



KAĞIT ENDÜSTRİSİNDE OTOMASYON ENTEGRASYONUNUN VERİMLİLİĞE ETKİLERİ

Mine ŞENEL*

Bilgin ŞENEL†

Öz

Teknoloji ve verimlilik ortaklığı, günümüzde her sektörde olduğu gibi üretim sektöründe de işletmenin rekabet gücünü koruyabilmesi ve hedeflerini gerçekleştirebilmesi için kilit faktörlerden biri olmuştur. Bu bağlamda çalışmada, bu ortaklığın işletmenin finansal verilerine hangi düzeyde etki edeceği araştırılmıştır. Çalışma, İstanbul'da 2015 yılında toplam 105 çalışanı (3 vardiya ile toplam 65 işçi, 18 mühendis, 4 teknisyen, 10 idari ve 8 güvenlik elemanı) ve yaklaşık 51.000 ton/yıl kağıt üretim kapasitesine sahip bir üretim işletmesinde gerçekleştirilmiştir. 2016 yılının Ocak ayında kullanılmaya başlanan Experion MX yeni nesil otomasyon programının 2017 yılı Ocak ayına kadar olan sürede, işletme verimliliği üzerindeki etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Verimlilik, Teknoloji, Finansal Oranlar, Otomasyon, Kağıt Endüstrisi.

THE EFFECTS ON PRODUCTIVITY OF AUTOMATION INTEGRATED IN THE PAPER INDUSTRY

Abstract

Technology and efficiency partnership is one of the key factors in the production sector as well as in every sector today, in order to protect the competitiveness of the business and to achieve its objectives. In this context, it has been investigated to what extent the partnership will have an impact on the entity's financial data. The study was conducted in Istanbul in 2015 with a total of 105 employees (3 shifts total 65 workers, 18 engineers, 4 technicians, 10 administrators and 8 security personnel) and a production capacity of approximately 51,000 tons / year paper production capacity. MX next generation automation program, which was launched in January 2016, tries to demonstrate its impact on business efficiency by January 2017.

Keywords: Productivity, Technology, Financial Ratios, Automation, Paper Industry.

GİRİŞ

Günümüzde, Türk kağıt imalat sanayisinin kişi başına tüketim değeri 68 kg ile dünya ortalama değerinin biraz üzerinde bulunmaktadır. Fakat, Batı Avrupa'nın kişi başına kağıt tüketim değerinin 134 kg olduğu düşünüldüğünde Türk kağıt imalat sanayisinin büyümeye açık bir sektör olduğu açıkça görülmektedir. Selüloz ve özellikle de kağıt imalat sanayisi ekonomik büyüklüğü yanında kullandığı teknoloji bağlamında özellikle de proses ve kontrol teknikleri açısından önem arz etmektedir.

Kağıt üretim süreci kontrol mühendisliği açısından oldukça önemli bir iş koludur. Kağıdın üretim sürecinde birçok proses değişkeninin işlenip kontrol edilmesi gerekir. Uluslararası kalite standartlarında üretilen kağıdın üretim sürecinde birçok proses değişkeninin hassas ve hızlı bir biçimde ölçülüp kontrol edilmesi gerekir. Bu yönüyle kağıt üretim proses sürecinin her

* Doç. Dr., Munzur Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, mines@anadolu.edu.tr

† Doç.Dr., Munzur Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, senelbilgin@gmail.com



adımında gelişmiş kontrol sistemlerini kullanmak mecburidir. Üretilen kağıdın tipine göre üretim sürecinde gramajı, kalınlığı, rutubeti, mukavemeti, yüzey düzgünlüğü, optik özellikleri, hava geçirgenliği, yumuşaklığı vs. gibi birçok parametrenin gerçek zamanlı ve sürekli bir döngüde izlenip kontrol edilmesi gerekir. Bu kontrol aşamalarının, üretimde karşılaşılan veya karşılaşılabilecek sorunların çözümleri gibi daha birçok alanda sağlayacağı faydalar düşünüldüğünde modern bir üretime geçiş Türk kağıt imalat sanayisi için çok önemli olacaktır.

Modern üretim, otomasyon bazlı üretimdir. Şirketler günümüzde ancak bu şekilde rekabet güçlerini kalıcı olarak güvence altına alabilir, kilit teknolojilerin başka bölgelere kaymasını önleyebilir, kalifiye eleman istihdamı yaratabilir ve yeni pazarlar kazanabilirler. Düşük birim maliyetlerine ve yüksek üretkenliklere zahmetli üretim yöntemleri ile değil, çok yüksek verimliliğe sahip tam ya da kısmen otomasyonlu işletmelerde ulaşabilmektedir. Otomasyon Sistemlerinin diğer bir avantajı ise, kontrol edilebilirliktir. İnsanların verim ve çalışma konusundaki kontrollerinin çok dengeli sağlanamaması, üretim açısından büyük bir handikap iken, bilgisayar ekranlarından kolayca kontrol edilebilen teknolojik sistemler, bu anlamda yöneticilere büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Modern otomasyon teknolojisinin amaçlarından biri, üretim süreçlerinin verimliliğini artırmaktır. Modern otomasyon sistemlerin üretim işletmelerine olan entegrasyonu, makineleri akıllı bir şekilde kontrol ederek makine verimini artırırken aynı zamanda daha az ham madde kullanarak daha fazla ürün elde edilmesini sağlayacaktır. İşletmelerde verimlilik, bir bakıma üretimde kullanılan çeşitli kaynakların ne ölçüde etkili kullanıldığını belirleyen bir göstergedir. Üretime katılan girdi miktarı ne kadar az, elde edilen çıktı miktarı ne kadar çok olursa verimlilik de o kadar yüksek olacaktır. Verimliliğin yüksek olması daha çok kâr anlamına gelir. (Tahtasakal, 1989). Hali hazırda klasik üretim teknolojileri kullanan diğer üretim işletmelerinde karşılaşılan hatalardan doğan emek, sermaye ve en önemlisi zaman kaybı yaşanmayacak buda artan rekabet şartlarında onlardan bir adım önde olmayı sağlayacaktır. Çünkü otomasyon kullanımı, önemli ve kritik süreçlerde hataları önceden tespit ederek, hata paylarının düşürülmesinde etkin bir rol oynayacaktır.

Üretimde kullanılan otomasyon sistemleri, geleneksel imalat teknolojisi ile bilgisayar destekli kontrol teknolojisinin entegrasyonu sonucu ortaya çıkmıştır (Swamidass ve Kotha, 1998: 23). Geleneksel imalat teknolojilerindeki gibi donanım, yazılım ve insan unsurlarını içermekle birlikte, otomasyonun farkı, bu unsurların kullanım düzeyinden gelmektedir. Otomasyonda geleneksel teknolojilerden farklı olarak yazılımın kontrol amaçlı yoğun kullanımı dikkat çekmektedir (Simsek ve Akin, 2003: 207). Programlanabilmesi, başka bir ifadeyle donanım yerine yazılımın değiştirilmesi sayesinde küçük miktarlarda farklı parça ve ürünlerin geniş bir dizisini üretmeye olanak tanınması, (Zammuto ve O'Connor, 1992: 701-2) otomasyonun en önemli özelliklerindedir. Geleneksel teknolojiler sadece yüksek miktarda standart üretim ve birkaç ürün çeşidi için uygun olup, uyarlanma gücü düşükken, otomasyon yazılımları sayesinde farklı kullanımlar için uyarlanabilmektedir (Gerwin ve Kolodny, 1992: 4; Tidd, 1994: 27).

Bu çalışmanın amacı, Türk kağıt imalat sanayisinde faaliyette bulunan bir işletmede, 2016 yılının Ocak ayında kullanılmaya başlanan Experion MX yeni nesil otomasyon programının, işletmenin 2015 ve 2016 finansal verileri kullanılarak farklı finansal oran ile verimlilik artış düzeylerini ortaya koymaktır. Çalışmada, İşletmelerde verimlilik analizlerinde üretimi etkileyen bütün faktörleri ve bunların girdiler üzerindeki etkilerini dikkate almak gerektiğinden 10 farklı finansal oran kullanılmıştır.



1. VERİMLİLİK

Rekabet gücü üzerine önemli çalışmalar yapmış olan M. Porter da rekabet üstünlüğü sağlamada verimliliğin önemini ve rolünü vurgulamış; kalite, teknolojik gelişme, yenilik yapabilme ile araştırma ve geliştirmenin önemine dikkat çekmiştir. Ülkelere rekabet gücü kazandıran esas faktörün, ucuz işgücü veya uygun döviz kurları olmadığını, esas olanın yüksek verimlilik düzeyi ile yenilikçi ve kaliteli ürünler üretebilmek olduğunu belirtmiştir (Porter, 1991). Makro düzeydeki verimlilik artışlarının mikro (işletme) düzeyinde sağlanan artışların toplamı olduğu düşünüldüğünde, verimliliğin artırılması makro düzeyde olduğu kadar mikro düzeyde de önemli bir hedef haline gelmektedir. Özellikle, kıt kaynakla en fazla çıktıyı almayı hedefleyen işletmeler, küreselleşen dünyada pazarı kaybetmemek, rekabet üstünlüğü sağlamak ve kârlılıklarını arttırmak amacıyla kaynaklarını ne derece etken kullandıklarını gösteren “verimlilik” üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır (Peşkirioğlu, 2014). Çünkü, verimlilik işletme performansının odak noktasıdır (Akal,2011,Kahya ve Polat, 2007))

Verimlilik üzerine bugüne kadar yapılan birçok çalışmada, araştırmacılar verimlilik tanımları ortaya koymuşlardır. Dr. M. R. Ramsay’e göre verimlilik, kaliteli mal ve hizmet üretimi ve dağıtımı için, araştırma ve geliştirme, yaratıcı düşünce ve olanaklı olan tüm iyileştirme teknikleri, yöntemleri ve yaklaşımları kullanılarak, elde edilebilir tüm kaynakların optimum kullanımı, bilinen en iyi kaynakların araştırılması ve yenilerinin üretilmesidir. (Ramsay 2008). Peter Drucker’a göre ise verimlilik, en az çaba ile en çok çıktıyı verebilecek bütün üretim kaynaklarının arasındaki denge olarak tanımlanmaktadır (Akal 2005). Japon Verimlilik Merkezi ise, doğru olan işleri, doğru biçimde ve ekonomik bir çalışma ile gerçekleşmeyi hedefleyen akılcı bir yaşam biçimi tanımıyla verimlilik kavramına felsefi olarak yaklaşmaktadır (Akal, 2011).

Bir işletmenin verimlilik düzeyi, o işletmenin başarısını gösterir. Bunun için işletmeler verimliliklerini düzeylerini görebilmek için birçok model kullanırlar. Verimlilik ölçümünde ve analizlerinde kullanılan modeller, girdilerin ele alınış şekline göre iki ana başlıkta toplanmaktadır. Bunlardan birincisi, belirli bir üretim dönemi sonunda elde edilen toplam çıktının, bu çıktıyı elde etmek için kullanılan bütün girdilerin toplamına oranı olarak tanımlanan ve birden çok girdinin aynı zaman diliminde çıktı üzerindeki ortak katkısını ölçen toplam (toplam faktör) verimlilik ölçüsüdür. İkincisi ise işgücü, sermaye, teknoloji olarak ifade edilen temel girdilerden birinin çıktıyla (toplam üretimle) ilişkisini belirleyen kısmi (kısmi faktör) verimlilik ölçüsüdür. Her iki türdeki verimlilik analizleri hem işletmenin geneli için hem de belirli bir işlem, bölüm ya da mamul türü için yapılabilmektedir. Bununla birlikte, genellikle toplam verimlilik analizlerinin bir bütün olarak işletme performansının değerlendirilmesinde; kısmi verimlilik analizlerinin ise işletme içindeki çeşitli sorunların ve sorun kaynaklarının saptanması ile verimliliği artırıcı tedbirlerin alınması amacıyla kullanılması söz konusudur.

Verimlilik göstergelerinin pay ve paydasında yer alan çıktı ve girdi değişkenleri, fiziksel veya parasal birimlerle ifade edilebilir. Hem girdi hem çıktı değişkenleri olarak fiziksel büyüklüklerin kullanıldığı göstergeler fiziki verimlilik göstergeleridir. Benzer şekilde girdi ve çıktı değişkenlerinin parasal büyüklükler cinsinden ifade edildiği göstergeler de parasal verimlilik göstergeleri olarak adlandırılmaktadır. Bunlara ek olarak girdi ve çıktıdan biri fiziksel diğeri parasal bir değişkenle tanımlanabilir. Bu tarz göstergelere de yarı fiziksel veya yarı parasal verimlilik göstergeleri denmektedir (Güntürkün, F., Balkan, D. 2010).



Tablo 1: Çıktı ve Girdi Türleri için Kullanılabilecek Örnek Fiziksel ve Parasal Değişkenler

	Fiziksel	Parasal
Çıktı	Üretilen ürün miktarı, satılan ürün miktarı, vb (ton,metre,vb cinsinden)	Satışlar, Katma Değeri vb
İşgücü	Çalışan işçi sayısı, çalışılan saat sayısı	İş gücü maliyetleri
Sermaye	Makine sayısı, makine çalışma saati, vb	Amortisman ve tükenme payları, sermaye stoku, vb
Hammadde ve Malzeme	Kullanılan Hammadde ve malzeme miktarları (metre, kilogram, litre, ton, vb)	Hammadde ve malzeme maliyetleri
Enerji	Kullanılan elektrik miktarı (kWh, Watt, vb) Kullanılan su miktarı (lt, m ³ , vb)	Enerji Maliyetleri (elektrik maliyeti, su maliyeti, vb)

2. İLERİ İMALAT TEKNOLOJİ VE VERİMLİLİK

Günümüz değişen pazar koşullarında tüketicilerin gereksinim ve isteklerinin etkin biçimde karşılanabilmesi; özellikle süreç teknolojilerinde köklü değişikliklerin yapılmasını gerektirmektedir. Buna bağlı olarak ölçek ekonomisine dayanan montaj hatları İleri İmalat Teknolojileri vasıtasıyla esnek bir yapıya kavuşturularak çeşit ve hız ekonomisine uygun biçimde üretimde bulunulmasına olanak sağlayacak bir yapıya kavuşturulmalıdırlar. Bu durum kaçınılmaz olarak örgütlerin teknoloji ve teknoloji yönetimiyle yakından ilgilenmelerine ve rakiplerine karşı üstünlük sağlamalarına yardımcı olacak İleri İmalat Teknolojilerine ya da yeni nesil teknolojilere yatırımda bulunmalarını gerektirmektedir (Güleş ve Çağlıyan, 2004). İleri imalat teknolojisi, ürün ve süreç tasarımı, üretim planlama ve kontrol, üretim süreci ve bu faaliyetlerin bütünleştirilmesi için kullanılan teknolojilerin bütünüdür ve bu teknoloji tarafından sunulan yüksek esnek çalışma olanağı ve verimliliğin ortaklığı klasik üretim yönetimi ve stratejisi ile uyuşmamaktadır. İleri imalat teknolojileri, üretim sürecinde yeni üretim tekniklerini, bilişim teknolojileri ile donatılmış makinaları, mikroelektronik ve yeni organizasyonel uygulamaları içermektedir. İleri imalat teknolojileri küresel pazarlarda rekabetin gereklilikleri olan verimlilik, kalite ve maliyet azaltımını sağlamaktadır.(Deruntz ve Turner, 2003:1).

İleri imalat teknolojilerini bünyelerine entegre edebilen örgütler eşzamanlı olarak esneklik, hızlı üretim, etkinlik ve yüksek verimlilik düzeyinde rekabet edebilirler (Zairi, 1993) ve her geçen gün değişen uluslararası eğilimlere istenilen zamanda ayak uydurabilirler. Kısaca, teknolojiyi içselleştirebilen işletmeler rekabetçi yapısını geliştirmektedir (Small, 1998: 130). Talebin çekme ve teknolojinin itme gücü yaklaşımları çerçevesinde rekabette ve talepteki değişiklik ile teknolojik gelişmeler işletmelerin ileri imalat teknolojilerine yaptıkları yatırımları artırmalarını zorunlu hale getirmektedir (Tekin, Güleş ve Burgess, 200:20).

Bu anlamda işletmelerin ileri imalat teknolojilerini edinmelerinin temel nedeni üretim faaliyetlerini nihaî olarak da işletmenin rekabetçiliğini geliştirmektir (Small, 1998: 130).İleri imalat Teknolojilerinin kullanımı, bir işletmenin düşük maliyetli ve müşteri taleplerine uygun bir üretici olmasını sağlamak, ürün hattının değişim oranını yükseltmek ve teknolojik yeteneğini geliştirmek suretiyle işletmenin rakipleri için engeller oluşturmasına ve sürdürülebilir bir rekabet üstünlüğü elde etmesine yardımcı olmaktadır (Gupta vd.,1997).

İşletme performansını geliştirmesi örgütlerin İİT kullanmasının temel nedenleri arasındadır. Noori ve Gillen (1995), Modern Üretim teknolojilerinin kullanımının (1) maliyetlerin düşürülmesi, (2) çıktı kalitesinin iyileştirilmesi, (3) öğrenme gücünün artırılması (4) ölçek ve



kapsam ekonomisinin başarılması ve (5) makine ve işgücünden daha etkin yararlanılmasını sağlamak gibi en az beş farklı şekilde işletmenin rekabetçiliğini olumlu biçimde etkileyebileceğini belirtmektedir (Bülbül ve Güleş, 2004).

3. OTOMASYON UYGULAMALARININ VERİMLİLİK ÜZERİNE ETKİLERİ

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırma, Türkiye’de hali hazırda henüz otomasyon teknolojilerinden tam faydalanamayan işletmelerin otomasyon teknolojileri kullanıldığında rekabet gücünü koruyabilmesinde ve hedeflerini gerçekleştirebilmesinde ne kadar etkili olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Bu bağlamda, bir kağıt işletmesinde 2016 yılı ocak ayında faaliyete geçirilen bilişim teknolojisinin işletmenin verimliliğini nasıl etkilediğini tespit etmek amacı ile yapılmıştır.

3.2. Araştırmanın Kapsamı

Araştırma İstanbul’da bulunan bir kağıt fabrikasında 2016 yılının ocak ayında kullanılmaya başlanan Experion MX programının 2017 Ocak ayının sonuna kadar işletmenin verimliliği üzerindeki etkilerinin, Finansal veriler ışığında 10 farklı verimlilik oranları ile 2015 yılı ve 2016 yılı karşılaştırılarak belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir.

İşletme 2015 yılında yaklaşık 51.000 ton/yıl üretimi 8er saatten olmak üzere günde 3 vardiya ile gerçekleştirildiği belirlenmiştir. İşletmenin çalışma durumu incelendiğinde, 00:00 – 08:00 vardiyasında 18 işçi ve 4 mühendis, 08:00 – 16:00 vardiyasında 25 işçi ve 8 mühendis, 16:00 – 24:00 vardiyasında ise 21 işçi ve 6 mühendis çalıştığı görülmüştür. İşletmede üretilen kağıtların 2015 yılında Experion MX devreye alınmadan önceki üretim aşamaları Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. 2015 Yılında İşletmedeki Kağıt Üretim Aşamaları





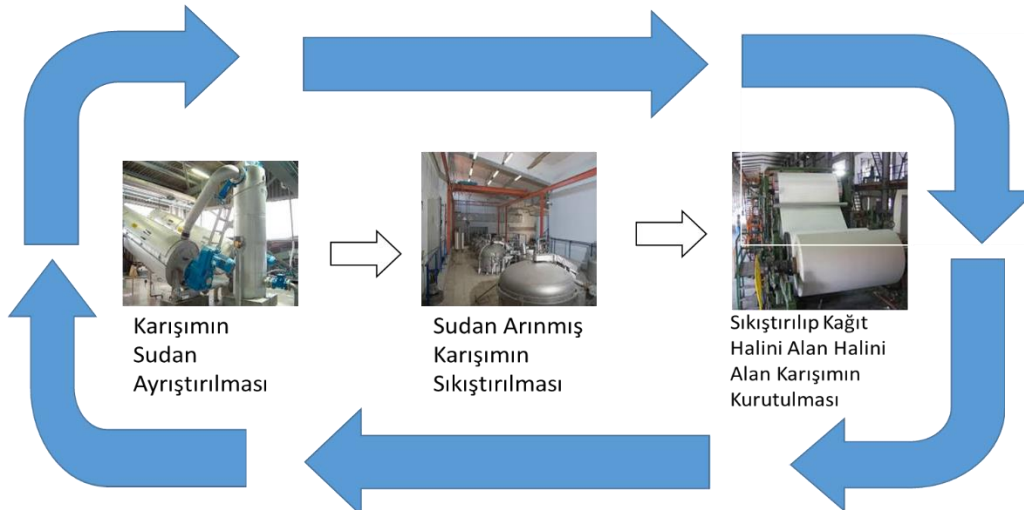
2016 yılı Ocak ayında kullanılmaya başlanılan Experion MX programı sayesinde üretim sırasında birçok aşamada gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle kağıt üretiminin ilk safhalarında kullanılan su buharı miktarı % 4 oranında azalmıştır. Bu azalmanın, kullanılan su buharı sıvılaştırılan selülozün gerekli kimyasallar ile tepkimeye girdiği adımda ve de karışımın sudan arındırıldığı adımda olmuştur. Su buharının kullanıldığı adımlar Şekil 2’te gösterilmiştir.

Şekil 2. Kağıt Üretiminde Su Buharının Kullanıldığı Üretim Aşamaları



Kullanılmaya başlanan Experion MX programı, sıkıştırılan kağıdın kesim işlemine gitmeden önce kontrolleri yapıp, selüloz, su ve kimyasalların oranlarında gerekli ayarlamaları yapmaktadır. Kalite Kontrol Teknolojisinin kullanılmasının işletmeye sağladığı avantajlardan ilki, vardiya başına 4 çalışanın gerçekleştirdiği kalite kontrolünü programın gerçekleştirmesi, diğeri ise üretim hızını artırmasıdır. Kalite kontrol teknolojisinin çalışma prensibi Şekil 3’te gösterilmiştir.

Şekil 3. Kalite Kontrol Teknolojisinin Üretimde Dahil Olduğu Adımlar





Üretim sistemine alınan Experion MX yeni nesil otomasyon sistemi, entegre kullanıcı arayüzlerini içeren, operatörlerin prosesi izlemesi ve kontrol etmesini kolaylaştıran bir program olup, kağıt üretiminde, geliştirilmiş ölçümler ile çok değişkenli ileri kontrol uygulamaları ile ürün kalitesini ve üretim verimliliğini artıracakı düşünölen bir programdır.

3.3. Araştırma Yöntemi

İşletmenin kullanmaya başladığı bilişim teknolojisinin işletmenin verimliliği üzerindeki etkilerini analiz etmek için, Bilişim Teknolojilerinin işletmede kullanılmasından önceki ve sonraki dönemlerin finansal verileri on adet finansal oranda karşılaştırılmıştır. Bu oranlar sırasıyla, Ekonomik Verimlilik, Tam Kapsamlı Verimlilik Ölçümü, Makine Verimliliği, İşgücü Verimliliği, Satış Karlılığı, Mundel Verimlilik Endeksi, Ekonomik Etkenlik, Stok Devir Hızı, Çok Faktörlü Verimlilik, İşçi Başına Katma Değerdir. Tüm bu oranlar ile, işletmenin Bilişim Teknolojilerini kullanmasının işletmeye sağlayacağı olumlu ve olumsuz durumları analiz etmek için kullanılmıştır.

- Ekonomik verimlilik; elde edilen nihai ürünün satışından elde edilen gelirin, nihai ürünü elde etmek için kullanılan mal ve hizmetlerin maliyetine oranıdır. Satış hasılatı olarak satışların net gelirleri alınır. Ekonomik verimliliğin 1'den büyük olması istenir. Oransal olarak gösterilişi;

$$\text{Ekonomik Verimlilik} = \frac{\text{Satışların Maliyeti} + \text{Dönem Net Karı}}{\text{Satışların Maliyeti}}$$

- M.R. Ramsay'ın Tam Kapsamlı Verimlilik Ölçümü Oranı; Tam Kapsamlı Verimlilik Ölçümü ile, hammaddeyi ürüne dönüştürmede ne ölçüde etken olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Orandaki toplam maliyet kavramı "satışların maliyeti", kar kavramı "dönem net karı" ve hammadde maliyeti "direkt ilk madde ve malzeme giderleri" olarak ele alınmaktadır.

$$\text{Tam Kapsamlı Verimlilik Ölçümü} = \frac{\text{Toplam Maliyet} + \text{Kar} + \text{Hammadde Maliyeti}}{\text{Toplam Maliyet} - \text{Hammadde Maliyeti}}$$

- Makine Verimliliği oranı: Bu oran İşletmenin Ürettiği toplam Üretim miktarının, hazırdaki çalışan makine sayısının bu makinelerin çalışma süresinin çarpımına oranıdır. Oransal olarak gösterilişi;

$$\text{Makine Verimliliği} = \frac{\text{Toplam Üretim Miktarı}}{\text{Makine Sayısı} \times \text{Çalışma Süresi}}$$

- İş Gücü Verimlilik Oranı: Üretim sonucu elde edilen nihai ürünlerin satışlarından elde edilen net satışların çalışanlara ödenen ücretlerin toplamına oranı işgücü verimliliğidir. Üretimin ekonomik değeri olarak, satışların net gelirleri ele alınmaktadır. Oransal olarak gösterilişi;

$$\text{İşgücü Verimliliği} = \frac{\text{Üretimin Ekonomik Değeri}}{\text{Ödenen Ücretlerin Toplamı}}$$

- İşgücü Verimlilik Oranı: Bu oran, İşletmenin dönem sonundaki net karının, satışlardan elde edilen toplam net gelire oranıdır. Oransal olarak gösterilişi;

$$\text{Satış Karlılığı} = \frac{\text{Dönem Net Karı}}{\text{Net Satışlar}}$$

- Mundel Verimlilik Endeksi Oranı: Bilişim teknolojilerinin kullanılmadığı ve kullanıldığı dönemlerin verimliliklerinin oranı ile Mundel Verimlilik Endeksi elde edilir. Bu



endeks sayesinde birden fazla seçenekler arasından seçim yapılabilir, farklı bilişim teknolojilerinin karşılaştırılması yapılabilir. Mundel Verimlilik Endeksi'nin gösterilişi;

$$Mundel V.E. = \frac{\frac{T = 1 \text{ zaman aralığındaki Net Satışlardan Elde Edilen Gelir}}{T = 1 \text{ zaman aralığındaki Satışların Maliyeti}}{\frac{T = 0 \text{ zaman aralığındaki Net Satışlardan Elde Edilen Gelir}}{T = 0 \text{ zaman aralığındaki Satışların Maliyeti}}}$$

• Ekonomik Etkenlik Oranı: Bu oran, Satışların Maliyeti ile Dönem Karının toplamının Satışların Maliyetine olan oranıdır. Ekonomik etkenliğin gösterilişi;

$$Ekonomik Etkenlik = \frac{\text{Satışların Maliyeti} + \text{Dönem Net Karı}}{\text{Satışların Maliyeti}}$$

• Stok Devir Hızı Oranı: Bu oran, bir işletmenin üretip stokta tuttuğu malları ne hızla sattığını gösterir. Stok devir hızının satış kaybına yol açmamak koşuluyla olabildiğince yüksek olması istenir. Belirli bir dönemde satılan ürünlerin net gelirlerinin o dönem sonundaki stokların parasal değerine oranı ile stok devir hızı bulunur. Stok devir hızının gösterilişi;

$$Stok Devir Hızı = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Toplam Stokların Değeri}}$$

• Çok Faktörlü Verimlilik Oranı: Bu oran işletmenin net satışlarının İş Gücü, Malzeme ve Enerji maliyetinin çarpımına oranıdır. Çok faktörlü verimlilik oranı sayesinde verimlilik birden fazla faktör ile ölçülür. Bu faktörler işgücü, malzeme ve enerjidir. Oransal olarak gösterilişi;

$$Çok Faktörlü Verimlilik = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{İşgücü} \times \text{Malzeme} \times \text{Enerji}}$$

• İşçi Başına Katma Değer Oranı: İşçi başına katma değer, belirli bir dönem sonucunda oluşan katma değer, çalışanların sayısına oranıdır. Oransal olarak gösterilişi;

$$İşçi Başına Katma Değer = \frac{\text{Net Satışlar} - \text{Satışların Maliyeti}}{\text{Toplam Çalışan Sayısı}}$$

3.4. Araştırmanın Analizi ve Bulguları

• **Ekonomik Verimlilik:**

$$Ekonomik Verimlilik = \frac{\text{Satış Hasılatı}}{\text{Satışların Maliyeti}}$$

2015 döneminin hesaplanması:

İşletmenin Finansal Tablolarından alınan verilerde, Satış Hasılatı, 2015 yılı için toplam 97.485.548 TL, 2016 yılı için ise 149.343.844 TL dir. İşletmenin Satışlarının Maliyeti, 2015 yılı için 75.069.932 TL, 2016 yılı için 113.988.504 TL olarak belirlenmiştir. Diğer yandan 2016 12 aylık TÜFE enflasyon oranını olan 1,0778 i de göz önüne aldığımızda,

$$Ekonomik Verimlilik_{2015} = \frac{97.485.548 / 1,0778}{75.069.932 / 1,0778} = 1,2985$$



2016 Dönemi Hesaplanması;

$$\text{Ekonomik Verimlilik}_{2016} = \frac{149.343.844}{113.988.504} = 1,3102$$

2015 ile 2016 yılı Ekonomik Verimlilik oranlarındaki artış miktarı ise % 0,010 oranında olmuştur.

- **Tam Kapsamı Verimlilik Ölçüm Oranı hesaplanması;**

İşletmenin Toplam Maliyeti 2015 yılı için 75.069.932 TL, 2016 yılı için 113.988.504 TL, Kar durumu 2015 yılı için 7.216.552, 2016 yılı için 16.948.368 TL, Üretim için Hammadde Maliyeti 2015 yılı için 48.988.608 TL, 2016 yılı için 78.180.012 TL olarak finansal tablolardan hesaplanmıştır.

$$\text{Tam Kapsamlı Verimlilik Ö. O} = \frac{\text{Toplam Maliyet} + \text{Kar} + \text{Hammadde Maliyeti}}{\text{Toplam Maliyet} - \text{Hammadde Maliyeti}}$$

2015 döneminin hesaplanması;

$$\begin{aligned} \text{Tam Kapsamlı V. Ö. O}_{2015} \\ = \frac{75.069.932/1,0778 + 7.216.552/1,0778 + 48.988.608/1,0778}{75.069.932/1,0778 - 48.988.608/1,0778} = 4,756 \end{aligned}$$

2016 döneminin hesaplanması;

$$\text{Tam Kapsamlı V. Ö. O}_{2016} = \frac{113.988.504 + 16.948.368 + 78.180.012}{113.988.504 - 78.180.012} = 5,839$$

% 22,78 oranında artış gerçekleşmiştir.

- **Makine Verimliliği hesaplanması;**

İşletmenin üretim aşamasındaki veriler incelendiğinde, 2015 yılı üretim toplam 51.208 Ton/Yıl, 2016 yılı için ise 67.832 Ton/Yıl olarak kağıt ürettiği belirlenmiştir. Üretimde kullanılan makine sayısı toplam 2015 yılı için 7 adet, 2016 yılı için 9 adete çıkmıştır. Toplam çalışma sürelerine bakıldığında toplam 2015 yılı için 320, 2016 yılı için bu sayı 364 e çıkmıştır.

$$\text{Makine Verimliliği} = \frac{\text{Toplam Üretim Miktarı}}{\text{Makine Sayısı} \times \text{Çalışma Süresi}}$$

2015 döneminin hesaplanması;

$$\text{Makine Verimliliği}_{2015} = \frac{51.208}{7 \times 56.448} = 20,32$$

2016 döneminin hesaplanması;

$$\text{Makine Verimliliği}_{2016} = \frac{67.832}{9 \times 364} = 20,70$$

% 1,89 oranında artış gerçekleşmiştir.



• ***İşgücü Verimliliği hesaplanması;***

İşletme Finansal verilerinden, 2015 yılı üretimin ekonomik değeri 97.485.548 TL iken, 2016 yılı ise 149.343.844 TL olarak belirlenmiştir. Diğer yandan işletme 2015 yılı içinde toplam 2.675.668 TL, 2016 yılı için ise 2.349.796 TL çalışanlarına ödeme yapmıştır.

$$\text{İşgücü Verimliliği} = \frac{\text{Üretimin Ekonomik Değeri}}{\text{Ödenen Ücretlerin Toplamı}}$$

2015 döneminin hesaplanması;

$$\text{İşgücü Verimliliği}_{2015} = \frac{97.485.548 / 1,0778}{2.675.668 / 1,0778} = 37,1829$$

2016 döneminin hesaplanması;

$$\text{İşgücü Verimliliği}_{2016} = \frac{149.343.844}{2.349.796} = 63,5560$$

% 57,32 oranında artış gerçekleşmiştir.

• ***Satış Karlılığı Verimliliği hesaplanması;***

İşletme finansal verilerinden 2015 yılı Döneminin net karı toplam 7.216.552 TL iken, 2016 yılı dönem net karı toplam 16.948.368 TL olarak hesaplanmıştır. Net satışları incelendiğinde, 2015 yılı için 97.485.548 TL, 2016 yılı için ise, 149.343.844 TL hesaplanmıştır.

$$\text{Satış Karlılığı} = \frac{\text{Dönem Net Karı}}{\text{Net Satışlar}}$$

2015 döneminin hesaplanması;

$$\text{Satış Karlılığı}_{2015} = \frac{7.216.552 / 1,0778}{97.485.548 / 1,0778} = 0,0740$$

2016 döneminin hesaplanması;

$$\text{Satış Karlılığı}_{2016} = \frac{16.948.368}{149.343.844} = 0,1134$$

% 53,24 oranında artış gerçekleşmiştir.

• ***Mundel Verimlilik Endeksi hesaplanması;***

İşletmenin Finansal verileri ışığında, 2015 yılı içinde toplam Net Satışlarından elde ettikleri gelir 97.485.548 TL, 2016 için 149.343.844 TL hesaplanmıştır. Diğer yandan, 2015 yılı içindeki satışların maliyeti toplam 75.069.932 TL, 2016 için ise 113.988.504 TL olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Mundel V.E.} = \frac{\frac{\text{T = 1 zaman aralığındaki Net Satışlardan Elde Edilen Gelir}}{\text{T = 1 zaman aralığındaki Satışların Maliyeti}}}{\frac{\text{T = 0 zaman aralığındaki Net Satışlardan Elde Edilen Gelir}}{\text{T = 0 zaman aralığındaki Satışların Maliyeti}}}$$



$$Mundel V.E = \frac{149,343.844}{113.988.504} \div \frac{97.485.548/1,0778}{75.069.932/1,0778} = 1,0089$$

• **Ekonomik Etkenlik hesaplanması;**

İşletmenin finansal verilerinden satışların maliyetleri 2015 yılı için toplam 75.069.932 TL, 2016 yılı için ise 113.988.504 TL'dir. Dönem Net Karı ise 2015 yılında toplam 7.216.552 TL, 2016 yılı için 16.948.368 TL dir.

$$Ekonomik Etkenlik = \frac{\text{Satışların Maliyeti} + \text{Dönem Net Karı}}{\text{Satışların Maliyeti}}$$

2015 döneminin hesaplanması;

$$Ekonomik Etkenlik_{2015} = \frac{75.069.932/1,0778 + 7.216.552/1,0778}{75.069.932/1,0778} = 1,961$$

2016 döneminin hesaplanması;

$$Ekonomik Etkenlik_{2016} = \frac{113.988.504 + 16.948.368}{113.988.504} = 1,1487$$

% 4,78 oranında artış gerçekleşmiştir.

• **Stok Devir Hızı hesaplanması;**

İşletmenin 2015 yılı içinde Toplam net satışları 97.485.548 TL, bu 2016 yılı içinde ise 149.343.844 TL dir. Diğer yandan, işletmenin 2015 yılı içindeki Toplam Stoklarının Değeri 473.632 TL, bu oran 2016 yılı içinde ise 1.387.256 TL dir.

$$Stok Devir Hızı = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Toplam Stokların Değeri}}$$

2015 döneminin hesaplanması;

$$Stok Devir Hızı_{2015} = \frac{97.485.548/1,0778}{473.632/1,0778} = 205,8255$$

2016 döneminin hesaplanması;

$$Stok Devir Hızı_{2016} = \frac{149.343.844}{1.387.256} = 107,6541$$

% 47,69 oranında azalış gerçekleşmiştir.

• **Çok Faktörlü Verimlilik hesaplanması;**

$$\text{Çok Faktörlü Verimlilik} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{İşgücü} \times \text{Malzeme} \times \text{Enerji}}$$

**2015 döneminin hesaplanması:**

İşletmenin, 2015 yılı için iş gücü maliyeti 2.675.688 TL, Malzeme gideri 48.988.608 TL, Enerji gideri ise 14.324.16 TL olduğu, 2016 yılında ise, İş gücü maliyetleri

$$\begin{aligned} \text{Çok Faktörlü Verimlilik}_{2015} &= \frac{97.485.548 / 1,0778}{2.675.688 / 1,0778 \times 48.988.608 / 1,0778 \times 14.324.16 / 1,0778} \\ &= 10,1416 \cdot 10^{-13} \end{aligned}$$

2016 döneminin hesaplanması:

$$\text{Çok Faktörlü Verimlilik}_{2016} = \frac{149.343.844}{\times \text{Malzeme} \times \text{Enerji}}$$

$$[(37.335.961)] / [(587.449) \times (19.545.003) \times (4.430.572)] = 7,3394 \times 10^{-13}$$

% 27,63 oranında azalış gerçekleşmiştir.

• İşçi Başına Katma Değer hesaplanması;

$$\text{İşçi Başına Katma Değer} = \frac{\text{Net Satışlar} - \text{Satışların Maliyeti}}{\text{Toplam Çalışan Sayısı}}$$

2015 döneminin hesaplanması:

$$\text{İşçi Başına Katma Değer} = \frac{97.485.548 / 1,0778 - 75.069.932 / 1,0778}{105} = 198.072,051$$

2016 döneminin hesaplanması:

$$\text{İşçi Başına Katma Değer} = \frac{149.343.844 - 113.988.504}{93} = 380.164,946$$

% 52,1 oranında artış gerçekleşmiştir.

SONUÇ

Analiz sonuçlarına baktığımızda, en çok göze çarpan sonuç işçi başına katma değer % 52,1 oranında artmasıdır. Bu oranda bir artışın meydana gelmesinin sebebi kullanılan otomasyonun üretim miktarını arttırması hem de işçi sayısını düşürmesidir. İşçi sayısının düşmesi çalışan personel giderlerini de azalttığından işgücü verimliliği de % 57,32 oranında artmıştır. Bu iki oranın bu denli yüksek miktarda artmasının nedeni de işletmenin 2015 yılında üretimde otomasyon seviyesinin çok yüksek olmayışındır. İşçi sayısı ve maliyetleri işletmenin genel giderlerinde önemli bir role sahiptir.

Üretimde kullanılan makine sayısı artmasına rağmen makine verimliliği % 1,89 oranında artış göstermiştir. Makine sayısındaki artışa rağmen üretilen ürünün miktarındaki artış oranının daha fazla olması, bu oranın artmasına yol açmıştır. % 1,89 sayısal olarak düşük gözükse de, işletmenin bilişim teknolojilerinden beklentisini karşılamıştır.

Üretilen ürün miktarının artması stok devir hızını da etkilemiş, % 47,69'luk bir azalışa neden olmuştur. İşletmenin stok maliyetleri düşük olduğundan dolayı bu azalış işletmeye mali bir yük



getirmemiştir. Ancak üretimin arzın sınırlarına yaklaştığı da bir gerçektir. İşletmenin bulunduğu pazarın istikrarsızlaşması işletmenin geleceğini etkileyebilir. Günümüzde işletmeler nicelik yerine niteliğe önem vermektedirler. Kullanılan otomasyonun maliyetlerini düşürmesi ekonomik verimliliği % 0,89 oranında arttırmıştır. Ekonomik verimlilik artmış olsa da beklentinin altında kalmıştır.

Maliyetlerin azalıp üretimin artması dönem net karına da yansımış olup ekonomik etkenliği % 4,78 oranında, satış karlılığını ise % 53,38 oranında arttırmıştır. Satış karlılığı oranında elde edilen oran kadar, o oranı oluşturan sayısal değerler de önemlidir. Net satışlardan elde edilen gelirin artmasına rağmen çok faktörlü verimlilik oranı % 27,63 oranında azalmıştır. Ramsay modeli oranı ise % 22,78 oranında artmıştır.

Sonuçları dikkatle incelediğimizde ekonomik etkenlik, ekonomik verimlilik ve de satış karlılığı gibi ekonomik göstergeler, İleri Üretim Teknolojisini işletmenin finansal açıdan beklentilerini genel olarak karşılamaktadır. Bunun en önemli nedeni işletmenin temel giderlerinden olan üretim maliyetinin azalmasıdır. Analiz edilen finansal göstergelerin sonuçları ele alındığında işletmenin geleceği açısından en önemli olanı ekonomik etkenlik olup, % 4,78 oranındaki artış beklentileri aşmıştır.

Ancak çok faktörlü verimlilik oranındaki düşüş ileri üretim teknolojisinin neden olduğu üretim artışı sonucundaki hammadde ve malzeme ihtiyacının artmasının işletmenin fiziksel verimliliğini düşürdüğünü göstermektedir. Stok devir hızındaki % 47,69'luk azalış işletmeyi fazla etkilememiştir. Bunun nedeni stokların maliyetlerinin düşük olmasıdır. Ancak aynı İleri Üretim teknolojisi stok maliyetlerinin yüksek olduğu bir işletmede kullanılırsa hem finansal verimliliği hem de fiziksel verimliliği beklenen oranda yükseltmesi mümkün değildir.

Genel bir değerlendirme yaptığımızda, işletmede kullanılan İleri İmalat Teknolojisinin, verimliliği arttırdığını ve bu artışın beklentileri karşıladığını söyleyebiliriz. Ancak fiziksel verimlilikteki düşüş nedeniyle fiziksel verimliliği artırıcı yatırımlar gereklidir.

KAYNAKÇA

- Akal Z.. İşletmelerde Performans Ölçümü ve Denetimi. MPM Yayın No:473 (7. Basım), Ankara, 2011.
- Bülbül, H VE Güleş. H.K., (2004). Türk Sanayi İşletmelerinde İleri İmalat Teknolojileri Kullanımı ve Performansa Etkisi, ODTÜ Geliştirme Dergisi, Haziran, 1-42.
- Deruntz, B. D. and Turner, R. M., (2003), Organizational Considerations for Advanced Manufacturing Technology, The Journal of Technology Studies, Vol. 29 Issue 1, 1-7.
- Gupta, A., Chen, I. J. ve Chiang, D. (1997), "Determining Organizational Structure Choices in Advanced Manufacturing Technology Management", Omega: The International Journal of Management Science, 25(5), 511-21.
- Güleş H.K ve Çağlıyan V., (2004). İleri İmalat Teknolojileri Kullanımının İşletme Performansına Etkileri:Küçük Ve Orta Ölçekli Sanayi İşletmelerinde Bir Uygulaması İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. 1.5. Ss.63-85.



AKADEMİK BAKIŞ DERGİSİ

Sayı: 65 Ocak - Şubat 2018

Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi

ISSN:1694-528X İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası
Kırız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Celalabat – KIRGIZİSTAN

<http://www.akademikbakis.org>



- Kahya, E., Polat, O., (2007), "Bir işletmenin Mekanik İşler Atölye 'sinde Oranlarla İşgücü Verimlilik Yönetim Sistemi (WPMR) Tasarımı", Verimlilik Dergisi, 2, 9-36.
- Noori, H. ve Gillen, D. (1995), "A Performance Measuring Matrix for Capturing the Impact of AMT" International Journal of Production Research, 33(7), 2037-48.
- Peşkirioğlu. N., (2017). Verimlilik Yönetimi, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, , sayı 306.
- Porter, M. The Competitive Advantage of Nations. The MacMillan Press Ltd., 1991.
- Ramsay M. R., (2008), İşletme Verimliliği Ölçümü ve Uluslararası İşgücü Verimliliği El Kitabı, Milli Produktivite Merkezi Yayınları , No:704, Ankara,15-35.
- Small, M. H. (1998), "Objectives for Adopting Advanced Manufacturing Systems: Promise and Performance, Industrial Management & Data Systems, 98(3), 129-37.
- Swamidass, P. M. ve Kotha, S. (1998), "Explaining Manufacturing Technology Use, Firm Size and Performance Using Multidimensional View of Technology", Journal of Operations Management, 17, 23-37.
- Şimşek, M. Ş. ve Akın, H. B. (2003), Teknoloji Yönetimi ve Örgütsel Değişim, Birinci Basım, Konya: Çizgi Kitabevi Yayınları.
- Tekin, M, Güleş, H. Kürşat ve Burgess, T,. (2000). Değişen Dünyada Teknoloji Yönetimi, Konya, Damla Ofset.
- Zairi, M. (1993), "Competitive Manufacturing: Combining Total Quality with Advanced Technology", Long Range Planning, 26(3), 123-32.
- Zammuto, R. F. ve O'connor E. J. (1992), "Gaining Advanced Manufacturing Technologies' Benefits: The Roles of Organization Design and Culture", Academy of Management Review, 17(4), 701-28.