ENFLASYON KOŞULLARI ALTINDA KLASİK E.S.M. FORMÜLÜNÜN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Müh. Sedat ŞARMAN
Ege Üniversitesi Makina Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Bu makalede, bilinen klasik ekonomik sipariş miktarı (E.S.M.) formülünün ilgili maliyetlerinin sabit olduğu varsayımı yerine, belirli (st) bir fiyat artışı ile yani bilinen enflasyon hızına göre değiştiği gözönünde tutularak bu formül yeniden çıkarılmıştır. Klasik E.S.M. formülü ile karşılaştırması yapılarak, enflasyon ortamında üretim-stok planlama yöneticilerinin verecekleri stok kontrol kararlarına ışık tutulmaya çalışılmıştır.

This paper deals with the well known classical formula for the economical order quantity (EOQ) which assumes that related costs are fixed, to derive a new one which takes into consideration the change in costs due to the current inflation rate. A comparison with the EOQ formula aims at guiding the inventory control decisions of production - inventory planning managers in an inflationary environment.

Bilindiği gibi 1970-1980 yılları bütün dünyada enflasyon yılları olmuştur. Özellikle 1973 arap petrol ambargosundan beri, dünyanın pek çok ülkesinde enflasyon hızı %8 den %40'lara göre değişim gösteren bir dağılım aralığında bulunmuştur.

Geçmiş yıllarda, işletmelerinde her bir kalem malın yenileme sipariş büyüklüğü üzerinde karar vermek için basit ekonomik sipariş miktarı (E.S.M.) formülünü kullanan üretim, malzeme ve satınalma yöneticileri, artık bu formülün doğruluğu üzerinde haklı olarak şüpheye düşer duruma gelmiştir. Özellikle belirttikleri husus, fiyatlar sabit olarak yükselirken, yenileme sipariş büyüklüğünün belirlenmesinde enflasyon maliyeti ihmal edilirse, işletmenin malzeme fonksiyonunu en iyi (optimum) bir düzeyde çalıştıramayacaklarıdır. Çünkü bilinmektedir ki klasik E.S.M. formülü enflasyon hızını hesaba katmamaktadır.

Klasik E.S.M. formülünün temel varsayımlarından birisi, çeşitli maliyetlerin sabit olduğudur. Fakat bugünkü dünyamızın ekonomik koşullarında %80'lere varan yıllık enflasyon hızları altında, E.S.M. formülünün nasıl değişebileceğini araştırmadan bu formülü kullanmak artık makul gözükmemektir.

Bilindiği gibi enflasyon, ulusal fiyat düzeyindeki artım hızıdır. Veya daha basit olarak, satmalma gücündeki azalma hızına enflasyon denilmektedir. Faiz ile enflasyon hızı arasındaki ilişki ilk olarak Fisher[1] tarafından şöyle ifade edilmiştir :

$$i = r + k$$

Burada, i = pazar faizi

r = gerçek faiz

k = sürekli bileşik enflasyon hızı = st

Buzacott[2] E.S.M. formülünün enflasyon koşulları altında değişimini inceleyen makalesinde, enflasyonun modelleştirilmesinde aşağıdaki yolu takip etmiştir. Varsayılır ki, birim zamanda birim liraya k TL. lik sabit bir enflasyon hızı vardır. Burada Reisman ve Rav'ın[3] fiyatların enflasyon hızına göre değişimini gösteren aşağıdaki formül esas alınmıştır.

Eğer, $P(T)$ = T anındaki fiyat indeksi (veya satınalma gücü) ise;

$$\frac{dP(T)}{dT} = k.P(T) \text{ dir.}$$

Böylece, $P(T) = P(0).e^{kT}$

elde edilir.

Yani, t anındaki bir $b(t)$ maliyeti, $t+\delta$ anında enflasyon sonucu $b(t+\delta)$ maliyeti haline gelir ki burada,

$$b(t+\delta) = b(t) + k.b(t).\delta \text{ dır.} \qquad \delta \rightarrow 0 \text{ iken,}$$

(1) Fisher, E., The Theory of Interest, Richard D. Irwin Co., N.Y. 1930.

(2) J.A. Buzacott, "E.O.Q. With inflation", Opr. Res. Qtrly., Vol. 26, 3, i, 1975, sy. 553-562.

(3) Reisman, Arnold ve Rav, "Stochastic Cash Flow Formulae Under Conditions of inflation", The Engineering Economist, VolXVIII, 1972, sy. 31.

Buradan;

$$\frac{d.b(t)}{dt} = kb(t) \text{ yazılabilir.}$$

Bu diferansiyel denklemin çözümü ile,

$$b(t) = b_0.e^{kT} \text{ elde edilir.}$$

Buradaki b_0, sıfır anındaki TL. maliyetidir.

Şimdi klasik E.S.M. formülünde sipariş miktarının saptanmasında kullanılan maliyetleri aşağıda tekrar ele alalım :

1) Hazırlık veya Sipariş Maliyeti: t anında yer alan bir sipariş için S(t)

2) Bir Kalem Malın Birim Satmalma Maliyeti: t anında satmalman bir kalem için c(t)

3) Stok Elde Bulundurma Maliyeti: t anında satmalmmış ve t+w anma kadar stokta tutulmuş bir kalem için h(t,t+w)dir.

Genellikle, [h(t,t+w) = r.c(t).w] olduğu varsayılır. Buradaki r; (TL/TL/Birim zaman) olarak stok elde bulundurma maliyetidir, (veya faiz oranıdır). Burada varsayılacaktır ki bir kalemin birim maliyeti ödünç paradan karşılanacaktır ki burada faiz oranı r sabittir.

Ayrıca bu kalem satıldığı zaman borç yeniden ödenecektir. Hesapların ödeme tamamlamasında bir gecikme yoktur ve satışlar yapıldığı zaman hiç bir kredi verilmez.

Şimdi burada da, sipariş miktarını belirleyen maliyetlerin enflasyon ortaya çıktığı zaman aynı olduğu varsayılacaktır. Yalnız burada S(t), C(t) = st. olduğu varsayımı yerine;

$$S(t) = S_0.e^{kt} \quad \text{ve} \quad c(t) = c_0.e^{kt}$$

olduğu kabul edilecektir.

Daha önceden bildiğimiz, normal E.S.M. formülü çıkarılışında olduğu gibi, bir kalem mal için talep, birim zamanda **D** ünite olarak sabittir.

Hazırlık ve elde bulundurma maliyetlerini dengelemek için, ($D.\tau$) büyüklüğünde kalem miktarı satın alınacaktır.

Buradaki τ, başarılı satın almışlar arasındaki sabit aralıktır.

Tedarik süresinin sıfır veya modeldeki talep hızıyla ilgili belirli bir sabit olduğu varsayılır.

Ayrıca, sipariş yerme ve satmalma maliyetlerinin, partinin teslim almış tarihinde geçerli olan kurallara uyduğu varsayılır.

Stok politikasının amacı, belirli planlama ufku L zaman biriminin sonuna kadar olan maliyetlerin minimizasyonu olarak varsayılacaktır.

p(t) olarak, t anında stoktan bir ünite çekildiği zaman teslim alınan fiyatı gösterelim. Bu taktirde,

$$\text{Bürüt parasal gelir} = \int_0^L p(t).D.dt$$

olacaktır.

Şimdi bu p(t) fiyat teşkili'nin çeşitli seçeneklerini düşünüp, uygun E.S.M. formülünü çıkarmak gerekir[4].

1.HAL : FİYATIN MALİYETLER GİBİ AYNI ENFLASYON'A KONU OLDUĞU HAL :

Fiyatın, sipariş verme politikasından bağımsız olduğu zaman bu sonuçlar uygulanacaktır. Eğer,

$$p(t) = P_0.e^{kt} \quad \text{ise,}$$

$$\text{Brüt gelir} = \int_0^L D.P_0.e^{kt}.dt$$

$$= \frac{D.P_0}{k}.\,(e^{kL}-1)$$

olur ki, bu gelir, sipariş aralığı τ'dan bağımsız olarak çıkmıştır. Bu nedenle optimum sipariş aralığı, L süresi boyunca maliyetlerin enküçüklenmesi ile bulunabilir.

(4) T.A. Buzacott, a.g.m., sy. 554.

Toplam maliyet şöyle olacaktır :

L süresindeki toplam maliyet = (Hazırlık maliyeti + Satınalma Maliyeti + Elde Taşıma Maliyeti)dir.

Şimdi varsayalım ki, $L = l.\tau$ dur ve buradaki l bir tamsayıdır.
(0,L) deki Hazırlık Maliyeti

$$= S_0 + S(\tau) + S(2\tau) + \ldots + S((l-1)\tau)$$
$$= S_0 (e^{kL} - 1) / (e^{k\tau} - 1)$$

(0,L) deki Satmalma Maliyeti

$$= D.\tau\ (c_0 + c(\tau) + c(2\tau) + \ldots + c((l-1)\tau))$$
$$= D.\tau.c_0 (e^{kL} - 1) / (e^{k\tau} - 1)$$

(0,L) deki elde taşıma maliyeti

$$= \sum_{n=0}^{L-1} \int_{n=0}^{\tau} D.h(n\tau,\ n\tau + w).dw$$

$$= \frac{D.r.\tau^2}{2} . c_0 (e^{Lk} - 1) / (e^{k\tau} - 1)$$

Böylece (O,L) dönemindeki toplam maliyet

$$c(L, \tau) = \left(S_0 + D.\tau.c_0 + \frac{D.r.\tau^2.c_0}{2} \right) . \left(\frac{e^{kL} - 1}{e^{k\tau} - 1} \right)$$

olur. İşte burada istenen (O,L) dönemindeki toplam maliyetleri enküçükleyen bir τ değerinin bulunmasıdır. Burada not edelim ki, yukarıda L/τ nun bir tamsayı olduğu varsayılmıştı. Bu tip bir varsayım, pek çok E.S.M. çıkarılışında da bulunmaktadır. Eğer bu durum tanınırsa, çözüm için normal yaklaşım $C(L, \tau)$ yu enküçükleyen τ'nün değerini bulmaktır. Toplam maliyetin τ'ya göre birinci türevinin sıfıra eşitlenmesi yani,

$$\frac{dc(L, \tau)}{d\tau} = 0 \qquad \text{yapılır.}$$

Burada L, τ'nun bir integral çarpanı olduğu ihmal edilmektedir.

Bu yukarıdaki ifade eksponensiyel ihtiva ettiği ve basit bir açıklama vermediği için, bu noktada $e^{k\tau}-1$ için kuardatik yaklaşım kullanılacaktır.

Bildiğiniz gibi, $1+\lambda+\dfrac{\lambda^2}{2!}+\dfrac{\lambda^3}{3!}+\ldots$ serisinin limiti e^λ dır. Bu nedenle

$$e^\lambda-1=k\tau+k^2.\frac{\lambda^2}{2!}$$

şeklinde

$$e^{k\tau}-1=k\tau+k^2.\frac{\tau^2}{2}$$

eşitliği kullanılabilecektir.

Buradan

$$c(L,\tau)=\left(S_0+D.\tau.c_0+\frac{D.r.\tau^2.c_0}{2}\right).\left(\frac{e^{kL}-1}{k\tau+k^2\tau^2/2}\right)$$

yazılır ve türevi sıfır yapılarak,

$$\tau^2.\frac{D.c_0.(r-k)}{2}-S_0.(1+k\tau)=0$$

haline gelir, veya

$$\tau=\sqrt{\frac{2S_0.(1+k\tau)}{D.c_0.(r-k)}}\quad \text{olur.}$$

Klasik E.S.M. formülü, enflasyon olmadığı ve i faiz oranı ile

$$\tau'=\sqrt{\frac{2S_0}{D.c_0.i}}\quad \text{şeklinde olacaktır.}$$

Bu nedenle yukarıdaki formülde pay'daki $\sqrt{(1+k\tau)}$ terimi olmasaydı, enflasyon ile olan E.S.M. $i=r-k$ faiz oranlı fakat enflasyonsuz E.S.M. ile aynıdır. k'nın ve τ''nün pek çok değeri için bu terim nisbeten küçüktür ve E.S.M. üzerinde sadece önemsiz bir etkisi vardır.

Örneğin, %20 lik enflasyon hızında $\tau=0,3$ ise $\sqrt{(1+k\tau)}=1,03$ olur.

Görülmektedir ki, banka faiz oranı r ile enflasyon hızı k arasındaki fark belirli ortamda ve uzun dönemde sabit çıkabilmektedir. Şüphesiz kısa vadeli dalgalanmalar söz konusu olabilir.

II. HAL : FİYAT, SİPARİŞ VERME POLİTİKASINA BAĞLIDIR

Batı iş hayatı uygulanmasında pekçok işletme, sipariş verme politikasına bağlı olacak şekilde fiyatlarını teşkil etmek zorunda kalmaktadır. Esas olarak bu işletmelerde fiyat teşkili için üç mümkün olasılık vardır :

1) Satmalma maliyeti üzerindeki sabit bir marjı fiyatlandırmak;

2) Satmalma maliyeti üzerindeki sabit nakit miktarını fiyatlandırma;

3) Satmalma maliyeti ile kendilerine tahsis edilebilen bütün iç maliyetlerin toplamı tarafından tesbit edilen fiyat.

Buzacott[5] bu üç durumu daha detaylı olarak açıklamış ve uygun E.S.M. formüllerini aşağıdaki gibi çıkarmıştır.

1) SATINALMA MALİYETİ ÜZERİNDEKİ SABİT MARJ'IN FİYATLANDIRILMASI :

Eğer t anında satmalman bir kalemin satmalma maliyeti c(t) ise ve eğer bu kalem, yukarıdaki yönteme göre $(t, t+\tau)$ dönemi içinde satılmış ise bu kalemin satış fiyatı,

$$p(t, t+\tau)=(1+m).c(t)$$

olacaktır. Buradaki (m) müsade edilen bir marjdır ve genellikle bir % ile ifade edilir.

(5) T.A. Buzacott, a.g.m., sy. 555.

Varsayılır ki ($L = l.\tau$ olduğu zaman, ki burada l bir tam sayıdır. (O, L) dönemindeki brüt gelir,

$$= \sum_{n=0}^{l-1} D.\tau.c(n\,\tau).(1+m)$$

dir. Şimdi eğer satınalma maliyetinde bir enflasyon sözkonusu ise, yani,

$$c(n\tau) = c_0.e^{kn\tau}$$

ise, bu taktirde brüt gelir,

$$= c_0.D.\tau.(1+m).\left(\frac{e^{kL}-1}{e^{k\tau}-1}\right) \text{ olur.}$$

(O, L) üzerindeki toplam maliyet, (1) eşitliği ile verilecektir. Öyle ki,

$$\text{Net Gelir } R(L, \tau) = \left[c_0.D.\tau.(1+m) - D.\tau.c_0 - S_0 - \frac{D.r.\tau^2.c_0}{2}\right].\left(\frac{e^{kL}-1}{e^{k\tau}-1}\right)$$

şeklindedir. Burada da kuadratik yaklaşımın kullanılmasıyla, optimum sipariş aralığı,

$$\tau' = \sqrt{\frac{2S_0.(1+k\tau)}{D.c_0.(r+km)}}$$

haline gelir. Böylece paydaki $(1+k\tau)$ terimi hariç E.S.M., enflasyonsuz fakat $i = r+km$ faiz oranlı E.S.M. olmaktadır.

2) SATINALMA MALİYETİ ÜZERİNDEKİ SABİT BİR MİKTARI FİYATLANDIRMAK :

Eğer işletme maliyetlerinden çoğu, belirli bir zaman aralığından sonra, sadece enflasyonla etkileniyorsa, yine aynı makalesinde Buzacott[6] sabit marj kuralının önemli kâr artımları meydana getireceğini ve bu nedenle de işletme maliyetleri için sabit bir para tahsisatı kullanarak fiyatların teşkil edilmesinin bazı durum-

(6) T.A. Buzacott, a.g.m., sy. 556.

larda desteklenebileceğini ifade etmektedir. Fakat enflasyon yeterli bir uygunlukta sürerse bu tahsisat periyodik olarak gözden geçirilmelidir. Bu durumda, $p(t, t+\tau)$ fiyatı, $p(t, t+\tau) = c(t) + P$ şeklinde yazılır ve (O, L) dönemindeki brüt gelir,

$$= c_0.D.\tau \left(\frac{e^{kL}-1}{e^{k\tau}-1}\right) + D.L.P.$$

haline gelir. Net gelir ise,

$$R(L, \tau) = D.L.P - \left(S_0 + \frac{D.r.\tau^2.c_0}{2}\right) \cdot \left(\frac{e^{kL}-1}{e^{k\tau}-1}\right)$$

olur. Böylece optimum sipariş aralığı,

$$\tau' = \sqrt{\frac{2S_0.(1+k\tau)}{D.c_0.r}}$$

şekünde elde edilir. Yani E.S.M., enflasyonsuz fakat $i=r$ faiz oranlı E.S.M. olur.

3) SATINALMA MALİYETİNE, KALEME TAHSİSİ MÜMKÜN BÜTÜN İÇ MALİYETLERİN EKLENMESİYLE TESBİT EDİLEN FİYAT DURUMU :

Bu halde, net kâr, τ dan bağımsız olacaktır. τ = başarılı siparişler arasındaki aralıktır. Öyleki artık ekonomik sipariş miktarı yoktur. Bu sonuç ise ifade etmektedir ki, bu seçenek, işletme kaynaklarının kullanılmasında verim artışı vermeyecektir.

SONUÇLAR VE YORUMLAR :

Buzacott[7] bu yukarıdaki sonuçlara göre, enflasyon varken E.S.M. formülünün halâ geçerli olacağını ifade etmekte, fakat o şekilde modifiye edilmeli ki, faiz oranı veya stok taşıma yükü (i) nin işletmenin kullandığı fiyatlandırma politikasına uygun biçimde seçilmesi gerektiğini savunmaktadır.

---

(7) J.A. Buzacoot, "Economic Order Quantities Under Inflation", Working Paper, No. 74-006, Dept. of Industrial Engineering, Univ. of Toronto, June 1979, sy. 10.

Eğer fiyatlar, yenileme sipariş zamanından bağımsız olarak değişiyorsa, stok bulundurma yükü düşük olacak ve enflasyon hızından bağımsız kalacaktır. Bununla beraber "çift kat etiketlendirme"ye izin verilmediği zaman ve işletme sabit bir yüzdesel marj kullanıyorsa, elde bulundurma yükü yüksek olur ve enflasyon hızı ile bu marj miktarına bağımlı olur.

Sonuç olarak önemli olan husus şudur ki, teori ile uygulama arasında çıkan farklılıkta, enflasyon önemli bir faktör olmaktadır. Fiyatların rekabet pazarı ile belirlendiği ortamdaki işletmelerde veya yedek parça gibi mamuller için satış fiyatı siparişlerin ne zaman verileceğinden bağımsız olacaktır, ve öyle ki, düşük değerli bir (i) uygun gelecektir. Büyük işletmelerde, tipik oligopolistik pazar sonucu fiyatlar sabit yüzdesel marj kullanılarak saptanmaktadır. Bu nedenle E.S.M. mda yüksek değerli bir (i) uygun olacaktır. Bu durumda yöneticilerin (i) seçimi kendilerinin risk davranışlarına olduğu kadar, enflasyon baskısı anlayışlarına bağlı kalmaktadır.

FAYDALANILAN KAYNAKLAR

1 — J.A. Buzacott, "E.O.Q. With Inflation", Opr. Res. Qtrly., Vol. 26, 3, 1975.

2 — J.A. Buzacott, "Economic Order Quantities Under Inflation", Working Paper, No. 74-006, Dept. of Industrial Engineering, Univ. of Toronto, Toronto, June 1979.

3 — Fisher, E., The theory of Ihterest, Richard D. Irwin Co., New York, 1930.

4 — Goyal, S.K., "An Inventory Model for a Product Which Purchase Price Fluctuates", New Zeal. Opr. Res., 3, 2, 1975.

5 — Reisman, A., ve Raw, "Stochastic Cash Flow Formulae Under Conditions of Inflation", The Engineering Economist, Vol. XVIII, 1972.

6 — Uman, N., Enflasyon Muhasebesi, Teori-Uygulama, İşletme Bölümü, İdari Bilimler Fakültesi, Boğaziçi Üniversitesi, Yayın No. 155, İstanbul, Nisan, 1979.

7 — Weiss, H., Lev. B., ve Soyster, A.L., "Finite Horizon E.O.Q. Models With Non Stationary Costs", Working Paper, Bureau of Economic and Business Research, School of Business Administration, Temple University, Philadelphia, May, 1978.