

ÖĞRENME EĞRİLERİNİN YÖNETİM KARARLARINDA KULLANILMASI AÇISINDAN GENEL BİR DEĞERLENDİRME

Doç.Dr. Recep GÜNEŞ*

ÖZET

Çok geniş bir tanımla üretim işletmelerinde öğrenme, çalışanların üretim süreçlerini zamanla daha iyi öğrenmelerinden dolayı, üretim maliyetlerinde meydana gelen azalma olarak ifade edilebilir. Bu azalmanın üretimde öğrenme tamamlanıncaya kadar, her iki kat üretim artışında, son parti üretim maliyeti bir önceki partinin üretim maliyetinin %'i olacağı yönünde literatürde görüş birliği bulunmaktadır. Günümüzde tüketici tercih ve istekleri, sürekli yeni mamul üretimi veya eski mamullerin yeniden dizayn edilmesi yönünde işletmeleri zorlamaktadır. Bu nedenle, üretim süreçlerinde sürekli yeni öğrenme ortamlarının ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır. Bu çalışmamızda, üretim işletmelerinde maliyete dayalı işletme kararlarından maliyet tahmini, fiyatlandırma kararları, karlılık ve başabaş analizleri, maliyet standartlarının belirlenmesi, kalite kontrol ve yeniden dizayn problemlerini öğrenme ortamlarında tartışarak, öğrenmenin bu kararlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır

GİRİŞ

İşletme organizasyonlarında karar verme durumunda olan yöneticilerin, işletme yönetimi hakkındaki kararlarını doğru verebilmeleri için, bu kararların alınmasında yardımcı olan ekonomik bilgilerin doğru üretilmesi gerekmektedir. İşletmedeki ekonomik bilgilerin farklı bir şekilde algılanması ve yorumlanması verilecek kararlarda da farklılığa neden olabilmektedir. Özellikle günümüzde artan ve giderek ağırlaşan rekabet koşullarında, işletmelerdeki üretim, yönetim ve diğer kararların yanlış bilgilere dayandırılması önemli stratejik hatalara neden olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak da işletmeler ya rekabet etme gücünü kaybetmekte ya da piyasadan çekilme durumu ile karşı karşıya kalabilmektedir.

Öğrenme eğrisi modelinin muhasebede planlama ve kontrol amaçları için uygulanması geçmiş yıllar içerisinde önemli yer tutmaktadır. Birçok işletme, öğrenme eğrisi varsayımındaki üretim miktarının artması ile işçilik

* İnönü Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Öğretim Üyesi

giderlerinin azalması ilişkisinden hareketle, bazı üretim ve pazarlama stratejilerini oluşturmaktadırlar.

Başlangıçta uçak endüstrisinde uygulama bulan öğrenme eğrileri, petro-kimya endüstrisi, yarı iletkenler, otomobil ve sentetik giyim üretimi gibi bir çok endüstride uygulama alanı bulmuştur. Öğrenme eğrileri işçilik giderlerinin üretim maliyeti içerisindeki önemi artıkça, fiyatlandırma, maliyet projeksiyonları, maliyet-hacim ilişkileri, pazarlama ve finansal planlama gibi birçok stratejik planlamada önemli araç olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışma öğrenme eğrilerinin işletme kararlarında kullanılabilirliği açısından ele alınacaktır. Yabancı literatürde, her konu ayrı bir araştırma konusu olarak ele alınmaktadır. Ancak, konunun Türkçe literatürene kazandırmak ve gelecekteki çalışmalara yardımcı olmak üzere, her konu genel olarak izah edilecektir.

Maliyet Tahmini

Geleneksel maliyet tahmin yöntemlerinde maliyet tahmini, önceden ortaya çıkan tarihsel maliyet bilgileri ile ilişkilendirilerek yapılır. Yine geleneksel maliyetlendirmede, giderlerin birim maliyetlere yüklenmesinde ve genel üretim giderlerinin dağıtımında direkt işçilik giderlerinin yanı sıra, üretilen mamül için harcanan zaman da önemlidir. Diğer bir ifade ile üretim maliyeti, direkt hammadde ve malzeme giderleri, direkt işçilik giderleri ve direkt işçiliğin fonksiyonu olarak belirlenen genel üretim giderlerinden oluşmaktadır.

Öğrenme eğrileri, kendi varsayımlarından hareketle, maliyetlerin tahmin edilmesinde, öğrenme etkisini hesaplama sürecine katarak dinamik bir maliyet tahminleme modeli oluşturur.

Literatürde bir çok maliyet tahmin yöntemleri olmasına rağmen bunların hiçbiri herhangi bir sistematik kriter takip etmemektedirler¹. Maliyet tahmin edilmesinin sistematikleştirilmesini Wildeman aşağıdaki gibi sıralamıştır².

- Uygulama
- Fonksiyon aralığı (range of function)
- Mamülün hayat seyri içerisinde maliyet tahmin zamanı
- Gerekli bilgi ve
- Beklenen başarı

¹ Mallik K.A; Nturen A.C. "Cost estimation a complexity modelling problem", AACE Transaction, 1987, s.G.6.2.

² Wildmann.H. "Cost estimating approaches of screenig and budged estimates for large scale technical projects". Production Management System. Folster, P. ve Ralstade A. Ed: North Holland Pub. Co. s.179-210.

Bu sıralamada öğrenme eğrisi açısından maliyet tahminine bakıldığında son üç sıra önem kazanmaktadır. Çünkü, öğrenme üretimin ilk başlangıç aşamalarında daha fazla, sonraki dönemlerinde daha az olmaktadır. Mamülün hayat seyri içerisinde, piyasaya giriş aşamasından olgunluk dönemine kadar planlama; olgunluk döneminde ise kontrol süreci yöneticileri daha fazla düşündürmektedir. Piyasaya giriş öncesi planlama, stratejik planlama olarak değerlendirilebilir. Yine aynı dönemde mamül hakkında bir çok parametreler bilinmediğinden planlama çoğu kez varsayımlara dayandırılmaktadır. Stratejik planlama ve maliyet tahmini açısından bu varsayımlar hakkındaki gerekli bilginin doğruluğu maliyet tahminindeki başarıyı birlikte getirecektir.

Yöneticiler, karar vermek için hangi faaliyet düzeylerinde giderlerin nasıl değişeceğini bilmek isterler. Giderlerin zaman dilimi içerisinde, çıktı veya diğer faktörlerle nasıl değiştiğinin bilinmesi karar verme, planlama ve kontrol açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle üretim sürecinde teknolojik gelişmeler ortaya çıktığı durumlarda, maliyetlerin tahmin edilmesinde çeşitli tehlikeler ortaya çıkabilir. Bu durumda geçmiş verilere dayalı bir maliyet tahmini çok fazla faydalı olmayabilir.³ Örneğin, iş gücünde verimliliğin meydana gelmesi, işçinin işe alışmasından dolayı, kendisine verilen işe daha az zamanda gerçekleştireceği için; bu varsayımı göz ardı ederek yapılan işçilik giderlerinin tahmini doğru olmayacaktır. İşte, işçinin işe alışması dolayısıyla üretim zamanında meydana gelen azalmaya literatürde öğrenme eğrisi denilmektedir.

Muhasebe literatüründe bir çok maliyet tahmin yöntemleri araştırılmıştır. Bunlardan mühendislik ve istatistiksel yöntemler, öğrenme faktörünün tahmin sürecine katıldıkları ölçüde maliyet tahmininde doğru sonuca ulaşmak mümkün olabilir. Ancak, yine literatürde görüldüğü kadarıyla, maliyet tahmininde genellikle ortalama değerlerden hareket edilmektedir. Bu ortalama değerlerde tarihsel veriler kullanıldığı için, öğrenme eğrisiyle tahmin edilen maliyetler ile diğer tahmin yöntemleri kullanarak yapılan maliyet tahminleri birbirinden farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Yine tahmin yöntemlerinde en çok kullanılan yöntem bütçeleme ve standart maliyet sistemleridir. Her ne kadar standart maliyet sistemi zımnî olarak öğrenme faktörünü dikkate aldığı kabul edilse dahi, uygulamada önceden belirlenen fiziksel birimlere ilişkin standartlar (miktar ve süre standardı) uzun süre değiştirmeden kullanılmaktadır. Bu sürenin Japonya'da altı ayda bir İngiltere'de ise yılda bir kez gözden geçirildiği ileri sürülmüştür.⁴

Aşağıdaki tabloda, direkt işçilik giderlerinin standart maliyet sistemi ile kümülatif ortalama maliyet varsayımı altında, kümülatif ortalama birim maliyet $y = aX^b$ ve toplam maliyet $y = aX^{1+b}$ değerleri karşılaştırılmıştır.

³ Drury, C. Management and Cost Accounting. Chapman and Hall Ltd. London 1988 s.636.

⁴ Yoshikawa, Takeo; Innes, J; Michael, F. "Japanese management accounting: a comparative survey", Management Accounting, November, 1989, s. 20-23

Burada;

y = toplam zaman veya maliyet,

a = ilk üretimin üretim zamanı veya maliyeti,

X = üretim miktarı,

b = öğrenme üssü, ($0 > b > -1$)

olarak ifade edilmektedir.

Tablo 1 de aşağıda verilen örneğe göre standart birim maliyet, toplam standart maliyet, öğrenme faktörüne göre kümülatif ortalama birim maliyet ve toplam maliyet hesaplanmıştır. Tablodaki veriler aşağıdaki örnek göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Standart süre : 8 DİS/birim

Standart Ücret : 60.000 TL./DİS.

İlk Üretim için harcanan/tahmin edilen süre: 10 DİS/birim

Öğrenme Faktörü %90

olarak alınmıştır.

Tablo 1: Standart maliyet ile öğrenme eğrisinden birim ve toplam maliyetlerin karşılaştırılması *

Üre. mik.	Std.bir.x mali.(TL)	Top. std. mal. (TL)	Küm. ort. maliyet (TL)	Küm.Top. maliyet (TL)	FARK (tl) **
1	480.000	480.000	600.000	600.000	(120.000)
2	480.000	960.000	540.000	1.080.002	(120.002)
3	480.000	1.440.000	507.725	1.523.176	(83.176)
4	480.000	1.920.000	486002	1.944.008	(24.008)
...
10	480.000	4.800.000	422.816	4.228.158	517.814
Formül	Std.süre x Std.ücret	Std.mal.x Üre. mik	$Y = aX^b$	$y = aX^{1+b}$	

Tablodan da anlaşılacağı gibi, standart sürenin üretimin ilk başlangıcından tahmin edilen veya gözlenen süreden daha düşük olmasına rağmen, üretim arttıkça birim ve toplam maliyet açısından, öğrenme faktörü ile hesaplanan maliyetler giderek azalmakta ve belli üretim miktarından sonra standart maliyetin altına düşmektedir. Bu nedenle, üretimde özellikle süre standardının belirlenmesinde öğrenme etkisi göz önüne alınmalıdır. Ancak, üretimin ileri aşamalarında, yani öğrenme faktörünün ortadan kalktığı durumda belirlenen standart maliyetler ile öğrenme faktörüne göre tahmin edilen maliyetler birbirine eşit olacaktır.

* Förmüllerdeki b değeri $\log 0.90/\log 2 = -0.152$ olarak dikkate alınmıştır.

** Standart toplam maliyet ile kümülatif toplam maliyet arasındaki fark olarak alınmıştır.

Fiyatlandırma Kararları

Bir çok araştırma, en önemli pazarlama faktörü olan mamül fiyatlandırma politikalarında maliyet artı kar yönteminin pratikte geniş uygulama alanı olduğunu ortaya koymuştur. Bu alandaki ilk çalışma 1938 yılında Hall-ve Hitch tarafından başlamış, 1950 ve 1960'lı yıllarda Kaplan ve Lanzolotti, 1970'li yılların başında Skinner ile devam ederek günümüze kadar bir çok araştırmada aynı yönde bulgular elde edilmiştir. Ülkemizde, aynı yönde yapılan araştırmada (kamu iktisadi devlet teşekkülleri dahil edildiğinde) üretim maliyetinin fiyatlandırma kararlarında birinci öncelikli olarak göz önüne alan işletmelerin oranı ise %80 olarak bulunmuştur⁵.

Yukarıda belirtildiği gibi mamül veya hizmetin fiyatlandırma kararları ağırlıklı olarak maliyetlere dayandırıldığında, maliyetlerde emek yoğun üretimlerde direkt işçilik ağırlıklı olduğunda, üretimin işçilik sürelerindeki azalma maliyetlere yansıtacağından dolayı işletmenin fiyatlandırma politikaları da etkilenebilir. Çünkü, üretim maliyetleri içerisinde önemli bir yer tutan işçilik giderlerinin ve dolayısıyla fiyatların tahmininde öğrenme eğrileri önemli rol oynar⁶.

Öğrenme eğrileri özellikle uzun dönem kontrata bağlı anlaşmalar için oldukça önemlidir. Kontrat anlaşmalarında bazen ilk üretim yapıldıktan sonra fiyat konusu yeniden tartışılabilir. İlk üretim maliyet ve zaman açısından daha sonra üretilecek mamüllerden daha yüksek olduğundan, kontratlar öğrenmeye dayalı olarak indirilebilir. Bu, kontrat fiyatlarının maliyete dayandırıldığı devletin askeri ve diğer alanlarda yapmış olduğu anlaşmalar içinde geçerlidir.

Öğrenme eğrilerinin diğer bir kullanım alanı stratejik fiyatlandırma kararlarında kullanılmasıdır. Şekil 1'de görüldüğü gibi üretimin hayat seyri eğrisindeki başlangıç dönemi (piyasaya giriş dönemi) stratejik planlama açısından önem taşımaktadır. Mamülün piyasaya giriş döneminde potansiyel siparişler için fiyat belirlemede kullanılacak olan maliyet bilgilerinin tahmini, maliyet indirimi ve dolayısı ile fiyat indirimleri, karlı siparişlerin alınması veya kaybedilmesi açısından önemli olabilir. Örneğin, üretimin başlangıç döneminde yüksek maliyet karşısında, kabul edilmeyen siparişler ileriki dönemlerde öğrenmeden kaynaklanan maliyet tasarrufundan dolayı karlı olabilir. Yine, öğrenme faktörü ile piyasaya girildiğinde rakipler üzerinde stratejik baskı unsuru oluşturulabilir. Öğrenme sürecince fiyat indirimine gidilebileceği için işletme pazar payını artıracak veya piyasaya yeni girecek potansiyel işletmeler içinde giriş bariyeri oluşturabilecektir.

⁵ Güneş, Recep. Maliyete Dayalı Fiyatlandırma ve Türkiye Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi, G.Ü. Sosyal Bilimler Enst. Basılmamış Doktora Tezi, Ankara, 1991. s.173.

⁶ IMHOFF, A.E."The learning curve and its application", Management Accounting, February 1978 s.44-46.

Karlılık ve Başabaş Analizleri

Kar amacı ile kurulan işletmelerin bu amaca ulaşabilmesi kaynakların bilinçli bir şekilde planlaması ve rasyonel kar planlamasının varlığı ile mümkün olacaktır. Kar planlaması, karı belirleyen bir çok iş ve dış etkenlerin birlikte değerlendirip, bu etkenlerin birbirleri arasındaki gerekli uyumun sağlanması ile mümkün olacaktır.

Karın oluşmasında etkili olan faktörler;

- Mamül veya malların satış fiyatı,
- Mamül veya malların satın miktarı,
- Mamül veya malların değişken maliyet,
- İşletmenin toplam sabit maliyeti

olarak bilinir.

Yukarıda belirlenen faktörler açısından, öğrenme eğrisi (etkisi) altında kar fonksiyonu;

$$P = pX - c(aX^{b+1}) - f \quad (1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada;

P = Kar rakamını,

p = birim fiyatı

X = Üretim veya satış miktarını

c = birim başına değişken maliyeti

a = İlk üretimin direkt işçilik zamanını

b = Öğrenme üssü ($0 < b < -1$)

f = Sabit maliyeti

ifade etmektedir⁷

Çoklu süreç modellerinde yeni bir mamül birden fazla işçi grubu tarafından üretim yapıldığında kar fonksiyonu;

$$P = pX - nca\left(\frac{X}{n}\right)^{b+1} - f \quad (2)$$

şeklinde olacaktır. Bu denklemde n üretim sürecini belirlemek üzere X değer her birimde bir veya daha işçi ile çalışılan üretim miktarını ifade etmektedir ve her bir işçi grubu x/n ürettiği varsayılır. Bu model ek işçi grubu sisteme dahil edildiğinde daha fazla üretim yapılacağı varsayımına dayandırılmaktadır⁸.

⁷ Badiru ,A.B, "Computational survey of univariate and multivariate learning curve models", IEEE Transaction Engineering Management, cilt 38, sayı 2 Mayıs, 1992, s. 176-188

⁸ Intyre, E.V. "Cost-Volume-Profit Analysis Adjusted for Learning". Managament Science No:10 ,1979 s.149-160.

Yukarıdaki 2 nolu denklem, mamülün birden fazla işçi, tarafından üretiliyor ve her bir timdeki farklı öğrenim düzeyindeki farklı öğrenme parametrelerine sahip çalışanlar tarafından üretildiğinde;

$$P = p \sum_{i=1}^n X_i - c \sum_{i=1}^n aX_i^{b+1} - f \quad (3)$$

şeklinde genişletilebilir⁹.

Açıktır ki yukarıda verilen 1, 2 ve 3 nolu denklemlerde, kar fonksiyonunu etkileyen önemli değişkenlerden biri olan değişken maliyet; direkt işçilik saatleri ve ücretleri açısından ele alınmıştır. Diğer bir ifade ile öğrenme faktörünün direkt işçiliğin dışında değişken maliyeti oluşturan üretim faktörlerinin eşit biçimde ortaya çıktığı varsayılmıştır. Halbuki, direkt hammadde malzeme gibi bazı değişken gider unsurlarına öğrenmenin ya hiç etkisi yoktur ya da çok az etkisi bulunmaktadır. Bu varsayımı sistemden ayırdığımızda kar fonksiyonu;

$$P = pX - [c_1X + c(aX^{b+1}) - f] \quad (4)$$

olacaktır. Burada c_1X öğrenme faktörüne konu olmayan direkt hammadde malzeme giderlerini göstermektedir.

Başabaş Analizi

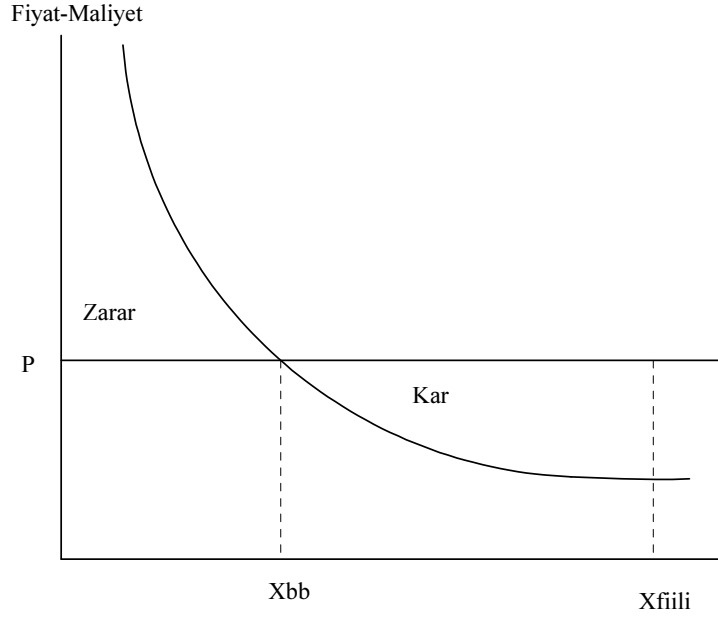
Öğrenme eğrisi teorisi muhasebeciler açısından, maliyetlerin tahmin edilmesinde ve tekrarlanan üretimlerde veya üretim faaliyetlerinde kar tahmininin geliştirilmesinde göz önüne alınması gereken önemli bir faktör olmaktadır¹⁰.

Teorik olarak başabaş, toplam maliyetlerin toplam gelirlere eşit olduğu noktadır. Bilindiği gibi bu noktada gelir gidere eşit olacağından kar veya zarar ortaya çıkmayacaktır. Klasik başabaş analizlerinde maliyet ve gelir fonksiyonları doğrusal kabul edildiği için, maliyet ve gelir fonksiyonu parametrelerinde değişme olmadığı sürece başabaş noktası yıllar itibarıyla sabit kalacaktır. Ancak, öğrenme eğrisi varsayımında, işçiliğe bağlı giderler üretim arttıkça azalacağından, mamül için harcanan süre, dolayısı ile değişken maliyetin azalması katkı payının artmasına neden olur. Bu açıdan bakıldığında her yılın başabaş noktası farklı olacaktır.

Başabaş analizlerini birim üzerinde ele aldığımızda; fiyatın maliyete eşit olduğu noktada başabaş noktası oluşur. Konuyu bir şekil üzerinde aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

⁹ Badiru, A.B. a.g.m. s. 176-188

¹⁰ Bakınız: McIntry, E.V. "Cost -volume -profit analysis adjusted for learning curve". Management Science, October, 1977 s. 149-160.



Şekil: 2 birim açısından maliyet-hacim-kar grafiği

Şekilde görüldüğü gibi X_{bb} noktasında birim maliyet birim fiyata eşit olacaktır. Diğer bir ifade ile X_{bb} noktasında toplam maliyet, maliyet fonksiyonu altında kalan alan toplam gelir ise; fiyat doğrusunun altında kalan alan olmaktadır. Alan ifadesi ile toplam maliyet;

$$y = \int_0^{X_{bb}} aX^{b+1} dx = aX_{bb}^{b+1} \quad (5)$$

förmülü ile ifade edilirken kümülatif ortalama maliyet açısından;

$$y = aX^b X = aX^{b+1} \quad (6)$$

şeklinde olacaktır. Diğer değişken giderleri sisteme kattığımızda başabaş noktası;

$$0 = pX - [v_1 X + v_2 aX^{b+1} + f] \quad (7)$$

denklemleri ile hesaplanır. Denklemlerde katsayılar olan P, v_1, v_2, a ve f değerleri bilindiğinde¹¹ ve yerlerine konularak X açısında çözüm yapıldığında başbaşa nokta hesaplanabilir.

Harris ve Stephans başbaşa hesaplamalarında, gelecekte elde edilecek nakit girişleri ve nakit çıkışlarının şimdiki değerlerinin sisteme dahil edilmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir¹².

Üretimin ileri aşamalarında, yani öğrenme eğrisinin sıfır olduğu durumda geleneksel başbaşa analizleri uygulanabilir.

Standart Maliyet ve Standart Belirleme

Üretim işletmelerinde tarihsel maliyet bilgileri genellikle projenin gelecekteki kapasite, insan gücü ihtiyacı, hammadde kullanımı ve diğer planlama kararlarında gerekli kaynak ihtiyacını belirlemede kullanılırlar. Bu bilgiler, maliyet kontrolü açısından önemli bir yönetim tekniği olarak kabul edilen¹³ standart maliyet sisteminin de temelini oluştururlar¹⁴.

Literatürde ve uygulamada direkt işçilik saatleri, direkt işçilik giderlerinin hesaplanmasında kullanılmasının yanısıra bir çok dağıtım metodlarında, bütçelemelerde ve standart maliyet sisteminde genel üretim giderlerinin belirlenmesi ve sapma analizlerinde kullanılmaktadır. Bunun bir sonucu olarak direkt hammaddenin dışında, üretim giderlerinin tespit edilmesi ve dönem sonu stok değeri ile satılan malın maliyeti ağırlıklı olarak direkt işçilik saatlerine bağlı olmaktadır. Öğrenme eğrileri, üretim maliyeti ve kontrolü açısından istisnalarla yönetim olarak bilinen standart maliyet sisteminde, sapma analizlerinin yapılmasında ve işgücünün tahmin edilmesinde kullanılabilir. İşletme yöneticilerine amaçları doğrultusunda performans ölçümü için bilgi sağlar.

Standart maliyetler belirli bir çalışma düzeyinde ve belirli koşullar altında mamül veya hizmetin maliyetini oluşturan üretim faktörlerinin bilimsel verilere göre önceden tespit edilen maliyetler olarak tanımlanabilir. Ancak, standart maliyet felsefesinin temelinde sadece maliyetleri tahmin etmek değil, fiili veriler ile standart veriler arasındaki farktan kaynaklanan sapmaların analizi yoluyla istisnalar ile yönetim ilkesini gerçekleştirmektedir.

¹¹ V1 hammadde açısından, V2 direkt işçilik açısından birim değişken maliyet, a ilk üretimin direkt işçilik süresi ve f toplam sabit maliyeti ifade etmektedir.

¹² Stephan W. L.; Harris, Le Brone. "The learning curve: A case study", Management Accounting, February, 1978. s. 47-52

¹³ Bakınız: Lyall, D; Okah, K; Puxty, A. "Cost control into the 1990s", Management Accounting, February, 1990 s.44-45

¹⁴ Timothy, L. Smunt. "A comparison of learning curve analysis and moving average ratio analysis for detailed operational planning". Decision Science, no 17, 1986 s. 475-495

Burada standart maliyetler ve sapma analizleri konumuz dışında kaldığı düşüncesiyle detaylı bir şekilde incelenmeyecektir¹⁵. Ancak, gerek direkt işçilik giderlerinin belirlenmesinde standart sürenin tespiti, gerekse genel üretim giderlerinde standart yükleme oranında direkt işçilik süresinin kullanılması¹⁶ nedeniyle, üretilecek mamul için gerekli olan standart zamanın iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Muhasebe literatüründe bu tür standartlar, zaman içerisinde gözden geçirilerek yeniden belirleme koşuluyla, belirli dönemlerde sabit bir değer olarak ele alınmaktadır. Halbuki, öğrenme eğrisi varsayımı altında, bu süreler özellikle üretimin başlangıç aşamasında başlayarak öğrenmenin sıfır veya ihmal edilebilecek düzeye ininceye kadar, giderek azalan bir seyir izlemektedir. Bu durumu sayısal bir örnek ile açıklamamız daha yararlı olacaktır.

Konu ile ilgili basit bir örnek verme açısından, ABC işletmesinde birim mamül için belirlenen standart 100 direkt işçilik saati olarak tespit edilmiş ve 256 adet fiili üretim için 28.500 direkt işçilik saati harcanmış olduğunu kabul edelim. Aynı üretimin ilk mamülü için gerekli sürenin 130 DİS ve öğrenme faktörünün -0,074 (%95) olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre gerekli olan hesaplamalar aşağıdaki gibi olacaktır.

Fiili Süre	:	28.500 DİS
Std.Süre	:	25.600 DİS (256 birimx100 DİS)
Sapma	:	2.900 DİS (28.500 DİS-25.600DİS)

Öğrenme eğrisi varsayımına göre:

256 birimin kümülatif ortalama birim zamanı;

$$(Y=ax^{-b})= 130x256^{-0.074} = 22.078,7 \text{ DİS.}$$

olarak hesaplanır. Bu sonuca göre, fiili süre ile öğrenme faktörü arasındaki sapma 6.421,3 (=28.500-22.078,7) DİS'dir. Bu durumda salt zaman açısından süre sapmasının hesaplamasında standart süre alındığında 2.900 DİS olumsuz sapma ortaya çıkarken, öğrenme eğrisi dikkate alındığında bu değer 6.421,3 DİS olarak bulunmuştur. Bu iki sapma arasındaki fark (6.421,3-2.900=)3.521,3 DİS performans değerlendirilmesinde, çalışanların işe olan yatkınlığı, becerisi, eğitimi, iş akışı ve dizayn değişikliklerine uyum olarak incelenmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşıldığı gibi, üretimin standartların belirlenmesinde öğrenme etkisi göz önüne alınması gerekmektedir. Tersine standartların belirlenmesinde öğrenme faktörü göz önüne alınmadığı takdirde, sapma analizlerinin yapılışı sırasında anlamsız sapmaların ortaya

¹⁵ Bu konu için bkz. Büyükmirza Kamil Maliyet Muhasebesinde Standart Maliyet Sapmaları ve Yönetim Kontrolü Açısından Analizi, A.I.T.I.A. Yayını Yayın no 87, Ankara; Koç - Yalkın Yüksel. Sanayi İşletmelerinde Standaart Maliyetler, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara; Harvey,D.W; Soliman ,Y.S. "Standart cost variance analysis in a learning environment". Accounting and Business Research, no 11 1983, s. 181-189

¹⁶ Büyükmirza, a.g.k s.45.

çıkması mümkündür. Bu sapmalar muhtemelen işçilerin üzerinde olumsuz motivasyon etkileri meydana getirecektir.

Kalite Kontrol ve Öğrenme Eğrisi¹⁷

Günümüzde ticari sınırların hemen hemen ortadan kalkması, sanayileşmiş ülkelerin pazar payını artırması ve rekabet edebilme koşulunun da kaliteli ve ucuz mal üretimi ile gerçekleşeceği ortadadır. 1980'li yıllara kadar piyasada bol ve ucuz mal alan tüketiciler, bu yıllarda belirlenen özelliklerin dışında satın alacakları mallarda kaliteyi de aramaya başlamışlardır¹⁸. Kaliteli mal üretimini salt üretim ve işletme açısından ele aldığımızda, "daha fazla kalite, daha fazla maliyet" felsefesinin hakim olduğu da bir gerçektir.

Üretim süreci içerisinde bir çok kez kalite kontrol problemleri ile karşılaşılabilir. Bu problemler, hammadde malzemenin bozuk ve kalitesiz oluşu, makinelerin arızalanması veya istenilen verimlilikte kullanılmaması, işçilerin gerekli beceri ve deneyimlerinin olmaması gibi bir çok nedenlerden ortaya çıkabilir.

Kalite kontrol problemi kusurlu mal üretimi veya bozuk mal üretimi şeklinde ortaya çıkar. Bu mamüllerin satışa sunulması için ek işlemler yapılması gerektiğinde, üretim zamanındaki kayıplardan dolayı ek maliyetler gerekebilir. Mamül tamamen bozuk olarak üretildiğinde ise; mamülün üretim maliyeti işletme için bazan zarar niteliği taşıyabilir. Öğrenme etkisi zamanla bu problemlerin azalmasına neden olmaktadır.

Yukarıdaki tanım gereği, öğrenme etkisi ile kalite kontrol problemlerindeki azalma;

$$d_x = d_1 X^b$$

şeklinde ifade edilebilir. Buradaki dx , X.ci üretim üretilirken geçici olarak ortaya çıkan kalite kontrol problemlerinin zaman açısından değeri, d_1 ilk üretimin kalite kontrol problemi açısından zaman değeri b ise kalite kontrol problemi ile ilgili öğrenmeyi ifade etmektedir¹⁹. Öğrenmenin kalite kontrola pozitif etkisi, yani öğrenme artıkça kalite kontrol problemleri azalacağı için b üssü 1 ve 0 arasında değişen bir değere sahiptir. Birbiri ardısıra üretilen parti üretimlerinde (L, L+1, L+2...L+q) ve her bir kalite kontrol probleminde

¹⁷ Klamous, C. "Quality improvement through product redesign and learning curve". OMEGA Int.J. Of Mgmt. Sci. Cilt 20, sayı 2, 1992. s. 161-168

¹⁸ Bozkurt, Rıdvan; Asıl, Nilufer. "Kalite politikası oluşturma süreci". Verimlilik Dergisi. M.P.M. yayınları 1995/3 s.32.

¹⁹ Parametlerin tahmin yöntemleri için bakınız Güneş, Recep. Öğrenme eğrileri formülasyonu: Parametre tahmin yöntemleri ve maliyet fonksiyonları, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 2 sayı 2, Malatya, 1996 s.142-157

ortaya çıkan ek maliyetin P kadar olduğunu varsaydığımızda öğrenme eğrisi ile birlikte L+q kadar üretimin kalite kontrol maliyetleri;

$$p \left\{ \int_{L-0.5}^{L+q+0.5} d_1 X^b \right\} = pd_1 [(L+Q+0.5)^{1+b} - (L-0.5)^{1+b}] / (1+b)$$

formülü ile hesaplanacaktır²⁰.

Öte yandan kalite kontrol probleminin azalmasına bağlı olarak mamülün değerinde bir artış sözkonusu olacaktır. Diğer bir ifade ile öğrenme faktöründen kaynaklanan kalitenin artması, üretilen mamülün fiyatı ile ifade edilebilen, mamülün değerinde bir artışa neden olacaktır. Bu artış;

$$V_x = V_1 X^b$$

şeklinde ifade edilebilir. Yine burada V_1 ilk üretimin değeri, b ise giderek artan kaliteden dolayı öğrenme üssünü göstermektedir. Ancak, kalitenin artışı mamülün değerinde pozitif bir artışa neden olacağından formüldeki b değeri pozitif bir değer olarak tanımlanır. Yukarıda belirtilen kalite kontrol maliyet fonksiyonunun özelliğinden dolayı, kalite ile birlikte artacağı belirlenen mamülerin değeri;

$$\int_{L-0.5}^{L+Q+0.5} V_1 X dx = V_1 [(L+Q+0.5)^{1+b} - (L+0.5)^{1+b}] / 1+b$$

formülü ile hesaplanır.

Yeniden Dizayn Problemi ve Öğrenme Eğrileri

İşletmeler ürettikleri mamülleri için mamülün demode olması, teknolojik gelişmelere uyum sağlamak, müşterinin zevk ve tercihlerine cevap vermek ve rakip mamüller ile rekabet edebilmek gibi bir çok nedenlerden ötürü, mamülün hayat seyri içerisinde belirli dönemlerde mamül yeniden dizayn etme problemleri ile karşı karşıya kalabilirler. Örneğin otomobil, bilgisayar ve mobilya sektörü gibi bir çok endüstrilerde bu durum ile sıkça karşılaşmaktadır.

Yeniden dizayn tanım olarak mamülün spesifikleştirilmesi olarak belirlenir. Bu, mamülün üretiminde yeni ek maliyetler getireceğinden, maliyet ve fiyatın yeniden tahmin edilmesi gerekebilir²¹. Bu durum alıcı ile satıcı arasında yapılan anlaşmalardan doğabileceği gibi, normal üretim süreci içerisinde anlaşmalar yapıldıktan sonrada ortaya çıkabilir. Anlaşmaların

²⁰ Burada 0.5 sayısı integral hatasının minimuma indirgeyebilmek için yazılmıştır. Bkz. Güneş, Recep . a.g. m s.142-157

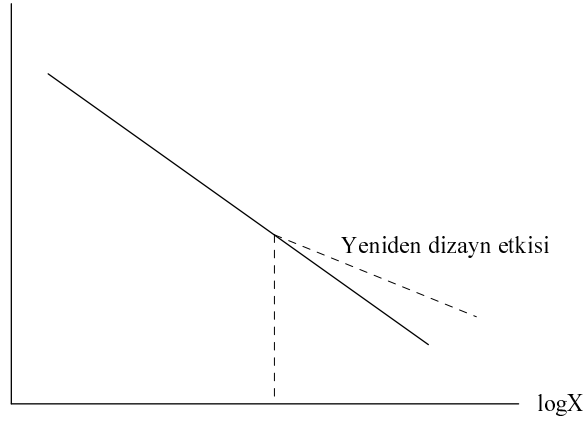
²¹ Ostwald, Phillip F. Cost Estimating . Prentice -Hall inc. New Jersey, 1984. s. 432-436

yenilenmesi veya eski anlaşmalara yapılacak olan ek fiyatların belirlenmesi yeniden dizayn probleminin çıkaracağı ek maliyetlerin tahminine bağlı olacaktır.

Yeniden dizayn probleminde ortaya çıkacak ek maliyetler; dizayn ile birlikte yeni öğrenme alanlarının ortaya çıkması, üretim zamanında meydana gelen artışa karşılık hammadde malzeme, direkt işçilik giderleri ve diğer değişken maliyetlerle sabit yatırımdan kaynaklanan sabit maliyetlerden oluşabilir.

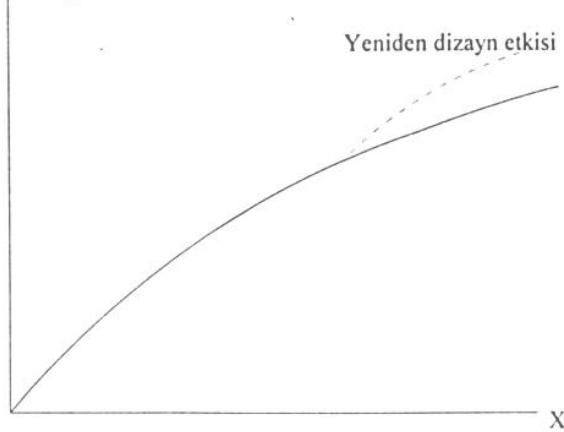
Üretim birim maliyet fonksiyonu logaritmik fonksiyon olarak doğrusal kabul edildiğinde, yeniden dizayn probleminin birim maliyet üzerindeki etkisi şekil 3' deki gibi gösterilebilir.

Zaman-Maliyet



- Kümülatif birim ve toplam maliyet
- Yeniden dizayn sonrası kümülatif birim ve toplam maliyet

Zaman-Maliyet



Şekil 3: Yeniden Dizaynın mamül maliyetleri üzerine etkisi

Yukarıda belirtilen konular ile birlikte açıklanması gereken diğer bir konu mamülün yeniden dizayn oranıdır. Bazı mamüller ya tamamen veya belirli bir bölümü yeniden dizayn edilebilir. Örneğin, otomobil üretiminde yeni modelin geliştirilmesi eski mamülün %100 dizaynı kabul edilirken, eski üretimin model değişimi belirli bir oranda dizayn edilmesi demektir. Yeniden dizayn oranını r olarak ifade ettiğimizde, yeniden dizayn maliyeti;

$K_f + rK_u$ şeklinde ifade edilebilir²².

Burada;

K_f = Yeniden dizayndan ortaya çıkan sabit maliyet

r = Yeniden dizayn oranı ($0 < r < 1$)

K_u = Yeniden dizayndan kaynaklanan değişken maliyetini ifade etmektedir.

Bir üretimin yeniden dizayn edilmesi, mamülün üretilmesinde ek bilinmeyen üretim süreçleri çıkarması nedeniyle ek maliyetler ortaya çıkaracağı gibi, mamülün kalite kontrol problemlerini azaltır ve mamüllerin değerini; yani fiyatını artırır. Bu sonuçlar maliyet, kalite kontrol ve mamülün değerine aşağıdaki fonksiyonlarda olduğu gibi yansiyacaktır.

$$y_{maliyet} = \int_{L^{-0,5}}^{L'+Q++0,5} aX^b \quad (-1 \leq b \leq 0) \quad (11)$$

$$y_{Kalite} = \int_{L^{\odot-0,5}}^{L^{\odot+Q+0,5}} d_1 X^b \quad (-1 \leq b \leq 0) \quad (12)$$

$$y_{deger} = \int_{L^{\odot-0,5}}^{L^{\odot+Q+0,5}} v_1 X^b \quad (b > 0) \quad (13)$$

Denklem 11'deki $L' = L(1 - Z_c r)$ olarak ifade edilir ve Z_c ($0 < Z_c < 1$) olmak koşulu ile yeniden dizaynın öğrenme etkisi üzerindeki şiddetini göstermektedir. r ve $Z_c = 1$ olduğu takdirde, maliyet açısından öğrenme eğrisi, eğrinin başlangıç noktasında geri döner.

Denklem 12'deki $L' = (1 + Z_d r)$ ve Z_d ($Z_d > 0$) yeniden dizayn probleminin kalite kontrol açısından etkisini ifade eder. Z_d değeri yükseldikçe kalite kontrol etkisini de artıracaktır. Denklem 13'teki L' ise $L(1 + Z_u r)$ ve eşittir ve Z_u ($Z_u > 0$) yeniden dizaynın mamül değeri üzerindeki etkisini göstermektedir.

²² Koulamas, C. a.g. m. s.164.

Mamülün Hayat Seyri ve Öğrenme Eğrileri

Birçok endüstride öğrenme eğrisi üzerine yapılan araştırmalarda, orjinal öğrenme etkisi kadar öğrenmenin diğer etkilerinin de var olduğu ortaya konulmuştur. Bunlardan en önemlisi üretim iki katına çıktığında üretim kolaylıklarının genişlemesi ile mevcut olan potansiyel ölçek ekonomilerine de neden olmasıdır. Bu, bazı endüstrilerde belirli ölçülerde maliyet tarassuflarına da neden olabilir²³. Diğer taraftan, endüstride üretimin belirli bir düzeye ulaşması ile pratik olarak teknolojik gelişmeler yardımıyla üretim süreci de bazı gelişmelere neden olabilir. Bu değişimleri bir arada düşündüğümüzde, öğrenme uzun dönemde maliyet tarassufu sağlayacağı için endüstride yüksek öğrenme faktörüne sahip işletmeler, bu dönemde yüksek kümülatif toplam üretimde rakiplerine maliyet avantajı sağlayabileceklerdir.

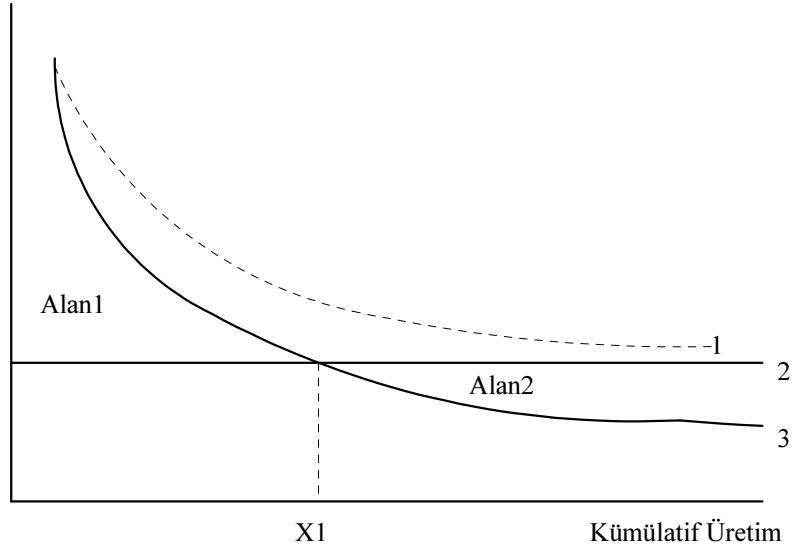
Tipik öğrenme eğrisi ve mamül hayat seyri eğrisi Şekil 4'te gösterilmiştir. Mamülün hayat eğrisi, zaman içerisinde mamülün getireceği gelirleri, öğrenme eğrisi ise yine aynı zaman içerisinde mamül maliyetlerindeki kümülatif azalmayı göstermektedir. Diğer bir ifade ile hayat eğrisi mamülün talebi açısından bazı ipuçlarını verirken, öğrenme eğrileri sadece maliyet ile ilgilidirler. Ancak, piyasada rekabet edebilecek firmalar maliyetleri iki yönde değerlendirirler. Birincisi; piyasada güçlü kalmak ve kendi maliyetleri ile rakiplerin maliyetlerini karşılaştırmak; ikincisi, piyasaya girmek isteyen potansiyel rakiplerin girişini engellemek için maliyet avantajı sağlamaktır. Bu bağlamda atak rakipler, mevcut işletmenin öğrenmeden dolayı sağlanacak maliyet avantajını dezavantaja dönüştürmek için daha düşük fiyat politikaları izleyebilirler.

Bu durumda pazarda yüksek öğrenme eğrisine sahip mevcut işletme, üretimin ilk dönemleride öğrenme eğrisi ile belirlenen maliyetlerin altında, uzun dönemde ise üstünde fiyat politikası izleyerek rekabet gücünü artırabilir.

Öğrenme eğrisinin hayat eğrisi ile ilişkisinin diğer bir boyutu , hayat eğrisinin giriş aşamasında gelirler sürekli artarken maliyetler sürekli düşmektedir. Bu ilişkiden dolayı, işletmeler daha erken bir zamanda giriş aşamasından büyüme aşamasına geçebilirler. Bu durum işletmeler için bir avantaj gibi değerlendirilse de, planlama ve kontrol açısından uzun dönem planları için her ikisinin ayrı ayrı kullanılması yerine birlikte kullanılması önerilir.

²³ Ward, Keith. Stratejik Management Accounting. Butterworth- Heinemann Ltd. Oxford,1992 s.54.

dolayısıyla kar düşük; tersine üretimin ileri aşamasında üretilen mamül maliyeti düşük, kar yüksek olacaktır. Bu farklılığın ortadan kaldırılması mamülün hayatı boyunca ortaya çıkacağı tahmin edilen ortalama maliyetin, elde edilecek gelir ile karşılaştırılması ile mümkün olacaktır. Belirtilen maliyetler arasındaki ilişki aşağıdaki şekil 5 ile açıklanabilir.



Şekil 5: Öğrenme eğrileri ve gider dağıtımını (kaynak: Morse, J.W. s.765)

Şekil 5'te 1.ci doğru mamülün ortalama birim maliyetini, 2.ci doğru hayat seyri boyunca mamülün ortalama birim maliyetini, 3.cü doğru ise öğrenmeye göre kümülatif birim maliyeti gösterir. Şekildeki X_1 noktasının altında ortalama birim maliyet, kümülatif ortalama birim maliyetinin altındadır, bu noktanın üzerinde ise ortalama birim maliyet kümülatif birim maliyetin üstündedir. Öğrenme eğrisi dağıtım modeline göre birim maliyetler mamülün hayat boyu ortalama birim maliyet ile değerlendirildiğinde, 2. nolu eğri ile 3. nolu eğri arasında fark oluşacaktır. Bu farklar sapma olarak algılandığında, mamülün ömrü sonunda, başlangıçtaki ertelenmiş maliyetler ile ikinci bölümdeki (alan II) gerçek maliyetler birbirine eşit olacağı için sapma sıfır olacaktır. Bununla birlikte öğrenmeden kaynaklanan maliyet farklılığı ortadan kalkarak; kar, sabit fiyatla satış miktarına bağımlı olarak mamülün hayat seyri boyunca eşit olacaktır.

Diğer Yönetim Kararları ve Öğrenme Eğrileri

Öğrenme eğrileri yukarıda belirlenen yönetim kararları dışında bir çok kararlarda kullanılır. Bu kararların başında ekonomik parti hacminin belirlenmesi, makine ihtiyaçlarının belirlenmesi ve planlanması, yönetimin performans değerlendirmesi gibi bir çok kararlarda kullanılmaktadır. Bunların

hepsinin bir makale içine konmasının mümkün olmadığından, konular kısaca izah edilecektir.

Ekonomik parti üretim hacmi, belirlenen talebi karşılamak amacıyla üretilecek mamül miktarının optimal seçimi ve stok bulundurma ile başlangıç maliyetlerini karşılaştıran klasik üretim problemidir. Öğrenme etkisi altında çalışan bir işletme, birim zamanda giderek artan bir üretim yapabileceği düşünülürse, önceden planlanan üretim ile satış ve stok arasında bir denge kurmak durumundadır. Ters durumda giderek artan üretim hacmi ile birlikte stok düzeylerinin artması stok bulundurma giderlerini de artırabilir. Parti üretim miktarları aynı düzeyde kalsa dahi, öğrenme etkisinden dolayı, birbirini takip eden partilerde, her parti bir önceki parti üretiminden daha az maliyetle üretilecektir.

Öğrenmenin, üretim maliyetleri ve dolayısı ile dönem sonu stoklarına etkisi üç başlık altında incelenebilir²⁵. Bunlardan birincisi öğrenmenin dönemden döneme transfer edildiği varsayıdır. Bu varsayım altında toplam N mamülün üretimi maliyetinin üretim devam etse veya ara verilse de değişmeyeceği ortaya çıkmıştır. Diğer bir ifade ile üretim dönemlerinin sayısı toplam N üretimin maliyetini etkilemeyecektir. İkincisi, öğrenmenin dönemden döneme transfer edilmediği varsayımdır. Bu durumda her bir dönemin başında yeni maliyet ile üretime başlanacağı için öğrenme faktör azaldıkça optimal parti üretim hacmi azalacaktır. Bunun sonucu olarak daha fazla parti üretime sahip işletmeler daha az avantaj sağlayacaklardır. Son olarak, öğrenmenin belli bir kısmının ileri dönemlere aktarıldığı varsayıdır. Buna göre; aynı öğrenme eğrisi her bir döneme uygulanır. Fakat, ilk parti üretimin maliyeti öğrenme faktörü dolayısı ile azalma eğilimindedir. Geleneksel ekonomik sipariş miktarı yöntemleri ile çözüme ulaşılabilir.

Öğrenme eğrileri üretme veya satın alma kararlarında da kullanılabilir. Üretme veya satın alma kararlarında, işletme kendi üretebileceği bir parçayı veya yarı mamülü dışardan satın alabilir. Bu tür bir kararda, parçanın dışardan satın alınması ile işletmede ortaya çıkabilecek boş kapasitenin diğer alanlarda kullanımının fırsat maliyeti de dikkate alınarak, alış fiyatı ile üretim maliyeti karşılaştırılarak karar verilir. Burada üretim maliyetinin hesaplanmasında öğrenme faktörü göz önüne alınmalıdır. Örneğin mamülün öğrenme eğrisi dikkate alınarak hesaplanan toplam maliyeti alış fiyatından büyük olduğunda satın alınmasına, tersi durumda ise üretilmesine karar verilir. Mamülün veya parçanın alış fiyatı üretim maliyetine eşit ise, yönetici bu noktada kayıtsız kalacaktır. Kayıtsızlık noktasındaki üretim veya alış miktarı; $pX = aX^{b+1}$ formülü ile hesaplanır. Deklemde, fiyat ve

²⁵ Gullledge, T.Thomas, Production rate, learning and program cost: Survey and bibliography Engineering Cost and Production Economics (11) 1978 s.223-236.

üretim maliyet verileri yerine konulup X açısında çözümlemesinde hesaplanacak X değeri karar verici için kayıtsızlık noktasını oluşturmaktadır. Ancak, unutulmaması gerekir ki üretime veya satın alma kararlarında, maliyet ve fiyat gibi parasal faktörlerle birlikte, kalitatif faktörler olarak kabul edebileceğimiz siparişlerin sürekliliği ve satıcılar ile olan özel ilişkilerin karar sürecine dahil edilmesi gerekmektedir.

SONUÇ

1950 li yıllardan beri yönetim muhasebesindeki karar verme problemleri 1970 ve 1980 li yıllarda baskısını giderek artırmıştır. 1970 lı yıllardan bu yana rekabetin giderek artması, maliyet kontrolüne dayalı karar seçeneklerine giderek artan bir önem kazanmıştır.

Öğrenme eğrileri maliyete dayalı işletme kararlarında işçinin işe alışması ile azalan üretim maliyetleri göz önüne alınarak bir çok yönetim kararlarında kullanılabilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son iki yüzyıl boyunca işletmelerin yönetim kararlarında çalışanları, alt üretim birimlerini ve işletmenin bir bütün olarak finansmanını kontrol etmek için muhasebe bilgilerinin dikkate alındığı göz önüne alınırsa, üretim maliyet bilgilerinin önemi daha da artmaktadır.

Makalemizde öğrenme eğrilerinin çeşitli işletme yönetimi kararlarında nasıl kullanılabileceği açıklanmağa çalışılmıştır. Şüphesiz ki makalede açıklanan her bir yönetim kararı öğrenme eğrileri ile birlikte ayrı birer makale kapsamında değerlendirilebilir. Ancak, konuyu literatürümüze sokma amacı ile her birisi genel olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Badiru, A.B, "Computational survey of univariate and multivariate learning curve models", IEEE Transaction Engineering Management, cilt 38, sayı 2 Mayıs, 1992
2. Bozkurt, Rıdvan; Asıl ,Nilufer. "Kalite politikası oluşturma süreci". Verimlilik Dergisi. M.P.M. yayınları 1995/3
3. Büyükmirza Kamil Maliyet Muhasebesinde Standart Maliyet Sapmaları ve Yönetim Kontrolü Açısından Analizi, A.I.T.I.A. Yayını Yayın no 87, Ankara;
4. Drury, C. Management and Cost Accounting. Chapman and Hall Ltd. London 1988
5. Gullidge, T.Thomas, Production rate, learning and program cost: Survey and bibliography Engineering Cost and Production Economics (11) 1978.

6. Güneş, Recep. Maliyete Dayalı Fiyatlandırma ve Türkiye Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi, G.Ü. Sosyal Bilimler Enst. Basılmamış Doktora Tezi, Ankara, 1991.
7. Harvey,D.W; Soliman ,Y.S. “Standart cost variance analysis in a learning environment”. Accounting and Business Research, no 11 1983
8. Imhoff, A.E.”The learning curve and its application”, Management Accounting, February 1978 .
9. Intyre, E.V. "Cost-Volume-Profit Analysis Adjusted for Learning". Managament Science No:10 , 1979
10. Klamous, C. “Quality improvement through product redesing and learning curve”. OMEGA Int.J. Of Mgmt. Sci. Cilt 20, sayı 2, 1992.
11. Lyall, D; Okah, K; Puxty, A. “Cost control into the 1990s”, Management Accounting, February,1990
12. Mallik K.A; Nturen A.C. "Cost estimation a complexity modelling problem", AACE Transaction, 1987,
13. McIntry,E.V. “ Cost -volume -profit analysis adjusted for learning curve”. Management Science, October, 1977
14. Ostwald, Phillip F. Cost Estimating . Prentice -Hall inc. New Jersey, 1984.
15. 15-Stephan W. L; Harris, Le Brone. “ The learning curve: A case study”, Management Accounting, February, 1978.
16. Timothy,L.Smunt. “ A comparison of learning curve analysis and moving average ratio analysis for detailed operational planning”. Decision Science, no 17, 1986
17. Ward, Keith. Stratejik Management Accounting. Butterworth-Heinemann Ltd. Oxford,1992
18. Wayne, J. Morse. Repoting production costs that followthe learning curve phenomenon . The Accounting Review , October, 1972,
19. Wildmann.H. “Cost estimating approaches of screenig and budged estimates for large scale technical projeets”. Production Management System. Folster, P. ve Ralstade A. Ed: North Holland Pub. Co.
20. Yoshikawa, Takeo; Innes, J; Michaell, F.”Japanese management accounting: a comparative survey”, Management Accounting, November, 1989,