ağırlıklı Ortalama İşgücü Verimliliği İndeks Sayı Sistemi) Modeli : Kurosawa, işgücü kaynağı kullanım durumunu gösteren, birbiriyle ilişkili bir verimlilik indeksleri ağı geliştirmiştir. Amacı çeşitli faktörlerin kişi-yıl verimliliğinde gözlenen değişikliklere etkisini incelemektir. Sistem;

- Çalışılmayan günler ve çalışma günleri,
- Çalışılmamış günler ve çalışılmış günler,
- Çalışılan ve Kullanılmayan işgücü saatleri,
- Kayıp ve etkili süre

kategorilerinden oluşan olası çalışma saatlerini yapısını yansıtmak için tasarlanmıştır.

AIPR (Toplam Verimlilik Ve Karlılığın Ölçümü ve Analizi) Modeli : Sistem; toplam maliyet verimliliğini kârlılık ile ilişkilendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistemde, verimlilik, cari fiyatlarla ölçülen gelir ve giderler arasındaki ilişkiyi gösterir. Sadece görece değerler (çıktı/girdi oranları) değil, aynı zamanda gelir gider mutlak farkları da kullanılır. Bu sistem, hem makro hem de mikro düzeyde uygulanarak, firmanın performansı, o firmanın içinde bulunduğu endüstrinin ortalama yapısı ve eğilimleriyle karşılaştırılarak değerlendirilebilir.

Sumanth Modeli : Sumanth, çalışmasında bir verimlilik çemberinde yer alan ölçme, değerlendirme, planlama ve geliştirme aşamalarından sadece ölçme aşamasına yönelmiş, her bir ürün türü için toplam verimlilik indeksleri sağlayan ürün odaklı bir model sunmuştur. Toplam verimlilik, toplam maddi çıktının (değer), tüm maddi girdilere (maliyet) oranıdır. Çıktı unsurları, mamül, yarımamül; girdiler ise işgücü, malzeme, sermaye, enerji ve diğer giderlerdir.

Ramsay Modeli : Tam kapsamlı verimlilik ölçümü,

$$TKVÖ = \frac{\text{Toplam Maliyet} + \text{Kar} + \text{Hammadde ve Malzeme Maliyeti}}{\text{Toplam Maliyet} - \text{Hammadde ve Malzeme Maliyeti}}$$

şeklinde tanımlanmış ve hammadde ve malzemenin, mal ve hizmete (ürüne) dönüştürmede ne derece etken olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Katma Değer Verimliliği Modeli : Katma değer, bir işletmede satışlardan elde edilen gelire, o işletmenin dışarıdan satın aldığı hammadde, malzeme, mal ve hizmetlere ödediği miktar arasındaki farktır (Akal, 2000). Çıkartım yöntemine göre, katma değer,

Katma Değer = Toplam Satışlar – Satın Alınan Hammadde, Mal ve Hizmetler İfadesi ile belirlenip,

Çalışan Başına Katma Değer = Katma Değer / Çalışan Sayısı ile hesaplanır.

Norveç POSPAC Modeli : Model, toplam verimlilik ölçümünü esas almakta ve üretim, organizasyon, satış, ürün, işgücü ve sermaye verimliliğini içermektedir.

4. ORANLARLA İŞGÜCÜ VERİMLİLİK MODELİ

4.1. Temel Özellikleri

Verimlilik yönetimi işletme yönetiminin en temel faaliyetidir. Dolayısıyla, verimlilik yönetimi ilgili diğer koordine ve kontrol faaliyetlerinin merkezidir. WPMR sistemi, işgücü kaynağı kullanımını açısından verimlilik yönetiminin tipik bir çerçevesidir. Yani, işgücü verimliliği yönetimi, *ürün başına minimum maliyeti amaçlayan toplam verimlilik kontrolüne dayanmaktadır*.

WPMR Sisteminin genel amacı her bir çalışan , ilk kademe yöneticisi (ustabaşı) ve üst yönetimin işgücü kaynağı kullanım sorumluluğunu ortaya koymaktır. Sistem, zaman ve insan kaynağının önemli olduğu anlayışı ve bilinci üzerine kurulmuştur. Zaman bilinci yalnızca işgücü verimliliğinin değil, hammadde ve sermaye verimliliğini artırmanın da en temel ögesidir. Bu nedenle

WPMR Sistemi, genel olarak bir verimlilik kampanyası için ve özellikle de işgücü yoğun endüstriler için tercih edilen model olmalıdır.

WPMR sisteminde çalışma ve verim kontrolleri günlük olarak yapılır, değerlendirme ve önlemler ise haftalık toplantılarda yapılan incelemeler sonucunda alınır. Ayrıca üst düzey yöneticilere gelişmeler hakkında bilgi vermek amacıyla da aylık analizler hazırlanır, toplantılar düzenlenir. Sistemin işleyip, değerlendirmelerin yapılmasındaki en önemli süreç, tutulan raporlar ve bu raporlardaki bilgilerin işletme standartlarıyla karşılaştırılmasıdır.

WPMR Sistemi her işçiye veya işçi gurubuna şu bilgileri sağlayarak becerilerini geliştirmelerine, morallerini artırmalarına yardımcı olur:

- ✓ Standart çıktı, standart yöntem ve standart süre açık olarak belirtildiğinde yapılacak işin anlamını daha iyi kavrarlar.
- ✓ Var olan verim düzeyleri gösterildiğinde, her bir işçi veya iş gurubu hedeflerini ayarlayabilir.

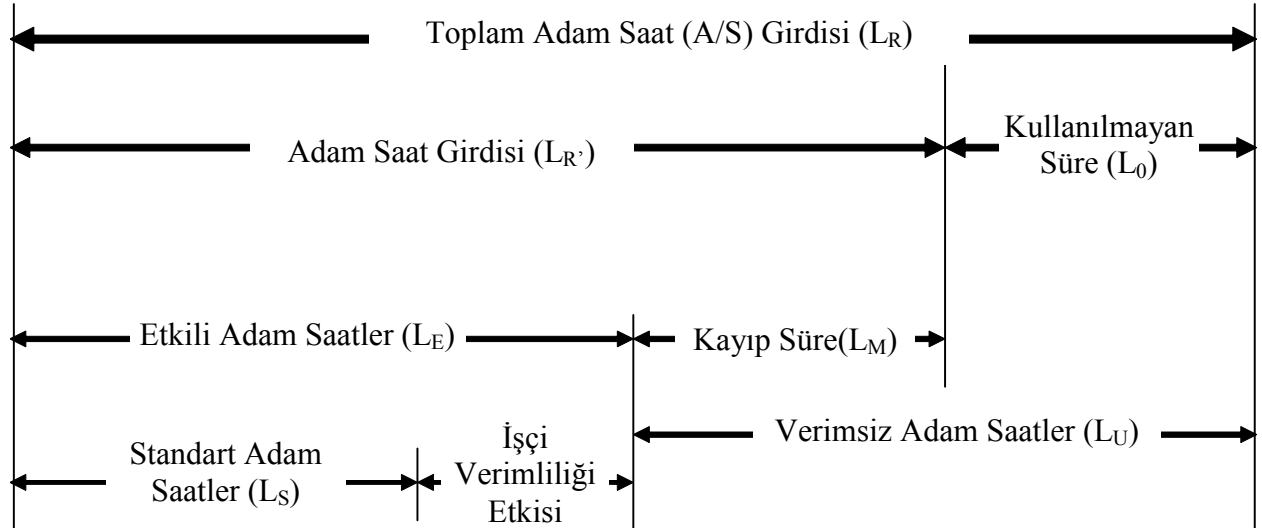
WPMR Sistemi denetim hiyerarşisinin her kademesindeki denetçi ve yöneticilere şu bilgileri sağlar:

- ✓ Verimlilik veya verim düzeyi ve işgücü kaynağı kullanımı ile ilgili durum objektif olarak gösterildiğinde, her kademedeki denetçiler kendi astlarının verimliliklerini yönlendirmek ve işgücü kaynağı kullanımında gerekli ve yeterli önlemleri almak için kendi sorumluluklarını kullanabilmektedirler.
- ✓ Haftada ve ayda bir yapılan değerlendirme toplantıları ile sorunlu noktalar tartışılmakta ve böylece bir sonraki hafta ve ayın hedefine ulaşmak için gerekli önlemler için karar alınabilmektedir.

WPMR Sistemi, bu yönüyle, zaman ve işgücü kaynağının kullanım bilincini ve sorumluluk duygusunu geliştirir. Ayrıca nezaretçilerle şefleri arasındaki olayın çeşitli yönlerini ortaya koyan tartışmalar, tüm işçilerde işe karşı olumlu bir tutum oluşturur. Hesaplanan verimlilik oranları işletme dağılımındaki farklılıkların bulunup, gerekli önlemlerin alınmasında en önemli etken olur. Ayrıca bu oranlarla standart sürenin ne kadar uygun (doğru) olup olmadığı da kontrol edilmiş olur.

4.2. Verimlilik Bileşenleri

Modelin anlaşılabilmesi için, adam saat (A/S) yapısı açık bir şekilde tanımlanmalıdır. Böylece her çalışanın (yönetici, ustabaşı, işçi) sorumluluğu belirlenebilir ve buna bağlı olarak etkili önlemler alınabilir. Adam saat yapısı Şekil-1'de verilmiştir.



Şekil-1. İşgücü Adam-Saat Girdisinin Yapısı

L_R : Q çıktısını üretmek için kullanılan fiili işgücü-saati yani toplam işçilik saati

$L_R = \text{Bordrodaki İşçi Sayısı} * \text{Görevli Saatler}$

L_0 : Kullanılmayan ve yönetime yüklenen işgücü saati.

İşçilik saati hesabında hariç tutulan durma, yemek, temizlik, bakım, taşıma vb sürelerdir.

L_R' : İşçilik saatleri. Çoğunlukla nezaretçiler ve işçiler tarafından kullanılacak işgücü saatidir.

$$L_R = L_R' + L_O$$

L_M : Nezaretçiler veya yöneticiden kaynaklanan kayıp zamanlar.

Arıza ve onarım, malzeme veya parçaların eksik veya kusurlu olması, işçiye başka bir görev verilmesi gibi nedenlerden kaynaklanan kayıp sürelerdir.

$$L_R' = L_R - L_O \quad \text{yada} \quad L_R' = L_E + L_M$$

L_u : Verimsiz saatler,

$$L_u = L_O + L_M$$

L_E : Etkili işçilik saatleri.

İşçilere yüklenen işgücü süresidir, işçiler tarafından verimli olarak kullanılması beklenir. Eğer etkili saatlerin içerisinde hata sorunlarını kontrol etmek gerekiyorsa, bunlar için harcanan süreler yeniden işleme çalışmalarına aktarılabilir.

$$L_E = L_R' - L_M$$

L_S : Standart adam saat , Üretilen Miktar * Standart Süre

İşgücü-saat ile kullanılabilir işgücü kaynağı karıştırılmamalıdır. Toplam işgücü kaynağı potansiyel olarak kullanılabilir işgücü süresidir ve işçilerin belirlenmiş çalışma saatleri ve işçi başına belirlenmiş çalışma günlerinin bütünü olarak tanımlanır. Grevler, lokavtlar veya devamsızlıklar nedeniyle işgücü-saat kayıpları toplam işgücünden çıkarılarak kullanılabilir işgücü süresi bulunur.

İşgücü-saat yapısına dayandırılarak, içine işçinin verimliliğinin önemli rol oynadığı işgücü verimliliği ile diğer ilgili faktörle arasındaki ilişki için genel bir denklem düzenlenebilir.

Genel sistem için kullanılan formül;

- Çıktının adam saate oranı,
 $\tau_R = Q/L_R$
- Standart Verimlilik,
 $\tau_S = Q/L_S$
- İşgücü etkenliği,
 $E_W = L_S / L_E$
İşgücü etkenliği, işgücünün verimliliğe katkısını gösterir ve verimlilik yönetiminin odağıdır.
- Etkili işçilik saatlerin toplam işçilik saatlerine oranı,
 $\tau_e^{(1)} = L_E / L_R'$
Ön hattaki deneticinin (formen, ustabaşı vb) sorumluluğundadır.
- İşçilik saatleri girdisinin toplam toplam işçilik saatlerine oranı,
 $\tau_e^{(2)} = L_R' / L_R$
Yönetimin sorumluluğundadır.

denklemleri kullanılır.

Genel sistem için, tüm çıktı işgücü saat oranı,

$$\tau_R = \tau_S * E_W * \tau_e^{(1)} * \tau_e^{(2)}$$

$$\frac{Q/L_R}{(1)} = \frac{Q/L_S}{(2)} * \frac{L_S/L_E}{(3)} * \frac{L_E/L_R'}{(4)} * \frac{L_R'/L_R}{(5)}$$

$$\tau_R''' = L_S/L_R$$

$\tau_R'' = L_S/L_R'$ $\tau_e^{(0)} = L_E/L_R$

elde edilir.

Bu bağlamda, ön hat denetçisi yalnızca $\tau_e^{(1)}$ ' den değil aynı zamanda E_W' den de sorumludur. Çünkü ön hat deneticisi arıza onarım vb. durmalarda astlarına rehberlik eder, verim artışından dolayı ortaya çıkan işgücü fazlalığını diğer hatlara dağıtır veya bazı üretim sorunlarını incelemeleri için onları örgütler ve eğitir.

Sosyolojik olarak bir anlamda ön hat deneticisi, işçilerin işverenidir. Aynı zamanda endüstriyel ilişkilerin gelişmesinde ve işçilerin morallerinin artırılmasında belirleyici rol oynar.

Bu denklemlerden hareketle,

➤ Süreç Verimi,

$$\tau_R'' = L_S/L_R' = L_S/L_R * L_E/L_R'$$

➤ Etkili adam saatlerin toplam adam saat girdisine oranı,

$$\tau_e^{(0)} = \tau_e^{(0)} * \tau_e^{(1)} = L_E/L_R' * L_R'/L_R = L_S/L_R$$

➤ Tüm Süreç Verimi, WPMR sistemi tarafından geliştirilecek olan tüm süreç verimidir,

$$\tau_R''' = L_S/L_R$$

şeklinde elde edilir.

5. BİR ATÖLYE İÇİN MODELİN TASARIMI

5.1. Atölyenin İncelenmesi

Bu çalışmada, ICF A.Ş.'de Makas, Pres ve Punto kısımlarından (hatlarından) oluşan Mekanik İşler Atölyesi'nde WPMR verimlilik modeli kullanılarak verimlilik değerlendirme sistemi tasarlanmaya çalışılmıştır. Bir işletmede verimliliği geliştirmenin en önemli ve ilk adımı; bir verimlilik ölçüm ve analiz sisteminin kurulmasıdır. Böyle bir sisteminin kurulması sürecinde göz önünde bulundurulması yararlı olacak özellikler;

- İşletmenin yönlendirilmeye en fazla gereksinimi olan birimlerinin belirlenmesi,
- Kullanılacak ölçü tipinin belirlenmesi,
- İşletmenin bir bütün olarak ve ana faaliyetlerinde girdi ve çıktıların ölçümü için kavram ve birimlerinin seçilmesi,
- Verilerin elde edilebilirliğinin belirlenmesi ve kullanıma uygun olarak düzenlenmesi,
- İşletmede bir pilot faaliyet ya da bölüm seçilmesi ve bu pilot faaliyet ile sonuç ve geri besleme vb. konular açısından ölçüm ve analiz sistemlerinin sınanması,

şeklinde sıralanabilir.

Atölyenin Pres kısmında 22 ve punto kısmında 24 olmak üzere toplam 46 işçi çalışmaktadır. Her bir kısımda birer ustabaşı işçilere nezaret etmektedir. Atölyenin aylık kapasitesi, üretilen parçaların çok çeşitlilik göstermesine bağlı değişmekle birlikte; punto kısmında 176.011 işlem-adet/ay (Mayıs-2003) ve pres kısmında 512.573 işlem-adet/ay (Mayıs-2003) belirlenmiştir. Atölyede fabrikanın diğer bölümlerinden gelen parçalar makas, pres ve punto işlemlerinden geçerek işlenmektedir.

Mekanik işler atölyesinde yapılan bu çalışmada, yönetimin birtakım öncelikli sorunlarının giderilmesine çalışılmıştır. Bunlar;

- ✓ Atölyede üretime ilişkin verilerin düzenli olarak denetimi ve dağıtımını sağlamak,
- ✓ Raporlama sisteminin çıktıların düzenli ve etkin kullanılmasını sağlamak.
- ✓ Hedeflenen günlük üretim miktarlarına ulaşmada karşılaşılan güçlükleri önleyip, hedeflenen üretim miktarına ulaşabilmek için stratejiler geliştirebilmek.
- ✓ Atölyenin performansını ölçmek için kullanılabilecek ölçütlerin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak.
- ✓ Meydana gelen kayıp ve kullanılmayan sürelerin nedenlerinin ve sorumlularının ortaya çıkmasına imkan vermek.

Bu sorunlara yönelik başlatılan çalışmanın başlıca amaçları;

- Atölyeye ilişkin verilerin doğruluk ve duyarlılıklarının nasıl saptanacağını belirlemek.
- Veri girişinin ne şekilde gerçekleştirileceğinin saptamak.
- Sisteme giren verilerin istenilen çıktıları sağlamaya yeterli olup olmadığını sınamak.
- Veri girişinin basitleştirilmesi için ne yapılması gerektiğinin araştırmak.
- Yapılandırılmış bir veri girişi ara yüzü kurmak.
- Bilgi akışından sürekli yararlanılmasını sağlamak,
- Üretime ilişkin değerlerin hangilerinin gerekli göstergeleri türetmeye yardımcı olacağını saptayarak ilgili oranları elde etmek.
- Elde edilen oranların ne şekilde yorumlanacağını belirlemek,
- Meydana gelen kayıp ve kullanılmayan sürelerin günlük, haftalık ve aylık takibini yaparak nedenleri ve sorumluları üzerinde durmak.
- Her bir çalışan, ilk kademe yöneticisi ve üst yönetimin işgücü kaynağı kullanım sorumluluğunu ortaya koymak

olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi esnasında izlenen adımlar;

Birinci Adım: İşletmenin tanınması, üretilen ürünlerin incelenmesi, Mekanik Atölye'deki süreçlerin izlenmesi ve modelin işletmeye uyarlanabilmesi için gerekli bilgilerin elde edilmesinden ibarettir.

İkinci Adım: İşçilerden verimlilik için günlük veriler elde edilmesini sağlayacak "Günlük Kayıt Formu" nun tasarlanması ve uygulamaya konmasıdır.

Üçüncü Adım: İşçilerden düzenli olarak toplanan günlük kayıt formlarından hareketle haftalık rapor ve aylık raporların tasarlanması ve verilerin bilgisayar ortamında kaydının tutulmasını kolaylaştıracak ara yüzün Excel VBA kullanarak hazırlanmasıdır.

Dördüncü Adım: Elde edilen günlük, haftalık, aylık verimlilik oranlarının açıklanması, işletmenin bu oranları işgücü kullanım sorumluluğunu ortaya koyacak şekilde kullanmasını sağlayacak önerilerin sunulmasıdır.

Çalışmaya, Mekanik işler atölyesinde üretim şekillerinin, üretilen parçaların özelliklerinin ve işlevlerinin, makinelerin yaptığı işlerin, çalışan işçilerin almış oldukları görevlerin incelenmesiyle başlanılmıştır. Özellikle pres ve punto kısımlarındaki süreçler incelenerek üretim ve duruşlar hakkında ön bilgi alınmıştır. Yapılan çalışma hakkında ilgili yönetici ve ustabaşlarına bilgi verilerek, kendilerinden destek istenmiştir. Mevcut günlük kayıtlar, ürün parça listeleri, standart süreler, daha önceki kayıtlardan elde edilen duruşlar ve çalışmaya yardımcı olabilecek diğer dokümanlar incelenmiştir.

Atölyede yapılacak işler günlük olarak her sabah üretim planlama bölümü tarafından belirlenip, atölyedeki üretim ilan panosundan ilan edilmektedir. Ustabaşları tarafından iş dağıtımı yapılarak işçilere iş emri verilmektedir. Atölyede işçilerin üretim ve duruş takibini yapacak "Günlük İşlem Kartı" (Şekil-2) her gün işçiler tarafından doldurulmakta, ustabaşı tarafından kontrol edilip, metod mühendisi tarafından ertesi gün bilgisayara girilerek bölümün verimliliği hesaplanmaktadır. Günlük İşlem Kartı gerekli verilerin toplanması için yeterlilik göstermemektedir.

Başlangıç Saati	Bitiş Saati	Yapılan İşlem	Planlanan Miktar	Çıkan Miktar	Duruş Nedeni	Duruş Süresi	Makine

DURUŞ NEDENLER ; EA:ELEKTRİK ARIZA , MY:MALZEME YOKLUĞU, MA:MEKANİK ARIZA , DK:DOĞALGAZ KESİNTİSİ, EK:ELEKTRİK KESİNTİSİ, DG : DİĞER

AÇIKLAMA :

Şekil-2. Mevcut Günlük İşlem Kartı

Bu karta işçiler sadece yapılan işi yazmakta, duruşları belli bir standarda uymadan, daha önceki deneyimlerine dayandırarak, yazmaktadırlar. İşlem kartlarının doldurulmasına, yönetim tarafından yapılan uyarılara rağmen, işçiler çoğu zaman gerekli özeni göstermemektedir. Dolayısıyla veriler güvenilir olmadığından sağlıklı oranların elde edilmesi zorlaşmaktadır.

Kısım verimliliği düşük çıktığı takdirde ilgili ustabaşına bildirilip önlem alması istenmektedir. Ay sonunda her günün verimliliğini gösteren bir tablo üst yönetime verilmektedir.

5.2. Günlük Gözlem Kayıt Formu Tasarımı

Verimlilik hesaplamaları için işçilerden bazı bilgilerin günlük toplanması gerekmektedir. Böylece bu verilerden hareketle haftalık ve aylık oranlara ulaşmak mümkün olabilecektir. Mevcut işlem kartının yetersizliği ve istenilen tüm bilgilere (tam ve doğru) ulaşılmasını sağlamadıkları için yeni bir "Günlük Kayıt Formunun" tasarlanmıştır (EK-1).

Yeni tasarlanan Günlük Kayıt Formu'nun hazırlanmasında işçilerin kolay anlayabileceği ve vakit almadan doldurabileceği özellikte olmasının yanında verilerin kolayca işlenerek model için kullanılabilir bilgilere dönüştürülecek yapıda olmasına çalışılmıştır. Tasarlanan Günlük Kayıt Formunun, tasarım hatalarının görülebilmesi amacıyla birkaç tezgahda 10 gün boyunca (test) uygulanmıştır. Eleştiriler veya bilgi üretimindeki eksiklikler doğrultusunda formda iyileştirmeler yapılarak son şekle getirilmiştir. Verimlilik hesaplamaları için gerekli olan standart süreler kısa süre önce işletme tarafından belirlendiğinden, bu sürelerin kullanılmasında sakınca görülmemiştir.

WPMR modelinde uygulamaya konacak formlar, tamamen işletmenin yapısına ve isteklerine göre tasarlanmalıdır. Her ne kadar hazırlanan kayıt formunun biçimi işletmenin özelliklerine ve yönetimin amaçlarına uygun olarak düzenlenmişse de, kayıt formunda yer alması gereken kesin bilgiler;

- Üretken olarak kullanılan süreler
- Üretken olmayan süreler
- Çıktı (Ürün)
- İşgücü

olarak saptanmıştır.

Verimlilik modeli için oluşturulacak yeni Günlük Kayıt Formu için daha önceki duruş kayıtları alınarak, duruşların gruplandırılmasına ve standartlaştırılmasına çalışılmıştır. Ayrıca ön hat denetçisi olan ustabaşının ve işçilerin tecrübelerinden de yararlanılmıştır. Tablo-1'de genel duruş türleri verilmiştir.

Tablo-1 Genel Duruş Nedenleri

Deneme işlemleri	Elektrik arıza	Malzeme hazırlama
Girdi bekleme	Tamir ve yeniden işleme	Uç değiştirme
İş emri bekleme	Ölçme ve ayar duruşları	Silindir ayarı
Boşta bekleme	Planlı bakım	İş dağıtım ve mak.ayar
Ekipman bekleme	Yönetim kaynaklı bekleme	Makine ayarı
Hammadde bekleme	Yemek molası	Makasta çalışma
Enerji/ısı/hava/gaz/su bekleme	Eğitim ve seminerler	Toplantı
Temizlik	Planlı toplantı	Hazırlık
Hazırlık (Set-up)	Hat organizasyon duruşu	Kovaya yardım
Takım ve kalıp değiştirme	İş kazası	Deneme üretim
Başlangıç kaybı	Lojistik kayıplar	Kaporta delme
Arıza duruşları	Hurda Toplama ve Atma	Kaideye yardım
Mekanik arıza	Günlük Temizlik	Preste çalışma
Kalıp ayarı	Kalıp arıza	Makasta çalışma
Makas tamiri	Malzeme taşıma	Kalıp değiştirme
Genel Temizlik	Kalıp sökmeye yardım	Kova sapı yapma
Makas arıza	Deneme üretim	Çevreleme tezgahı ayarlama

Duruşların çoğu birbiriyle aynı anlama gelmekte ancak belirli bir standartta olmadığı için kaydı zor olmaktadır. Duruşlar için herhangi bir analiz yapılmamaktadır. Oysa WPMR modelinin en önemli özelliklerinden biri kayıp sürelerin tespit edilmesi ve bunların sorumluluğunun belirlenmesidir. Bu amaçla duruşlar;

L_o : Yönetime Yüklenen Kullanılmayan Saatler ve

L_M : Ustabaşına (Nezaretçiye) Yüklenen Kayıp Saatler, olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Tablo-2'de verimsizliğe neden olan etkenler ve açıklaması verilmiştir.

Tablo-2 Verimsizliğe Neden Olan Etkenler

Kategori	Duruş	İçerik
L_o Kullanılmayan Saatler (Yönetime Yüklenir)	Deneme Üretim	Yeni parça üretim öncesi deneme üretim.
	Seyrek Duruş	Sık meydana gelmeyen zorunlu duruşlar.
	Atölye İçinde Taşıma	Mekanik Atölye'de yapılan taşımalar.
	Diğer Bölümden Taşıma	Fabrikanın diğer bölümlerinden yapılan taşımalar.
	Elektrik Kesintisi	Önlemi alınamayan zorunlu elektrik kesintisi.
	Eğitim / Toplantı	Yöneticilerin verdiği eğitim ve seminerler.
	İş Kazası	Beklenmedik kazalar ve acil durumlar.
L_M Kayıp Saatler Ön hat denetçisine Yüklenir	Üretime Hazırlık	Üretime geçmeden önce yapılan hazırlık
	Kalıp Değiştirme/Ayar	Yeni parça üretimi için kalıp değiştirme ve ayarı
	Malzeme Bekleme	Malzemenin gecikmesinden dolayı boş bekleme
	Mekanik Arıza	Makinenin veya yardımcı aparatın arızalanması
	Bakım / Onarım	Periyodik bakım ve onarım
	Başka İşe Yardım Etme	Çok adamlı işlere destek için yardım
	Başka Bölümde Çalışma	Adam eksikliğini doldurmak için bölüm değiştirme
	Diğer	Kişisel ihtiyaç giderme, özel durumlar.

Duruşlara, veri girişini ve takibini kolaylaştırmak amacıyla birer kod verilmiştir (Tablo-3).

Tablo-3 Duruşlar ve Kodları

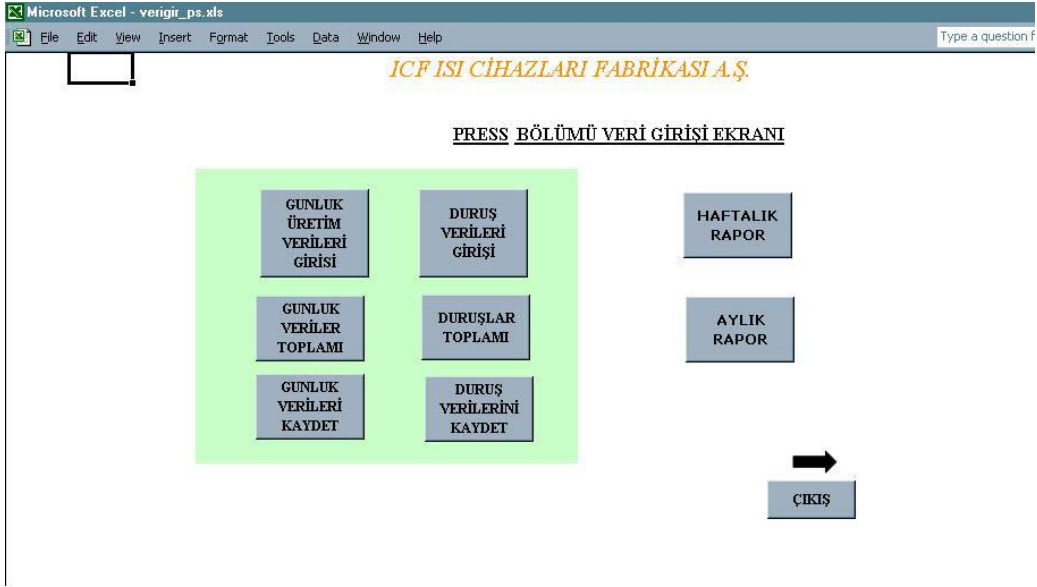
Kod	Duruş Adı
010	Üretime Hazırlık
011	Kalıp Değiştirme/Ayar
012	Deneme Üretim
013	seyrek duruş
015	Malzeme Bekleme
020	Atölye İçinde Taşıma
021	Diğer Bölümden Taşıma
030	Mekanik Arıza
031	Elektrik Kesintisi
032	Bakım / Onarım
040	Eğitim / Toplantı
050	*-----'e Yardım Etme
060	*-----bölümde Çalışma
070	İş Kazası
080	Diğer

Punta bölümündeki makinelerin çoğunun aynı özellikte olmaları ve ayırımlarının bir fark yaratmadığı gerekçesi ile ve pres makinelerinin kalıplarının değiştirilmesi üzerine çoğu işlemi aynı şekilde yaptıkları bilindiğinden, yönetim tarafından verimliliğin işçi ve bölüm bazında tutulması daha ön planda tutulmuştur. Günlük Kayıt Formunda Makine No'su pres bölümünde çalışan işçiler tarafından doldurulmuştur. Ancak çalışmanın çok az işçiyle pilot olarak uygulanmasından dolayı çalışmada makine verimliliği üzerinde durulmamıştır. İstendiği takdirde Günlük Kayıt Formunun kullanılmasıyla makinelerin de verimliliği bulunabilecektir.

5.3. Excel VBA İle Sistemin Tasarlanması

Veri girişlerinin hızını artırabilmek ve böylece gerek haftalık gerekse aylık raporlara daha kolay ve zamanında ulaşabilmek amacıyla Excel VBA kullanılarak bir arayüz ve veri-tabanı oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu arayüzle, değerlendirmeden sorumlu görevli, günlük kayıt formlarından elde ettiği bilgileri sisteme girecek ve hesaplamalar ve raporlama program tarafından yapılacaktır.

Çalışmada veri girişini yapan ve verileri tutan (Punto ve Pres kısımları için) 2 Excel Çalışma-Kitabı kullanılmıştır. Şekil-4'de verilen Pres kısmı için Excel Veri Giriş arayüzünde görüldüğü üzere kullanıcı tuşlara (butonlar) basarak veri girişini gerçekleştirebilmektedir.



Şekil-4. Excel VBA Veri Giriş Arayüzü

“Günlük Üretim Verileri Giriş” tuşuna basıldığında Şekil-5’de verilen formlar kullanıcının karşısına gelmektedir.

Şekil-5. Günlük Giriş Formları

Günlük Kayıt Formu'ndan elde edilen bilgiler her bir işçi için ve o gün tarihi bazında ilgili boşluklara doldurulmaktadır. Çalışma zamanı, toplam üretim adedi ve standart süreler ile üretilen parçaların çarpımı formülle hesaplanmaktadır. Aynı şekilde "Duruş Verileri Girişi" tuşuna basıldığında da her bir işçi için ve o günün tarihi bazında boşluklar doldurulmaktadır. EK-2'de işlem verilerinin girilmiş şekli ve EK-3'de de duruş verilerinin sisteme girilmiş şekli verilmiştir.

Kayıp ve Kullanılmayan sürelerin toplamı makrolarla hesaplanmaktadır. Bir haftanın sonunda "Günlük Veriler Toplamı" ve "Duruşlar Toplamı" tuşları sayesinde gün bazında haftalık rapor için gerekli toplamlar elde edilmektedir. "Günlük Verileri Kaydet" ve "Duruşları Kaydet" tuşları ise haftalık giriş yapılmış bilgileri "Günlük Veriler" dosyasının içinde duruşları ve işlem bilgilerini tarih bazında kaydeder. Artık kullanıcı, arayüz sayesinde yeni haftanın girişini yapabilecektir. "Haftalık Rapor" ve "Aylık Rapor" tuşları hesaplamaların çoğu formüllerle gerçekleştirilmiş raporların bulunduğu sayfalara bağlantı gerçekleştirir.

5.4. Gözlemler

Son şekle getirilen Günlük Kayıt Formu, atölye şefi ve ustabaşlarınınca belirlenen Preslerde 5 ve Puntolarda 5 olmak üzere toplam 10 sabit işçi ve 2 yedek işçi aracılığıyla 5 –30 Mayıs tarihleri arasında toplam 19 işgünü uygulanmıştır. İşçilerin seçiminde okur yazarlık ve sorumluluk sahibi özelliklere olmalarına özen gösterilmiştir. Ancak seçilen işçilerin bir kısmı uyarılara rağmen formları doldurmada özen göstermemiş, kimi gün boş form vermişlerdir.

Günlük Kayıt formlarının doldurulmasında izlenecek yol;

- Kayıt formları iş başlamadan önce, her çalışma grubunun ustabaşına teslim edilir.
- Ustabaşı formları ilgili işçilere doldurmaları için verir. Zaman saat.dakika olarak kaydedilir. İşin başlangıç ve bitiş zamanları, ürün-parça-işlem adlarının ayırımı, üretilen sağlam ve hatalı parçaların sayısı, duruşların süreleri ve hangi işlemde gerçekleştiği tespit edilir.
- Çalışma saati bitiminde, formun doldurulması tamamlanır ve formları toplamakla görevli kişi, ertesi gün iş başlamadan en az bir saat önce formları, verileri sisteme girecek ilgili kişiye ulaştırılır.
- Ertesi gün veriler sisteme girilir ve bölümün verimliliği, kayıp ve kullanılmayan süreler haftalık rapor üzerinde görülür.

Günlük kayıt formlarından hareketle haftalık toplantılarda ele alınacak verilerin türetilmesi için WPMR modeli yardımıyla oranlarla işgücü yönetimini sağlayacak haftalık rapor hazırlanmıştır. Raporun hazırlanmasında Excel VBA kullanılarak hem veri girişleri kolaylaştırılmaya hem de girilen verilerin kayıtlarının tutulmasına çalışılmıştır.

6. VERİMLİLİK ANALİZLERİ

6.1. Haftalık Verimlilik Analizi

Çalışma ve verimlilik kontrolleri günlük olarak yapılmakta ise de, önlemler haftalık toplantılarda yapılan inceleme ve tartışmalardan elde edilen haftalık hedeflere göre alınmalıdır. Haftalık toplantıda, günlük yönetim tartışılmalı ve ortaya çıkabilecek veya çıkan yeni sorunlar tanımlanmalıdır. Tartışmalar tüm katılanlar tarafından katılımcı anlayış ve ıleriye dönük bir yaklaşımla sürdürülmeli, varılacak sonuçlar alınacak uygun önlemlerle birlikte açık bir şekilde belirlenmelidir. Denetçi kaynak kullanımı sorumluluğunu gerçekleştirmek için üretken olmayan saatleri ilgili yönetsel düzeylere dağıtır ve böylece azaltmak için gerekli önlemleri alabilir. Ön hat denetçisi verimlilik hareketinin önünde giden bir neferdir ve işin programlayıcısı, ekibin veya takımın organizatörü ve diğer hatlarla ilgili sorunları koordine eden kişidir. Bu nedenle verimlilik hareketini teşvik etmek ve hattın dengesini sağlamak için kuvvetli bir liderlik göstermelidir.

Toplanan Günlük Kayıt Formları günü gününe derlenip Excel VBA ile veri girişi yapıldıktan sonra (5 günün sonunda) haftalık raporlar elde edilmiştir. Pres kısmının 1.hafta verimlilik raporu EK-3'de verilmiştir.

İşletmenin günlük çalışma zamanları 08:00 – 18:00 saatleri arası toplam 10 saat (600 dk.) tir. Yemek molası 60 dakika ve çalışma saati içinde öğleden önce ve öğleden sonra olmak üzere iki çay molası (15 dk.x 2) 30 dakika üretken olmayan saatler olarak ayrılırsa 510 (600–60–30) dk işgücü süresi kalır.

510 dakika baz alınarak ve pres bölümünde verilen formları dolduran işçi sayısı 5 alındığında;

$$L_R = \Sigma \text{İşçilik Süresi} = \text{Çalışan İşçi Sayısı} \times \text{İşgücü Süresi} = 5 \times 510 \text{ dak.} = \mathbf{2550 \text{ dk.}}$$

olarak bulunur.

1.hafta 5.gününde elde edilen toplam işçilik süresinde olduğu gibi, bazı günler formlar tüm işçiler tarafından doldurulmamıştır. Bu nedenle 2550 dk.dan daha az elde edilmiştir.

$$L_{R'} = \Sigma \text{ Fiili İşgücü Süresi} = L_{R'} - L_o = 2550 - 115 = 2435 \text{ dak.}$$

115 dak. 3. sütundaki kullanılmayan süredir. İşgücü süresinden yönetimin sorumluluğundan kaynaklanan duruşların toplamını çıkartılarak işçiye verilen fiili süre, yani toplam fiili işgücü süresi elde edilir.

$$L_o = \Sigma \text{ Kullanılmayan Süre} = 115 \text{ dak.}$$

İşçilere verilen günlük formlarda yer alan duruşlardan yönetime yüklenmek üzere ayrılan duruşların toplamıdır.

$$L_M = \Sigma \text{ Kayıp Süre} = 105 \text{ dak.}$$

Nezaretçiden veya üretim yöneticisinde kaynaklanan kayıp zamanlardır. Günlük formlardan nezaretçiye yüklenmek üzere ayrılan duruşların toplamıdır.

$$L_S = \Sigma \text{ Standart İşgücü Süresi} = \text{Standart Süre} * \text{Üretilen Miktar} = 2612 \text{ dak.}$$

İşlenen parça için ayrılan birim standart sürenin (dakika) pay süresiyle çarpılmasından sonra, üretilen parça adedi ile çarpılmasıyla bulunmuştur.

$$L_E = \Sigma \text{ Etkili İşgücü Süresi} = L_{R'} - L_M = 2435 - 105 = 2330 \text{ dak.}$$

olarak bulunur.

İşçiler tarafından verimli kullanılması beklenen, işgücü süresinin duruş sürelerinden arındırılmış, işgücü kaynağının net kullanılabilir süresidir.

$$E_w = \text{İşgücü Verimliliği} = L_S / L_E = 2612 / 2330 = 1,12$$

İşgücünün verimliliğe katkısını gösterir. Yönetimce dikkat edilmesi gereken bir orandır. İşçi verimliliğinin iyileştirilmesi, hız, hatalar, moral, görevlendirme bu oran dikkat alınarak yapılmalıdır. Bu oranın haftalar itibari ile 1'den yüksek çıkması işçilerin verimliliğinin %100' ün üzerinde olduğunu gösterir. Önceki haftanın oranlarıyla kıyaslanıp, 1.haftanın İşgücü verimliliği oranının yüksek olmasının sebepleri incelendiğinde, işçilerin verilen süreleri gerçekten verimli kullandıklarını gösterebileceği gibi

- ✓ Standart süre olarak; ortalama sürenin tempo değeri, pay oranı ve düzeltme oranı ile çarpılmış şeklinin kullanılması, standart süreleri çok fazla arttırmış olabilir,
- ✓ Standart sürelerin güncellenmesi gerekiyor olabilir,
- ✓ İşçiler duruşları gerçek sürelerinden fazla olarak kaydetmiş olabilirler.
- ✓ Formları doldurmaları için seçilen pilot bölüm işçileri diğer işçilerden daha hızlı iş yapıyor olabilirler vb.

sebepler de geçerli olabilir.

Ustabaşı, üretim sorumlusu ve yönetimin yapacağı haftalık toplantılar sayesinde oranların yüksek çıkmasının diğer sebepleri üzerinde durulabilir.

$$I_e^{(1)} = \text{Denetçi Verimliliği} = (L_{R'} - L_M) / L_{R'} = L_E / L_{R'} = (2435 - 105) / 2435 = 0,96$$

Ön hat denetçisi olarak ustabaşının sorumluluğunda olan sürenin ne kadar verimli kullanıldığını gösterir. Oran 1.hafta %96'ın altına inmemiştir. Bunun sebepleri arasında ustabaşının işçileri; kullanılmayan sürenin (L_o) dışında kalan süreyi kullanmalarında iyi organize edebildiğini gösterdiği gibi, kayıp sürelerin (L_M) işçiler tarafından özenli şekilde kaydedilmediğini de gösterebilir. Hatta işgücü kaynak kullanımının iyileştirilmesi, ustabaşının sorumluluğu, grubun üretken olmayan saatleri, arızalar, vb. üzerinde durulmalıdır.

$$I_e^{(2)} = \text{Yönetici Verimliliği} = (L_{R'} - L_o) / L_{R'} = L_{R'} / L_{R'} = (2550 - 115) / 2550 = 0,95$$

Fiili işgücü süresinin toplam işçilik süresine oranlanmasıyla bulunur. Üst yönetimin toplam işçilik süresinin ne kadarını işçilere fiili olarak ayırabildiğini gösterir. Kullanılmayan Süre (L_o)'u oluşturan duruşların çalışma süresince nadir meydana gelmesi yönetici verimliliğini yüksek gösterebilir. Bölüm düzeyinde işgücü kaynak kullanımının iyileştirilmesi, bölüm şefinin sorumluluğu, bölümde üretken olmayan saatler, bölümler arası ilişki vb. üzerinde durulmalıdır. Denetçi kaynak kullanımı sorumluluğunu gerçekleştirmek için üretken olmayan saatleri ilgili yönetsel düzeylere dağıtır ve böylece azaltmak için gerekli önlemleri alabilir.

$$Q = \text{Üretilen Parça} = 4491$$

1.haftanın 1.günü itibari ile işlemde geçen parçaların miktarıdır. Günlük formlarda işçiler tarafından kaydedilen sağlam ve hatalı parçaların toplamıdır.

$$\text{Parça Verimliliği} = 0,99$$

Üretilen parçalar arasında % kaçının sağlam olduğunu gösterir. Çalışma esnasında işçiler hatalı parça sayısını yazmakta özen göstermediklerinden parça verimliliği yüksek bulunmuştur. Oysa bilinmektedir ki Mayıs ayı hatalı parça sayısı Mekanik İşler Atolyesi'nde 368 adettir. İşçiler hatalı parçaların kaydının tutulmasında uyarılmalıdır.

Diğer haftalık raporlarda yukarıdaki örnekte olduğu gibi gün bazında incelenerek yorumlanabilir.

6.2. Aylık Verimlilik Analizi

Aylık kayıtlar rapor vermek için kullanılır ve aylık toplantıda incelenir. Aylık toplantıların temel amacı, aylık bütçe/hedef ve fiili maliyetleri karşılaştırarak, maliyetleri azaltmaya çalışmaktır.

Aylık toplantıda ana hedef işgücü verimliliği yöneticisi üzerinde yoğunlaşarak, verimliliğin bazı stratejik noktalarını aydınlatmaktır. Bu konuda her bir oranın zaman içerisinde ve gruplar arasında karşılaştırmasını yapmak yararlıdır. Denetçi işgücü verimliliği hesaplayarak ekibin performansını değerlendirebilir ve ekiplerde kendi performanslarının önemini anlayabilirler.

Pres kısmının aylık verimlilik raporu EK-5'de verilmiştir. Elde edilen oranlar haftalık toplamlardan ve haftalık verimlilik oranlarının ortalamasından oluşur. Haftalık raporlara ek olarak bazı oranlar eklenmiştir. Bu oranların bulunması ve ifade ettikleri aşağıda kısaca anlatılmaya çalışılmıştır.

$$t''_R = \text{Süreç Verimi} = L_S / L_R'$$

Ön hat işlemlerinde işgücü kaynak kullanımının verimini gösterir, aynı zamanda işgücü verimliliği ve etkili işgücü kullanım oranıdır. Fiili işgücü süresinde ne kadarının standart işgücü süresine ait olduğunu gösterir. Yüksek olması beklenen bir orandır. Pres kısmı Mayıs ayı süreç verimi ortalaması %106 çıkmıştır. Oranın çok yüksek çıkması standart sürelerin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini veya pay oranının fazla atandığını gösterir. Aynı zamanda yönetime yüklenen kullanılmayan sürelerin bu bölümde daha fazla olduğu da ortadadır. Aybaşında en yüksek değere ulaşan süreç verimi ay ortalarına doğru bir miktar azalmış daha sonra son hafta tekrar yükselişe geçmiştir.

Punto kısmında ise Mayıs ayı ortalama süreç verimi %87 olarak bulunmuştur. Pres kısmına göre oranın daha düşük olması Punto kısmındaki işlerin daha çok elde yapılan işler olmasına bağlanabilir. Standart sürelerle verilen paylar tekrar gözden geçirilebilir. Ayın ilk haftasında düşük olan oran ilerleyen haftalarda yükselişe geçmiştir. Verimlilikteki artışın düşmemesi için önlemler alınmalı, mevcut durum korunmaya çalışılmalıdır.

$$t'''_R = \text{Genel Süreç Verimi} = L_S / L_R$$

İşgücüne ayrılan toplam işçilik süresinde standart işgücüne ait olan kısmı gösteren orandır. WPMR sistemi tarafından geliştirilecek nihai amaç olan tüm sürecin verimliliğidir.

Punto kısmı aylık genel süreç verimliliğine bakıldığında oranın 0,79 olduğu görülmektedir. Haftalar itibari ile oranın yükseldiği görülmektedir. Toplam işgücü süresi (L_R) fiilen çalışan işgücü sayısı ile alakalıdır. Dolayısıyla işyerine devamsızlık oranının az olduğunu gösterir. Oranın korunması için verilen izinlerin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Pres kısmında ise oran süreç verimliliğinde olduğu gibi %100'ün üzerindedir. Ayın ilk haftası yüksek olan oran ay ortalarına doğru bir azalma eğilimine girmiş, dördüncü hafta yükselmiştir.

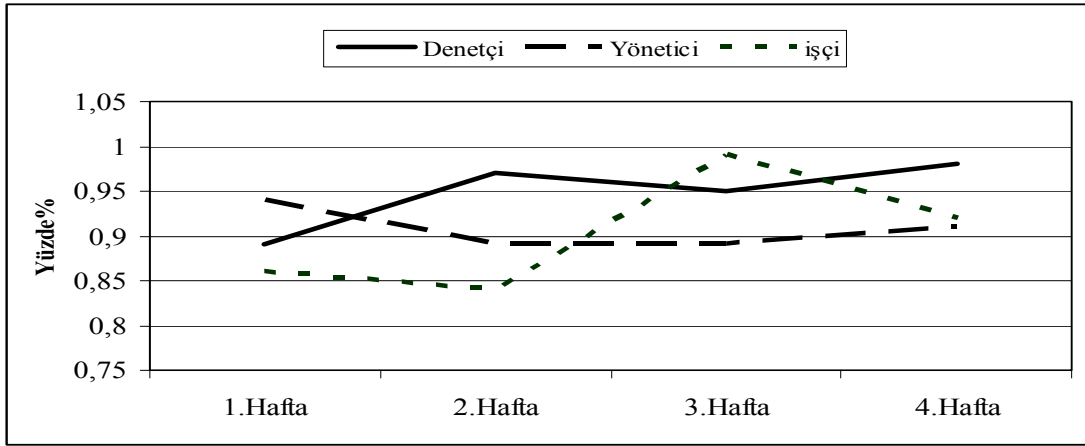
$$t_s = \text{Standart Verimlilik} = Q / L_S$$

Yönetimin sorumluluğunda olan üretim yönteminin bir parametresidir. Standart işgücü süresiyle meydana getirilen çıktının (parça) oranlanmasıyla elde edilir. Pres kısmında oran aylık 3,15 olarak bulunmuştur. Hedeflenen üretim adedi ile meydana getirilen üretim adedi karşılaştırılıp oranın iyileştirilmesine çalışılmalıdır. Üretim adedini arttırmak için hatalardan ve yeniden işlemeden dolayı kayıp zamanı önleme, çalışma koşullarının ve çalışma yönetiminin iyileştirilmesi gibi önlemlerle kalite artırıcı çalışmalarla üretim adedi planlanan sayılara çıkarılmalıdır.

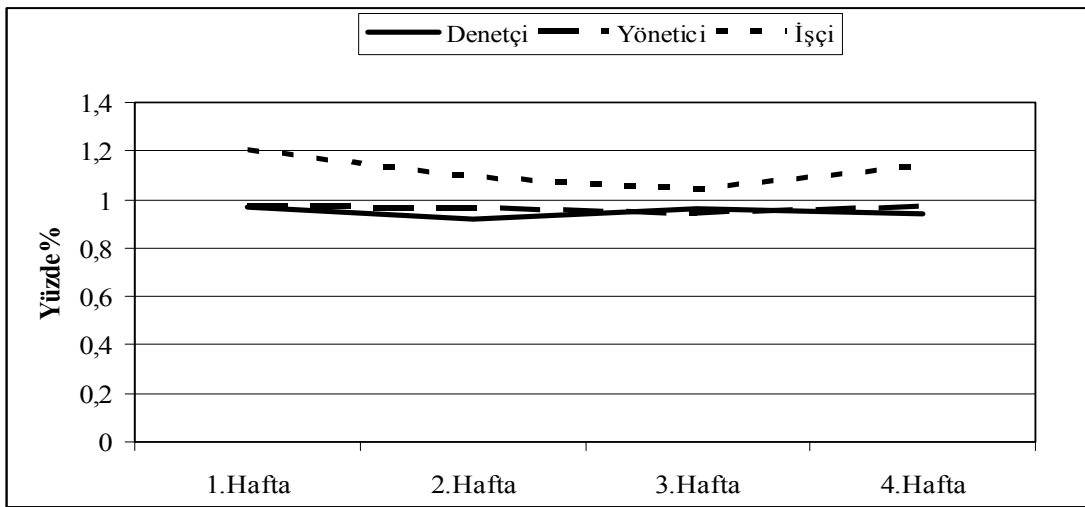
Punto kısmında ise bu oran biraz daha düşüktür. Makine olarak manuel puntolama tezgahların kullanılması standart süreleri arttırmaktadır. Yatırım analizi yapılarak puntoda otomasyona geçiş araştırılmalıdır.

Etkili İşgücü Oranı (I_e) aynı zamanda denetçi verimliliğinin, aynı şekilde **Girdi İşgücü Oranı (I_e'')** da yönetici verimliliğinin bir başka ifade şeklidir.

Şekil 4'de Punto ve Şekil-5'de Pres kısımlarının haftalara göre verimlilik artışı gösterilmektedir. Grafiklerden kolayca anlaşılacağı gibi pres kısmında verimlilik oranı daha kararlı görünmektedir. Punto kısmında ise ay içinde verimlilik oranları dalgalanmalar göstermektedir. İşgücü verimliliğini kararlı hale getirebilmek için önlemler alınmalıdır.



Şekil-4. Punto Hattı Haftalara Göre Verimlilik Artış Grafiği



Şekil-5. Pres Hattı Haftalara Göre Verimlilik Artış Grafiği

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretimde verimlilik, üretim faaliyetlerine katılan bütün faktörlerin ve ortak çabaların etkinliğine bağlıdır. Bu nedenle her işletmede verimliliği etkileyen faktörler ve bunların dereceleri farklılık gösterebilecektir. Üretimin nitelik ve nicelik olarak işgörene bağımlı olduğu emek yoğun işletmelerde verimlilik üzerinde en etkili faktör işgörenin çalışma performansıdır.

Yapılan çalışmada ICF A.Ş.'de Mekanik İşler Atölyesi verimlilik artırma çalışmaları için öncelikli alan olarak seçildikten sonra çalışmaların büyük bir kısmı atölyeye ilişkin verilerin nasıl saptanacağı, veri girişinin ne şekilde gerçekleştirileceği, elde edilen verilerin istenen çıktıları sağlamaya yeterli olup olmadığı, verilerin nasıl yorumlanacağını incelemesi oluşturmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen verimlilik oranlarının beklenenden yüksek çıkmasının nedenleri; işçilerin seçiminde okur yazarlıklarına dikkat edilmesi, dolayısıyla formları dolduran işçilerin genel olarak formları doldurmada özen göstermelerine bağlanabilir. Oysaki bölümde çalışan 53 işçiden 33' ü ilkökul mezunu iken, 20' si lise mezunudur. Büyük bir kısmın okur-yazarlıklarının düşük olması çalışmanın tüm bölümde uygulanmaya geçirildiğinde sıkıntılar yaratabilecektir. Dolayısıyla, uygulamaya başlamadan önce çalışanlara kendilerinden istenen ve işletmeye sağlayacağı faydanın anlatılması gerekmektedir. Ayrıca, formların doldurulmasında dikkat edilecek özellikler belirtilmelidir. Üretim sürecinin başarıyla yürütülebilmesi için tüm çalışanların işinde aktif bir tavır göstereceği, yaratıcı potansiyellerini ortaya koyabilecekleri bir örgüt iklimi sağlanmalıdır. Verimlilik iyileştirilmesi için istek yaratılmazsa çalışma başarılı olamaz.

İşçilerin yaptıkları işte daha başarılı olmaları için mesleki eğitime önem verilmelidir. Eğitim, işgörenlere istenilen kalitenin en ekonomik şekilde üretilebilmesini sağlayacak bilinç, bilgi ve becerinin

kazandırılmasıdır. Eğitim programları, farklı seviyedeki işgörenlerin kendi rollerini öğrenmelerini ve bu roller çerçevesinde faaliyetlerini planlayabilmelerine imkan sağlar. Firmada planları yapılan işgücü eğitim programının en kısa zamanda tamamlanarak işgörelere gerekli eğitimler verilmelidir.

Verimlilik arttırma çabalarına verilebilecek diğler öneri ise kayıp ve kullanılmayan zamanların analizinin çok iyi yapılması gereğidir. Yapılan çalışmada ustabaşına ve yönetime yüklenen duruşlar istatistiksel olarak kontrol altında tutulabilir ve haftalık ve aylık yapılacak toplantılarda duruş sürelerini azaltmak için çalışmalar başlatılabilir. Yapılan pilot çalışmaya göre atölye içinde taşımalar işçinin fiili çalışma süresi içinde önemli yer tutmaktadır. Taşımaları işçinin üzerinden hafifletecek önlemler acilen alınmalıdır. Bunun yanında diğler duruş sebepleri de araştırılmalı ve önlem alınmalıdır. Çalışanların devamsızlık, geç kalma, tembellik, dikkatsiz çalışma, kazalar ve ilgisizlik gibi kötü tutumlardan kaynaklanan zaman kaybına da yönetimin neden olduğu söylenebilir. Verimliliği arttırmada ön hat denetçisi, verimlilik hareketinin önünde giden bir neferdir ve işin programlayıcısı, ekibin veya takımın organizatörü ve diğler hatlarla ilgili sorunları koordine eden kişidir. Bu nedenle verimlilik hareketini teşvik etmek ve hattın dengesini sağlamak için kuvvetli bir liderlik göstermelidir.

Elde edilen verilerin kolayca ve zamanında işlenip bilgi haline dönüşebilmesi için karar destek sistemlerinden de faydalanılmalıdır. Yönetimce bilişim sistemlerine yeni makine ve teknolojiye yatırım yapmak büyük önem taşımaktadır. Yapılan Excel VBA kullanarak raporların elde edilmesi kolaylaştırılmıştır. Üst yöneticilerin karar destek sistemi sayesinde istedikleri bilgiye ulaşmaları kolaylaşmıştır. Uygulama pilot bölgede gerçekleştiğinden hazırlanan veri giriş ve kayıt arayüz yeterli olmaktadır. Ancak işletme genelinde yapılacak bir verimlilik uygulamasında çok daha kapsamlı bir karar destek sistemi kullanılmalıdır. Veri girişini kolaylaştıran ve bilgi takibini hızlandıran kod sistemine acilen geçilmelidir. Ürün-Parça-İşlem kodlarının olmaması çalışmada özellikle Excel VBA kullanırken bazı güçlüklerle karşılaşılmasına neden olmuştur.

Birlikte çalışan insanların birbirlerine karşı tutumları verimliliğin arttırılmasında anahtar görevi görür. Uyumsuzluğun, verimliliğin gelişmesinde çok ciddi engel oluşturduğu temel bir gerçektir. Çalışanların tutumları, motivasyonları, kültürleri, yapılan işin niteliği, kişisel değer sistemleri ve yaşam beklentileri yönetimin üzerinde durması gereken önemli konulardır. Çalışma esnasında gerek ustabaşları ve gerekse işçilerin önerileri de dikkate alınmıştır. İşletme genelinde yapılacak öneri sistemi sayesinde hem işçilerin motivasyonu artacak hem de yaratıcılıkları ön plana çıkaracaktır.

KAYNAKLAR

- Akal, Z. (Çeviri), **İş Etüdü**, Dördüncü (Düzeltilmiş) Basım, MPM Yayın No:29, Ankara, 1997.
- Akal, Z., **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi – Çok Yönlü Performans Göstergeleri**, MPM Yayın No:473, Ankara, 2000.
- Baş, M. ve ARTAR, **İşletmelerde Verimlilik Denetimi Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, MPM Yayın No:435, Ankara, 1991.
- Burnak,N., **Toplam KaliteYönetimi**, TEKAM, Eskişehir, 1997.
- Demirtaş, U.,Teknolojik Gelişme ve İstihdam, **Verimlilik Dergisi**, Cilt 4, 2002, 15-32.
- Endüstride Productivite Ölçme Metodları**, MPM:38, Ankara, 1969.
- İncir, G., "Verimlilik Nasıl Ölçülür", **Aylık Verimlilik Bülteni**, MPM Yayını, Cilt 2, Sayı 2, 1976, Ankara.
- Kahya, E., **İş Etüdü**, Osmangazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Endüstri Müh. Bölümü, Eskişehir, 2003.
- Kavrakoğlu,I., Verimlilik ve Kalite, **Kalite Dergisi**, Sayı 12, Eylül-1991, s.3.
- Kobu,B., **Üretim Yönetimi**, İstanbul Üniversitesi İEAY Vakfı, İstanbul, 1998.
- Köroğlu, K., **İşletmelerde Verimlilik Ölçme-Değerlendirme Uygulamaları ve Rapor Sistemleri – Kurosawa Modeli**, MPM Yayın No:571, Ankara, 1995.
- Köroğlu, K., **Verimlilik Yönetimine Japon Yaklaşımı ve Kazukiyo Kurosawa Modeli**, MPM Yayın No:507, Ankara, 1993.
- MPM-REFA**, İş Etüdü ve Yöntem Bilgisi, Cilt:1-3, MPM Yayın No:544, Ankara, 1985.
- Özdamar, Serpil. "Endüstriyel İlişkiler ve Verimliliğin Önemi," **Türkiye'de Endüstriyel İlişkiler ve Verimlilik Semineri Notları**, MPM:376, Ankara, 1988, s.111.
- Pamir, T.C., **İş Etüdü**, SEGEM Yayın No:69, Ankara, 1984.
- Prokopenko, J., (Çeviren:O.Baykal, N.Atalay ve E.Fidan) **Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı**, 4.Basım, MPM Yayın No:476, Ankara, 2001.
- Sadler, E., You too can Understand A Glossary of Productivity Measurement Terms, **APC Productivity Brief**, S.11, 1982.
- Usta, P., Verimlilik, Verimlilik Artırıcı Teknikler , Verimlilik Artırıcı Tekniklerin Daha Yaygın Kullanılması İçin Tedbirler, **Akçimentosa Aylık İletişim Dergisi**, Sayı 9, 1996.

EK-1 Günlük Kayıt Formu

GÜNLÜK KAYIT FORMU

Tarih :
 Operatör Ad-Soyadı :
 Bölüm/Kısım :

İşlem No:	Başlama Zamanı	Bitiş Zamanı	Ürün Adı	Parça Adı	İşlem Adı	Sağlam Parça	Hatalı Parça	Makine No
1								
2								
3								
4								
5								
Toplam								

Kod	Duruş Adı	√	İşlem No	Duruş Süresi	NOTLAR:
010	Üretime Hazırlık.....				i. Duruşlar yan tarafta bulunan kutucuklara işaretlenmelidir.
011	Kalıp Değişirme/Ayar.....				ii. 050 ,060 ,080 nolu duruşlara açıklama yazılmalıdır.
012	Deneme Üretim.....				iii. "İşlem No"ya duruşun gerçekleştiği işlemin satır başındaki numara yazılmalıdır.
013	Seyrek Duruş.....				iv. Formda gerekli yerler mutlaka doldurulmalıdır.
015	Malzeme Bekleme.....				v Seyrek Duruş; belli sıklıkla gerçekleşen duruşlardır.
020	Atölye İçinde Taşıma.....				
021	Diğer Bölümden Taşıma..				
030	Mekanik Arıza.....				AÇIKLAMALAR
031	Elektrik Kesintisi.....				
032	Bakım / Onarım.....				
040	Eğitim / Toplantı.....				
050	*-----'e Yardım Etme.....				
060	*-----bölümde Çalışma...				
070	İş Kazası.....				
080	Diğer.....				

EK-2 Excel de Veri-Girişi Yapılmış Bilgiler

Tarih	Operartör	No	Başl.	Bitiş	Çalışılan	dak.	Ürün	Parça	İşlem Adı	Std.Zam	Sağlam	Hatalı	Mak.No	T.Üret	Çarpım
20.May	Ali Kaya	1	08:00	12:00	04:00	240	Mlux	tac kapak	mentese basma	13,41	4000		E.30.6	4000	894
		2	12:00	18:00	06:00	360	Mlux	astar	montaj delik delme	13,76	1800		E.30.7	1800	413
	İrfan Kabakçı	1	08:00	10:00	02:00	120	MKK	üst ara bölme sacı	montaj delik delme	13,76	408		E.30.5	408	94
		2	10:00	12:00	02:00	120	MKK	üst ara bölme sacı	sıvama	28,66	90		H.125.2	90	43
		3	13:00	15:00	02:00	120	set ü ocak	üst bek	sıvama	54,5	30		H.150.3	30	27
	Erol kafalı	4	15:00	18:00	03:00	180	LKK	fırın gövde	köşe kertme ve delik	38,51	240		E.50.1	240	154
		1	08:00	15:30	07:30	450	LKK	bölme sacı	kenar kıvrırma	16,2	594		H.80.1	594	160
	Rüştü Gönen	2	15:40	18:00	02:20	140	LKK	dikey bölme sacı	kenar kıvrırma	16,2	320		H.80.1	320	86
		1	08:00	13:30	05:30	330	Mlux	ön pano	kenar kıvrırma	25,9	680		H.75.1	680	294
		2	13:30	14:30	01:00	60	YKS	kaporta-u	ön kenar kesme	19,05	170		E.80.1	170	54
21.May	Rüştü Gönen	3	14:00	16:00	02:00	120		maşa	düzeltilme					0	0
		1	10:10	11:30	01:20	80	Mlux	ön pano	kenar kıvrırma	25,9	180		H.75.1	180	78
		2	11:30	14:15	02:45	165	Mlux	kova sapı	masa kıvrırma	18,41				0	0
	Erol kafalı	3	15:00	17:45	02:45	165	LKK	fırın gövde	montaj delik delme	20	1332		E.40.1	1332	444
		1	10:00	15:00	05:00	300	YKS	kaporta-u	alt kenar kesme	19,05	688		E.80.1	688	218
	Ali Kaya	2	15:00	18:00	03:00	180	LKK	fırın gövde	uc ve yan kenar bukme	22,53	380		H.125.2	380	143
		1	08:00	12:00	04:00	240	Mlux	astar	hava deliği delme	15,76	200		E.80.2	200	53
		2	12:00	14:00	02:00	120	YKS	astar	hava deliği delme	21,19	205		E.80.2	205	72
		3	14:00	15:00	01:00	60	Mlux	astar	hava deliği delme	15,76	104		E.80.2	104	27
		4	15:00	15:30	00:30	30	Mlux	astar	montaj delik delme	13,76	104		E.30.6	104	24
22.May	Erol kafalı	5	15:30	18:00	02:30	150	set ü ocak	kasa	köşe menti	25,09	5940		E.15.3	5940	2484
		1	08:00	15:30	07:30	450	LKK	üst kapak	sıvama	30	610		H.125.2	610	305
		2	15:30	18:00	02:30	150	Mlux	ön pano	alt üst delme	14,27	380		E.30.1	380	90
		1	08:00	11:00	03:00	180	LKK	fırın gövde sacı	montaj delik delme	20	435		E.60.1	435	145
		2	11:00	12:00	01:00	60	Mlux	kova sapı	kıvrırma	18,41				0	0
	Rüştü Gönen	3	13:00	14:50	01:50	110	set ü ocak	ocak	delik delme	37,9	315		E.80.2	315	199
		4	15:00	16:00	01:00	60	set ü ocak	ocak	düğme deliği delme	13,97	160		E.60.2	160	37
		5	16:00	17:00	01:00	60	set ü ocak	ocak	delik delme	37,9	90		E.80.2	90	57
		6	17:00	17:45	00:45	45	set ü ocak	ocak	düğme deliği delme	13,97	135		E.60.2	135	31
		İrfan Kabakçı	1	08:00	14:30	06:30	390	set ü ocak	üst bek	sıvama	54,5	124		H.200.1	124
2			14:30	17:00	02:30	150	set ü ocak	üst bek	brokür deliği acma	50,83	180		H.150.3	180	152
3			17:00	18:00	01:00	60	set ü ocak	üst bek	hp yeri acma	15,79	120		E.40.1	120	32

EK-3 Excel'de Veri Girişi Yapılmış Bilgiler

Tarih	Operatör adı	No	10	11	12	13	15	20	21	30	31	32	40	50	60	70	80	kullanılmayan	kayıp	toplam
21.May	Erol Kafalı	1						120										120	0	120
21.May		2				10												10	0	10
21.May		3				10												10	0	10
21.May	Ali Kaya	3							45									45	0	45
22.May	Erol Kafalı	1				15												15	0	15
22.May		2				15												15	0	15
22.May	İrfan Kabakçı	1		60													45	0	105	105
22.May		3	15															0	15	15
23.May	Ali Kaya	1							20									20	0	20
23.May		3	15						20					30				20	45	65
23.May	Erkan başçı	1	10					5										5	10	15
23.May	Rüştü Gönen	1				5		35			10						20	40	30	70
26.May	Erkan Başçı	1	15				10											0	25	25
26.May	Ali Kaya	1				10				10								10	10	20
27.May	Erol Kafalı	1	10															0	10	10
27.May	Ali Kaya	2						45	30									75	0	75
27.May	Erkan Başçı	1							20	40				15				20	55	75
27.May	Rüştü Gönen	2	10				10	15										15	20	35
28.May	Erkan Başçı	1	15				10			20								0	45	45
28.May	Rüştü Gönen	1				10												10	0	10
28.May		2						60										60	0	60
28.May		3	15	10		10											10	10	35	45
28.May	İrfan Kabakçı	1		60														0	60	60
28.May	Erol Kafalı	1						5										5	0	5
29.May	Erkan Başçı	1	15		60		10											60	25	85
29.May	Rüştü Gönen	1		30														0	30	30
29.May		3	10			10	15											10	25	35
29.May	İrfan Kabakçı	2	20															0	20	20
29.May		3															30	0	30	30
29.May	Erol Kafalı	1	5	35				5		30								5	70	75
30.May	Erol Kafalı	1				20												20	0	20
30.May	İrfan Kabakçı	1		30													60	0	90	90

EK-4 Press Bölümü 1. Hafta Verimlilik Raporu

HAFTALIK RAPOR

Tarih	05.May / 09.May 2003		Bölüm:	PRESS		Ustabaşı Adı:				
Tezgah:	Press Tezgahları									
Gün	Σ İşçilik Süresi (Lr)	Σ Fiili İşgücü Süresi (Lr')	Σ Kullanılmayan Süre (Lo)	Σ Kayıp Süre (Lm)	Σ Standart İşgücü Süresi (Ls)	Σ Etkili İşgücü Süresi (Le=Lr'-Lm)				
1	2550	2435	115	105	2612	2330				
2	2550	2435	115	85	3308	2350				
3	2550	2500	50	30	3709	2470				
4	2550	2485	65	85	2818	2400				
5	2040	2025	15	75	1317	1950				
Toplam Süreler	12240	11880	360	380	13764,63	11500				
Gün	İşgücü Verimliliği(Ew)		Denetçi Verimliliği		Yönetim Verimliliği		Üretilen Parça(Q)	Sağlam Parça	Hatalı Parça	Parça Verimliliği
	Bu Hafta	Önceki Hafta	Bu Hafta	Önceki Hafta	Bu Hafta	Önceki Hafta				
1	1,12	1,03	0,96		0,95		4491	4489	2	0,99
2	1,41	0,92	0,97		0,95		6271	6271	0	1,00
3	1,50	Tatil	0,99		0,98		10200	10196	4	0,99
4	1,17	0,88	0,97		0,97		6432	6432	0	1,00
5	0,68	0,86	0,96		0,99		1994	1994	0	1,00
Toplam Verimlilik Değerleri	1,18	0,74	0,97	0	0,97	0	29388	29382	6	0,99

EK-5 Pres Bölümü Aylık Verimlilik Raporu

AYLIK RAPOR								
AY:..... MAYIS -- 2003			Formun Doldurulduğu Bölüm: PRES					
Hafta	Toplam Üretim Adedi(Q)	Toplam Standart İşçilik Süresi (Ls)	Toplam İşçilik Süresi (Lr)	Toplam Fiili İşgücü Süresi (Lr')	Toplam Kullanılmayan Süre (Lo)	Toplam Kayıp Süre (Lm)	Etkili İşçilik Süresi (Le=Lr'-Lm)	İşçi Verimi Ew=Ls/Le
1	29388	13764,63	12240	11880	360	380	11500	1,20
2	40456	10846,52	11220	10740	480	820	9920	1,09
3	23849	6206,11	6630	6220	410	225	5995	1,04
4	27288	9491,49	9180	8880	300	550	8330	1,14
Toplam	120981	40308,76	39270	37720	1550	1975	35745	1,12
Hafta	Yönetici Verimi (Lr - Lo)/ Lr	Denetçi Verimi (Lr' - Lm)/Lr'	Süreç Verimi t''R=Ls/Lr'	Genel Süreç Verimi t'''R=Ls/Lr	Standart verimlilik ts=Q/Ls	Etkili İşgücü Oran (le'=Le/Lr')	Girdi İşgücü Oranı(le''=Lr'/Lr)	Toplam Çıktı İşgücü Oranı (tR=Q/Lr)
1	0,97	0,97	1,16	1,12	2,14	0,97	0,97	2,40
2	0,96	0,92	1,01	0,97	3,73	0,92	0,96	3,61
3	0,94	0,96	1,00	0,94	3,84	0,96	0,94	3,60
4	0,97	0,94	1,07	1,03	2,87	0,94	0,97	2,97
Toplam	0,96	0,95	1,06	1,02	3,15	0,95	0,96	3,14