



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜ VE
VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA**

ALLA MOTROI

İŞLETME ANABİLİM DALI

ARALIK 2017



**VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜ VE VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE BİR
UYGULAMA**

Alla MOTROI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2017

ALLA MOTROI tarafından hazırlanan “Verimlilik Ölçümü ve Veri Zarflama Yöntemi ile Bir Uygulama” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İŞLETME Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Abdullah Süreyya ERSOY

İşletme Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan : Prof. Dr. Nurettin PARILTI

İşletme Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye : Yrd. Doç. Dr. Pelin ÖZGEN

İşletme Fakültesi, Atılım Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 18/12/2017

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Hilmi ÜNSAL

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Alla MÖTROİ

18/12/2017

VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜ VE VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA
(Yüksek Lisans Tezi)

Alla MOTROI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Aralık 2017

ÖZET

Bu çalışmada imalat işletmeleri için önemli olan üretim verimliliği konusu ele alınarak örnek bir imalat işletmesindeki verimlilik Veri Zarflama Analizi ile ölçülmüştür. Verimliliğin tanımı, tarihsel gelişimi ve öneminin yanı sıra verimlilik ölçümünde kullanılan yaklaşımlardan ve modellerden bahsedilmiştir. Örnek bir imalat işletmesi üzerinde verimlilikle ilgili alan araştırması yürütülmüştür. Isıcam üretimi yapan bir fabrikanın 2014 yılına ait verileri kullanılarak verimliliği ölçülmüştür. Kullanılan veriye ilişkin girdi olarak personel sayısı, makinenin enerji tüketimi ve teknik bakımı ve çıktı olarak ısıcam üretim miktarı ele alınmıştır. Analizin sonuçlarına göre makine üretime alındıktan sonra girdi maliyetlerinde düşüş ve verimlilikte artış olduğu görülmüştür. Son olarak çıkan sonuçlar doğrultusunda öneriler sunulmuştur.

Bilim Kodu : 118708
Anahtar Kelimeler : Verimlilik, Veri Zarflama Analizi (VZA)
Sayfa Adedi : 91
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Abdullah Süreyya ERSOY

PRODUCTIVITY MEASUREMENT AND ONE APPLICATION WITH DATA
ENVELOPMENT METHOD

(M.S. Thesis)

Alla MOTROI

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES

December 2017

ABSTRACT

In this study measurement of production productivity has been performed, which is very important for production enterprises. Measurement of productivity has been made by using Data Envelopment Analysis (DEA). Definition of productivity, historical development, importance of productivity, productivity measurement approaches and models have been mentioned. Research on productivity of sample production factory has been made. Measurement of productivity factory, which produces double glazing, has been made by using data of 2014 year. As data inputs and outputs has been used. As inputs number of workers, machine energy consumption and technical maintenance and outputs amount of produced double glazing has been used. According to the results of the analysis after using machine in production cost of inputs has been reduced and productivity has been increased. Finally, in the direction of the analysis results suggestions has been presented.

Science Code : 118708
Key Words : Productivity, Data Envelopment Analysis (DEA)
Page Number : 91
Supervisor : Prof. Dr. Abdullah Süreyya ERSOY

TEŐEKKÖR

Bu alıőmada bana yol gösteren ve büyük emeği olan değerli Hocam ve tez danıőmanım Prof. Dr. Abdullah Süreyya Ersoy'a, tezimin konusunu seçmekte bana yardımcı olan ve uygulama bölümü için bilgileri sağlayan GÜRSAN fabrikasındaki yönetim ve çalıőanlarına, yüksek lisans eğitiminde manevi desteğini hep yanımda hissettiğim değerli aileme ve beni sürekli destekleyen sevgili eőime teőekkr ediyorum.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. VERİMLİLİK.....	3
2.1. Verimlilik Kavramı ve Tanımı	4
2.2. Verimliliğin Tarihsel Gelişimi	6
2.3. Verimlilik Türleri	9
2.4. Verimlilik ile ilgili Kavramlar	10
2.5. Verimlilik Yönetimi	14
2.6. Verimliliğe Etki Eden Faktörler	15
2.7. Verimliliğin Önemi	19
2.8. Verimliliğin Sosyal ve Ekonomik Yönleri.....	21
2.9. Verimlilik ve Kalite Yönetimi	23
2.10. Verimlilik ve Yalın Üretim	25
3. VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜ	31
3.1. Verimlilik Ölçüm Modellerinin Sınıflandırılması	33
3.1.1. R.G. Norman ve Simcha Bahiri'nin Sınıflandırılması.....	33
3.1.2. James L. Mammone (1980)'nin Sınıflandırması	34
3.1.3. Sardana ve Vrat (1984)'in Sınıflandırması	35

	Sayfa
3.1.4. D. Scott Sink, Sandra J. DeVries ve Thomas Tuttle'ın Sınıflandırması...	39
3.1.5. Joseph Prokopenko'nun Sınıflandırılması	41
3.1.6. Antonio J. Pineda'nın Sınıflandırması	41
3.2. Verimlilik Ölçüm Modelleri	42
3.2.1. R. G. Norman ve Sımcha Bahırı'nın Bütünleşik (ENTEGRE) Verimlilik Modeli	42
3.2.2. G.D. Sardana ve Prem Vrat' ın PHV (Performans Hedefleri ve Verimlilik) Modeli.....	47
3.2.3. Amerikan Verimlilik Merkezi (APC = American Productivity Center) Modeli.....	53
3.3. Veri Zarflama Analizi	54
4. VERİMLİLİK VE BİR CAM İŞLEME FABRİKASINDAKİ UYGULAMA	61
4.1. İşletmenin Tanıtımı	61
4.2. İşletmedeki Uygulamalar	65
4.3. VZA ile İşletmedeki Verimliliğin Değerlendirilmesi	67
4.3.1. Veri Toplama Süreci	67
4.3.2. Fabrikadaki Verilerinin Değerlendirilmesi ve Sonuçları	69
5. SONUÇ	85
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	91

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Verimliliğe katkı sağlayan önemli tarihsel gelişmeler	7
Çizelge 2.2. Verimlilik türleri.....	10
Çizelge 2.3. Çeşitli etkililik ve etkenlik bileşimleri.....	12
Çizelge 2.4. İşletme verimlilik faktörlerinin bütünleşmiş modeli	15
Çizelge 3.1. R. G. Norman ve Simcha Bahırı' nın Bütünleşik (ENTEGRE) verimlilik modelinde kullanılan harflerin anlamı.....	43
Çizelge 3.2. Anahtar etkililik alanı ve performans hedefi	51
Çizelge 3.3. Anahtar etkililik alanı ve performans hedefi	51
Çizelge 3.4. Girdi ve çıktı odaklılıkları	56
Çizelge 4.1. Ana ürün grupları ve alt gruplar	63
Çizelge 4.2. Departmanlar ve görevleri	65
Çizelge 4.3. Fabrikadaki veriler.....	67
Çizelge 4.4. Çıktı ve girdilere ilişkin veri tablosu	69
Çizelge 4.5. Ocak ayı çözüm sonuçları.....	71
Çizelge 4.6. Şubat ayı çözüm sonuçları	72
Çizelge 4.7. Mart ayı çözüm sonuçları	73
Çizelge 4.8. Nisan ayı çözüm sonuçları.....	74
Çizelge 4.9. Mayıs ayı çözüm sonuçları	75
Çizelge 4.10. Haziran ayı çözüm sonuçları	76
Çizelge 4.11. Temmuz ayı çözüm sonuçları	77
Çizelge 4.12. Ağustos ayı çözüm sonuçları	78
Çizelge 4.13. Eylül ayı çözüm sonuçları	79
Çizelge 4.14. Ekim ayı çözüm sonuçları	80
Çizelge 4.15. Kasım ayı çözüm sonuçları.....	81
Çizelge 4.16. Aralık ayı çözüm sonuçları.....	82
Çizelge 4.17. Çözüm sonuçları	83

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Girdi, çıktı ve üretim süreçleri.....	3
Şekil 2.2. Etkenlik ve etkililik kavramlarının üretim süreci içerisindeki yerleri.....	13
Şekil 2.3. Kaizen uygulamasının şekli.....	30
Şekil 3.1. Verimlilik değişiklikleri.....	32
Şekil 3.2. Bütünleşik verimlilik modeli	44
Şekil 3.3. APC Modelindeki mantıksal çatı.....	53



KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar

Açıklamalar

VZA

Veri Zarflama Analizi



1. GİRİŞ

Verimlilik, genel anlamda üretime giren ve üretimden çıkan birimler arasındaki oran şeklinde tanımlanabilmektedir (Barutçu, 2013: 3). Verimlilik mutlak bir rakamdan daha çok, girdilerin belli devrelerden geçerek ürüne sağladıkları katkılardan dolayı dinamik bir güce sahiptir.

Verimliliğin özünde asgari girdiler ile azami çıktı sağlama düşüncesi vardır. Verimlilik çalışmalarının genel amacı, en az girdi ile en fazla çıktıyı elde etmektir. Verimlilik ekonominin mikro ve makro planları ve amaçları için önemli bir araçtır.

Ülkelerin ekonomik sistemleri aynı olmasa bile verimlilik ulusal refahın büyümesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Verimliliğin düşmesi ekonomide enflasyon yaratabilmektedir. Verimlilik artışı ise ekonomik kalkınmayı ve büyümeyi teşvik etmektedir.

Bir işletme için verimliliğin artışı maliyetleri minimize etmek anlamına gelmektedir. Maliyetlerin minimize edilmesinin yolu sınırlı kaynakları tasarruflu ve israf olmadan kullanmaktır. Maliyetler azalırsa verimlilik artar, bu da hem işletmeler hem ülkeler için iktisadi büyümedir.

Verimlilikle ilgili literatürde, bir yandan verimlilik tanımının ve formüllerinin karmaşık olduğu, diğer yandan ise verimlilik birçok kavramla karşılaştırıldığı görülmüştür. Aynı zamanda, verimlilik konusu ile ilgili birçok çalışma ve araştırma mevcuttur (İnternet: Verimlilik, Verimlilik ile İlgili Kavramlar ve İşletmeler Açısından Verimliliğin Önemi. URL: www.dergipark.ulakbim.gov.tr, Son Erişim Tarihi: 27.10.2015).

Bu çalışmada üretim verimliliği ele alınmıştır. Uygulama kısmındaki ölçümler Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi ile yapılmıştır. Çalışma beş bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm çalışmanın giriş kısmıdır. İkinci bölümde verimlilik kavramsal olarak tanımlanmış ve verimliliğin gelişimi ve verimlilikle ilgili konular açıklanmıştır. Üçüncü bölümde verimlilik ölçme tekniklerinden, yaklaşımlarından ve modellerinden söz edilmiştir. Ayrıca Veri Zarflama Analizi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde çalışmanın uygulama ve uygulamaya ilişkin sonuçlara yer verilmiştir. Beşinci bölüm ise

çalışmanın sonuç kısmıdır.

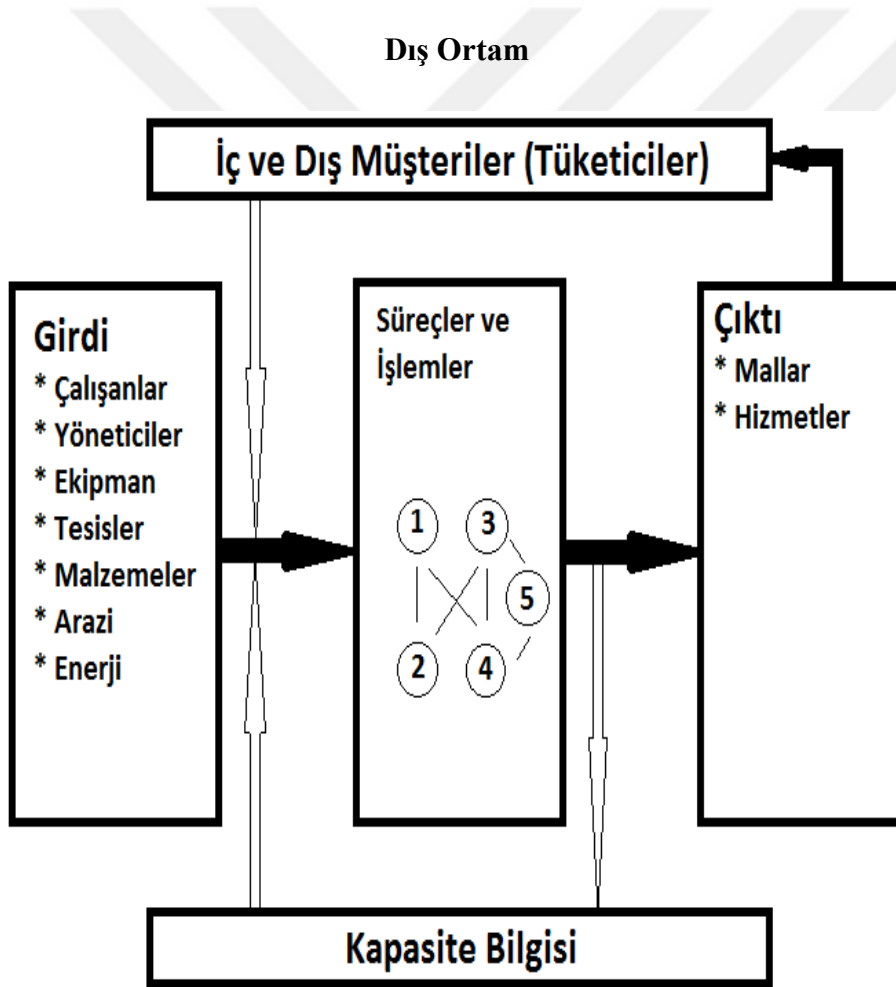
Bu çalışmanın amacı verimlilik ve verimlilik ile ilgili konular incelenerek ısıcam üretimi yapan bir işletmede verimlilik ölçümünü yapmak ve üretimde makine kullanımının yarattığı etkileri tespit ederek değerlendirmektir.



2. VERİMLİLİK

“Verimlilik, kaynakları optimum kullanarak kaliteli mal ve hizmet üretim ve dağıtımdır. Üretim sırasında araştırma-geliştirme faaliyetinde bulunarak sürekli iyileştirme yapılabilir. Yeni düşünce teknikleri, yöntemler ve yaklaşımlara göre üretimi gerçekleştirmektedir.” (Ramsay, 2008: 18).

Verimlilik sistem kavramı ile ilişkilidir. Bu sistem üretimdeki girdi, süreç ve çıktıları içermektedir. Girdi ve çıktılar arasındaki ilişki ve süreçlerin işlenmesi şekil 2.1’de gösterilmiştir (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2013: 24-25):



Şekil 2.1. Girdi, çıktı ve üretim süreçleri

Ekipman, malzemeler ve enerji gibi girdiler üretime girer ve belirli süreç ve işlemlerin sonucunda mal ve hizmetler gibi çıktılar elde edilmektedir. Elde edilen çıktılar tüketicilere sunulmaktadır. Bu süreçte kapasite değerlendirilmesi yapılmaktadır. Böylece verimlilik ile ilgili sistem oluşmaktadır.

Son yıllarda yapılan pek çok çalışma (örneğin Barutçu 2013, Sevimli 2013, Turdi 2016) verimlilik kavramı üzerinde yoğunlaşırken, kapsam itibarı ile oldukça geniş bir yer tutmaktadır. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın iş aleminin yüksek verimliliği ile ilişkilendirilmesi, teorik olarak verimliliğin makro iktisadi boyutunu oluştururken, kaynak kullanımı, üretim süreci ve ulaşılan ekonomik getirilerde firmaların yüksek performans sergilemesi de verimliliğin mikro iktisadi boyutunu ortaya çıkarmaktadır. Verimlilik boyutu, ekonomik gücün ve büyüme potansiyelinin bir göstergesidir. Verimlilik sadece üretim için değil, yeni pazarların oluşturulması ve yeni tekniklerin geliştirilmesi için de büyük bir önem taşımaktadır (Bakırcı, 2006: 39).

Bu bölümde, verimlilik kavramının tanımı, tarihsel gelişimi, türleri ve ilgili kavramları, yönetimi ve öneminin yanı sıra etki eden faktörler ile sosyal ve ekonomik yönlerine yer verilmiştir. Ayrıca, kalite yönetimi ve yalın üretim konuları irdelenmiştir.

2.1. Verimlilik Kavramı ve Tanımı

Verimlilik, Fransızca “produire” (üretmek) mastarından türetilmiştir. Verimlilik genellikle “dar” ve “geniş” anlamda tanımlanmaktadır. Dar anlamda verimlilik çıktı ve girdi arasındaki fiziksel ilişki olarak adlandırılmaktadır. Geniş anlamda verimlilik ise, ekonomik hedeflere ulaşmak için kaynakların duyarlılık ve etkinliğini ölçen soyut bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Baş ve Artar, 1991: 36).

Verimlilik kavramının geçmişi çok eskilere dayanmaktadır. İlk defa verimlilik kavramı 1776’ da Quesnay makalesinde kullanılmıştır. Daha sonra, 1883’te Littre verimliliği imal etme gücü veya üretim becerisi şeklinde tanımlamıştır. 20. yy’ ın başlarında ise verimlilik günümüzdeki kullanım anlamını almıştır. Günümüzde verimlilik çıktı ve girdi arasındaki oran olarak görülmektedir (Karahan ve Özgür, 2009: 43).

Verimlilik kavramıyla ilgili geçmişten günümüze kadar birçok farklı tanım yapılmıştır. Verimlilik bazı uluslararası kuruluşlar ve bilim adamları tarafından tanımlanmıştır. Bu tanımlardan bazılarını aşağıda değinilmektedir.

- OECD'a göre verimlilik; çıktının kaynakların birine bölünmesine eşittir.
- ILO'ya göre verimlilik; ürünler iş gücü, toprak, sermaye ve organizasyon gibi başlıca dört ögenin bileşeni sonucu üretilmektedir. Üretimin bu ögelere oranı verimlilik ölçüsüdür.
- Avrupa Verimlilik Kuruluşu'na göre verimlilik; sürekli iyileştirmeyi kapsayan bir düşünce biçimi olarak girdilerin etkin kullanım düzeyidir.
- Japon Verimlilik Merkezi verimliliği; doğru işlerin doğru yapılması şeklinde tanımlamaktadır (Özsever, Gençoğlu ve Erginel, 2009: 46).
- Peter Drucker'e göre verimlilik; en az çaba ile en fazla ürün veren tüm kaynakların arasındaki dengedir (Kayar, 2012: 33).

Verimlilik kavramı konuyla ilgili kişilerin ya da insan gruplarının özel ilgi alanlarına ya da durumlarına bağlı olarak, genellikle farklı anlamlarda kullanılır. Dolayısıyla, verimliliğe ulusal düzeyde yaklaşan iktisatçı, kendi şirketinin performansı çerçevesinde düşünen girişimci ve esas olarak işin ölçülmesiyle ilgilenen mühendis, verimliliğe farklı bakış açısıyla yaklaşır ve her birinin verimliliği algılaması farklılık arz eder (Kayar, 2012: 33). Her bilim dalı kendi alanına uygun olarak verimlilik kavramı ile ilgili görüş bildirmektedir.

Bu görüşlerin bazıları aşağıdaki gibidir:

- İktisatçıların görüşüne göre verimlilik, çıktı ve bu çıktıyı imal etmek için girdi arasındaki ilişkidir. Çıktı ve girdi fiziksel miktarlar olarak ifade edilir.
- Mühendisler için verimlilik, üretim makinenin etkin olarak çalışmasıdır.
- Muhasebecilerin görüşüne göre verimlilik, finansal rasyolar ve finansal tabloların değerlendirilmesi ile işletmelerin performansı ile ilgilidir.
- Yöneticilerin görüşü: yöneticiler verimlilik kavramına farklı açılardan bakmaktadırlar. Kalite ve miktar, saat başı çıktı, etkinlik, işe devamsızlık, işten ayrılma, iş tatmini, kar, rekabet düzeyi vb yönleri ile ele alınmaktadır (Sevimli, 2013: 25-26).

Verimliliği; sektörel, mikro ve makro gibi üç şekilde değerlendirmek mümkündür. Sektörel anlamı ile verimlilik sanayi, tarım ve hizmet gibi üç sektörü karşılaştırıp değerlendirmektedir. Mikro anlamı ile verimlilik bir üretim işletmesinin ne kadar verimli çalıştığını göstermesidir. Makro anlamı ile verimlilik, bir ülke ekonomisinin göstergelerinden biridir (Sevimli, 2013: 24-25).

Verimlilik, girdilere göre çıktıları ölçen bir indekstir. Verimlilik, belli miktarda girdi kullanılarak üretilen çıktı miktarı olarak ifade edilmektedir. Bir birim girdiyle elde edilebilen çıktı miktarı ne kadar yüksekse verimlilik de o kadar fazladır (Saat Ersoy ve Ersoy, 2011: 31).

Verimliliğin artışı, belirli miktar kaynak ile daha fazla üretim yapmak veya belirli girdi ile daha fazla çıktı imal etmektir. Bu ilişki, matematiksel olarak aşağıdaki formülle gösterilmektedir:

$$\text{VERİMLİLİK} = \frac{\text{ÇIKTI}}{\text{GİRDİ}} \quad (2.1)$$

Verimlilik, zaman açısından da değerlendirilebilir. Hedefe ulaşmak için daha az zaman harcanıyorsa, sistem daha verimlidir. Burada, ürün kalitesinde düşüşlerin olmadığı kabulü şarttır. Çünkü aynı üretim faktörleri kullanılarak daha önceki döneme göre daha kaliteli ürün elde edilmesi de verimlilik olarak ifade edilir (Kayar, 2012: 34).

$$\text{VERİMLİLİK (ZAMAN AÇISINDAN)} = \frac{\text{GERÇEKLEŞEN SÜRE}}{\text{PLANLANAN SÜRE}} \quad (2.2)$$

Bu bölümde ele alınan tanımların ışığında verimlilik, üretime giren kaynakların (girdiler) ile elde edilen ürünler (çıktılar) arasındaki ilişki olarak tanımlanabilmektedir. Verimliliğin artması için de kaynakların etkin bir şekilde kullanılması şarttır (Sevimli, 2013: 26).

2.2. Verimliliğin Tarihsel Gelişimi

İnsanlığın başlangıcından bu yana, nesiller farklı beceri ve yöntemlerle çeşitli işleri yerine getirerek gelişme göstermişlerdir. Zamanın farklı noktalarında yapılan işler birey ve grupların ihtiyaçlarına, hem fiziksel hem de daha gelişmiş insan ihtiyaçlarına bağlı

olmuştur. Toplumların gelişmesi ile birlikte, artan insan ihtiyaçlarının karşılanması için özel becerilerin arayışı ortaya çıkmıştır. İnsan yükselişinin erken yıllarında, farklı becerilere ait görevler yerine getirilirken, bunların etkili olarak yerine getirilmesinin doğasını anlamak için bir çabaya girilmemiş olduğu görülmektedir. İnsanlardaki araştırma ruhu, iyileştirmeyi ve etkililiği getirmiştir. Bilinen tarihte binlerce yıl boyunca farklı çağlarda, taş çağı, bronz çağı ve demir çağında kaydedilen gelişmeler, dünya tarihinde son iki yüzyılda tecrübe edildiği kadar çok etki yaratmamıştır. Verimliliğe katkı sağlayan önemli tarihsel gelişmeler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Çizelge 2.1. Verimliliğe katkı sağlayan önemli tarihsel gelişmeler (Ramsay, 2008: 15)

1	Yönetim Bilimine katkılar – F. W. Taylor	1890
2	Frank ve Lillian Gilbreth – Yöntem çalışmaları	1910'lar
3	Harrington Emerson; İyileştirilmiş Örgütsel Etkililik	1910'lar
4	Henry Ford – Seri Üretim Montaj Hattı	1910'lar
5	Henry Lawrance Gantt – Üretim Programları için Çizelge Sistemleri	1913
6	F. W. Harris – Stok Kontrol	1915
7	Cobb Douglas Üretim Fonksiyonları	1920'ler
8	Walter Shewhart – İstatiksel Kalite Kontrol	1930'lar
9	Elton Mayo – Davranışsal çalışmalar; Hawthorne Deneyleri	1933
10	L. H. C. Tippett – İş Örnekleme	1935
11	P. M. S. Blackett ve ekibi – Yöneylem ve Yönetim Bilimi	1940'lar
12	Verimliliğe Katkı Sağlayan II. Dünya Savaşı Sonrası Önemli Gelişmeler: Bilgisayar ve Uzay Teknolojisi; Bilgisayar destekli Yöneylem; Otomasyonun yaygınlaşması; Yüksek Düzey Teknoloji; AT & T., G. E., IBM, DuPont, ABD Hükümeti ve benzeri örgütlerin katkıları.	1950'ler ve sonrası

Her ne kadar süreç içerisinde verimlilik kavramına dair gelişmeler kaydedilmiş olsa bile verimlilik kavramı asıl önemini 2. Dünya Savaşı ile birlikte kazanmıştır. Savaş sonrası harap edilmiş ülkelerin eski hallerine dönmek için yoğun faaliyetlerin ortaya çıkması ile verimlilik artışı önem kazanmıştır.

Verimlilik kavramı ile ilgili Fransız bilim adamı Prof. Jean Fourastie'nin araştırmasına göre, verimlilik kavramı bugün kullandığımız benzer anlamda (prodüktivite) dünyada ilk kez 16. Yüzyılda "De re Metallica" kitabında kullanılmıştır. Bu kitap mühendis ve Alman doktor olan George Bauer'in (Georgius Agricola) tarafından 1556'da yayımlanmıştır.

1776 yılında Francois Quesnay tarafından yazılan bir makalede ilk kez verimlilikten bahsedilmiştir.

Adam Smith (1723 – 1790) ise, verimliliğin modern dünyası için uygulanabilir bir kavram olduğunu belirtmiştir. Ayrıca "Ulusların Refahı" adlı kitabında iş gücü – iş bölümü ilişkisini analiz etmiştir.

Karl Marx (1818-1883), üretim işletmelerdeki iş gücü, hammadde ve makine arasındaki verimlilik sorunlarını tartışmıştır.

1883 yılında ise Littre, bu verimliliğe "üretebilme yeteneği" olarak tanım vermiştir.

1911 yılında Bilimsel Yönetim İlkeleri kitabında, Frederick Winslow Taylor genel anlamda iş verimini ve üretim hızını arttırmayı hedeflemiş ve üretim faaliyetinde çalışan işçilerin emeğinden en üst düzeyde yararlanmayı kendine amaç edinmiştir.

1970'lerde ise verimlilik kavramı yeni anlayışlarla birlikte değişik şekillerde tanımlanmaya başlamıştır. Taylorcu verimlilik anlayışı, maliyetleri minimize etmek üzerinde çalışmalarını sürdürmüştü. Ancak diğer anlayışlara göre sadece maliyetleri minimize etmek yeterli değildir (Kayar, 2012: 40).

Türkiye'de verimlilik kavramına ilgi ilk kez 1923'te İzmir İktisat Kongresi'nde ortaya çıkmıştır. Daha sonra 1948'de faaliyete konulan Marshall Yardım Planı verimli kullanım şartını getirmiştir. Marshal Yardım Planı'ndan sonra Türkiye, verimliliği ön plana alan Avrupa İktisadi İşbirliği Teşkilatı'na girmiştir. Kurucu üye olarak giren Türkiye teşkilattaki verimlilik anlayışından etkilenmiştir. Böylece, 17.4.1975 tarih ve 580 sayılı yasa ile Milli Prodüktivite Merkezi (MPM) hukuksal olarak ortaya çıkmıştır. MPM'in ana görevi, hem ülke hem de işletmeler için verimlilik ile ilgili konularda önlemler almak,

araştırmalar yapmak, gerekirse eğitimler vermek ve genel olarak verimlilik ilkelerin benimsenmesi ve uygulanması için faaliyette bulunmaktır (Kayar, 2012: 41).

1970'lerden sonra rekabete dayalı üretim ile birlikte verimlilik kavramı üzerinde durulmaya başlanmış ve teknoloji yoğunluklu üretim yöntemleri ve makinelerle işletmecilik alanında verimlilik kavramı zenginleşmiştir. İşletmelerin uluslararası pazarlara açılması ile birlikte verimlilik kavramı iyice önem kazanmış ve günümüzde vazgeçilmez bir rekabet aracı ve değerlendirme tekniği olarak işletmecilik alanında yerini almıştır. Günümüzde birçok işletmede verimlilik ölçme ve geliştirme faaliyetleri yapılmaktadır (Sevimli, 2013: 30-31).

2.3. Verimlilik Türleri

Verimlilik, toplam verimlilik, kısmi verimlilik ve toplam faktör verimliliği olarak değerlendirilmektedir. Toplam verimlilik, ürün ve hizmetlerin değeri bu ürün ve hizmetlerin üretiminde kullanılan tüm girdilere oranıdır. Bu yönüyle girdi ve çıktılarda eşanlı olarak ortaya çıkan değışiklikleri ifade etmektedir. Verimlilik ölçümünde ortaya çıkan bu sorunlardan dolayı verimliliği ölçmek için başka ölçüler geliştirilmiştir. Toplam verimlilik oranları çok geniş kapsamlı olduğundan ve her girdiyle çıktı arasındaki etkileşimi, diğer bir deyişle her girdinin çıktı üzerindeki etkisini ayrı olarak ifade etmediğinden her girdi için ayrı kısmi verimlilik ölçütleri hesaplanabilir. Bu ölçütler üretim faaliyetlerinin belli alanlarını iyileştirmede bir araç olarak kullanılabilir (Saat Ersoy ve Ersoy, 2011: 31-32). Toplam faktör verimliliğinde tüm üretim faktörleri uygun ağırlıklarla hesaplanmaktadır. Üretim sırasında kullanılan tüm girdiler ve çıktılar toplanıp tek bir girdi ve tek bir çıktı faktörüne indirgenmesi yapılmaktadır. Böylece, sanal girdi ve çıktı oluşmaktadır. Bundan sonra, toplam girdi ve çıktı faktörleri birbirine oranlanmaktadır (Sevimli, 2013: 27).

Çizelge 2.2. Verimlilik türleri

Verimlilik Türü	Formül	Örnek
Kısmi Verimlilik	Çıktı / Tek bir girdi	Çıktı / İşgücü
Çoklu Faktör Verimliliği	Çıktı / Birden fazla girdi	Çıktı / İşgücü + Makine
Toplam Verimlilik	Çıktı / Tüm Girdiler	Çıktı / İşgücü + Makine + Sermaye + Hammade + Enerji

Toplam verimlilik ölçüsü üç tür verimlilik içermektedir. Bunlar yapısal, teknik ve kaynak dağılımı verimliliklerdir. Teknik verimliliği belli bir miktar girdi ile maksimum çıktı elde etmek veya belli bir miktar çıktı için minimum girdi kullanmak mantığını taşımaktadır. Teknik verimliliğe sahip bir firma üretim sınırında çalışmaktadır. Yapısal verimlilik, üretim firmasının ekonomik departmanında üretim yapması ya da imalat fırsatların az olması felsefesine dayanır. Bu tür verimlilikte kaynakların veya çıktıların serbest atılabilir varsayımı mevcuttur. Kaynak dağılım verimliliği ise fiyat verimliliği veya tahsis verimliliği olarak da tanımlanmaktadır. Kaynak dağılım verimlilikte üretici yapısal ve teknik verimliliğe sahiptir. İmalat imkanların az olduğu için bir alt kümede üretim yapmaktadır (Sevimli, 2013: 27-28).

2.4. Verimlilik ile ilgili Kavramlar

Verim, etkenlik ve etkililik kavramları verimlilik kavramı ile ilişkili ve çoğu zaman birlikte kullanılır ancak aynı anlama gelmemektedir. Buna rağmen bu kavramların aynı anlamda kullanılması dikkat çekmektedir.

Verimlilik, etkenlik ve etkililik kavramları benzer anlam taşıdıkları görünse bile farklı anlamlar taşımaktadırlar. İktisadi açıdan bakılırsa, etkililik planlanan üretim miktarlarına ulaşmayı, verimlilik minimum maliyet ile çıktı elde etmeyi, etkenlik ise işleri doğru yapma becerisini ifade etmektedir.

Verimlilik kavramının verim, etkenlik, etkililik, karlılık ve ekonomiklik kavramlar ile farklı anlam taşıdığı aşağıdaki tanımlamalarda ve formüllerde görülmektedir (Kayar, 2012: 36):

Verim:

Kalitesi yüksek olan malları, mümkün olan minimum zamanda imalat etmektir (bu mallar lazım olup olmadığını da göz önünde bulundurarak).

Verim, üretim sırasında elde edilen çıktı miktarı olarak tanımlanır (metre, ton, TL vb.).

Etkenlik (Etkinlik):

Peter Drucker çalışmalarına göre etkinlik, işlerin doğru bir şekilde yapılması anlamını taşımaktadır. Ayrıca bir yöneticinin performans değerlendirme kriteridir.

Etkinlik, işleri doğru yapabilme becerisidir. Maliyetleri minimize edebilen ve amaca ulaşmak için kaynakları etkin kullanabilen bir yönetici etkin faaliyette bulunmaktadır.

Diğer bir ifade ile etkenlik; işleri doğru yapmaktır. Ayrıca etkenlik ölçümü işletmenin nerede olduğunu göstermektedir.

Etkililik:

Etkililik kavramı; gerçekleşmesi mümkün olana kıyasla gerçekleşen şekilde ifade edilebilir. Ayrıca etkililik; ulaşılmak istenen amaçların başarı derecesidir. Başka bir ifade ile sonuçların ne kadar başarılı olduğu etkililiği yansıtır. Fiili olarak sağlanan çıktının, beklenen standart çıktıya oranıdır. Etkililik aşağıdaki formül şeklinde gösterilebilir:

$$\text{ETKİLİLİK} = \frac{\text{GERÇEKLEŞEN ÇIKTI}}{\text{PLANLANAN ÇIKTI}} \quad (2.3)$$

Etkenlik, işleri doğru yapmak olarak ifade edilirken, etkililik ise doğru işleri yapmak olarak ifade edilmektedir.

Özetlemek gerekir ise, etkenlik mevcut kaynakların kullanımı ile ilgilidir. Etkililik ise amaç ve çıktılar ile ilgilidir.

Etkililik, genellikle aşağıdaki soruları cevaplamaktadır:

- Yararlı olan ve gereken çıktılar imal edildi mi?
- Hedeflenen çıktı miktarına ulaşıldı mı?
- Dönem başında hedeflenen planların ne kadarı gerçekleşti?

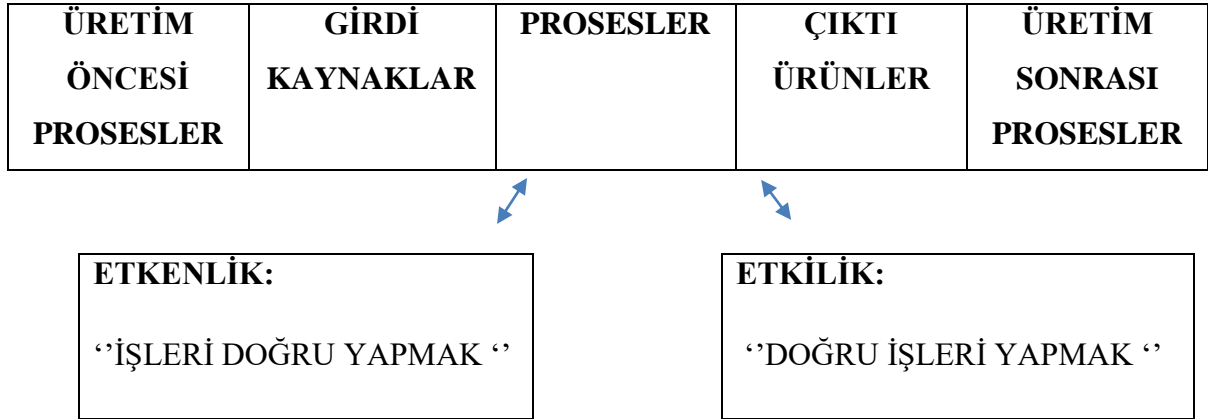
Uygulamadaki çeşitli etkililik ve etkenlik bileşimleri ortaya çıkmaktadır. Bu bileşimler Schermerhorn'un aşağıdaki tablosunda özetlenmiştir:

Çizelge 2.3. Çeşitli etkililik ve etkenlik bileşimleri

		1-Etkenlik: Kaynak Kullanımı	
		<u>Kötü</u> (1 = - , 2 = +)	<u>İyi</u> (1 = + , 2 = +)
2-Etkililik: Hedeflere Ulaşma	Etkili fakat etken değil.	Etkili ve etken; hedeflere ulaşıyor, kaynaklar iyi kullanılıyor ve yüksek performans.	
	Ne etkili ne de etken (1 = - , 2 = -)	Etken fakat etkili değil (1 = + , 2 = -)	
	Hem hedefler başarılamıyor hem de bazı kaynaklar boşa gidiyor.	Hedeflere ulaşılamamakla birlikte kullanımı iyi.	

Verimlilik, etkenlik ve etkililik kavramların üretim süreci içerisindeki yerleri aşağıdaki şekilde görülmektedir:

VERİMLİLİK



Şekil 2.2. Etkenlik ve etkililik kavramlarının üretim süreci içerisindeki yerleri

Yukarıdaki şekli de dikkate alarak verimlilik, etkenlik ve etkililik faktörlerini bir formülde toplamak mümkündür:

$$\text{VERİMLİLİK} = \text{ETKENLİK} + \text{ETKİLİLİK} \quad (2.4)$$

Karlılık:

Dönem sonundaki kar ve aynı dönemde kullanılan sermaye arasındaki orana karlılık ismi verilmektedir.

Hasılat ve masraf arasındaki pozitif fark kardır. Dolayısı ile karlılık, belirli bir döneme ait hasılat ve masraf arasındaki pozitif farkın ve aynı dönem boyunca kullanılan sermayeye oranı biçimde tanımlanabilir. Bu oran aşağıdaki formül şeklindedir:

$$\text{KARLILIK} = \frac{(\text{TÜM DÖNEM HASILATI} - \text{TÜM DÖNEM MASRAFI}) \times 100}{\text{SERMAYE}} \quad (2.5)$$

Ekonomiklik (İktisadilik):

Belirli bir döneme ait hasılatının aynı döneme ait harcamaların toplamının arasındaki oran ekonomiklik olarak tanımlanmaktadır.

İktisadilik büyüyen ve gelişen işletmelerin göstergesidir. Ekonomiklik tutumlu olma ve iktisadi davranma anlamlarını taşımaktadır (Kayar, 2012: 36-39).

2.5. Verimlilik Yönetimi

Verimlilik işletmelerin tüm fonksiyonlarını kapsamaktadır. Bu yüzden verimlilik yönetimi büyük bir önem taşımaktadır. İşletmelerin verimlilik düzeyi; uygulanan yönetim teknikleri, organizasyon yapısı, işgücünün niteliği, kurum kültürü gibi pek çok faktörden etkilenmektedir.

Ayrıca verimlilik yönetimini bu kadar önemli kılan etken tabii ki işletmenin rekabet gücünü doğrudan etkilemesidir. Tüm dünyada kabul gören verimlilik yönetimi işletmeler için ayakta kalmanın tek yoludur. Rekabet gücüne sahip olmak fiyat, kalite ve müşteri memnuniyet konularında diğer işletmelere göre daha üstün ve yarışabilecek durumda olmak anlamına gelmektedir (Çelik, 2007: 7-8).

Verimlilik yönetimi anlayışı ile elde edilecek faydalar; ölçme, izleme, karşılaştırma ve artırma çalışmalarının yaygınlaştırılması ve etkinlik değerinin yükseltilmesini ve faaliyeti gerçekleştiren kaynakların verimli kullanılmasını sağlamaktadır.

Verimlilik, yönetim sürecinde üst yönetimin kararlılığı, çalışanların verimlilik bilincinin artırılması, işletmenin stratejik hedeflerinden birinin verimlilik olması, doğru bir verimlilik ölçme sisteminin kurulması, izleme ve raporlama sisteminin uygulanması, verimlilik artırma projelerinin sürekliliğinin sağlanması, verimlilik artırma çabalarının tüm birimlerde (üretim, finans, pazarlama vb.) gösterilmesi gibi konulara dikkat edilmesi ve önem verilmesi gerekmektedir.

İnsan odaklı, çevre ve kalite boyutunu özümseyen bir verimlilik yönetim anlayışı daima başarılı olacaktır (İnternet: Verimlilik Yönetimi Nedir? URL: www.h2a.com.tr, Son Erişim Tarihi: 29.09.2015).

Verimlilik yönetiminin genel amacı verimliliğin artırılmasıdır. Bu yüzden verimlilik yönetiminde özellikle verimliliğe etki eden faktörlerin değerlendirilmesi yapılmalıdır. Tezin bir sonraki alt bölümünde verimliliğe etki eden faktörlere yer verilmiştir.

2.6. Verimliliğe Etki Eden Faktörler

Verimlilik düzeyini birçok faktör etkilemektedir. Mukherjee ve Singh'e göre verimliliğe etki eden faktörler ikiye ayrılır:

- Dış (denetlenmeyen) faktörler,
- İç (denetlenebilen) faktörler.

Dış faktörler denetlenmeyen, işletme tarafından kontrol edilemeyen faktörler olarak tanımlanır. Dış faktörler kurumsal verimliliği önemli düzeyde etkileyen faktörlerdir. İşletmenin kontrolü dışında olan bu faktörler yapısal düzenlemeler, doğal kaynaklar, hükümet ve altyapı ile ilgilidir (Özdemir, 2007: 13).

İç faktörler ise, işletmenin kontrol edebildiği faktörlerdir. Bu faktörler işletmedeki ürün, fabrika ve teçhizat, teknoloji, malzeme ve enerji, işgücü, organizasyon sistemi, çalışma metotları ve yönetim biçimleri ile ilgilidir (Kayar, 2012: 83-84).

Verimliliği etkileyen iç ve dış faktörler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Çizelge 2.4. İşletme verimlilik faktörlerinin bütünleşmiş modeli

İŞLETME VERİMLİLİK FAKTÖRLERİ				
İÇ FAKTÖRLER		DIŞ FAKTÖRLER		
KATI FAKTÖRLER	ESNEK FAKTÖRLER	YAPISAL DÜZENLEMELER	DOĞAL KAYNAKLAR	HÜKÜMET VE ALTYAPI
1. Ürün	1. İnsan	1. Ekonomik Değişmeler	1. İnsan gücü	1. Kurumsal Mekanizmalar
2. Fabrika ve Teçhizat	2. Organizasyon ve Sistemler	2. Nüfus ve Sosyal Değişmeler	2. Arazi	2. Politika ve Stratejiler
3. Teknoloji	3. Çalışma Metotları		3. Enerji	3. Altyapı
4. Malzeme ve Enerji	4. Yönetim Biçimleri		4. Hammaddeler	4. Kamu İşletmeleri

İç Faktörler:

- Katı Faktörler (kolay değiştirilmeyen faktörler)

Ürün:

Ürünün gerekli özelliklere uygun olması ürün faktör verimliliği olarak ifade edilir. Ürün için yer faydası, zaman faydası ve fiyat faydası önemlidir.

Fabrika ve Teçhizat:

Fabrika ve teçhizat verimliliği için fabrikadaki modernizasyon, kapasiteyi artırma ve sürdürme, stok kontrolü, üretim kontrolü ve planlaması gibi faaliyetler önemlidir.

Teknoloji:

Yüksek verimliliğin çok önemli bir kaynağı teknolojik yeniliktir. Artan otomasyon ve bilgi teknolojisi yeni pazarlama fırsatlarını, kalite geliştirme ve benzer faydalar sağlamaktadır.

Malzeme ve Enerji:

Malzeme ve enerji tüketiminin azaltılmasıyla verimlilik artırılabilir. Bu yüzden kaliteli malzeme kullanımı, fire oranların azaltılması gibi konulara dikkat edilmesi gerekir.

- Esnek Faktörler (kolay değiştirilebilen faktörler)

İnsan:

İnsan faktörü verimlilik için temel kaynaktır. Bir işletmenin çalışanların tümünün verimlilik üzerinde çok büyük bir yetkisi vardır. Verimlilik artırma çabalarında insan büyük rol oynamaktadır. Bu rolün etkililik ve uygunluk gibi iki yönü mevcuttur. Uygunluk derecesi insanların kendilerini ne düzeyde işlerine vermeli.

İnsan çabasının işletmenin koyduğu çıktı ve kalite amaçların gerçekleştiği düzeyi ise etkililiktir.

Organizasyon ve Sistemler:

Bir işletmenin faaliyetlerini gerçekleştirmesi, dinamik olması ve hedeflerin hayata geçirebilmesi için bazen yeni kararlar alması, tekrar örgütlenmesi gerekmektedir. Bu faaliyetler işletmedeki organizasyon ve sistemlerin verimli çalışmasına bağlıdır.

Çalışma Metotları:

Verimlilik artışı işletmedeki iş metotların geliştirilmesi ile gerçekleşmektedir. Gereksiz işlemleri ortadan kaldırmak, maliyetleri minimize etmek, harcanan süre ve çabayı azaltmak için var olan çalışma metotların sistematik bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yönetim Biçimleri:

İşletmedeki yönetim uygulamaları ve biçimleri işletmenin tüm faaliyetlerini etkilemektedir. Bu faaliyetler sermaye kaynakları ve maliyetleri, maliyet kontrol teknikleri, bütçe sistemleri, insan kaynakları politikası, örgütün içindeki tasarım, satın alma politikası, işlemlerin planlaması ve kontrolü gibi sıralanabilir (Prokopenko, 2011: 30).

Dış Faktörler:

- Yapısal Düzenlemeler

Ekonomik Değişmeler:

Ekonomik değişmeler istihdamın sektörden sektöre kayması (tarımdan imalat endüstrisine, oradan da hizmet sektörüne kayması gibi), sermayenin bileşimindeki değişmeler (nispi yoğunluğu, yaşı, türü), araştırma ve geliştirme ile teknolojinin yapısal etkisi, ölçek ekonomisi veya üretim ölçeği (KOBİ'lerde uzmanlaşma, küçük ölçekli endüstrilerin desteklenmesi) ve endüstrinin rekabet gücü gibi konuları kapsar.

Nüfus ve Sosyal Değişimler:

Nüfus ve sosyal değişimler genel anlamı ile emek gücündeki değişimi anlamına gelir. Nüfusun yapısı, yaş ortalaması, ücretler, kadın iş gücünün artması, kültür ve inanç yapıları verimlilik konusu için önemli unsurlardır.

- Doğal Kaynaklar

İnsan gücü:

İnsan gücü değeri en yüksek olan doğal kaynak olarak tanımlanabilir. İnsan gücünün eğitim düzeyi, yeteneği, motivasyonu, gelişme isteği ve yaptığı işe davranışı kalkınmanın en önemli kaynağıdır. Birçok gelişmiş ülke insan gücü, eğitim ve öğretime yatırım yapmayı önemsemektedir.

Arazi:

Arazi verimliliği etkileyen doğal kaynaklarından biridir. Arazi, kalkınma, uygun yönetim ve ulusal politika gerektirmektedir.

Enerji:

Enerji önemli kaynaklardan biridir. Enerji maliyetlerin artması mikro ve makro düzeyde etkiler yaratır. Makro düzeyde verimlilik ve ekonomik kalkınmayı düşürebilir, mikro düzeyde ise işletmelerin maliyetlerini yükseltebilirler.

Hammaddeler:

Hammadde önemli bir verimlilik faktörüdür. Hammadde fiyatlarında, petrol fiyatları kadar aşırı olmasa bile, dalgalanma görülür. Hammadde fiyatlarındaki dalgalanmalar ilgili sektörler için verimlilik düşüşüne sebep olabilmektedir (Kayar, 2012: 87).

- Hükümet ve Altyapı

Verimlilik hükümet programlarından önemli düzeyde etkilenmektedir. Hükümet ve altyapı programları devletin yaptığı teşvikler (vergiler, faiz oranları ve tarifeler), mali önlemler, yönetmelikler (ücret politikaları, fiyat kontrolü) ve devletteki uygulamalar gibi sıralanabilir.

2.7. Verimliliğin Önemi

Günümüzde, verimlilik büyük önem kazanmaktadır. Bu yüzden verimlilik ile ilgili yoğun araştırmalar ve çalışmalar sürdürülmektedir.

Verimlilik, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de vazgeçilmez bir kavram haline gelmiştir. Verimliliğin bu hale gelmesine bazı gelişmeler sebep olmuştur. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- 1950 ve 1960’lardaki gibi yoğun talep, ölçek ekonomileri ve yeni kaynakların kullanımı bugün önemli ölçüde devam etmemektedir.
- Özellikle 1970’lerde sermaye maliyetleri ve petrol fiyatlarının artması ve enflasyon sebebi ile yatırımlar azalmıştır. Bu da ortaya ulusal ekonomilerde karışıklıklar ve rahatsızlıklara sebep olmuştur.
- Birçok alanda teknolojik gelişmelere bağlı olarak teknolojik uygulamalar artmıştır. Bu gelişme sermaye ve işgücü tasarrufu sağlamıştır. Ancak gelişmiş ülkelerin yetişmiş olan insan kaynaklarının yetersizliğinden sermaye daha çok teknoloji ağırlıklıyken, gelişmekte olan ülkelerde sermaye yetersizliğinden ve işsizlik nedeni ile işgücü daha fazla kullanılıyordu. Bu da yeni işlerin geliştirilmesi ve yaratılmasını sağlamıştır.

Verimlilik refah ve gelir bölüşümü, yaşam düzeyi, ücretler ve maliyetlerin göstergesidir. Verimlilik artışı, insanların toplumdaki yeri fark etmeksizin daha iyi koşullar anlamına gelmektedir. Verimlilik artışı üreticiler için minimum maliyet, tüketiciler için daha uygun fiyata mal satın alabilmek, işçilerin maaşlarının artması, işveren için yatırım olanağı, ülke için büyüme, toplum için refah derecesinin artması demektir (Sevimli, 2013: 31). Verimlilik işletmelerin ve ülkeler arası karşılaştırmalarda önemli bir göstergedir. Bu

bağlamda verimliliğin önemi ulusal ekonomiler, çalışanlar, tüketiciler ve işletmeler için ayrı ayrı değerlendirilebilir.

- Ulusal Ekonomiler İçin Verimliliğin Önemi

Makro açıdan verimlilik ekonomideki kaynakların tümünü mümkün oldukça iyi kullanmak anlamına gelir. İsteklerin sınırsız ve kaynakların sınırlı olduğu ulusal ekonomilerde amaçlanan refah seviyesine ulaşmak için kaynakları verimli kullanmak gerekmektedir.

Verimlilik ulusal ekonomiler açıdan değerlendirilirse, verimlilik büyümesi küresel ekonomilere ayak uydurma yolunda önemli bir role sahiptir. Küreselleşmeden dolayı doğan rekabet ve ticaretteki büyüme imkanları işletmelerin verimli çalışmasını ve rekabet gücünün artmasını şart kılmaktadır. İşgücü verimliliğin düşmesi ülkelerin rekabet gücü açısından dengesizliğe sebep olmaktadır (Sevimli, 2013: 31-32).

Verimliliğin büyümesi ekonomik hayat için çok önemlidir. Verimlilik artışları hem ekonomik kalkınmayı mümkün kılar hem de bu ekonomik kalkınmayı enflasyona imkan vermeden istikrar içinde tutar. Verimlilik artışı reel gelirlerin büyümesini, fiyatların değişmemesini, ekonomik kalkınmayı ve istikrarı sağlamaktadır.

- İşletmeler İçin Verimliliğin Önemi

İşletmelerde verimlilik kaynakların etkin kullanımına bağlıdır. Emek, arazi, hammadde, malzeme, enerji ve makine donatım gibi girdiler daha etkin kullanılırsa verimlilik de artar. Rekabetçi üstünlük sağlamanın yollarından biri verimliliği sürekli gözden geçirmek ve iş stratejisinin parçası olarak görmektir. Ayrıca verimlilik artışı için sürekli gelişen teknolojiye ve değişen tüketici isteklerine de ayak uydurmak gerekmektedir (Sevimli, 2013: 32).

Üretimde kullanılan kaynakların verimliliği ve imalat maliyetleri birbirine bağlıdır. Verimlilik artışı zaman imalattaki maliyetler düşer. Verimliliğin yüksek olması için minimum kaynak ile maksimum çıktı elde etmek gerekmektedir. Verimliliğin işletmeler açısından kaynakları daha ekonomik kullanma ve maliyetleri düşük düzeylerde tutma

sonuçlarının yanı sıra sağlayacağı diğer avantajlar - düşük maliyetli ürün üretimi sonucu işletme daha rekabetçi olur ve pazardaki paylarını artırır, işletmenin daha fazla kar etmesini ve modern üretim yöntemleri kullanarak daha kaliteli ürün üretimini sağlar, verimli çalışan bir işletme personelin güvenini ve işletmeye bağlılığını ve ait olma duygularını kazanır, işletmenin değerini artırır ve prestijini yükseltir.

- Çalışanlar İçin Verimliliğin Önemi

Çalışanların daha bilgili ve yetenekli olmaları üretim verimliliğini artırır. Verimlilik artışı, karlılığı artırır ve ücret artışına da sebep olabilir. Bu da çalışanlar için daha fazla maaş, daha fazla memnuniyet ve daha fazla iş güvenliği sağlar (Kayar, 2012: 47-48).

- Tüketiciler İçin Verimliliğin Önemi

Ürünlerin fiyatı imalat kaynakların maliyetlerinin ilave edilmesi ile oluşur. Bu sebep ile fiyat ve kaynakların maliyeti birbiri ile ilişkilidir. Tüketicileri etkileyen enflasyon ile mücadele etmek için en güvenilir ve yetkili yol verimlilik artışıdır. Bu da sadece tüketici için değil ekonominin bütünü için de çok önemlidir.

Özetle, verimlilik; işletmeler ve ülkeler arası kıyaslama yapmak, enflasyon düzeyinin en alt seviyeye indirmek, ülke kalkınmasını sağlamak, işletmenin iyi çalışıp çalışmadığını değerlendirmek, işletmedeki üretim kaynakların etkin kullanılıp kullanılmadığını analiz etmek için kullanılabilen ekonomik bir araçtır (İnternet: Verimliliğin Tanımı ve Önemi Ödevi. URL: <http://www.efzen.com/verimlilik-tanimi-ve-onemi-odevi/> Son Erişim Tarihi: 11.07.2015).

2.8. Verimliliğin Sosyal ve Ekonomik Yönleri

Genellikle verimliliğin sosyal yönüne ekonomik yönünden daha az önem verilmektedir. Verimlilik denilince daha çok iktisadi hesaplamalar akla gelmektedir. Ancak verimlilik gelir dağılımı, istihdam, demografik yapı, endüstri ilişkileri gibi birçok alanı etkiler veya bunlardan etkilenmektedir. Bu etkileşim dikkate alındığında verimliliğin sosyal ve ekonomik yönlerin önem derecesi aynı olduğu söylenebilir.

Örneğin, gelişmiş ülkelerde verimlilik verileri değişmediği dönemlerde, ülkedeki gelişmelerin açıklanması sadece ekonomik değişkenler ile mümkün değildir. Ülkedeki yavaşlamayı kurumsal ve sosyo-politik değişkenler ile açıklamak mümkündür.

Verimliliğin sosyal yönü aşağıdaki ilişkileri içermektedir:

- Verimlilik-Çalışma Hayatı İlişkisi:

Bir ülkede verimliliğin kamu yönetim, işverenler, işçiler ve kuruluşlar kesimlerini doğrudan ilgilendirdiği genel kabul görmüş bir durumdur. Verimlilik artışları bu kesimler için sadece doğrudan değil dolaylı bir şekilde de pozitif etkisi mevcuttur.

- Verimlilik-İstihdam İlişkisi:

İşsizliğin düşmesi ülke, endüstri veya herhangi bir sektörde emek verimliliğinin artmasını ifade etmektedir.

- Verimlilik-Demografik Yapı İlişkileri:

Kentleşme, nüfusun büyüme hızı, çalışanların cinsiyeti, aile büyüklüğü ve türü, çocuk sayısı gibi demografik unsurlar emek verimliliğini ulusal düzeyde etkilemektedir. Nüfusun büyüme hızı işsizliği arttırmaktadır. Bu da verimlilik ile yakından ilgili olması anlamına gelir. Türkiye’de nüfus sayısının hızlı büyümesi işsizlik, tasarrufları sınırlama, kişi başına geliri negatif etkileme gibi sosyo-ekonomik sıkıntılar doğurmaktadır. Bu durumda yaratılan katma değer ve verimin büyümesi gerekmektedir.

Daha önce de değinildiği gibi yaş, aile büyüklüğü, çocuk sayısı gibi kalemler de verimlilik ile yakından ilgilidir ve istatistiksel değerlendirme için elverişlidirler. Ancak bazı demografik değişkenler analiz için elverişli olmayabilirler. Bunlar kültür, ulusal özellikler ve geleneklerdir.

Verimliliğin ekonomik yönü ise aşağıdaki ilişkileri içermektedir:

- Verimlilik-Ücret İlişkileri:

Verimlilik büyümesi ücreti belirleyen bir unsurdur ve gelirler politikası çerçevesinde büyük önem taşımaktadır. İşletmedeki üretim maliyetlerin düşmesi ile verimlilik ve kazançlar artar ve böylece istihdam hacmi gelişir. Bu gelişme çalışanların maaşlarına daha fazla zam ve iş güvenliği, daha iyi ve huzurlu çalışma ortamı sağlamaktadır. İşverenler için ise, bu gelişme daha düşük maliyet, daha fazla çıktı üretmek, kapasiteden tam yararlanma, sınırlı olan kaynakların tasarruflu kullanımı, daha işlevsel bir maaş politikası, rekabet gücünün artmasını sağlamaktadır.

- Verimlilik-İktisadi ve Karlılık İlişkisi:

İşletmelerin çoğunun kuruluş hedefleri kardır. İstisnalar hariç, işletmeler kar elde etmek için faaliyette bulunur. Kar işletmenin belirli dönemdeki satışların ve maliyetin arasındaki pozitif farktır. Kar sadece işçilere yüksek maaş verebilmek değil, bunun yanında işletmenin sosyal prestijini ortaya çıkarır ve artırır. Kar işletmenin başarısının göstergesidir.

Literatüre bakılırsa iktisadilik kavramına ait birçok görüş mevcuttur. Verimlilikten farklı olarak iktisadilik imalattan elde edilen gelirlerin imalat maliyetlerine oranıdır.

Verimlilik, karlılık ve iktisadilik birbirlerini olumlu veya olumsuz etkileyebilmektedirler. İşletme iktisadi literatürüne göre işletmelerin hedefi sadece kar değildir. Karlılık önemli olduğu gibi imalat faaliyetlerinde üretim kaynaklarından optimal faydanın sağlanması da önemlidir (Gürbüz, 2007: 39-45).

2.9. Verimlilik ve Kalite Yönetimi

Kalite, bir ürünün veya hizmetin bir ihtiyacı karşılayabilme yeteneğidir. Söz konusu gereksinimler, ekonomiklik, kullanılabilirlik, tasarım, kolay bakım, güvenilirlik ve diğer ihtiyaçlar olarak sıralanabilir.

Mal kalitesinin temel unsurları, yararlılık, güvenilirlik, performans, dayanıklılık, uygunluk ve algılanan kalite olarak sınırlanabilir. Kalitenin ölçütüne göre bir ürün daha kaliteli veya düşük kaliteli olarak sınırlandırılabilir. Her bir kriter farklı olduğu gibi kendi kendine yeterli de olabilir (Özbek, 2007: 147).

Kalite kavramını aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

- Kalite mükemmel ürün üretmek değil, ihtiyaçlara göre uygun ürün üretmektir (Gürbüz, 2007: 73).
- Kalite, problemlerin oluşabilecek durumlarda çözümlerinin hazır olmasıdır.
- Kalite, memnuniyetin göstergesidir. Tatmin olan veya olmayan müşteri ürün ve hizmetin ne kadar iyi olup olmadığı konusunda son karar vermektedir.
- Kalite verimliliğin göstergelerinden biridir. Üretim eğitiminden geçen ve gereken üretim talimatlarına uyan personel ile elde edilebilmektedir.
- Kalite esnekliği de içermektedir. Sınırsız ihtiyaçları karşılamak için sürekli değişim ve iyileştirme yapılmaktadır.
- Kalite etkili olmak demektir. İşler doğru ve hızlı bir şekilde yapılmalıdır.
- Kalite bir süreç içermektedir; sürekli gelişmeyi kapsamaktadır.

Verimliliği artırma tekniklerinden biri olan kalite yönetimidir. Kalite yönetimin temel amacı tüketicilerin taleplerini minimum maliyet ile karşılamak ve işletmede kalite sistemini oluşturmaktır.

Kalite yönetim sistemi, tüm organizasyonu kapsayan bir faaliyettir (Chary, 2009: 10.16). Kalite yönetim sistemi bir kuruluş için birçok yarar sağlamaktadır. Bunlar; kuruluştaki maliyetler düşer, verimlilik artar, kalite anlayışı gelişir, etkin bir yönetim sistemi oluşur, kar ve pazar payı artar, kuruluş içi iletişimde iyileşme sağlanır, çalışanların katılımı ve tatmini artar, tüm faaliyetler izleme ve kontrol edilebilir hale gelmesi sağlanır, müşteri memnuniyetsizliğinin düşmesidir. Kalite yönetimi ulusal düzeyde olduğu gibi uluslararası düzeyde de uygulanabilen bir yönetim sistemidir.

Bir kuruluşun kalite yönetim sistemi için birçok teknik kullanmak gerekmektedir. Bunlar; kalite güvencesi sistemleri, kalite kontrol, istatistiksel proses kontrolü, kalibrasyon

sistemi, sıfır hata programları, kalite belgelendirme araştırmaları ve uygulamaları, hizmet kalitesinin büyümesi, toplam kalite yönetimi ve bunlara benzeyen tekniklerdir.

2.10. Verimlilik ve Yalın Üretim

Japonya'da geliştirilip uygulamaya konulan yalın veya tam zamanında üretim yöntemi, gerekli birimlerin, ihtiyaç duyulan ürün miktarının ve zamanında imal edilmesi ve müşteriye gönderilmesidir. Tüm birimler için "ihtiyaç duyulan veya gerekli" ifadeleri farklılık göstermektedir. Bir işletmenin, bir kamu kurumunun veya bir devlet dairesinin farklı sorumlulukları ve öncelikleri mevcuttur. Her biri için minimum stok öncelikleri ve sorumluluklarına göre hesaplanmalıdır. Tam zamanında üretim, imalatta kullanılan kaynakların maliyetlerini azaltarak işletmenin toplam verimliliğini artırma amacını taşımaktadır. Ayrıca söz konusu sistem yatırımın getiri oranını yükseltmek için gerekli olmayan stokların ortadan kaldırılması ve stok bulundurma maliyetlerinin en aza indirilmesi hedefini taşımaktadır. Ancak, bu sistemde stok düzeyinin azaltılmasından daha çok imalat için gerekli kadar stok tutmak önemlidir.

Yalınlık kısaca tanımlanırsa, en az maliyet ile maksimum kalite, minimum malzeme stoku, zamanında ve en kısa sürede esnek imalat, hazır ürüne değer katmayan kalemlerin ve israfların yok edilmesi, sürekli devam eden iyileştirme (kaizen, poka-yoke, andon, 5S, ...), işçilerin memnun ve üretime katılımcı oldukları bir ortam biçimidir (İnternet: Yalın Üretim Sistemi. URL: www.bursa-smmmo.org.tr , Son Erişim Tarihi: 03.10.2015).

Yalın üretim yöntemi, gereksiz stokları yok ederek asıl işletme problemlerin fark edilmesini sağlamaktadır. Yedek stoklar genellikle ortaya çıkabilme olasılığı olan darlıklarda sigorta olarak görünmektedir. Ancak yedek stok tutmaktan işletmedeki sıkıntılarının tespit edilmesi ve iyi bir planlama yapılması daha önemlidir.

Yalın üretim sisteminin temel kavramları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Kanban,
- Tek parça akışı,
- U Tipi yerleşim planı,

- Otonomasyon (Jidoka),
- JIT (Just In Time) – Tam Zamanda Üretim,
- Poke – Yoke,
- 5S,
- Deney Tasarımı (DOE),
- Toplam Üretken Bakım (TPM),
- Bir Dakikada Kalıp Değişirme (SMED),
- 3M (Muda, Mura, Muri),
- Tek Parça Akışı,
- Dengeli Üretim (Heijunka),
- Toplam İş Denetimi,
- İş Rotasyonu (Shojinka),
- Kaizen,
- Kalite Çemberleri,
- A3 Raporu,
- Obeya

Yukardaki kavramların kısaca açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Kanban – üretimde kullanılan kartlar, tüketiciye yönelik planlama ve kaynak temini içeren çekme imalat sistemidir. Söz edilen sistem sıfır stok düzeyini ve gereken kaynakların tam zamanında gerekli yerde olmasını sağlamak gibi hedefleri gerçekleştirmeye çalışır.

Tek parça akışı – bir ürünün son şekline ulaşması için işletmedeki tüm teknik teçhizatın ürünün üretim akışına göre yerleştirme sistemidir. Makinalar uygun bir şekilde yerleştirilirse uzun taşıma süreleri gibi boş zaman kayıpları yok edilir.

U Tipi yerleşim planı – boş olan iş gücü faaliyetlerin yok edilmesidir. Üretim faaliyetini daha fazla otomatikleştirilmesi bir işçinin birkaç makinayı kontrol etme imkanı sağlamaktadır. Bu yüzden makinalar U şeklinde yerleştirilmelidir.

Otonomasyon (Jidoka) – anormal olan durumlarda çalışanın sorunu hemen tespit etmesi ve makinayı durdurma becerisini sağlamaktadır. Üretim devam ederken bir problem

görüldüğünde üretimin durdurulması ve hatanın yok edilmesi gibi durumlarda karar verme yetkisi çalışanlara bırakılmaktadır. Çalışanların tarafından problemin sebebi hemen tespit edilmeli ve fazla zaman harcamadan sorun çözülmelidir.

JIT (Just In Time) – Tam Zamanda Üretim – tüketici tarafından talep edilen ürünü, istenilen miktarda ve zamanında üretilip ulaştırmaktır. Tam zamanında üretim bir imalat felsefesidir. Gerektiğinde mal ve hizmetler üretmek demektir. JIT sistemleri sıfır envanter, eşzamanlı imalat, yalın üretim, stoksuz üretim, gerekli malzeme sürekli çıkış imalatı de dahil olmak üzere birçok farklı isimle bilinir (Arora: 662).

Poke – Yoke – yanlış anlaşılma, unutkanlık ve dikkatli olmamak gibi nedenlerden dolayı oluşan hataların tekrarlanmaması ve yok edilmesidir. Bunu sağlamak için uyarı panoları, şablonlar, kılavuzlar gibi anımsatıcı ve yardımcı öğelerin üretim alanında olması gerekmektedir. Temel olan işgücünden kaynaklanan hataların yok edilmesidir.

Bu sistem operatörlerinin görevlerini yaparken bir parçayı takmayı unutmalarının, yanlış parçayı seçmelerinin veya yanlış takmalarının, vb. hatalı faaliyetlerinin tekrarlanmamasını sağlar.

5S – S harfiyle başlayan birbiriyle ilişkili olan 5 terimi esas alan bir sistemdir. Bu sistem görsel kontrole ve yalın üretime yardımcı olur ve işyeri uygulamalarının tanımlanmasını sağlar.

Seiri (Sınıflandırma) – genellikle yazılı işler, parçalar, malzemeler ve takımlar için geçerli olan gerekli olanları gerekli olmayanlardan ayırmak ve gerekli olmayanları elden çıkartmaktır.

Seiton (Düzenleme) – gerekli olanları düzgün bir şekilde yerleştirmek, her biri için bir yer tanımlamak ve her şeyi kendi yerine koymaktır.

Seiso (Temizlik) – yıkamak ve temizlemektir.

Seiketsu (Standartlaştırma) – yukardaki ilk gelen 3S'in her zaman ve düzenli uygulanmasını temin etmektir.

Shitsuke (Disiplin) – yukardaki ilk gelen 4S'in başarılması için gereken disiplini sağlamaktır.

Deney Tasarımı (DOE) – “kalite ürün ile birlikte tasarlanır” felsefesini taşımaktadır. İmalat sırasında oluşan kritik sorunları yok eden tasarım oluşturulmalıdır. Önceden kullanılan tasarım örnek olarak alınmalıdır ve buna göre sonraki tasarım daha önce oluşan sorunları önleyen bir tasarım şeklinde oluşturulmalıdır.

Toplam Üretken Bakım (TPM) – önleyici teknik bakım ve onarım felsefesine dayanmaktadır. Üretimdeki makinelerinin verimliliğini artırmak ve durmalarını önlemek için önleyici teknik bakım ve onarım yapılmalıdır. Böylece makinelerinin çalışma ömrü uzatılır ve makinelerinin arıza sebeplerinden dolayı oluşabilecek kayıplar yok edilir.

Kayıpları ve makinelerinin arızalarını önlemek için temel olan operatörün bilgilendirilmesidir. Çalışanlar makinelere benim makinem şeklinde bakarsa ve buna göre bakımını yaparlarsa üretimdeki verimlilik artmış olur.

Bir Dakikada Kalıp Değişirme (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) – kanban ve tam zamanında üretim sistemlerinin uygulanması için kalıp değişim sürelerini mümkün olabilecek minimum düzeye düşürülmesidir. Bu sisteme göre modellerinin değişirme süreleri tek basamaklı olmalı ya da 10 dakikayı geçmemelidir.

3M (Muda, Mura, Muri) – tasarruflu olmayan uygulamaları ortadan kaldırmayı ifade eden üç terimdir. Eğer bir işin yapılması için 10 kişi yeterli ise o işi 11 kişi yapıyorsa muda (israf) mevcuttur. Diğer taraftan ise aynı işi 9 kişi yapıyorsa o zaman fazla iş yükü olur, bu şartlarda muri mevcuttur. Düzensiz bir iş yükü durumlarında ise mura kavramından bahsedilir. Başka bir ifade ile muda ve muri durumların karışık olduğu şekli ifade etmektedir.

Tek Parça Akışı – üretim sahasında bir ürünün son şeklini alması için gereken makinelerinin ürünün işlenme akışına göre yerleştirilmesidir. Uzun taşıma süreleri ve zaman kaybı olmadan üretim gerçekleştirilmektedir. Bu sistemin amacı bir parçanın veya ürünün düzgün bir şekilde üretmek ve planın dışında olan aksamalar ve uzun bekleme sürelerini ortadan kaldırmaktır.

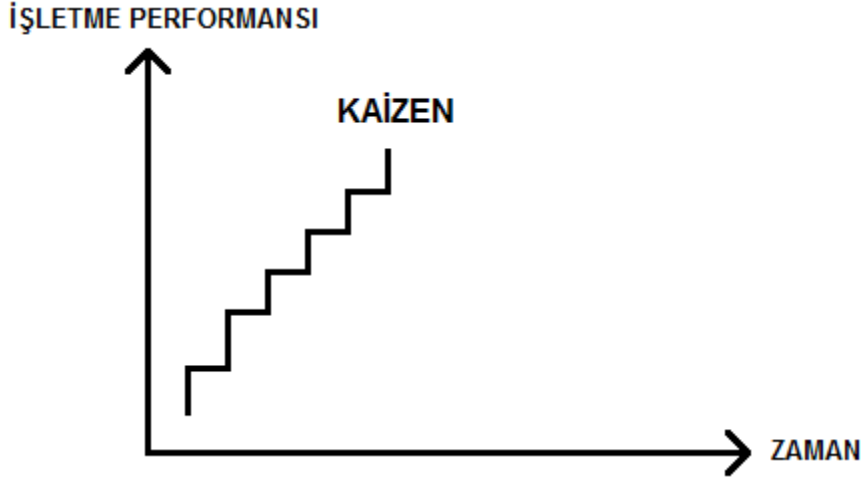
Dengeli Üretim (Heijunka) – sabit bir süre içinde üretim tipi ve miktarını dengelemektir. Dengeli imalat sistemin amacı, parti müşteri ihtiyaçlarını verimli bir şekilde karşılamaktır. Parti imalat sistemini ortadan kaldırmaktadır. Dengeli üretim sırasında üretim akış süresi, işgücü, stoklar ve yatırım maliyetleri minimum düzeye düşer.

Toplam İş Denetimi – stokları sıfıra indirmek veya minimum düzeyde tutmak için geliştirilen en iyi sistemlerden biri olarak tanımlanır. Bir hattın tüm makineleri senkronize edilmektedir. Böylece tüm makinelerinin aynı zaman içinde aynı miktarda parça işlenmesini sağlamaktadır.

Örneğin, hattaki makinelerinin kapasitesi aynı değil ise bir sınır anahtarı ile yüksek kapasiteli makine düşük kapasiteli makineye adapte edilmektedir. Yüksek kapasitedeki makine gün içinde çalışma-durma seansı şeklinde çalışıp düşük kapasiteli makinenin hızına uyum sağlamış olmaktadır. Farklı kapasiteli makinelerin birbirlerine senkronize edilmesi ya da makine kapasitelerinin birbirlerine yaklaştırılması toplam iş denetimi olarak tanımlanmaktadır.

İş Rotasyonu (Shojinka) – sürekli değişen talebe ayak uydurmak ve gereken imalat için işçi sayısını ayarlamak için üretim bandının ayarlanma becerisi veya esnek işgücü hattı olarak tanımlanmaktadır. Bazen “işgücü doğrusallığı” olarak da adlandırılır.

Kaizen (Sürekli İyileştirme) – tek bir prosesi sürekli iyileştirerek minimum israf ile daha çok değer yaratmak şeklinde tanımlanmaktadır. Kaizen uygulamasının ana ilkesi: “Bugün dünden, yarın bugünden daha iyi olmalıdır”. Kaizen uygulamaları çalışanların yaratıcılığına, fikir ve önerilerine önem vermektedir. Söz edilen sistem güven, inisiyatif, eşitlik ve insana saygı gibi özellikleri taşımaktadır. Çalışanlar ve yöneticiler arasında mesafe yoktur. İşçilerin toplantıları yapıldığı zaman en az bir kişi bir üst kademedan katılmaktadır. Yöneticiler çalışanların fikir ve önerilerini dikkate alır ve uygun olanları uygularlar. Uygulamaya konulan fikir veya öneri sahibi ödüllendirilir. Böylece işçiler çalıştıkları kuruma daha bağlı olurlar. Bunun sonucunda da verimlilik artmış olur. Kaizen felsefesi işletmedeki tüm çalışan kademelere söz hakkı verdiği için katılımcı ve demokratik bir ortam oluşur. Böyle bir demokratik ve katılımcı ortamda işletmedeki tüm işçilerin işletmeye aidiyet duyguları gittikçe gelişir. İşçiler her gün işe heyecan ve hevesle gitmektedirler. Kaizen uygulaması aşağıdaki gibi şekillendirilebilir:



Şekil 2.3. Kaizen uygulamasının şekli

Kalite Kontrol Çemberi (QUALITY CONTROL CIRCLE) – kendi üretim alanlarına ait sorunlarını çözmek için kalite kontrol çemberleri oluşturulmaktadır. Oluşturulan kalite kontrol çemberleri takım liderlerden ve operatörlerden oluşan küçük gruplardır. Sorunları tespit etmek, analiz etmek, çözmek veya ortadan kaldırmak için kalite kontrol çemberleri her ay iki veya üç defa toplanıp 30 ya da 60 dakikalık toplantılar gerçekleştirmektedirler.

A3 Raporu – sorunları çözmek ve değerlendirmek, faaliyet planları ve düzenleyici işlevler için grafikler kullanılmaktadır. Uygulama kısmı tek bir A3 kağıt üstüne aktarılmaktadır. A3 raporları sayesinde çözüm bulmak kolaylaşmaktadır.

Obeya – Japonca'dan ‘‘büyük oda’’ anlamına gelen obeya kavramı etkin ve zamanında iletişimi yükseltmek için kullanılan bir yöntemdir. Önemli bir proje yönetim aracı olan bu yöntem özellikle ürün geliştirmede kullanılmaktadır. Obeya’ da, birçok veri yer almaktadır. Bunlar proje planı, görsel şekiller ve grafikler vb. Obeya yardımı ile yaşanan gecikme veya teknik sorunlara yönelik önlemler alınmaktadır.

Özet olarak, yalın üretim teknikleri sayesinde süre kaybı ortadan kaldırılır, işçilerin moral ve motivasyonu yükselir, organize ve temiz bir ortam sağlanır, iş güvenliği artar, düzen ve tertip söz konusu olur. Sıralanan yalın üretim teknikleri sayesinde kalite artar (İnternet: Yalın Üretim Sistemi. URL: www.bursa-smmmo.org.tr , Son Erişim Tarihi: 12.10.2015). Böylece verimlilik de artabilir.

3. VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜ

Son zamanlarda, rekabetin bu kadar arttığı bir ortamda işletmelerin çoğu verimlilik konusunu göz önünde bulundurmaktadır. Aksi halde işletmeler yaşamlarını uzun süre devam ettirememektedirler. Verimliliğin artırılması üzerinde yapılan çalışmalar sadece işletmelere değil, makro ekonomiye de katkı sağlayıp toplumsal refahı arttıracaktır. İşletme yöneticilerinin temel amacı, verimlilik artışını sağlamada izlenecek yolların ve bu amacın gerçekleştirilmesinde araç olarak kullanılacak tekniklerin belirlenmesi ve en önemlisi bütün bunların yapılmasında insan faktörünü amaca en uygun şekilde yönetmektir. Geleceğe yönelik yapılan ekonomik planlamada en önemli faktör verimliliktir.

Verimliliği arttırabilmek için verimlilik ölçümünün yapılabilmesi ve daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Çünkü ölçülemeyen bir kaynağın verimli kullanılıp kullanılmadığını bilmek mümkün olmamaktadır. Ölçüm yapılmadan verimlilik üzerine yapılan düzenlemeler gereksiz yatırımlara ve zaman kayıplarına da yol açabilmektedir. Verimliliğin artırılmasından önce muhakkak hangi düzeyde bulunduğunu gösteren verimlilik ölçülmesi gerekmektedir (İnternet: İşletmelerde Verimlilik Ölçüm ve Artırma Teknikleri, Örnek İşletmelerde Kullanılabilirliklerinin Değerlendirilmesi. URL: www.vgm.sanayi.gov.tr, Son Erişim Tarihi: 21.03.2016).

Verimlilik, girdilere göre çıktıları ölçen bir değerdir. Verimlilik belli miktarda girdi kullanılarak üretilen çıktı miktarı olarak ifade edilmektedir. Bir birim girdiyle elde edilebilen çıktı miktarı ne kadar yüksekse verimlilik de o kadar fazladır. Aynı şekilde, belli bir çıktı miktarını üretmek için ne kadar az girdi kullanılıyorsa, verimlilik de o kadar artmış olur (Saat Ersoy ve Ersoy, 2011: 31).

Aynı girdi ile daha çok çıktı elde etmek verimliliğin yüksek olması demektir. Bu ilişki, matematiksel olarak aşağıdaki formülle gösterilmektedir:

$$\text{VERİMLİLİK} = \frac{\text{ÇIKTI}}{\text{GİRDİ}} \quad (3.1)$$

Bu noktada, girdi ve çıktı ilişkisine bağlı olarak verimlilik oranında oluşabilecek değişiklikler şekildeki gibidir:

1. ARTIŞ 2. AZALIŞ 3. SABİT	ÇIKTI TARAFI			
	1	2	3	
GİRDİ TARAFI	1	↑ ↑	↓ ↑	→ ↑
	2	↑ ↓	↓ ↓	→ ↓
	3	↑ →	↓ →	→ →

Şekil 3.1. Verimlilik değişiklikleri

Yukarıdaki şekilde açık renkli ok ile verimlilik oranının girdi, koyu renkli ok ile çıktı tarafı gösterilmektedir. Ok yönünün yukarı doğru olması girdi veya çıktı unsurundaki artmayı, aşağı doğru olması azalmayı, yatay olması ise girdi veya çıktı unsurunda herhangi bir değişme olmadığını (veya sabitlik durumunu) ifade etmektedir.

Yukardaki şekle bakıldığında girdi ve çıktı kalemlerin artışı, azalışı veya sabit olması verimlilik oranı açısından farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır:

- Çıktı büyürken girdinin azalması veya sabit kalması verimlilik oranını yükseltir. Aynı durum çıktı tarafı sabitken, girdinin düşmesi için de geçerlidir.
- Girdi büyürken, çıktının düşmesi veya sabit kalması verimlilik oranını düşürür. Aynı durum girdinin sabit kalırken çıktının düşmesi için de geçerlidir.
- Girdinin ve çıktının sabit kalması durumunda verimlilik oranı da sabit kalmaktadır.

- Girdi ve çıktının değiştiği durumlarda verimlilik oranı pay ve paydadaki değişim oranlarına bağlı olarak değişmektedir (Baş ve Artar, 1991: 44-45).

3.1. Verimlilik Ölçüm Modellerinin Sınıflandırılması

Farklı sektörlerde farklı verimlilik ölçüm yaklaşımları mevcuttur. Verimlilik analizi ile ilgili farklı yaklaşımların varlığı, firmanın farklı amaçları olan gruplar veya insanlarla (sendikacılar, çalışanlar, yatırımcılar, yöneticiler ve müşteriler) ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır. Bu gruplar, genellikle firmayı bir başka firma veya firmalarla karşılaştırmak, işçilerin ve departmanların nispi performansını belirlemek, ücret artışları ve kar paylaşımı için çeşitli girdilerin nispi katkılarını mukayese etmek amacıyla oluşturulmaktadır.

Literatürde, verimliliği analiz eden geleneksel yaklaşımlar ve yeni yaklaşımlar mevcuttur. Yeni yaklaşımlar daha çok etkinlik ağırlıklı yaklaşımlardır. Geleneksel yaklaşımlar ise imalat faaliyetlerine ve oransal hesaplamalara önem vermektedir. Bu hesaplamalar, girdi ve çıktı arasındaki oransal ilişkiyi içerdinden dolayı verimlilik değeri elde edilmektedir (Bakırcı, 2006: 60).

Literatürde verimlilik ölçme ve değerlendirmeye ilişkin birçok model mevcuttur. Bunların bazıları özgün modellerdir. Bazıları ise mevcut olan özgün modellerin gözden geçirilip ve eleştiriler eklenip yeni versiyon şeklinde elde edilmektedir.

Verimlilik ölçme ve değerlendirme modelleri farklı gruplarda sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalar aşağıdaki gibidir:

3.1.1. R.G. Norman ve Simcha Bahiri'nin Sınıflandırılması

(R. G. Norman ve Simcha Bahiri'nin 1972'de yayımladıkları "Verimlilik Ölçümü ve Teşvikler" başlıklı çalışma):

Norman ve Bahiri (1972)'nin geliştirdikleri verimlilik denetim modellerinin sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

- Muhasebeci yaklaşımı

Muhasebecilere göre verimlilik, finansal tablolar ve rasyolar değerlendirilmesi ile ilgilidir.

- Ekonomist yaklaşımı

İktisatçılara göre verimlilik, çıktı ile girdi arasındaki ilişkidir.

- Mühendis yaklaşımı

Mühendislere göre verimlilik, makinenin etkin çalışmasıdır (Sevimli, 2013: 25-26).

Yazarlar, modelleri üç grupta ele almışlar ve hepsini kapsayan “Birleştirilmiş Verimlilik Modeli (Integrated Productivity Model)” olarak isimlendirdikleri bir model geliştirmişlerdir. Sonradan, Alan Lawlor bu modeli ele alarak geliştirmiştir.

3.1.2. James L. Mammone (1980)’nin Sınıflandırması

(James L. Mammone’nin 1980’de yayımladığı “Verimlilik Ölçümü: Kavramsal Bir Genel Bakış” başlıklı makalesi):

Mammone, verimlilik ölçme ve değerlendirme modellerine ilişkin aşağıdaki sınıflandırmayı yapmıştır (Mammone, 1980: 36-42):

- John. W Kendrick ve Daniel Creamer modeli

1961 yılında ortaya koyulan bu model çıktı-girdi modellerinden katma değer üzerine bilinen temel bir modeldir.

- Leon Greenberg modeli

Leon Greenberg verimlilik ölçümünün, kullanılan kaynaklar ile üretilen ürün arasındaki ilişkiyi ölçme olduğunu göstermiştir. Greenberg’e göre verimlilik ölçümü etkinliğin tam bir ölçüsü değil ama, iyi bir göstergesidir.

- Charles E. Craig ve R. Clark Harris modeli

Bu model bir hizmet akış modeli olarak tanımlanmıştır. Fiziksel girdiler, parasal ifade cinsinden karşılığına çevrilmektedir. Yönetici açısından verimlilik, (hammadenin mamule) dönüşüm sürecinin etkenliğidir.

- Bela Gold modeli

Bela Gold'un modelinde verimlilik şebeke ağı, maliyet yapıları ve yönetsel kontrol oranları birlikte ele alınmış ve bileşenler karşılıklı ilişkiler içinde incelenmiştir.

3.1.3. Sardana ve Vrat (1984)'in Sınıflandırması

(G. D. Sardana ve Prem Vrat'ın 1984'de yayımladıkları "Verimlilik Ölçme Modelleri" başlıklı makalesi):

Sardana ve Vrat (1984), verimlilik ölçme ve değerlendirme modellerini çok bilimsel bir üslup ile sınıflandırmışlardır. Yazarlar, verimlilik ölçme ve değerlendirme modellerini dayandıkları yaklaşımlar ve kavramlar açısından aşağıdaki biçimde sınıflandırmışlardır:

- Üretim fonksiyonu ve üretim bazlı olan modeller:

- Erik Ruist modeli

Erik Ruist modelinde "üretim etkenliği" konusu üzerinde durulmuş. Ayrıca bu model, firmalar geçerli şartlar altında dönemler arasında ve aynı çalışma sahasındaki diğer firmalara göre ne kadar etken olduklarını incelemektedir.

- Kotaro Tsujimura modeli

Tsujimura verimliliğe işçilik açısından bakan yazarlarından biridir. Tsujimura verimliliği katma değere dayalı olarak ölçmeyi önermiştir.

- John Kendrick ve Daniel Creamer modeli (önceki alt bölümde açıklaması yapılmıştır).

- M. R. Ramsay modeli

Ramsay modelinde bulunmak istenen şey, hammadde ve malzemeyi mal ve hizmete eşdeyişle ürüne dönüştürmede ne ölçüde etken olduğudur.

- J. E. Faraday modeli

Faraday'ı toplam verimliliğe önem vermektedir. Faraday'ın geliştirdiği model katma değer olarak çıktıya dayalı bir modeldir.

- Leon Greenberg modeli (önceki alt bölümde açıklaması yapılmıştır).

- Marvin E. Mundel modeli

Mundel, çalışmalarında verimlilik kavramının, etkenlik ve performans kavramları ile karıştırılmaması gerektiğini vurgulamaktadır. Mundel verimliliğe ilişkin çıktı/girdi biçimindeki klasik tanımını benimsemiştir.

- Charles E. Craig ve Clark R. Harris modeli (önceki alt bölümde açıklaması yapılmıştır).

- Bernard W. Taylor ve Roskoe K. Davis modeli

Bernard W. Taylor ve Roskoe K. Davis modeli katma değer üzerine en iyi bilinen modeldir. Bu modelin diğer toplam faktör verimliliği ölçümlerinden farkı hammaddenin girdi olarak düşünülmemesidir.

Verimlilik ölçüsü olarak finansal oranlar (Yıldız, 2004: 56-59)

- Likidite oranları

$$*\text{Cari Oran} = \text{Döner Değerler} / \text{Kısa Vadeli Borçlar} \quad (3.2)$$

$$*\text{Asist Test Oranı} = (\text{Döner Değerler} - \text{Stoklar}) / \text{Kısa Vadeli Borçlar} \quad (3.3)$$

$$*\text{Hazır Değerler Oranı} = \text{Hazır Değerler} / \text{Kısa Vadeli Borçlar} \quad (3.4)$$

- Karlılık oranları

$$*\text{Satışlara Göre Karlılık} = \text{Net Kar} / \text{Satışlar} \quad (3.5)$$

$$*\text{Öz Sermayeye Göre Karlılık} = \text{Net Kar} / \text{Öz Sermaye} \quad (3.6)$$

- Mali yapı oranları

$$*\text{Toplam Borç Oranı} = \text{Toplam Borçlar} / \text{Toplam Aktifler} \quad (1/2 \text{ olması normal karşılanır}) \quad (3.7)$$

$$*\text{Toplam Borçlar} / \text{Öz Sermaye Oranı} \quad (1 \text{ e kadar olması normal karşılanır}) \quad (3.8)$$

$$*\text{Kısa Vadeli Borçlar} / \text{Öz Sermaye Oranı} \quad (\%35 \text{ e kadar oranı normal karşılanır}) \quad (3.9)$$

$$*\text{Sabit Varlıklar} / \text{Öz Sermaye Oranı} \quad (1 \text{ e kadar olması normal karşılanır}) \quad (3.10)$$

$$*\text{Faiz Karşılama Oranı} = (\text{Vergi Öncesi Kar} + \text{Faiz}) / \text{Faiz} \quad (8 \text{ den yüksek olması istenir}) \quad (3.11)$$

$$*\text{Sabit Ödemeleri Karşılama Oranı} = (\text{Vergi Öncesi Kar} + \text{Faiz} + \text{Kira} + \text{Amortisman}) / (\text{Faiz} + \text{Kira} + \text{Anapara} + \text{Taksitler}) \quad (3.12)$$

- Faaliyet oranları

$$*\text{Alacak Devir Hızı} = \text{Yıllık Kredili Satışlar} / (\text{Dönem Başı Alacaklar} + \text{Dönem Sonu Alacaklar}) \quad (3.13)$$

$$*\text{Stok Devir Hızı} = \text{Satılan Malın Maliyeti} / (\text{Dönem Başı Stok Tutarı} + \text{Dönem Sonu Stok Tutarı}) / 2 \quad (3.14)$$

$$*\text{Öz sermaye Devir Hızı} = \text{Net Satışlar} / \text{Öz sermaye} \quad (3.15)$$

- Ürün odaklı modeller

- Ian G. Smith modeli

Smith'e göre, herhangi bir girdiye özellikle işgücünü dışarıda bırakan bir verimlilik ölçüsünün etkililiğinden eşdeyişle amaca hizmet etmesinde yeterliliğinden söz edilemez.

- David J. Sumanth modeli

Sumanth modelinde sadece ölçme aşamasını dikkate almış ve toplam verimliliğin başa baş (kara geçiş) noktası kavramını göstermiştir.

- Asli olmayan (surrogate) modeller

- Jack Byrd modeli

Jack Byrd modeli daha çok küçük işletmelerde uygulanabilen, ücret bordrosu kayıtları aracılığıyla ölçüm yapılan bir modeldir.

- William T. Stewart modeli

Stewart, verimlilik ölçümünün girdi ve çıktı tanımlamasına bağlı olduğunu vurgulamıştır.

- Summer C. Aggarwal modeli

Aggarwal'a göre, teşebbüsler uzun dönemde hayatta kalabilmek, rekabet gücünü yitirmemek ve büyüyebilmek için modeldeki birleşik verimlilik indeksini kullanmalıdırlar.

- Ekonomik fayda modelleri

- Amerikan Verimlilik Merkezi modeli (3.2.3 bölümünde açıklaması yapılmıştır).

- Kazukiyo Kurosawa modeli

Kurosawa'ya göre, verimlilik analizi sadece geçmişin değerlendirilmesine değil, aynı zamanda geleceğe yönelik planlamaya da ışık tutan bir araçtır.

- Paul Mali modeli

Mali, verimliliği, etkenlik (efficiency) ve etkililiğin (effectiveness) bir birleşimi olarak ele almaktadır.

- Samuel Eilon, Bela Gold ve Judith Soesan modeli

- Dizge (sistem) yaklaşımına dayalı modeller

- G. S. Sardana ve Prem Vrat'ın P-O-P modeli (3.2.2 bölümünde açıklaması yapılmıştır).

- Richard O. Mason modeli

Mason verimliliğin bir sistem kavramı olduğunu önemle vurgulamış ve Süreç, Bağır ve Sistem Verimliliği gibi üç tür verimlilik yaklaşımı önermiştir.

Bu modellerin hemen hepsi mikro yaklaşımlı ve oran esasına göre analiz yapan modellerdir. Ayrıca firmalar tarafından daha çok kullanım tercihi olan modellerdir. Çünkü genellikle bu tür analizleri yapmak özel bir uzmanlık alanını ve teknik bilgiyi fazlasıyla gerektirmemektedir (Bakırcı, 2006: 59-60).

3.1.4. D. Scott Sink, Sandra J. DeVries ve Thomas Tuttle'ın Sınıflandırması

(Sandra J. Devries, D. Scott Sink, ve Thomas Tuttle'ın 1983'de Savunma Bakanlığı için yaptıkları bir çalışmaya dayalı olarak 1984'de Norveç'te yapılan 4. Dünya Verimlilik Kongresi'ne sundukları bildiri):

Yazarlar tarafından araştırmalar yapılması sonucunda verimlilik ölçümü ile ilgili dört temel yaklaşım olduğu saptanmıştır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Çok Faktörlü Olan Verimlilik Ölçüm Modeli (Multi-Factor Productivity Measurement Model: MFPMM)

Bu model, Ürün Bazında Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü (Total Factor Productivity Measurement) ve Toplam Verimlilik Ölçüm Modeli (Total Productivity Measurement Model) gibi değişik isimlerle adlandırılmaktadır. Bu grubun örnek modelleri aşağıdaki gibidir:

- B. J. van Loggerenberg modeli
- Amerikan Verimlilik Merkezi Modeli vb.

- Kurallara Dayalı Olan Verimlilik Ölçüm Yöntemi (Normative Productivity Measurement Model: NPMM)

Bu yöntem, Ohlo Eyalet Üniversitesi'nde Endüstri ve Sistem Mühendisliği Bölümü'nde Verimlilik Araştırma Grubu'nca geliştirilip, test edilmiştir.

- Çok ölçütlü Performans/Verimlilik Ölçüm Tekniği (Multi – Criteria Performance Productivity Measurement Technique: MCP/PMT)

Bu modele Hedefler Matrisi (Objectives Matrix) yöntemi de denmektedir. Bu model Oregon Verimlilik Merkezi ve Oklahoma Verimlilik Merkezi'nde geliştirilmiştir. Bu gruba örnek olarak aşağıdaki modeller gösterilebilir:

- W. T. Stewart'ın modeli
- J. L. Riggs ve G. H. Felix'in Hedefler Matrisi modeli vb.

- Tali Verimlilik Ölçüm Teknikleri

Verimlilik ile ilgili ilişkisi olan ölçüm teknikleridir. Ancak doğrudan verimlilik ölçümü ile ilgili değildir. Bu gruba örnek olarak aşağıdaki çalışmalar veya teknikler gösterilebilir:

- Val Olson endirekt işçilik alanlarında verimlilik ölçme / planlama / geliştirme çabalarından oluşan Ortak Kurmaylık Çalışması (Common Staffing Study).
- Price – Waterhouse’un proje ömrü boyunca fayda/maliyet oranını izleyen tekniği.
- Verimlilik kontrol ve denetim tabloları bu tekniğe örnek olarak Paul Mali’nin Hughes Hava Taşıtları Şirketi’nin, Robbins-Myers’ın, D. F. Bain’in çalışmaları verilebilir.
- Paul Mali’nin Hedeflere Göre Verimlilik Yönetimi tekniği

3.1.5. Joseph Prokopenko’nun Sınıflandırılması

(Joseph Prokopenko’nun 1987’de yayımladığı “Verimlilik Yönetimi Pratik Bir El Kitabı” adlı yapıtında “Verimlilik Analizleri” başlıklı bölüm):

Prokopenko (2011), verimlilik ölçme ve değerlendirmeye ilişkin modellerden aşağıdakiler üzerinde durmuştur:

- Kuzukiyo Kurosova modeli
- Alan Lawlor modeli
- Filipinler Geliştirme Akademisi’nin Hızlı Verimlilik Değerlendirme modeli

3.1.6. Antonio J. Pineda’nın Sınıflandırması

(Antonio J. Pineda’nın 1988’de Kanada’da yapılmış olan Altıncı Dünya Verimlilik Kongresi’nde sunduğu “Toplam Faktör Verimliliği Ölçümünde Kuramsal ve Yöntem Bilimsel Çalışmalar” başlıklı bildirisi):

Pineda, ilgi alanı teşebbüs veya işletme düzeyi olduğunda beş ayrı modelin varlığından söz edilebileceğini söylemekte ve aşağıdaki sınıflandırmayı yapmaktadır,

- Hiram Davis ve bu kapsamda olmak üzere,
- John W. Kendrick ve Daniel Creamer çeşitlemesi ve

- Charles E. Craig ve R. Clark Harris çeşitlemesi

• Ekonomistlerin modeli

Özellikle en sonuncu model olan F. M. Gollop çeşitlemesi,

• Amerikan Verimlilik Merkezi modeli ve bu kapsamda

- Virginia Verimlilik Merkezi çeşitlemesi,

- LTV Şirketi Çeşitlemesi

- D. M. Miller ve P. M. Rao çeşitlemesi

• D. J. Sumanth modeli

• B. J. van Loggerenberg modeli ve bu kapsamda olmak üzere A. J. Hayzen'in herhangi bir değişiklik içermeyen çeşitlemesi (Baş ve Artar, 1991: 86-91).

3.2. Verimlilik Ölçüm Modelleri

Daha önce de bahsedildiği gibi verimlilik ölçme ve değerlendirmeye ilişkin literatürde çok sayıda model mevcuttur. Verimliliğin artırılması üzerinde yapılan çalışmalar sadece işletmelere değil makro ekonomiye de katkı sağlayacak, toplumsal refahı arttıracaktır. Bu bölümde bazı modeller daha detaylı ele alınacaktır.

3.2.1. R. G. Norman ve Sımcha Bahırı'nın Bütünleşik (ENTEGRE) Verimlilik Modeli

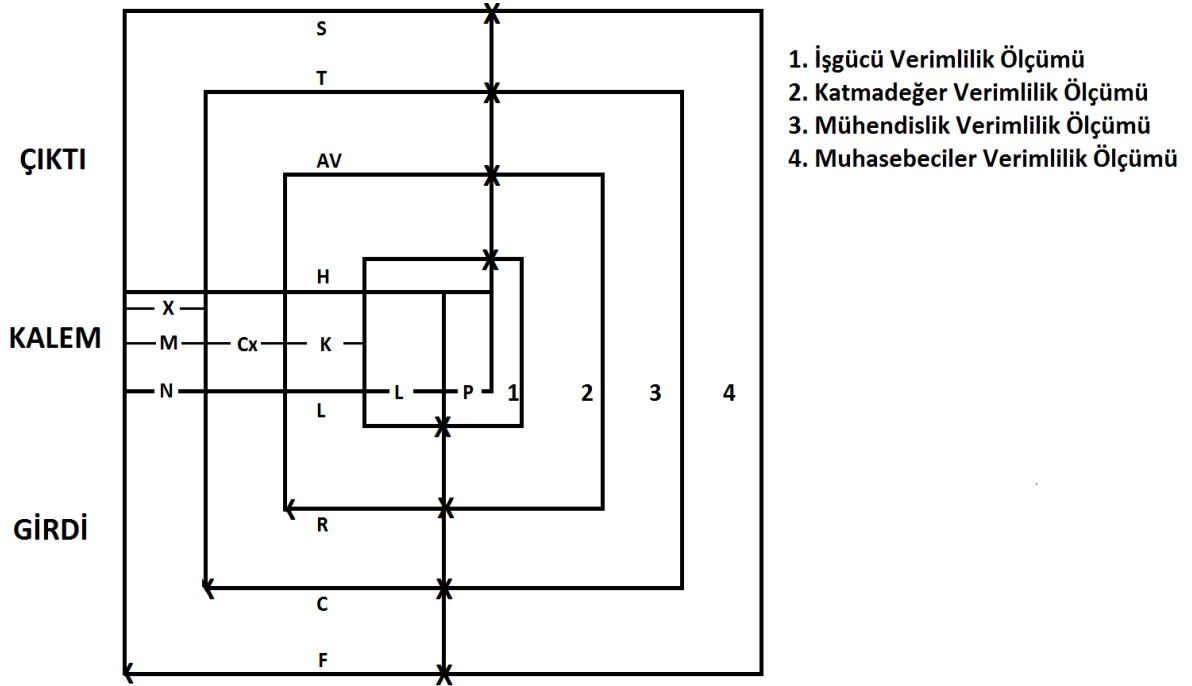
Norman ve Bahiri, muhasebeciler, ekonomistler ve mühendislerin değişik verimlilik ölçüleri kullandıklarını saptamışlar ve bu farklı verimlilik ölçümlerini bağdaştıran bir bütünleşik verimlilik modeli geliştirmişlerdir.

Çizelge 3.1. R. G. Norman ve Simcha Bahrı' nın Bütünleşik (ENTEĞRE) verimlilik modelinde kullanılan harflerin anlamı (Baş ve Artar, 1991: 91-93)

NO	HARF	ANLAMI	FORMÜL
1	S	Safi Satış Hasılatı	
2	T	Toplam Kazançlar, Mühendisler açısından Katma Değer	$T = S - M$
3	AV	Ekonomistler Açısından Katma Değer veya Net Çıktı Değeri	$AV = S - X$ veya $AV = T - Cx$
4	H	Net Kazançlar	$H = S - N$ veya $H = AV - K$
5	İ	Girdi Faktörleri	$İ = F = C = R = L$
6	M	Üretilen Çıktılar için Kullanılan Direkt İlk Madde ve Malzeme	
7	Cx	Endirekt İlk Madde ve Malzeme ile Teşebbüs Dışından Sağlanan Fayda ve Hizmetler	
8	X	Teşebbüs Dışından Satın Alınan Toplam İlk Madde ve Malzeme ile Sağlanan Hizmetler	$X = M + Cx$
9	K	Sermaye Girdisi (amortisman, sigorta, faiz, kiralar dahil)	
10	N	İşçilik dışındaki faktör maliyetleri	$N = X + K$
11	L	İşçilik için Ödenen Ücret ve Giderler (yönetiminki de dahil olmak üzere ücret, maaş ve sosyal yardımlar)	
12	P	Kar	$P = O - İ = S - F = T - L = AV - R = H - L$
13	R	Teşebbüs İçi Girdiler	$R = K + L$
14	C	İlk Madde ve Malzemeyi Ürüne Dönüştürme Maliyetleri	$C = K + L + Cx$
15	F	Toplam Faktör Girdileri	$F = X + K + K/L = S - P$
16	TP	Yatırım Giderleri	

Bu kavramlara dayalı olarak geliştirilen başlıca göstergeler şunlar olmaktadır:

17	S/F	Toplam Faktör Verimliliği (Gayri Safi Etkenlik)	
18	T/C	Toplam Kazançlar Verimliliği (İlk Madde ve Malzemeyi Mamule Dönüştürme Etkenliği)	
19	AV/R	Katma Değer Verimliliği	
20	H/L	Net Katma Değer İşgücü Verimliliği	
21	P/F	Toplam Faktör Kar Verimliliği	$P/F = S/F - 1$
22	P/C	Dönüşüm Kar Verimliliği	$P/C = T/C - 1$
23	P/R	İçsel Kar Verimliliği	$P/R = AV/R - 1$
24	P/L	İşgücü Kar Verimliliği	$P/L = H/L - 1$



Şekil 3.2. Bütünleşik verimlilik modeli (Baş ve Artar, 1991: 92)

Muhasebeciler açısından toplam verimlilik (ekonomik verimlilik veya iktisadilik) ölçüsü olan S/F ; mühendisler açısından dönüştürme etkenlik ölçüsü olan T/C ;

ekonomistler açısından ise katma değer ve işgücü verimlilik ölçüleri olan sırasıyla **AV/R** ve **H/L** oranları modelin göstergeler kapsamındadır.

Bütünleşik modelde karlılığın ölçüsü, tüm yaklaşımlarda aynı olan karın (**P**) girdiye oranıdır:

$$\mathbf{P/F ; P/C ; P/R ; P/L}$$

Bu oranlardan her biri, yaklaşımlara bağlı olarak oluşturulan verimlilik indeksini ifade eder ve 1'den küçüktür. Bu durum **T/C** ve **P/C** oranlarına bakıldığında kolayca anlaşılabilir.

Tüm yaklaşımlarda, yalnızca çıktı oluşturulmasında kullanılan kaynaklar üretken olarak nitelendirilir. Ürün karı ilgili çıktıdan kullanılan girdi çıkılarak elde edilir. Buna göre üretim faaliyetinde eğer üretken olmayan üretim gideri var ise bu kar söz konusu olmayabilir.

Sanayi ve ticari teşebbüslerde ana amaç toplam kazançları (**T**) veya ilk madde ve malzemeyi ürüne dönüştürmek için yapılan dönüştürme maliyetleri (**C**) birimi başına toplam kazançları (**T/C**) en yüksek düzeye çıkarmaktır. **T/C** birincil verimlilik endeksi olarak adlandırılabilir. Kar üretme oranı ise, **T - C** olarak ifade edilen **P**'nin **C**'ye oranı (**P/C**) olup buna da ikincil verimlilik endeksi denir. **P/C** başka bir biçimde aşağıdaki gibi de ifade edilebilir:

$$\mathbf{P / C = T - C / C = T / C - 1} \quad (3.16)$$

Bütünleşik verimlilik modelinde, birincil verimlilik indeksinin maksimize edilmesi, ikincil verimlilik indeksini de maksimize edecektir.

Tüm sistemin işletme maliyetleri kullanılarak üretilen potansiyel toplam kazançlar (**Tpot**), eğer girdiler tümüyle kullanılmış ise, toplam kazançlara (**T**) eşit olacaktır. Üretilen tüm ürünlerin toplam kazançlar verimliliği $\sum T / \sum Cd$ oranıyla gösterilebilir.

Buradan **Tpot** aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\mathbf{T_{pot} = C_s \times \sum T / \sum C_d} \quad (3.17)$$

$\mathbf{T / T_{pot}}$ oranı, $\mathbf{C_d / C_s}$ oranına eşit olup, $\mathbf{1}$ 'i geçemez.

$\mathbf{T / C_d}$ olarak ifade edilen birincil verimlilik oranı ile dönüştürme yeteneğinden yararlanmayı ifade eden $\mathbf{C_d / C_s}$ oranını çarparsak, tüm sistemin toplam kazançlar verimliliğini elde etmiş oluruz:

$$\sum T / \sum C_d \times \sum C_d / C_s = \sum T / C_s \quad (3.18)$$

Formüllerde geçen $\mathbf{C_s}$ aslında \mathbf{C} ile aynı anlamda olup tüm sistemin işletme maliyeti olup, ürün maliyeti ($\mathbf{C_d}$) ve kullanılmayan veya atıl kapasite maliyetleri ($\mathbf{C_i}$)'nin toplamıdır.

Toplam kazançları maksimize etmek için bu kazançları üreten oranın maksimize edilmesi gerekir. Kuramsal olarak bu da kaynaklardan en yüksek (max.) ya da en uygun ürün karışımı ile mümkündür.

Bu verimlilik indeksleri, şirketlerin muhasebe kayıtlarındaki veriler kullanılarak hesaplanabilir.

Birinci indeks (toplam kazançlar verimliliği) karlılığı de belirleyici uygun bir niteliğe sahiptir. Çünkü indeksin $\mathbf{1}$ 'e eşit olması başa baş noktasını (ne kar ne zarar) ifade eder. Birinci indeksten sonra türetilen ikinci indeks (kar verimliliği) artı değerlerle karı, eksi değerlerle zararı gösterir. Ürün işleme maliyeti birimi başına kar (veya zarar) oranını göstermesi de bu indekse ayrıca değer kazandırmaktadır.

Bütünleşik verimlilik modeli, tüm sisteme uygulanabildiği gibi alt sistemler (pazarlama, üretim, finansman, personel vb.) bazında da uygulanabilir.

Verimliliğe ilişkin bir çıktı ölçüsü olarak katma değer (ya da net kazançlar) kullanılması, birçok ekonomist tarafından savunulmaktadır. Örneğin US Bureau of Census, British Census Authority gibi kuruluşlar bu savunucular arasındadır. Bu iki kuruluş tarafından katma değer aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$AV = \text{Çıktı} - X \quad (3.19)$$

$$AV = \text{Katma Değer} \quad (3.20)$$

X = Sağlanan yarar ve hizmetler (muhtelif ikmal maddeleri, yakıt, enerji, fason imalat dahil) ile teşebbüs dışından satın alınan toplam ilk madde ve malzeme

Böylece katma değer verimliliği;

$$V_{av} = (S - X) - (F - X) \quad (3.21)$$

veya

$$V_{av} = AV / R \quad (3.22)$$

Katma değer girdisi/çıktı analizi kavramı genellikle az gelişmiş ülkelerde makro ekonomik çalışmalarda ve gelişkin ekonomilerde sektör çıktılarını hesaplamada kullanılır. Katma değer (verimliliği) karşılaştırmaların yapılacağı, tesis bazında kurulacak teşvik dizgilerinin yaratılması amaçlanıyor ise kuşkusuz katma değer verimlilik modeli de önemli bir araçtır (Baş, Artar, 1991: 91-97).

3.2.2. G.D. Sardana ve Prem Vrat' ın PHV (Performans Hedefleri ve Verimlilik) Modeli

Hindistan Dikiş Makineleri Ltd. Şirketi'nin İmalat Müdürü olan G.D. Sardana ile Hindistan Teknoloji Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde profesör olan Prem Vrat, 1983'te yazdıkları ortak makalede verimlilik ölçme modellerine ilişkin bazı eleştirilerde ve dizge yaklaşımına dayalı yeni bir model önerisinde bulunmuşlardır.

G.D. Sardana ve Prem Vrat'ın mevcut verimlilik modellerine yönelttikleri eleştiriler aşağıdaki gibidir:

- Verimlilik, genellikle tüm çıktıların tüm girdilere oranı şeklinde tanımlanır. Tüm girdilerin aynı bazda nicelikselleştirilmesi, aynı birime dönüştürülmesi güçlüğü

bizi parasal ifadeye itmekte, bu da girdilerin ve çıktıların niteliksel boyutlarının göz ardı edilmesine sebep olmaktadır.

- Kısmi ve toplam verimlilik göstergeleri, işletmenin fonksiyonlarındaki performanslara ilişkin hiçbir ipucu vermemektedir. Örneğin işgücü verimliliği yüksek gözükabilir, ancak, üretim fonksiyonu veya pazarlama fonksiyonu bazında durumun ne olduğu sorusuna yanıt bulunamayabilir. Oysa bir fonksiyonda durum çok iyi iken, diğerinde çok kötü olabilir.
- Yönetimin rolü veya katkısı hiçbir modelde göz önüne alınmamaktadır.
- İşgücü verimliliğin ölçümü ve işgücünün nitelendirilmesi üstünde çok fazla durulmuştur.
- Çıktı genellikle üretilen ürünler veya satılan ürünler olarak ifade edilmektedir. Üretimin çeşitli aşamalarındaki yarı mamuller ile ilgili olarak herhangi bir işlem yapan yalnızca birkaç model vardır. Bu modellerde bu yarı mamuller çıktıya eklenmektedir. Ayrıca şirketin pazar payındaki artış, üstün bir kaliteyi yakalamak, AR-GE çalışmalarının sonuçları, çalışanların iş yaşamı kalitesindeki artış gibi unsurlar çıktıya dahil edilmemektedir. Çünkü bunların nicelikselleştirilmesi her zaman olanaklı olmamaktadır. Bu durum düşündürücüdür. Bu unsurların çıktıya dahil edilmesi gereği açıktır. Çünkü toplam kaynakların bir kısmı da girdi olarak bunlar için harcanmıştır.
- Birçok modelde karlar veya yatırımın getirisi, çıktıların ifadesinde kullanılan kavramlardır. Oysa parasal ifadelerde hazırlanan finansal tabloların şirket durumunu tam anlamı ile ifade etmediği açıktır. Örneğin, çok nitelikli bir tepe yöneticisinin şirketten ayrılarak başka bir şirkete geçtiği o yılın finansal tablolarından anlaşılabilir mi?

Buna ek olarak Sardana ve Vrat, Bela Gold'dan alıntı yaparak verimlilik ölçüm göstergelerinin yetersizliği üzerine aşağıdaki konuları vurgulamaktadırlar:

- Çalışılan saat başına çıktı gibi kısmi verimlilik göstergeleri yanıltıcı olabilir. Yüksek maliyetli otomasyona girmiş bir şirkette çalışılan kişi – saat başına çıktı

yüksek olabilir ama yatırım birimi başına çıktı açısından çok düşük bir verimlilik söz konusu olabilir.

- Katma değere dayanan ölçümler de yanlış kanaatler edinilmesine yol açabilir. Kişi başına katma değerlilik enflasyon sebebi ile (ve satış fiyatları aracılığı ile) yükseliyor gibi gözükebilir. Bu durum, artan etkililik nedeni ile yükselen verimlilik anlamına gelmeyebilir.
- Kısmi verimlilik göstergelerinin şirketi temsil edebilme özelliği düşüktür ve girdiler birbirinden yalıtılamaz.

Yukarıdaki eleştirilerden sonra, Sardana ve Vrat, uygun bir verimlilik ölçme sisteminin aşağıdaki nitelikleri taşıması gerektiğini vurgulamışlardır:

- Ölçme sistemi, geliştirme çabaları için yol gösterici olmalıdır. Bu amaçla da zayıf alanları, belirleyebilme niteliği olmalıdır.
- Ölçme sistemi, şirketin amaçlarına yönelik olarak konulmuş hedefleri ile karşılaştırılabilir göstergeler üretilmelidir. Bu bir anlamda şirkette uygulanan Amaçlara Göre Yönetim = AGY (Management by Objectives = MBO) yaklaşımının ölçme sistemine de uyarlanmasıdır.
- Ölçme sisteminde, tek bir birime dönüştürme, enflasyon/deflasyon düzeltme gibi sorunlardan olanaklı olduğunca uzak durulmalı veya uzak durulmuyorsa çözümlenmelidir.
- Ölçme sistemle üretilen veri ve bilgiler, tüm sistemin etkenliğini temsil edici olmalıdır.
- Ölçme sisteminde vurgu performans üzerinde olmalı ve nicelikselleştirme, tüm girdi ve çıktıların göz önüne alınmasına dikkat edilmelidir.
- Verimlilik ölçme sürecinde şirkete sistem yaklaşımı ile yaklaşılmalıdır.

Sardana ve Vrat, bu verimlilik ölçme sisteminin niteliklerini göz önüne alarak bir model geliştirmişler ve bu modele Performans Hedefleri Verimlilik (Performance Objectives Productivity =POP) Modeli adını vermişlerdir.

POP Modeli'nde kullanılan terminolojide aşağıdaki deyimler çok önemlidir:

- Performans hedefi: Bunlar şirkette, gerek şirket, gerek bölüm, gerek kısım düzeyinde ulaşılmak amacıyla kararlaştırılmış amaç veya hedeflerdir.
- Etkililik açısından anahtar alanlar: Her alt sistemde bazı alanlar dikkatin yöneltmesi açısından kritiktir. Bu alanlara anahtar etkililik alanları denir.
- Hedeflenmiş verimlilik (Objectivated Productivity): Bu terim aslında bir oran olup aşağıdaki formül ile ifade edilebilir,

$$HV = \text{Performans Hedefi} / \text{Bütçelenmiş Girdi} \quad (3.23)$$

Formülde geçen bütçelenmiş girdi, konulan performans hedefi için kullanılması zorunlu olan kaynaklardır.

Performans Hedefleri Verimlilik (PHV) Modelin Kurulması:

- Alt sistemlerin belirlenmesi,
- Anahtar etkililik alanlarının belirlenmesi,
- Anahtar etkililik alanları için performans hedeflerin (çıktıların) belirlenmesi
- Alt sistemleri performans hedeflerini ağırlıklandırma (Delphi tekniği gibi teknikler kullanılarak nesnellik sağlanmaya çalışılır, böylece verimlilik indeksleri bulunur).

* Örneğin, Pazarlama alt sistemi için,

Çizelge 3.2. Anahtar etkililik alanı ve performans hedefi (Baş ve Artar, 1991: 183)

Anahtar etkililik alanı	Performans hedefi
Karlı satışların maksimize edilmesi	Pazarlama katkısı Pazarlama varlıkları
Pazarlama maliyetlerinin minimize edilmesi	Toplam satışlar Satışların toplam pazar satışlarına oranı eş deyişle pazar payı
Alacaklar	Alacaklar tutarının toplam satışlara oranı

* Örneğin, Hammadde ve malzeme alt sistemi için,

Çizelge 3.3. Anahtar etkililik alanı ve performans hedefi (Baş ve Artar, 1991: 183-184)

Anahtar etkililik alanı	Performans hedefi
Hammadde ve malzeme maliyetleri	Hammadde ve malzeme giderlerinin üretim maliyetine oranı
Stoklar	Stokların üretim maliyetine oranı
Satıcı firmaların kalitesi	Gelen hammadde ve malzemelerde red oranı yüzdesi Sürekli tedarik yapılan satıcılar

Modelde Kullanılan Notasyon ve Formüller

- S_{it} = t döneminde i alt sistemi
P_t = t döneminde üretim alt sistemi
F_t = t döneminde finansman alt sistemi
M_t = t döneminde hammadde ve malzeme alt sistemi
K_t = t döneminde pazarlama alt sistemi
L_t = t döneminde personel alt sistemi
W_i = i alt sistemi için ağırlık
W_{ji} = i alt sistemi için j performans hedefine ilişkin ağırlık
O_{jit} = t döneminde i alt sistemi için j performans hedefi

- n = şirketteki alt sistemlerin sayısı
 m = bir alt sistemdeki performans hedeflerinin sayısı
 (P.I) i = i alt sistemi için verimlilik indeksi
 (P.I) T = şirketin verimlilik indeksi
 (P.I) p = üretim alt sistemi için verimlilik indeksi
 (P.I) F = Finansman alt sistemi için verimlilik indeksi
 (P.I) M = Hammadde ve malzeme alt sistemi için verimlilik indeksi
 (P.I) K = Pazarlama alt sistemi için verimlilik indeksi
 (P.I) L = Personel alt sistemi için verimlilik indeksi

* = Hedeflenen çıktı performansını gösteren işaret

$$\text{Verimlilik İndeksi (P.I)} = \text{Fiili Çıktı} / \text{Performans Hedefi} \quad (3.24)$$

S it alt sisteminin P.I'si:

$$(P.I) i = \sum_{j=i}^m W_{ji} \frac{O_{jit}}{O^*_{jit}} \quad (3.25)$$

$$\sum_{j=i}^m W_{ji} \frac{O_{jit}}{O^*_{jit}} = 1; i = 1 \dots n; W_{ji} \geq 0 \quad (3.26)$$

Teşebbüsün n sayıda alt sistemden oluşan bir bütün olarak **P.I'si**:

$$(P.I) T = \sum_{i=1}^m W_i (P.I) i \quad (3.27)$$

$$\sum_{i=1}^m W_i = 1; W_i > 0 \quad (3.28)$$

$$= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n W_i \cdot W_{ji} \frac{O_{jit}}{O^*_{jit}} \quad (3.29)$$

Üretim Fonksiyonunun Verimlilik Endeksi :

$$(P.I) p = \sum_{j=1}^m W_{ji} \frac{O_{jit}}{O^*_{jit}} \quad (3.30)$$

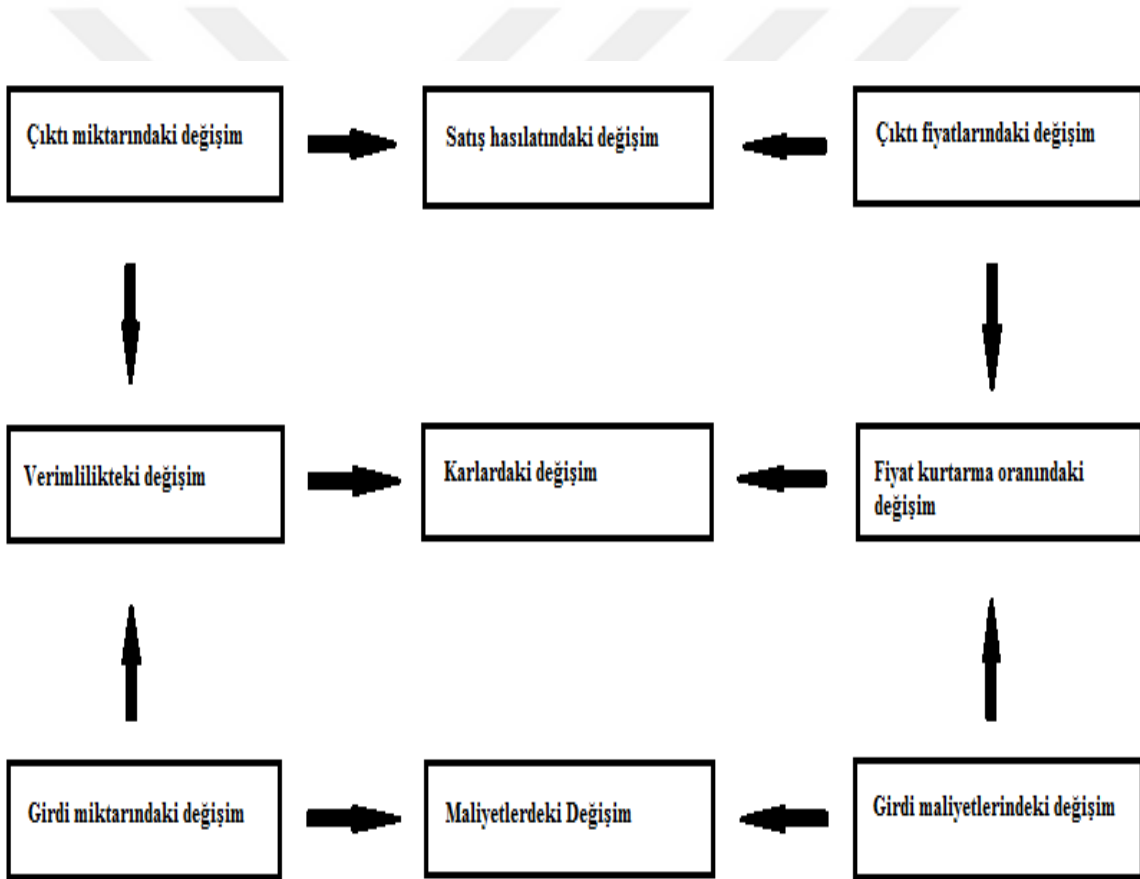
Fonksiyon verimlilik indekslerinden giderek şirketin verimliliği (Baş, Artar, 1991: 180-185):

$$(P.I) T = W1 (P.I) P + W2 (P.I) F + W3 (P.I) M + W4 (P.I) K + W5 (P.I) L \quad (3.31)$$

3.2.3. Amerikan Verimlilik Merkezi (APC = American Productivity Center) Modeli

Amerikan Verimlilik Merkezi Modeli'nin işletme analisti için toplam faktör verimlilik ölçümünün kısmi verimlilik ölçülerine göre esaslı üstünlükleri vardır.

Modelin mantıksal çatısı aşağıdaki gibidir:



Şekil 3.3. APC Modelindeki mantıksal çatı (Baş ve Artar, 1991: 117)

İktisadilik karlarda yol açan toplam parasal etki olarak nitelendirilebilir. APC Modeli'nde "Profitability" olarak anılan deyim için "İktisadilik" kavramı kullanılmıştır. İktisadilik bu modele göre aşağıdaki formül ile ifade edilebilir (Baş, Artar, 1991: 116-117):

$$\text{İktisadilik} = \frac{\text{Satış Hasılatı}}{\text{Maliyetler}} = \frac{\text{Ürün Miktarı} \times \text{Ürün Birim Fiyatı}}{\text{Üretim Girdi Miktarı} \times \text{Üretim Girdi Birim Fiyatı}} =$$

$$\frac{\text{Ürün Miktarı}}{\text{Üretim Girdi Miktarı}} \times \frac{\text{Ürün Birim Fiyatı}}{\text{Üretim Girdi Birim Fiyatı}} = \text{Verimlilik} \times \text{Fiyat Kurtarma Oranı} \quad (3.32)$$

Bu modelde stokta kalan mamuller ile yarı mamuller, birim satış fiyatları ile satış hasılatına eklenir. Ayrıca stoktaki mamuller ile yarı mamullerin maliyetleri de, girdi maliyetlerine eklenmektedir (Yıldız, 2004: 59).

3.3. Veri Zarflama Analizi

1957 yılında Farrel tarafından geliştirilen Sınır Üretim Fonksiyonu önerisi ortaya atılmıştır. Bu öneri Ortalama Performans ölçütüne karşılık olarak geliştirilmiştir. Böylece, Veri Zarflama Analizi (VZA) ilk kez şekillenmiştir. Banker, Charness, Cooper ve Rhodes'in çalışmaları sayesinde VZA günümüzdeki haline gelmiştir.

Veri Zarflama Analizi çıktıların ağırlıklı toplamalarının girdilerin ağırlıklı toplamalarına bölümü olarak tanımlanmaktadır. Bir karar noktasının etkinlik ölçütü (j. Karar noktası) aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$\frac{\mathbf{U}_1 \mathbf{Y}_1 + \mathbf{U}_2 \mathbf{Y}_2 + \dots + \mathbf{U}_n \mathbf{Y}_n}{\mathbf{V}_1 \mathbf{X}_1 + \mathbf{V}_2 \mathbf{X}_2 + \dots + \mathbf{V}_m \mathbf{X}_m} \quad (3.33)$$

Yukarıdaki formüle göre **j.** karar noktası için **m** adet girdi ve **n** adet çıktı mevcuttur. Bu formülde, **X_{mm}** girdinin miktarını, **V_{mm}** girdinin ağırlığını, **Y_{nn}** çıktının miktarını ve **U_{nn}** çıktının ağırlığını ifade etmektedir.

Veri Zarflama Analizi'nde girdi veya çıktı odaklı yöntemler kullanılmaktadır (Turdi, 2016: 25). Girdi odaklı çözümde, çıktı miktarları sabit tutulur ve girdi miktarında

oluşacak değişimler değerlendirilmektedir. Çıktı odaklı çözümde ise girdi miktarları sabit tutulur ve çıktı miktarlarında oluşacak değişimler değerlendirilmektedir.

Veri Zarflama Analizi bir kesirli programlama sürecini kapsadığı için çözümü zordur. Bu sebeple kesirli programlama seti doğrusal programlama setine dönüştürülüp çözülmektedir. Ancak yukardaki formülünün paydasının 1'e eşit olacağı varsayılmaktadır.

Veri Zarflama Analizi üç yöntem içermektedir:

- CCR (Charnes – Cooper – Rhodes) Yöntemi

CCR yöntemi için ölçüğe göre sabit getiri varsayımı geçerlidir. Eğer **j.** karar biriminin etkinliği **H_j** ise hedef, bu değerin maksimum olmasıdır. Bu durumda amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi olur (girdi odaklılık varsayımı altında):

$$E n b H_j = \sum_{r=1}^n U_r Y_r / \sum_{i=1}^m V_i X_i \quad (3.34)$$

Kısıtlar ise aşağıdaki formüldeki gibi gösterilebilir:

$$\sum_{r=1}^n U_r Y_r / \sum_{i=1}^m V_i X_i \leq 1 \quad (3.35)$$

$$U_r \geq 0$$

$$V_i \geq 0$$

Daha önce de bahsedildiği gibi formülünün paydasının 1'e eşit olacağı varsayımına göre girdi odaklılık ve çıktı odaklılık aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi olacak:

Çizelge 3.4. Girdi ve çıktı odaklılıkları

GİRDİ ODAKLILIK	ÇIKTI ODAKLILIK
$E n b H_j = \sum_{r=1}^n U_r Y_r$	$E n k G_j = \sum_{i=1}^m V_i X_i$
$\sum_{i=1}^m V_i X_i = 1$	$\sum_{r=1}^n U_r Y_r = 1$
$\sum_{r=1}^n U_r Y_r - \sum_{i=1}^m V_i X_i \geq 0$	$-\sum_{r=1}^n U_r Y_r + \sum_{i=1}^m V_i X_i \geq 0$
$U_r, V_i \geq 0$	$U_r, V_i \geq 0$

Çıktı odaklı veya girdi odaklı olsun, bir karar verici karar noktalarının etkinliklerine CRR yöntemi ile karar vermek düşündüğünde yukarıda gösterilen modeli tüm karar noktaları için hesaplamalıdır. Böylece her bir karar noktası için toplam etkinlik ölçütleri elde edilmektedir. Elde edilen ölçütler 1'e eşit olmaları karar noktalarının etkin olduğu, 1'den küçük olmaları ise karar noktalarının etkin olmadıklarını ifade etmektedir.

- BCC (Banker – Charnes – Cooper) Yöntemi

CCR, modelin varsayımlarında değişiklik yapılarak oluşan bir modeldir. BBC modeli için ölçeğe göre değişken getiri varsayımı geçerlidir. Banker – Charnes – Cooper tarafından geliştirilen bu yöntemin limiti CCR limitinin altındadır. Dolayısı ile BCC etkinlik skoru CCR etkinlik skorundan büyük veya ona eşit olacaktır. BCC yöntemini CCR yönteminden ayıran fark, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile her bir karar birimi için çözülecek doğrusal program sonucu elde edilecek λ değerlerinin toplamının 1'e eşit olmasıdır. Λ etkin olmayan bir karar noktası için etkin olası girdi çıktı bileşimi oluşturmak için gereken bilgiyi sağlayan değer olarak ifade edilmektedir.

BCC modeli aşağıdaki formüldeki gibidir:

Amaç Fonksiyonu,

En küçük

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^N Yrj \lambda_{jk} \geq Yrk \quad (3.36)$$

$$\Theta_k X_{jk} - \sum_{j=1}^N Yrj \lambda_{jk} \geq 0 \quad (3.37)$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1 \quad (3.38)$$

- Toplamsal Yöntem

Toplamsal model CCR ve BCC yöntemlerini beraber analiz etmektedir. Girdi ve çıktı odaklı değerlendirme yapılmaktadır. Bu yöntemin temel hedefi çıktı eksikliğini ve girdi fazlasını aynı anda değerlendirip etkinlik sınırı üstünde olan etkinsiz karar birimine en uzak olan noktaya ulaşmaktır. Etkinsizlik ise bir ile etkinlik arasındaki farktır. Bu model bir etkinlik skoru değeri vermez. Sonuç karar birimlerinin etkin olup olmadıkları aylak değişken değerleri analiz edilip bulunur. Her iki aylak değişkenin değeri sıfıra eşit ise o karar birimi bu modele göre etkindir.

Bu yöntemlerin hepsinde, çıktı veya girdi odaklılık dikkate alınmalıdır. Buna göre yöntemlerin hepsinde kesirli programlama-doğrusal programlama dönüşümü kullanılabilir.

Önemli olan Veri Zarflama Analizi'ni doğru bir şekilde kullanmaktır. Bu analizin çok etkin bir araç olması için doğru kullanılması şarttır. Veri Zarflama Analizi'nin birçok avantajı mevcuttur:

- Aynı anda çok girdi ve çıktıyı işleme imkanı mevcuttur (Barutçu, 2013: 20).

- Çıktı ve girdiyi ilişkilendiren bir fonksiyonel forma gerek olmadan doğrusal form kullanılmaktadır.
- Veri Zarflama Analizi ile etkinlikleri hesaplanmış olan karar birimleri göreceli olarak tam etkinliğe sahip olanlar ile karşılaştırılır.
- Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlerden alınabildiği gibi, aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanılması, dönüşümler yapılması gerekmemektedir (Yılmaz, Özdil ve Akdoğan, 2002: 176).

VZA'nın avantajları olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur:

- VZA hesap hatası açısından çok duyarlıdır (Matthews ve Ismail, 2009: 8).
- Karar noktalarının performansını hesaplamak için yeterlidir. Ancak bu analizin mutlak etkinlik bazındaki sonucu ile ilgili bilgi vermeyebilir.
- VZA parametrik olmayan bir tekniktir. Bu yüzden elde edilen sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur (Roll, Golony ve Seroussy, 1989: 43).
- VZA statik bir analizdir. Bu yüzden tek dönemdeki karar noktası verileri arasında bir kesit değerlendirme yapar. VZA her karar noktası için tek bir etkinlik tahmini vermektedir ve bu tahminin istatistiksel niteliklerinin bulunması zordur.
- VZA'nde her karar noktası için ayrı bir doğrusal programlama modeli kullanılmaktadır. Bu yüzden büyük boyutlu problemlerin Veri Zarflama Analizi ile çözümü, hesaplama açısından çok zaman alır.

VZA'nın süreci aşağıdaki aşamaları içermektedir:

Karar noktalarının seçimi

Çok önemli bir aşama olup Veri Zarflama Analizi'nin karşılaştırma özellikli bir değerlendirmedir. Bu yüzden yanlış karar birimleri analize alındığı zaman tüm analiz sonuçları etkilenebilir. Bunun için aşağıdaki durumları dikkate almak gerekmektedir:

- Kullanılan girdiler ve üretilen çıktılar arasında benzerlik olmalıdır. Aynı girdi ve çıktı kombinasyonlarının analiz için uygun olmaları gerekmektedir.
- Karar noktalarının tümü, aynı girdi ve çıktı kombinasyonlarını değerlendirebilir olmaları gerekmektedir.
- Karar noktalarının tümü aynı çevre koşullarında çalışıyor olmaları gerekmektedir. Çünkü dış çevre işletmenin etkinliği için önemlidir.

Girdi ve çıktı faktörlerinin seçilmesi

Seçilmek istenen girdi-çıkıtı kümesi aşağıda belirtilen özelliklere sahip olmalıdır:

- Karar noktalarının hepsi için ortak faktörler gerekmektedir.
- Değerlendirilmesi amaçlanan tüm faaliyetler, performans ve seviyelerin ölçütlerini içermelidir.
- Ekonomik, fiziksel ve ölçülebilir faktörlerin hepsini kapsamalıdır.

Bahsedilen analizde boyut girdi sayısı ile çıktı sayısının çarpımına eşittir. Etkin karar birimi, minimum boyut sayısı kadardır. Çıkıtı ve girdi sayısı artarken ayırt edicilik niteliği azalmaktadır. Karar noktalarının sayısı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\text{EN AZ KARAR BİRİM SAYISI} = 2 \times \text{GİRDİ SAYISI} \times \text{ÇIKTI SAYISI} \quad (3.39)$$

Bu genel bir kuraldır. Ek olarak çıkıtı ve girdiler arasında bir korelasyon olmalıdır. Girdi ve çıktılarının normal ölçümlerinin ve indeks sayılarının analizi bir arada yapıldığında hata oluşabilir. Oranlar kullanmadan, oranlanmamış ham veriler kullanıldığı zaman hata yapma ihtimali düşer. Ayrıca, VZA’nde dikkate alınması gereken nokta, girdiler arttığı zaman etkinlik düşer, çıktılar arttığı zaman ise etkinlik artar.

Modelin seçimi

Varsayımlar ve kullanım alanlarını dikkate alarak birçok VZA modeli kurma imkanı mevcuttur. Modelin özellikleri, girdi ve çıktılarının denetim altında olup olmadığına bağlıdır. Girdiler az kontrol ediliyorsa (veya kontrol yoksa) çıkıtı odaklı bir modelin kurulması gerekmektedir. Çıktılar az kontrol ediliyorsa girdi odaklı bir modelin kurulması

uygun olur. Bir odak mevcut değil ise toplamsal modelin kurulması gerekmektedir. Karar veren kişi karar noktalarının etkinlik durumu ile ilgileniyorsa ve etkinlik türü önemli değilse tüm modeller kullanılabilir. Fakat karar veren kişi için etkinlik türü önemli olduğu durumlarda toplamsal modellerin kullanılması gerekmektedir. Çünkü toplamsal modeller karma etkinliği verir, etkinliklerin türlerine göre ayrımını değerlendirmez.

Sonuçların Çözüm Programları:

VZA modellerinin çözümünde kullanılacak birçok çözüm paket programı mevcuttur. Genellikle kullanılan programlar aşağıdaki gibidir:

- EMS (Efficiency Measurement System)
- Excel eklentisi olan DEA-Solver
- Deap (ekonometrik etkinlik analizlerini de yapar).
- University of Warwick tarafından hazırlanan Warwick DEA

Yukardaki yazılımlar, sadece Veri Zarflama Analizi'nde kullanılması amacıyla hazırlanmıştır. Ayrıca, QS, QSB ve DS for WINDOWS gibi doğrusal programlama modülü ve çok amaçlı paket programları da kullanılabilir. Veri Zarflama Analizi, verilerdeki hatalara karşı karar vericiyi uyarmamaktadır. Geçerli ve doğru olan verilerin toplanmasına dikkat edilmelidir. Çünkü geliştirilen paket programları girdi/çıktı kalemlerin yanlış seçilip seçilmediğini konusunda karar vericiye bir uyarı vermemektedir. Bu yüzden karar vericinin dikkatli olması gerekmektedir (İnternet: Veri Zarflama Analizi. URL: www.deu.edu.tr, Son Erişim Tarihi: 26.10.2015).

4. VERİMLİLİK VE BİR CAM İŞLEME FABRİKASINDAKİ UYGULAMA

Tüm işletmeler için verimlilik konusu çok önemlidir. Teşebbüslerin temel amacı kullanılan kaynaklardan en yüksek düzeyde faydalanmak ve karları maksimize etmektir. Bununla birlikte, kar maksimizasyonu tek başına gerçekleşen bir olgu değildir. Genellikle, kaliteyi ve verimliliği yükselterek karı artırmak mümkündür. Verimlilik, daha az maliyetle daha fazla üretim yapmak anlamına gelmektedir.

Verimliliğin düşmesi, birim maliyetlerin artmasına dolayısıyla ürün fiyatlarını artırarak karın azalmasına sebep olacaktır. Bu yüzden, verimliliği etkileyen parametreler işletmeler tarafından analiz edilmeli ve ona göre kararlar alınmalıdır.

Bu bölümde, Ankara'da faaliyet gösteren ve çalışan sayısı 100 kişinin üstünde olan cam konusunda gücünü ispatlamış GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. cam işleme fabrikası incelenecektir. Bu doğrultuda, işletmenin verimlilik konusundaki düşünceleri, verimlilik ölçüm teknikleri, verimliliği artırmaya yönelik çalışmaları ve beklentileri ele alınacaktır. Öncelikle, GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş.'nin tanıtımı yapılacak ve işletmedeki uygulamalar değerlendirilecektir. Ardından, Veri Zarflama Analizi kullanılarak işletmedeki verimliliğinin analizi yapılacaktır.

4.1. İşletmenin Tanıtımı

1984'te Ankara'da kurulan GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. bir cam işleme fabrikasıdır. GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. ısıcam faaliyetlerini, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.'nin patentli kapsamında gerçekleştirmektedir.

Bilgisayar kontrollü cam kesimi ve ısıcam üretimini gerçekleştiren hat 1989 yılında Avusturya'dan ithal edilerek hizmete konulmuştur. 1990'da İngiltere menşeli Yatay Temper Hattı satın alınmıştır. İthal edilen hat sayesinde birçok sektör için cam imalatı yapılmaya başlanmıştır. Örneğin, beyaz eşya sektörü için fırın kapak camları, buzdolabı rafları; mobilya sektörü için temperli camlar; otomotiv sektörü için (otobüs, otomobil, tren, vs.) bombesiz tek cam veya ısıcam; inşaat sektörü için giydirme cephe camları üretilmeye başlanmıştır. 1992 yılında ise elek geren, pozlama ve serigrafi baskı yapan hat

kurulmuştur. Böylece, aydınlatma armatürleri ve duşakabin camları, beyaz eşya sektörü için baskılı fırın camı, buzdolabı cam kapı ve rafları gibi camların üretimine başlanarak ürün gamı genişletilmiştir. Aynı yılda, Türk müteahhitleri ile işbirliği yapılarak Kafkas ülkeleri ve Rusya'daki projeler için spandrel camlar, giydirme cephe camları ve yalıtım camlarının ihracatına başlanmıştır.

Yurt içi ayna ve temperli cam gereksinimleri karşılanmıştır. Ayrıca, temperli cam ve diğer camlar çeşitlerinin Avrupa'ya ihracatı başlanmıştır.

1994'te Jumbo Cam Kesim hattı üretime dahil edilmiştir. Aynı zamanda, ek bina inşaatı tamamlanarak kapalı alan 8 000 m²'ye ulaşmıştır. Yine aynı yılda İtalya'dan CNC kanal tezgahları ve kenar işleme makineleri ithal edilmiştir. Bu şekilde, çeşitliliği daha fazla olan ve kaliteli imalat sürecine geçilmiştir. Çok zaman geçmeden kapalı alan 10 000 m²'ye kadar genişletilmiştir. Devam eden yıllarda, teknolojik yenilikler sayesinde işletme tam donanımlı hale gelmiştir.

1998 yılında üretim faaliyetlerinin artmasıyla birlikte fabrikanın alanı yetersiz kalmaya başlamıştır. Fabrika alanını genişletmek için Çubuk yolunda ikinci bir tesisin inşaat edilmesine karar verilmiştir. Düz, c-bombe, j-bombe ve çok radüslü camların temperleme işlemini gerçekleştirmek için inşa edilen ikinci tesiste, Japon menşeli bir temper fırını üretime alınmıştır. Bu alt yapı sayesinde davlumbaz sektörünün yurt içi ihtiyacının karşılanabilir durumuna gelmiştir.

2000 yılında GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. yeni yatırımlarda bulunarak kapasitesini iki katına çıkartmıştır. Mutfak eşyaları ve tencere için cam kapak üretimi yapan iki ayrı temper fırını üretime dahil edilmiştir.

2002 yılında EVA lamine hattı kurulmuştur. Sonra ise 2005 yılında ek olarak PVB lamine makine hattı da kurulmuştur. Ayrıca, poliüretan ve polyester dolgu yapımı için iki farklı sıvı lamine makinası hizmete konulmuştur. Bu gelişmelerin sayesinde GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. kurşun ve bombaya dayanıklı cam üretimi konusunda bilgi birikimi ve imalat tecrübesi açısından uzmanlık düzeyine gelmiştir.

GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. sahip olduğu 4 büyük ve 2 küçük küresel temper firmı sayesinde Türkiye'nin en yüksek temper kapasitesini gerçekleştiren işletme olmuştur.

İşletmenin üretim hatları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Tam Otomatik Düz Cam ve Lamine Kesim Hatları
- Isıcam ve Giydirme Cephe Camları Üretim Hatları
- Cam İşleme Üretim Hatları
- Serigrafi Emaye ve Dijital Cam Baskı Üretim Hatları
- Temperli Cam Üretim Hatları (Düz ve Bombeli)
- Lamine ve Balistik Cam Üretim Hatları
- Temperli Cam Kapak ve Cam Aksesuar Üretim Hatları

GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş., zengin bir ürün çeşitliliğine sahip olup üretilen ana ürün grupları ve alt gruplar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Çizelge 4.1. Ana ürün grupları ve alt gruplar

	Ana Ürün Grupları	Alt Ürün Grupları
1	Düz ve Bombeli Isıcamlar	<ul style="list-style-type: none"> • Düz Isıcamlar • Bombeli Isıcamlar
2	Düz ve Bombeli Temperli Camlar	<ul style="list-style-type: none"> • Düz Temperli Camlar • Bombeli Temperli Camlar
3	Düz Camlar ve Aynalar	<ul style="list-style-type: none"> • Düz Camlar • Aynalar
4	Düz ve Bombeli Lamine Camlar	<ul style="list-style-type: none"> • Düz Lamine Camlar • Bombeli Lamine Camlar
5	Cam Kapı ve Aksesuarları	<ul style="list-style-type: none"> • Cam Kapı • Cam Kapı Aksesuarları • Vitrin Camları • Kayar Kapı Camları • Fotosel Kapı Camları • Balkon Kapama Camları
6	Cam Tuğla ve Parke	<ul style="list-style-type: none"> • Cam Tuğla • Cam Parke

Çizelge 4.1. (devam) Ana ürün grupları ve alt gruplar

7	Baskılı Camlar	<ul style="list-style-type: none"> • Tempersiz Baskılı Camlar • Emaye Baskılı / Temperli Camlar • Floresan Baskılı Camlar • Kısmi veya Tüm Yüzey Matlı (Kumlu) Camlar • Dijital Baskılı Cam ve Aynalar • Versalit Kaplama Camlar • Folyolu Camlar • Simli Dekoratif Camlar
8	Emniyet Camları	<ul style="list-style-type: none"> • Kurşuna ve Bombaya Dayanıklı Camlar • Cam + Cam Kombinasyonlu Lamine Camlar • Cam + Polikarbonat Panellerden Oluşan Lamine Camlar • Sentry Glass Dupont
9	Endüstriyel Camlar	<ul style="list-style-type: none"> • Davlumbaz Camları • Fırın Kapak Camları • Projektör Ön Kapak Camları • Kesme Tahtası Camı • Mause Pad Camı • Duş Kabin Camı • Durak Camları • Şehir Mobilyaları Camları • Tencere Kapak Camı • Soğutma Dolap Camı • Mutfak Tezgahı Camları • Evye Camları • Banyo Tezgahı Camları • Buzdolabı İç Raf Camları • Sera Camları
10	Taşıt Araç Camları	<ul style="list-style-type: none"> • Otomobil Yan Camları • Otobüs Yan Camları • İş Makinaları Ön ve Yan Camları • Traktör Ön ve Yan Camları • Tren Camları • Gemi ve Deniz Araç Camları

Patentli ürün üreten GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş kendi adına tescilli çeşitli markalara sahiptir. Bunlara GURSANCAM, GLASSLAM, MAGIC GLASS, Potglass, LAMI CAM ve TEMPER CAM olarak örnek verilebilir.

İmalat kapasitesi ve ürün yelpazesinin yanı sıra işletmede kalite düzeyi de geliştirilmiştir. 2000’de ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi sertifikalandırılması yapılmıştır. Daha sonra 2003yılında ise OHAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi sertifikası alınmıştır.

GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. temperli camlar için gereken EN 12150 Kalite Belgesine sahip olan ilk firmalardan biri olmuştur. Ardından ısıcam, temperli camlar ve lamine camlar için CE belgelendirilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak ilerleyen zamanda GOST ve kaymaz cam sertifikaları da alınmıştır. Gerçekleştirilen bütün bu faaliyetler, GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. tarafından üretilen ürünlerin ulusal ve uluslararası standartlara uygun olmasını ve müşteri güveninin kazanılmasını sağlamıştır. Günümüzde, işletme 40 000 m2 kapalı üretim alanında 4 bina ile faaliyetlerini sürdürmektedir.

4.2. İşletmedeki Uygulamalar

GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. cam işleme sektöründe ilk sırada gelen firmalardan biridir. Güçlü bir organizasyon şemasına sahip olan fabrikanın departmanları ve her departmanın görevleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Çizelge 4.2. Departmanlar ve görevleri

NO	DEPARTMAN	GÖREVLERİ
1	Satış-Pazarlama	<ul style="list-style-type: none"> • Teklif vermek • Sipariş açmak • Sipariş takip • Yurtiçi fuarlarını takip etmek ve gerekli organizasyonları yapmak
2	Dış Ticaret	<ul style="list-style-type: none"> • İthalat işlemlerini takip etmek • İhracat işlemlerini takip etmek • Yurtdışı fuarlarını takip etmek ve gerekli organizasyonları yapmak

Çizelge 4.2. (devam) Departmanlar ve görevleri

3	Üretim	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim planlama • Siparişi üretime almak • Optimizasyon işlemlerini yapmak • Sipariş takip • Teknik bakım
4	Kalite	<ul style="list-style-type: none"> • Sevkiyat öncesi hazır ürünün kalitesini kontrol etmek • Kalite kontrol belgelerinin takibi
5	Satın Alma	<ul style="list-style-type: none"> • Stokları kontrol etmek • Fiyat araştırmasını yapmak • Stok için gerekli malzemeleri tedarik etmek
6	Stok Kontrol – Depo	<ul style="list-style-type: none"> • Stok girişlerini ve çıkışlarını takip etmek
7	Muhasebe	<ul style="list-style-type: none"> • Finansman giriş ve çıkışların takibini yapmak • Muhasebe kayıtlarını takip etmek
8	İnsan Kaynakları	<ul style="list-style-type: none"> • İdari işleri yürütmek • İnsan kaynaklarının giriş çıkışlarını takip etmek
9	Sevkiyat	<ul style="list-style-type: none"> • Hazır ürün sevkiyatlarını gerçekleştirmek
10	Bilgi İşlem	<ul style="list-style-type: none"> • Fabrikadaki bilgi işlem faaliyetlerini gerçekleştirmek

Toplam verimliliği en yüksek seviyede tutulabilmesi fabrikanın bütün departmanlarına bağlı olmasıyla birlikte, bu çalışmada özellikle üretim verimliliğinin incelenmesine dikkat edilmiştir.

İşletme tanıtımı kısmında bahsedildiği gibi GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. teknolojiyi takip eden ve teknolojik gelişmelere ayak uyduran bir firmadır. Dolayısıyla, kapasitenin artırılmasına yönelik gelişen teknolojilere sürekli yatırım yapılmaktadır. Fabrikada cam işleme için gereken son teknolojik makinalar mevcut olup verimliliği arttırmak için eskiler yerine yeni, daha az işgücü gerektiren ve teknolojisi daha gelişmiş makinalar alınmaktadır.

4.3. VZA ile İşletmedeki Verimliliğin Değerlendirilmesi

Daha önce de bahsedildiği gibi GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. cam işleme sektöründe faaliyette bulunmaktadır. Verimliliğin ölçülmesinde, ısıcam üretimi ile ilgili uygulamalar ele alınacaktır.

Tüm işletmelerde olduğu gibi GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş.'nin amacı üretim maliyetlerini minimize ederek karını maksimize etmektir. Üretim maliyetlerinin minimize edilmesi için kullanılabilen yollardan biri işgücü maliyetlerinin düşürülmesidir. Dolayısıyla, ısıcam üretimindeki maliyetlerinin azaltılmasına yönelik işgücü maliyetlerinin düşürülmesine karar verilmiştir. Bu nedenle, 19-02-2014 tarihinde ısıcam üretiminde kullanılmak üzere Isıcam Robotu satın alınmıştır. Isıcam robotu 3 kişinin yaptığı işlerini karşılamaktadır. Ancak ısıcam robotunun üretime girmesi ile işgücü maliyetleri azalırken enerji ve teknik bakım maliyetlerinin arttığı belirtilmesi gerekmektedir.

4.3.1. Veri Toplama Süreci

Çalışmada kullanılan verilerin toplanması işletmenin farklı bölümlerinde gerçekleştirilmiştir. İnsan işgücünden sorumlu olan insan kaynakları departmanından ısıcamda çalışan personel sayısı alınmıştır. Makinenin enerji tüketimi ve teknik bakımı ile ilgili veriler bakım ve onarım departmanından temin edilmiştir. Isıcam üretim verileri ise üretimden sorumlu olan üretim departmanından alınmıştır. Bu veriler aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.3. Fabrikadaki veriler

NO	SORU	CEVAP
1	Isıcam robotu ne zaman alındı (ay/yıl)?	19-02-14
2	Isıcam robotunun aylık tüketim enerjisi nekadardır (kw)?	7300
3	Isıcam robotu kaç işçinin işini yapar?	3
4	Isıcam robotu aylık kaç saat teknik bakım gerektirir?	7

Çizelge 4.3. (devam) Fabrikadaki veriler

GURSAN ISICAM ROBOTUNUN ÜRETİME BAŞLADIĞI YILIN VERİLERİ					
NO	AYLAR	GİRDİ			ÇIKTI
		PERSONEL SAYISI	MAKİNEİN ENERJİ TÜKETİMİ	TEKNİK BAKIM	ISICAM ÜRETİMİ
		(KİŞİ)	(KW)	(SAAT)	(M²)
1	OCAK	11	0	0	350
2	ŞUBAT	11	0	0	380
19-02-2014 MAKİNEİN ÜRETİME GİRMESİ					
3	MART	8	7440	7	330
4	NİSAN	8	7200	7	350
5	MAYIS	8	7440	7	390
6	HAZİRAN	8	7200	7	350
7	TEMMUZ	8	7440	7	380
8	AĞUSTOS	8	7440	7	400
9	EYLÜL	8	7200	7	370
10	EKİM	8	7440	7	350
11	KASIM	8	7200	7	380
12	ARALIK	8	7440	7	370

Tablodan da görüldüğü gibi makinenin üretime girmesi ile birlikte ısıcam departmanındaki işçi sayısı azalmıştır. Ocak ve Şubat aylarında 11 kişi çalışırken sonraki aylarda işçi sayısı 8 kişiye düşmüştür. Ocak ve Şubat aylarına ait enerji ve teknik bakım maliyetleri 0 iken (fabrikadaki diğer makinelerinin tükettiği enerji ve gerektirdiği teknik bakım hariç) sonraki aylarda bu maliyetler ortaya çıkmaktadır. Isıcam üretimi proje miktarına bağlı olduğundan dolayı ısıcam üretim miktarları aylara göre farklılık göstermektedir. Makine alındıktan sonra ısıcam üretiminin bir kısmı makinaya kalan kısmı ise işgücüne dayanmaktadır.

4.3.2. Fabrikadaki Verilerinin Değerlendirilmesi ve Sonuçları

GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş.'ya ait 12 aylık üretim performanslarının verimlilik açısından değerlendirilmesi istenmiştir. Isıcam üretim departmanı için girdi odaklı CCR yöntemi uygulanacaktır. Kullanılacak girdi odaklı yonteme ait amaç fonksiyonu ve kısıtların formülleri aşağıdaki gibidir:

$$E n b H_j = \sum_{r=1}^n U_r Y_r \quad (4.1)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_i = 1 \quad (4.2)$$

$$\sum_{r=1}^n U_r Y_r - \sum_{i=1}^m V_i X_i \geq 0 \quad (4.3)$$

$$U_r, V_i \geq 0 \quad (4.4)$$

VZA için 1 çıktı ve 3 girdi belirlenmiştir. Girdi olarak personel sayısı, makinanın aylık enerji tüketimi ve teknik bakımı, çıktı olarak ise ısıcam üretim departmanının 1 aylık ürettiği ısıcam miktarı seçilmiştir. Ele alınan çıktı ve girdi ile ilgili veri tablosu aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.4. Çıktı ve girdilere ilişkin veri tablosu

GURSAN ISICAM ROBOTUNUN ÜRETİME BAŞLADIĞI YILIN VERİLERİ					
NO	AYLAR	GİRDİ			ÇIKTI
		PERSONEL SAYISI	MAKİNEİN ENERJİ TÜKETİMİ	TEKNİK BAKIM	ISICAM ÜRETİMİ
		(KİŞİ)	(KW)	(SAAT)	(M²)
1	OCAK	11	0	0	350
2	ŞUBAT	11	0	0	380

Çizelge 4.4. (devam) Çıktı ve girdilere ilişkin veri tablosu

19-02-2014 MAKİNENİN ÜRETİME GİRMESİ					
3	MART	8	7440	7	330
4	NİSAN	8	7200	7	350
5	MAYIS	8	7440	7	390
6	HAZİRAN	8	7200	7	350
7	TEMMUZ	8	7440	7	380
8	AĞUSTOS	8	7440	7	400
9	EYLÜL	8	7200	7	370
10	EKİM	8	7440	7	350
11	KASIM	8	7200	7	380
12	ARALIK	8	7440	7	370

Öncelikle, her ay için doğrusal programlama modelleri tablo şeklinde kurulmuştur. Daha sonra kurulan modeller LiPS – 1.9.4 ile çözülmüştür. Çözüm sonuçları her ay için aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir:

OCAK AYI

Çizelge 4.5. Ocak ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	350	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	11	0	0	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = $35/38 = 0,92$

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint2	0	0	35/38

ŞUBAT AYI

Çizelge 4.6. Şubat ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	380	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	11	0	0	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = 1

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint2	0	0	1
Constraint13	1	-	1

MART AYI

Çizelge 4.7. Mart ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	330	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7440	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = $33/40 = 0,83$

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint8	0	0	33/40
Constraint13	1	-	33/40

NİSAN AYI

Çizelge 4.8. Nisan ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	350	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7200	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = 0.88

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint13	1	-	0.88

MAYIS AYI

Çizelge 4.9. Mayıs ayı çözüm sonuçları

X1	X2	X3	X4		RHS	
Objective	390	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7440	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = $39/40 = 0,98$

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint8	0	0	39/40
Constraint13	1	-	39/40

HAZİRAN AYI

Çizelge 4.10. Haziran ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	350	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7200	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = 0.88

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint13	1	-	0.88

TEMMUZ AYI

Çizelge 4.11. Temmuz ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	380	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7440	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = 0.95

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint8	0	0	0.95
Constraint13	1	-	0.95

AĞUSTOS AYI

Çizelge 4.12. Ağustos ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	400	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7440	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = 1

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint8	0	0	1
Constraint13	1	-	1

EYLÜL AYI

Çizelge 4.13. Eylül ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	370	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7200	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = 0.93

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint13	1	-	0.93

EKİM AYI

Çizelge 4.14. Ekim ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	350	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7440	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> **Optimal Çözüm**

>> **Maksimum = $7/8 = 0,88$**

***** RESULTS *****

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint8	0	0	7/8
Constraint13	1	-	7/8

KASIM AYI

Çizelge 4.15. Kasım ayı çözüm sonuçları

	X1	X2	X3	X4		RHS
Objective	380	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7200	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = 0.95

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint13	1	-	0.95

ARALIK AYI

Çizelge 4.16. Aralık ayı çözüm sonuçları

X1	X2	X3	X4		RHS	
Objective	370	0	0	0	->	MAX
Constraint1	350	-11	0	0	<=	0
Constraint2	380	-11	0	0	<=	0
Constraint3	330	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint4	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint5	390	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint6	350	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint7	380	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint8	400	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint9	370	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint10	350	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint11	380	-8	-7200	-7	<=	0
Constraint12	370	-8	-7440	-7	<=	0
Constraint13	0	8	7440	7	=	1
Integer	NO	NO	NO	NO		

>> Optimal Çözüm

>> Maksimum = $37/40 = 0,93$

*** SONUÇLAR ***

Constraint	RHS	Slack	Dual Price
Constraint8	0	0	37/40
Constraint13	1	-	37/40

Değerlendirilmesi daha kolay olması için fabrikadaki veriler ve doğrusal programlama modellerin çözüm sonuçları her ay için aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Çizelge 4.17. Çözüm sonuçları

GURSAN ISICAM ROBOTUNUN ÜRETİME BAŞLADIĞI YILIN VERİLERİ						
NO	AYLAR	GİRDİ			ÇIKTI	ÇÖZÜM
		PERSONEL SAYISI	MAKİNEİN ENERJİ TÜKETİMİ	TEKNİK BAKIM	ISICAM ÜRETİMİ	
		(KİŞİ)	(KW)	(SAAT)	(M²)	
1	OCAK	11	0	0	350	0,92
2	ŞUBAT	11	0	0	380	1
19-02-2014 MAKİNEİN ÜRETİME GİRMESİ						
3	MART	8	7440	7	330	0,83
4	NİSAN	8	7200	7	350	0,88
5	MAYIS	8	7440	7	390	0,98
6	HAZİRAN	8	7200	7	350	0,88
7	TEMMUZ	8	7440	7	380	0,95
8	AĞUSTOS	8	7440	7	400	1
9	EYLÜL	8	7200	7	370	0,93
10	EKİM	8	7440	7	350	0,88
11	KASIM	8	7200	7	380	0,95
12	ARALIK	8	7440	7	370	0,93

Tablodan görüldüğü gibi Şubat ve Ağustos aylarına ait 1 değeri ile maksimum performans değerine ulaşılmıştır. Şubat ayında ısıcam robotu olmadığı zaman 11 işçi ile 380 m² ısıcam üretilmiştir. Ağustos ayında ise ısıcam robotu ve 8 işçi ile 400 m² ısıcam üretilmiştir. Ağustos ayındaki enerji ve teknik bakım maliyetlerinin 3 işçinin maliyetinden daha düşük varsayımı altında ısıcam robotu, 3 işçiye ait maliyetinin tasarrufunu ve 20 m² kadar daha fazla ısıcam üretimini sağlamıştır.

Bununla birlikte, Mart 2014 dönemine ilişkin girdiye yönelik Veri Zarflama Analizi sonucuna göre 0,83 değeri ile minimum performans elde edilmiştir. Bunun sebebi ise fabrikanın aylık kapasitesi 400 m² olmasına rağmen Mart ayında alınan proje miktarı 330 m² olmuştur.

Aylara göre değerlendirildiğinde ısıcam üretim miktarları 330 m² ile 400 m² arası değişmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş. standart üretim değil proje bazlı üretim yaptığı için aylara göre ısıcam üretim miktarları değişmektedir. GÜRSAN CAM SAN. TİC. A.Ş.'nin aylara göre veri tablosunda görüldüğü gibi ısıcam üretim miktarı 400 m²'ye kadar çıkabilmektedir. 400 m² ısıcam üretimi Ağustos ayında yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda Ağustos ayında aldığı 1 değeri ile en yüksek verimlilik değerine sahiptir. Bu durum, her ay ısıcam üretimi 400 m²'ye kadar çıkarsa ısıcam üretim departmanının maksimum kapasite ve verimlilik düzeyine ulaşmış olmasını göstermektedir. Bu bulgulara dayanarak ısıcam robotunun üretime girmesi ısıcam departmanının daha verimli çalışmasını sağladığını söylenebilir.

Isıcam üretimi 400 m²'den az olduğu aylarda ise kaynak israfından söz edilebilir. Bunun için ısıcam üretimi 400 m²'den az olduğu aylarda daha az kaynak kullanılmalıdır. Örneğin, daha az işçi çalıştırılmalı veya enerji miktarının tasarruf amacı ile projenin gerektirdiği kadar üretim yapıldıktan sonra makine durdurulmalıdır.

5. SONUÇ

Günümüzde verimlilik, ülkelerinin kalkınma hamlelerinin yanında, işletmelerin başarılı olup olmadığının ölçülüp değerlendirilmesinde temel göstergelerinden biridir. İmalat sanayi işletmelerinin verimliliklerinin ölçülmesi, düşük verimliliğin neden olan kaynaklarının tespit edilmesi ve verimliliğin nasıl artırılacağı konuları daha önemli bir hal kazanmaktadır (Yıldız, 2007: 91-103).

Ulusal refahın ve yaşam düzeyinin artırılmasında verimliliğin önemli rolü olduğu kabul edilmiştir. Verimlilik, yaşam düzeyi ve gelir bölüşümü gibi temel sorunları çözmeye çalışırken, göreceli fiyatlar ve maliyetler gibi temel ekonomik kavramlar giderek önem kazanmaya başlamıştır.

Verimlilik konusuna ulusal ekonomi açısından bakıldığında verimlilik derecesi büyüyen bir ekonomi, daha düşük maliyetli üretimin yapılması sonucunda kaliteli ve maliyeti daha düşük ürünler sunabilecektir. Çalışanlar ve tüketiciler açısından da verimlilik kavramı ve artışı oldukça önemlidir. Verimliliğin artışı, fiyatlarda gerileme veya istikrar sağlamaktadır. Ayrıca, yüksek verimlilik enflasyon ile mücadelede en güvenilir ve etkili yol olarak karşımıza çıkmaktadır.

Verimlilik, sadece belirli bir takım yöntemlerin uygulanması sonucu elde edilmez. Verimlilik, yönetsel kararların kalitesine bağlı olan ve işletmelerdeki uygulamalar sonucu erişilebilecek bir kavramdır. Verimliliği, işletmelerin temel amaçlarından birisi olarak kabul etmek gerekmektedir.

İşletmelerin uygun ölçek ve uygun kapasite kullanımı, kıt kaynaklarının etkili kullanımını sağlayarak maliyetlerin düşmesini gerçekleştirebilecektir. İşletmelerin etkili ve verimli çalışmaları, maliyetlerinin düşmesine ve reel ekonomilerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Verimlilik sayesinde işletmelerin maliyetleri minimize edebilmek için her şeyden önce, verimlilik kavramının önemi hakkında tüm çalışanlara anlatılması gerekmektedir. Verimliliğin ne anlama geldiğini ve önemini kavrayamayan bir iş gören kaynak ve zaman israfına neden olabilecektir (İnternet: Verimlilik, Verimlilik ile İlgili Kavramlar ve

İşletmeler Açısından Verimliliğin Önemi. URL: www.dergipark.ulakbim.gov.tr , Son Erişim Tarihi: 27.10.2015).

Günümüzde firmalar yoğun uluslararası rekabetin her alanda yaşandığı bir piyasa ortamında stratejik kararlar alabilme, yenilikleri takip edip uygulayabilme çabası içerisinde. Bu yüzden belki bazen yüksek kar stratejilerine veya oluşumlarına sığınarak yüksek piyasa rekabetini kırabilmeye, uzun vadeli amaçlarına ulaşabilmeye ve dahası hayatta kalabilmeye çalışmaktadırlar. Ancak firmalar yine aynı piyasa şartlarında ve bu şartları gölgelemeyecek bir başka başarı kaynağının, üretim faktörlerini teknik olarak iyi kullanmanın ve iyi yönlendirmenin gerekliliğin farkındadırlar. Bu durum, şirketleri başarıya götürecek en rasyonel yolun yüksek etkinlik ve verimlilik olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, üretimde verimlilik konusu teorik olarak incelenerek bir üretim fabrikasının ısıcam üretim biriminin verimliliği araştırılmış ve makine üretime girmesi ile birlikte yaratılan etkiler değerlendirilmiştir. Çalışmada, imalat fabrikasının 2014 yılına ait verimlilik değerlendirilmesi yapılmıştır. Kullanılan girdiye yönelik VZA'nde 3 girdi ve 1 çıktı kullanılmıştır. Çalışmada yapılan girdiye yönelik Veri Zarflama Analizi'ne göre imalat işletmesi makine alımı ile işgücü maliyetlerini düşürerek verimliliğini artırmıştır. Bununla birlikte, bu çalışmanın kısıtlarından biri, verimliliğin hesaplanmasında makinenin maliyeti dikkate alınmamasıdır. Üç işçinin maliyeti makinenin maliyetini birkaç senede karşılayacağı varsayılmıştır. Makinenin maliyeti karşılandıktan sonra imalat işletmesi üç işçinin maaşları kadar tasarruf edecektir. Bu da girdi maliyetlerinin azalması anlamına gelmektedir. Girdi maliyetleri azaldıkça verimlilik de artmaktadır.

Yapılan VZA, alınması gereken önlemlere dair yöneticilere yol göstermektedir. Özellikle, makine alımı ile ilgili kararlar konusunda yardımcı olmaktadır.

Fabrikadaki veriler değerlendirildiğinde ısıcam üretim departmanının tam kapasite çalışmadığını görülmüştür. Fabrika proje bazlı çalıştığından dolayı üretim miktarları aylara göre değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte, aynı kaynak miktarı kullanıldığı için kaynak israfı söz konusudur. Kaynak israfının önlenmesi için üretim miktarına göre daha fazla veya daha az kaynak kullanılmalıdır. Bu şekilde, israf azaldığında veya tamamen ortadan kalktığında üretim verimliliği artmış olacaktır.

Sonuç olarak ısıcam robotunun alınması olumlu sonuç verdiğini görülmüştür. İşgücü maliyetlerinin düşürülmesiyle işletmenin verimliliği artış gösterdiği söylenebilir. Ancak proje üretim miktarlarına bağlı olarak kaynakların daha verimliği kullanımı konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

Verimlilik artırma çalışmalarının sürekli olması ve işletmenin stratejisi haline gelmesi gerekmektedir. Çünkü verimliliğini artırabilen bir işletme karını da artırmış olacaktır. Bu da işletmenin rekabet edebileceğinin ve ayakta kalabileceğinin bir göstergesidir.

Verimliliğin ölçülmesi işletmelere birçok fayda sağlamaktadır. Verimlilik ölçümü işletmenin genel durumunun göstergesidir. Verimlilik düşük ise işletme bunun nedenlerini araştırmalı ve gidermesi için gereken faaliyetlerde bulunmalıdır. Verimliliğin ölçümü sayesinde incelenen fabrikada makine alımının sağladığı avantajların yanı sıra ısıcam departmanının bazı aylarda tam kapasite çalışmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kaynak kullanımı konusunda fabrikada bazı iyileştirmeler yapılmalıdır.

Böyle bir uygulama, tesisat yenileme düşüncesi olan başka imalat fabrikaları için de yapılabilir. Bu araştırmada, enerji ve teknik bakım maliyetlerinin işçi maliyetlerden daha düşük olduğu varsayımı ile değerlendirme yapıldığından dolayı gelecek çalışmalarda VZA'ne bu maliyetler de dahil edilebilir.



KAYNAKLAR

- Arora, K. C. (2005). *Comprehensive Production and Operations Management*. New Delhi: Laxmi Publications (P) Ltd., 662.
- Bakırcı, F. (2006). *Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi* (1.Basım). Ankara: Atlas Yayınları, 39-78.
- Barutçu, Y. (2013). *Etkinlik ve Verimlilik Ölçüm Yöntemleri Üzerine Bir Yazılım Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-20.
- Baş, M., Artar, A. (1991). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi Ölçme ve Değerlendirme Modelleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 36-185.
- Chary, S. N., (2009). *Production and Operations Management* (4th Edition). New Delhi: Tata McGraw Hill Education Private Limited, 10.16.
- Çelik, E. (2007). *İşletmelerde Verimlilik Analizi ve Örnek Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 7-8.
- Gürbüz, V. (2007). *Verimlilik ve Bir Plastik Enjeksiyon İşletmesindeki Uygulamaların İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa, 39-73.
- Karahan, A., Özgür, E. (2009). *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi* (1.Basım). Ankara: Nobel Yayın, 43-44.
- Kayar, M. (2012). *Üretim ve Verimlilik*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım, 33-49.
- Krajewski, L., J., Ritzman, L., P., Malhotra, M., K. (2013). *Operations Management Processes and Supply Chains* (Tenth Edition). Global Edition, 24-25.
- Mammone, J. (1980). "Productivity Measurement: A Conceptual Overview". *Management Accounting*, 2, 36-42.
- Matthews, K., and Ismail, M. (2009). "Efficiency and Productivity Growth of Domestic and Foreign Commercial Banks in Malaysia ". *Cardiff Economics Working Papers*, 8.
- Özbek, Ç. (2007). *Verimlilik Artırma Teknikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 147.
- Özdemir, K. (2007). *Hızlı Verimlilik Değerlendirme (QPA) Yaklaşımı ile Verimlilik Ölçümü ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya, 13.
- Özsever, Ç., Gençoğlu, T., ve Erginel, N. (2009). "İşgücü Verimlilik Takibi için Sistem Tasarımı ve Karar Destek Modelinin Geliştirilmesi". *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18, 46.

- Prokopenko, J. (2011). *Verimlilik Yönetimi*, (7.Basım). Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 476: 30-31.
- Ramsay, M. R. (2008). *İşletme Verimliliği Ölçümü ve Uluslararası İşgücü Verimliliği Elkitabı*, (1.Basım). Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 705: 15-21.
- Roll, Y., Golany, B., and Serouussy, D., (1989). “Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the Israeli Air Force”. *European Journal Of Operational Research*, 43.
- Saat Ersoy, M., Ersoy, A. (2011). *Üretim/İşlemler Yönetimi* (2.Baskı). Ankara: İmaj Yayınevi, 31-35.
- Sevimli, Ö. (2013). *Sağlık Kurumlarında Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Verimlilik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 24-36.
- Turdi, H. (2016). *Perakende Mağaza Zincirlerinin Verimliliklerinin Karşılaştırılmasında Veri Zarflama Analizi (VZA) Yönteminin Uygulanması – İstanbul Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 25.
- Yıldız, A. (2007). “İmalat Sanayi Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesi”. *G. Ü. İ. İ. B. F. Dergisi*, 9 (2), 91-103.
- Yıldız, M. (2004). *Toplam Verimlilik Modeli AIPR Sisteminin Hastanelerde Uygulanabilirliği: Kütahya Devlet Hastanesi ve Kütahya SSK Hastanesi Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya, 56-59.
- Yılmaz, C., Özdil, T., ve Akdoğan, G., (2002). “Seçilmiş İşletmelerin Toplam Etkinliklerin Veri Zarflama Yöntemi ile Ölçülmesi”. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (4), 176.
- İnternet: “Verimliliğin Tanımı ve Önemi Ödevi”. Web: <http://www.efzen.com/verimliliğin-tanımı-ve-onemi-odevi/> 11 Temmuz 2015’te alınmıştır.
- İnternet: “Verimlilik Yönetimi Nedir?” Web: <http://www.h2a.com.tr> 29 Eylül 2015’te alınmıştır.
- İnternet: “Yalın Üretim Sistemi”. Web: <http://www.bursa-smmmo.org.tr> 03 Ekim 2015’te alınmıştır.
- İnternet: “Veri Zarflama Analizi”. Web: <http://www.deu.edu.tr> 26 Ekim 2015’te alınmıştır.
- İnternet: “Verimlilik, Verimlilik ile İlgili Kavramlar ve İşletmeler Açısından Verimliliğin Önemi”. Web: <http://www.dergipark.ulakbim.gov.tr> 27 Ekim 2015’te alınmıştır.
- İnternet: “İşletmelerde Verimlilik Ölçüm ve Artırma Teknikleri, Örnek İşletmelerde Kullanılabilirliklerinin Değerlendirilmesi”. Web: <http://www.vgm.sanayi.gov.tr> 21 Mart 2016’da alınmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Alla MOTROI
Uyruğu : MOLDOVA
Doğum tarihi ve yeri : 01/09/1987, Comrat/MOLDOVA
Medeni hali : Evli
Telefon : 05547868743
e-mail : allacoinac@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İşletme	Aralık 2017
Lisans	Ankara Üniversitesi / İşletme	Haziran 2012
Lise	Lise G. A. Gaidarji	Haziran 2006

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-2015	GÜRSAN	Dış Ticaret Sorumlusu
2015-2016	ÖZKÖKSALLAR	Dış Ticaret Sorumlusu

Yabancı Dil

Rusça, İngilizce, Romence, Türkçe, Gagauzça

Hobiler

Örgü, Seyahat



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..

