

ATELYE TİPİ ÜRETİM TARZINDA İŞ SERİSİ BÜYÜKLÜĞÜNÜN VE HAZIRLAMA SÜRESİNİN KARŞILIKLI İLİŞKİLER ÇERÇEVESİ İÇİNDE BELİRLENMESİ*

Tamer MÜFTÜOĞLU

1. SORUNUN ORTAYA KONUMU

Atelye tipi üretim biçiminin belirgin özelliği, değişik nitelik ve nicelikteki ürünleri üretmek üzere çok amaçlı (universal) iş makinalarının üretim sürecindeki değişik işlere göre işlevsel (fonksiyonel) olarak merkezi bir biçimde yerleştirilmiş olmalarıdır. Eğer bir işletmenin üretim bölümü atelye tipi üretim tarzının bu belirgin özelliğini taşıyorsa, alıcıların isteklerine uygun tip ve boyutlarda ürünler üretilenilecektir. Bunun sonucu olarak da bu tür bir işletmede genellikle siparişe dönük tarzda üretim yapılacaktır.

Atelye tipi üretim tarzının olumlu yönleri olarak, işletme esnekliğini artırıcı, stok ve pazarlama giderlerinden tasarruf sağlayıcı, satış rizikosunu azaltıcı etkileri sayılabilir. Buna karşın üretim maliyeti açısından ortaya çıkacak olumsuz etkilerinin mümkün ölçüde azaltılmasına çalışılmalıdır. Bu konuda ilk olarak, aynı veya değişik müşterilerden gelen homojen siparişler (ürün) ve -çok daha geniş olanaklar sunması nedeniyle- özellikle değişik ürün çeşitlerinin üretiminde yapılması gerekli homojen işler (delme, tornalama, frezeleme, taşlama vb.) büyük seriler (gruplar) halinde toplanabilir¹. Böylece atelye tipi üretim tarzında da yığın üretimin maliyetini azaltıcı yöndeki olumlu etkilerinden piyasanın elverdiği sınırlar içerisinde faydalanılması mümkündür.

x Bu sorun, yazarın doktora çalışmasında sanayi işletmelerinde üretim kapasitesinin ölçülmesinde ölçme zamanına hangi hazırlık zamanının esas alınması gerektiği hususunda ortaya çıkmıştır. Söz konusu çalışmada konunun ayrıntılarına girilmemiş, sorunun önemi sadece bir dipnotda belirtilebilmiştir. Bkz.: M.Tamer Müftüoğlu: *İşletme Ekonomisi Açısından Sanayi İşletmelerinde Üretim Kaasitesi; Üretim Kapasitesinin Yapısı, Ölçülmesi ve Büyüklüğü*, Ankara 1975 (Basılmamış Doktora tezi) s. 117, dipnot 78.

1 Homojen ürünlerden ziyade homojen işlerin aynı seride büyük gruplar halinde toplanması çok daha olasıdır ve burada üretim maliyetini azaltıcı büyük olanaklar vardır. Çünkü değişik ürün çeşitleri de olsa bunların üretiminde birçok homojen işler yapılmaktadır.

İşletmede belli bir döneme ilişkin olarak saptanan üretim programının (hangi ürün çeşitlerinden hangi miktarlarda üretileceği) içerdiği ürünlerin hangi üretim ünitelerinde (atelyeler) hangi zamanlarda üretileceğini açıklayan bir zaman planlamasıyla (üretim sürecinin zamansal planlanması) tamamlanması gerekecektir. Bu zaman planlaması, yukarıda belirtilen yığın üretimin yararlarından mümkün olduğu kadar faydalanabilmek için, tek tek siparişlere göre değil, tüm üretim programı esas alınarak belirlenir. Söz konusu döneme ait üretim programının içerdiği ürünler kendisini oluşturan işlere çözümlendikten sonra ortaya çıkan homojen iş çeşitleri, atelye tipi üretim tarzında yığın üretimin yararlarından faydalanmanın hareket noktasını teşkil edecektir².

Atelye tipi üretimi tarzına göre faaliyette bulunan işletmelerin ana hedeflerini i) Ortalama kapasite kullanım derecesinin maksimum kılınması ve ii) Ortalama ürün üretim süresinin minimum kılınması ikili amacı teşkil eder³. Belirtilen bu iki hedefin en iyi şekilde gerçekleştirilmesi üretim sürecinin zamansal planlamasının tek tek atelyelerde ayrı ayrı değil, işletmenin iş hazırlama bölümünde merkezi olarak planlanmasıyla mümkündür.

Ancak iş hazırlama kısmında çelişkili bir durumda karşılaşılr. Bir yandan üretim programını oluşturan homojen iş çeşitleri, yığın üretimin yararlarından faydalanmak üzere mümkün olduğu ölçüde büyük serilerde toplanmaya çalışılırken, öte yandan serilerin büyütülmesi karşısında sermaye ve stok masrafları⁴ artar. Artan sermaye ve stok masrafları ise iş serilerinin büyütülmesini ekonomik yönden frenler. Bunun sonucu olarak üretim programının içerdiği tüm homojen işlerin aynı seride toplanması genellikle ekonomik bakımdan anlamsızlaşır. Bu durumda yapılacak olan, tüm homojen işleri aynı grupta toplamak yerine alt gruplara ayırmak: i- homojen iş grubuna ait ii- alt grubun üretimi tamamlandıktan sonra, y- homojen iş grubuna ait yi- alt grubunun üretimine geçmek ve daha sonra i- homojen iş grubuna ait i2-, i3 gibi diğer alt grupların üretimini ele almaktır. Örneğin üçer alt grupta toplanmış olan A-, B- ve C- homojen iş gruplarının üretimi, j-iş yerinde,

2 Bu homojen iş çeşitlerinin aynı seride toplanabilmesinin, ancak her ürün çeşidine ait işlem sıralaması seçeneklerinin teknik tarafından belirlenen sınırları içinde mümkün olacağı açıktır.

3 Atelye sisteminde bu iki hedefin aynı zamanda gerçekleştirilmesi olanaksızdır. Bu durum literatürde "iş akımı planlamasının ikilemi" kavramıyla ifade edilmektedir. Bkz. Gutenberg E.: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre*, 1. Band., Produktion, 8/9.baskı, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963, s. 156.

Bu ikilem ancak, atelye sisteminden akan iş sistemine (hat tipi organizasyon, kesintisiz üretim) geçerek ortadan kaldırılabilir.

4 Burada söz konusu olan ürün stokları değil, ara stoklardır.

önce tüm A, sonra tüm B ve nihayet tüm C üretimi şeklinde değil; A_{1j} , C_{1j} , A_{2j} , B_{1j} , C_{2j} , B_{2j} , C_{3j} , A_{3j} , B_{3j} işlem sırasını izleyen bir tarzda gerçekleştirilecektir⁵.

Atelyeler her homojen iş alt grubu için yeniden hazırlanır ve bu süre içinde de üretim durur. Örneğin A- homojen iş grubuna ait j- iş yerinde yapılması gerekli hazırlık süresi 1 saat ise; tüm A- homojen işleri aynı seride toplansaydı bu iş grubuna ait toplam hazırlık süresi 1 saat olacaktı. Halbuki yukarıdaki gibi A- homojen iş grubunun j- iş yerindeki üretimi A_{1j} , A_{2j} ve A_{3j} şeklinde üç alt gruba ayrıldığında, A- homojen iş grubuna ait j- iş yerinde yapılması gerekli toplam hazırlama süresi 3 saate çıkmaktadır. Böylece sermaye ve stok masraflarının etkisiyle tüm homojen işlerin tek bir seri yerine birkaç seride toplanmasıyla (homojen iş gruplarının alt gruplara ayrılmasıyla) hem yığın üretimin yararlarından daha az faydalanılmakta ve hem de hazırlama süresinin artması nedeniyle ortaya çıkan üretim kaybı işletmeye ek bir külfet yüklemektedir. Tabii ki, eğer bu olumsuz etkiler sermaye ve stok masraflarından sağlanan tasarruflarla karşılanabiliyorsa, işletmede tüm homojen işlerin büyük bir seri yerine daha küçük serilere ayrılarak üretimi tercih edilecektir.

Yukarıda sözü edilen her homojen iş grubuna ait alt gruplar işletme iktisadında "seri" kavramıyla, her serinin içerdiği homojen iş sayısı da "seri büyüklüğü" kavramıyla ifade edilmektedir. "Optimum seri büyüklüğü" kavramı ise, seri büyüdükçe ortaya çıkan yığın üretimin sağladığı maliyet tasarruflarını, fakat öte yandan artan sermaye ve stok masraflarını da dikkate alarak hesaplanan, birim maliyetin minimum kılındığı seri büyüklüğü için kullanılmaktadır. Bu kavramlar literatürde genellikle doğrudan doğruya ürün esas alınarak kullanılır. Burada ise, seriye ürünün elde edilmesi için gerekli iş çeşitleri esas alındığından bu kavramlar yerine "iş serisi", "iş serisi büyüklüğü" ve "optimum iş serisi büyüklüğü" kavramlarının kullanılması daha uygundur.

Belli bir homojen iş grubuna ait seriden başka bir homojen iş grubuna ait seriye geçerken, iş yerinin bu yeni homojen iş grubunun üretim düzenine göre hazırlanması gereği yukarıda belirtilmişti. Bu hazırlık faaliyetleri bir yandan sabit maliyetler ortaya çıkarırken, öte yandan da bu iş yerinde üretimin hazırlama süresi boyunca durmasına neden olurlar. Bu koşullar altında, eğer hazırlama süresi işlem süresini etkilemeseydi, işletme için en elverişli yol hazırlama süresinin minimum seviyede tutulması olacaktır. Ancak, iş yerinin yeni homojen iş gru-

⁵ Burada $A_{1j} + A_{2j} + A_{3j} = A$; $B_{1j} + B_{2j} + B_{3j} = B$ ve $C_{1j} + C_{2j} + C_{3j} = C$ olduğu kabul edilmektedir.

bunun üretimi için daha etkin bir şekilde hazırlanması ve bu nedenle hazırlama süresinin uzatılması genellikle işlem süresini kısaltmaktadır. Bu durum atelye sisteminin geçerli olduğu mekanik üretimde özellikle söz konusudur. Bu durumda atelye sisteminde işlem süresinin hazırlama süresinden bağımsız varsayılması yerine, genellikle işlem süresinin ve hazırlama süresinin birbirleriyle ters yönlü bir ilişki içinde olan iki büyüklük olarak ele alınması atelye sisteminin üretim şartlarına daha uygundur. Bu durumda amaç, iş yerinde hazırlama süresinin minimum kılınması yerine, hazırlama süresi ve işlem süresi toplamını ifade eden "üretim süresinin" minimumlaştırılması olarak planlamaya esas alınacaktır. İşte, işletme iktisadında bir seriye ait toplam üretim süresini minimum kılan hazırlama süresi olarak tanımlanan ve "optimum hazırlama süresi" kavramıyla ifade edilen hazırlama süresi budur.

Aşağıda "optimum iş serisi büyüklüğü" ve "optimum hazırlama süresi" kısaca açıklandıktan sonra, bu iki büyüklüğün karşılıklı ilişkileri üzerinde durulacaktır.

2. OPTİMUM İŞ SERİSİ BÜYÜKLÜĞÜ VE OPTİMUM HAZIRLAMA SÜRESİ

2.1. *Optimum İş Serisi Büyüklüğü*⁶

Yukarıda "iş serisi büyüklüğü", işletmenin belli bir döneme ait üretim programını (hangi ürünlerin hangi miktarlarda üretileceği) içeren ürün çeşitlerinin üretimi için gerekli herhangi bir homojen iş grubunun (setinin) bir alt gurubu (alt seti) olarak tanımlanmıştı. Şayet üretim programının gerektirdiği her iş çeşidine ait tüm homojen işler tek bir seride toplanmışsa (yani alt gruplara ayrılmamışsa), bu iş çeşidini kapsayan seri büyüklüğü maksimum seviyededir. Seri sayısı arttıkça bu maksimum büyüklük alt gruplara ayrılmış olacak, dolayısıyla seri büyüklüğü azalacaktır. Yani homojen iş grubunun kapsadığı iş sayısı sabit kabul edilirse, seri büyüklüğü ile seri sayısı arasında ters yönlü bir ilişki vardır.

⁶ Bu konu işletme iktisadıl iteratüründe alım faaliyetlerine ilişkin olarak "Optimum sipariş miktarı" stoklama faaliyetlerine ilişkin olarak "Optimum stok büyüklüğü" ve üretim faaliyetlerine ilişkin olarak da "optimum seri büyüklüğü" konuları altında incelenmektedir. Bu konuda geniş bilgi için bkz. L. Pack: *Optimale Bestelmenge und Optimale Losgröße*, Wiesbaden 1964, ve A. Angermann. *Entscheidungsmodelle*, Frankfurt 1963, s. 97-116. Burada seriye ürün miktarı değil, ürün üretimi için gerekli iş çeşitleri esas alınmakta ve dolayısıyla "optimum seri büyüklüğü" yerine "optimum iş serisi büyüklüğü" kavramı kullanılmaktadır. Bu konuda bkz. T. Ellinger: *Ablaufplanung*, Stuttgart 1959, s. 87. Bundan böyle yazıda sadece "seri büyüklüğü" kavramı kullanılsa bile, bu kavram "iş serisi büyüklüğü" anlamında kullanılacaktır.

Aşağıda birim iş maliyetini minimum kılan iş serisi büyüklüğünün cebirsel olarak belirlenmesinde kullanılan ifadeler açıklanmaktadır.

- m_i = Belli bir döneme ilişkin üretim programının içerdiği ürünlerin üretimi için gerekli i -iş çeşidine ait homojen iş sayısı. Şayet üretim programının üretimi için n iş çeşidi gerekliyse, $i = 1, 2, \dots, n$ dir.
- t_i = i - homojen iş çeşidine ait birim işlem süresi.
- k_{di} = i - homojen iş çeşidine ilişkin birim değişken maliyet
- r = bir dakikaya düşen sermaye maliyeti + stok maliyeti oranı yüzde olarak (üretim sürecine bağlanan 100.-TL.lık çalışma sermayesinin bir dakikada gerektirdiği faiz ve stok giderleri yüzde oranı).
- K_{si} = i - homojen iş çeşidine ilişkin ve her serinin üretimi için gerekli seri sabit maliyeti⁷.
- K_{Tsi} = i - homojen iş çeşidine ait toplam sabit maliyet
- x_i = i - homojen iş grubuna ait seri büyüklüğü
- x_{iopt} = i - homojen iş grubuna ait optimum iş serisi büyüklüğü.
- M_{si} = Seriyeye ait sermaye ve stok masrafları (i -iş grubu)
- M_{Ti} = Toplam sermaye ve stok masrafları (i -iş grubu)
- K_{Ti} = i - homojen iş çeşidine ilişkin toplam maliyet (sabit maliyetler + sermaye ve stok masrafları)
- $\left(\frac{m_i}{x_i}\right)$ = i - homojen iş çeşidine ilişkin seri sayısı
- b = tek bir iş birimi için bekleme süresi (ara stok süresi olarak)
- B = Serinin bekleme süresi (ara stok süresi olarak)

Yukarıda da belirtildiği üzere serinin büyütülmesi (veya seri sayısının azaltılması üretim maliyetini sabit maliyetler yönünden olumlu olarak (yığın üretimin yararları), sermaye ve stok masrafları yönünden ise olumsuz olarak etkilemektedir. Optimum iş serisi büyüklüğü de bu

⁷ (K_{si}) seri büyüklüğüne değil, seri sayısına bağlıdır. Seri sayısı arttıkça (veya seri büyüklüğü azaldıkça) sabit maliyetler tekrarlanacağından toplam sabit maliyet tutarı yükselecektir. Şayet i -homojen iş çeşidine ait tüm işler tek bir seride toplanmışsa -ki bu durumda seri büyüklüğü maksimumdur- K_{si} bir defa ortaya çıkacak, sabit maliyetler mümkün olan en fazla sayıda işe dağılacak ve birim işe düşen sabit maliyet payı en az seviyede olacaktır. Burada yığın üretiminin yararlarından en etkin biçimde faydalanılmaktadır. Bu bakımdan ortaya çıkan iş serisinin büyütülmesi eğilimi, serinin büyütülmesiyle artan sermaye ve stok masrafları tarafından frenlenmektedir.

iki karşıt etkinin sonucunda birim iş maliyetinin minimum kılındığı seri büyüklüğü olarak belirlenecektir⁸.

Seri büyüklüğü (x_i) arttıkça seri sayısında (m_i/x_i) düşüş olacağından i -homojen iş çeşidine ait toplam sabit maliyetler

$$(1) K_{Tsi} = \frac{m_i}{x_i} \cdot K_{si}$$

fonksiyonuna göre azalacaktır. i -homojen iş çeşidine ait tüm homojen işler tek bir seride toplanırsa, seri büyüklüğü maksimum seviyeye ulaşacak ve sonuç olarak

$$1) m_i = x_i$$

$$2) \frac{m_i}{x_i} = 1$$

$$3) K_{Tsi} = K_{si}$$

olacak ve böylece (K_{Tsi}) minimum seviyede tutulacaktır.

Serinin sermaye ve stok masrafları ise esas itibariyle bekleme süresi tarafından belirlenmektedir. Bir serinin ancak tamamı işlendikten sonra grup halinde bir sonraki iş yerine gönderileceği varsayımıyla, serinin bekleme süresi (B) seri büyüklüğüne (x_i) bağlıdır. Seri büyüdükçe serinin bekleme süresi de artacaktır. Tek bir iş birimi için bekleme süresi (b) seri büyüklüğünün (x_i) ve birim işlem süresinin (t_i) bir fonksiyonu olarak

$$(2) b = (x_i - 1) \cdot t_i$$

formülüne; x_i adet işden oluşan serinin bekleme süresi (B) ise

$$(3) B = [(x_i - 1) \cdot t_i] \cdot x_i$$

formülüne göre belirlenebilir. ⁴

Sermaye ve stok masrafları sadece işletmede geçerli iş zamanı içinde değil, tüm takvim zamanı içinde etkili olacağından, yukarıdaki bekleme süresi formülünün takvim zamanını kapsayacak şekilde genişletilmesi gerekir. Takvim zamanının iş zamanına oranı (a) ile gösterilirse, serinin bekleme süresi formülü

$$(4) B = [(x_i - 1) \cdot t_i] \cdot x_i \cdot a$$

veya

$$B = x_i^2 \cdot t_i \cdot a - x_i \cdot t_i \cdot a$$

⁸ Bu konuda Bkz. T.Ellinger: *Ablaufplaug*, a.g.e., s. 87 vd.

şeklinde düzeltilmelidir⁹.

Bu şekilde saptanan bekleme süresini maliyet olarak aşağıdaki şekilde belirleyebiliriz: bir dakikada birim işe düşen sermaye ve stok masrafları ($r \cdot k_{di}$) çarpımından ibarettir. Buna göre tek bir iş birimine düşen sermaye ve stok masraf payı

$$b \cdot r \cdot k_{di}$$

ve (2) formülüne göre (b) değeri yerine konursa

$$x_i \cdot t_i \cdot r \cdot k_{di} - t_i \cdot r \cdot k_{di}$$

olarak; seriye ait sermaye ve stok masrafları ise

$$B \cdot r \cdot k_{di}$$

ve (4) formülüne göre (B) değeri yerine konursa

$$(5) M_{si} = (x_i^2 \cdot t_i \cdot a - x_i \cdot t_i \cdot a) r \cdot k_{di}$$

olarak belirlenir.

Söz konusu i- homojen iş grubuna ait toplam maliyetin (K_{Ti}), toplam sabit maliyetlerle (K_{Tsi}) toplam sermaye ve stok maliyetlerinden (M_{Ti}) oluştuğu kabul edilirse¹⁰.

$$(6) K_{Ti} = M_{Ti} + K_{Tsi}$$

yazılabilir. Bu formülde K_{Tsi} ve M_{Ti} değerleri olarak

$$M_{Ti} = \frac{m_i}{x_i} \cdot M_{si}$$

ve (1) formülüne göre

$$K_{Tsi} = \frac{m_i}{x_i} \cdot K_{si}$$

değerleri yerine konursa, (6) eşitliği

$$K_{Ti} = \frac{m_i}{x_i} \cdot M_{si} + \frac{m_i}{x_i} \cdot K_{si}$$

9 Örneğin, bir işletmede tek vardiya (8 saat) çalışılıyor ve günlük iş molaları olarak toplam 2 saat ayrılıyorsa, işletmede günlük çalışma süresi 6 saattir. Bu durumda $a = \frac{24}{6} = 4$

olarak saptanır. Aynı dinlenme molaları düzeninde günde iki vardiya çalışılırsa, $a = \frac{24}{12} = 2$ olur.

10 Optimum seri büyüklüğünün hesaplanmasında birim değişken maliyetin (k_{di}) seri büyüklüğünden bağımsız olduğu kabul edildiğinden, birim değişken maliyet ve dolayısıyla toplam değişken maliyet unsurları toplam maliyet (K_{Ti}) kapsamının dışında bırakılmıştır.

şeklini alacaktır. (M_{si}) nin (5) formülündeki değeri yerine konursa, i-homojen iş grubuna ait toplam maliyet

$$(7) \quad K_{Ti} = \frac{m_i}{x_i} (x_i^2 \cdot t_i \cdot a - x_i \cdot t_i \cdot a) \cdot r \cdot k_{di} + \frac{m_i}{x_i} \cdot K_{si}$$

formülüne göre belirlenir. Yukarıda yapılan varsayımlar dikkate alındığında, (7) formülüne göre (K_{Ti}) yi belirleyen faktörlerden sadece (x_i) nin değişken olduğu, diğer faktörlerin sabit kabul edildiği anlaşılacaktır. Buna göre

$$K_{Ti} = K_{Ti}(x_i)$$

fonksiyonu yazılabilir. Bu fonksiyona göre (7) formülündeki eşitliğin (x_i) ye göre birinci türevinin sıfıra eşit kılındığı seri büyüklüğü, i-homojen iş grubuna ait toplam maliyeti (K_{Ti}) minimum kılan optimum iş serisi büyüklüğüdür.

$$\frac{dK_{Ti}(x_i)}{dx_i} = m_i \cdot t_i \cdot a \cdot k_{di} \cdot r - \frac{m_i}{x_i^2} \cdot K_{si} = 0$$

ve

$$(8) \quad x_{iopt} = \sqrt{\frac{K_{si}}{t_i \cdot a \cdot k_{di} \cdot r}}$$

formülüne göre "optimum iş serisi büyüklüğü" hesaplanabilir.

Bu formüle göre seri sabit maliyetlerinin artması seriyi büyütücü yönde etkilerken; birim işlem süresinin, takvim zamanı/iş zamanı oranının, birim değişken maliyetin ve belli bir zaman süresine (burada dakika) isabet eden sermaye ve stok maliyetleri yüzdesinin artması ise seriyi küçültücü yönde etkilemektedir.

2.2. Optimum Hazırlama Süresi

Bir önceki bölümde belirlenen optimum iş serisi büyüklüğü formülünden hemen anlaşılacağı üzere, iş yerinde seri sabit maliyetinin yükseltilmesi sonucunda optimum iş serisi büyüklüğü artacaktır. Pratikte gözlenen seri büyüklüğünün sürekli şekilde arttırılması yönündeki eğilim de esas itibariyle, sabit maliyetlerin daha fazla üretim miktarında dağıtılmasını ve böylece birim maliyeti düşürerek daha ekonomik bir üretim sürecinin gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır. Tabii ki bu sonuç da ancak seri büyüklüğündeki artışın seri sabit maliyetindeki artışa oranla daha yüksek seviyede gerçekleştirilmesi ile mümkün olacaktır. Halbuki (8) formülüne göre, -eğer diğer faktörler (t_i , a , k_{di} ve r) sabit kalırsa- optimum iş serisi büyüklüğünün arttırılması sonucunda seri sabit maliyetlerinin daha yüksek oranda, seri büyüklüğündeki artışın karesi kadar arttırılması gerekecektir ki, bu da yukarıda belirtilen ekonomiklik kıs-

tasına aykırıdır. Bu durumda iş yerinde seri sabit maliyetlerinin arttırılmasının optimum iş serisi büyüklüğünü belirleyen diğer faktörler üzerindeki etkisi önem kazanmaktadır.

Atelye sisteminde seri sabit maliyetlerinin arttırılması genellikle iş yerinin düzenlenmesi için daha uzunca bir hazırlama süresinin göze alınmasını gerektirir. Daha uzunca bir hazırlama süresine katlanılması ise üretimin daha uzun bir süre durması ve bunun sonucu olarak daha fazla üretim kaybıyla sonuçlanacaktır¹¹. Öte yandan iş yerinde hazırlık süresinin arttırılması ve dolayısıyla daha etkin üretim şartlarının gerçekleştirilmesi sonucunda birim işlem süresi (t_1) azaltılacaktır. Birim işlem süresinin azaltılması ise hem kapasite kullanım derecesini arttıracak¹² ve hem de çalışma sermayesinin üretim sürecindeki bağlanma süresini azaltacaktır¹³.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere iş yerinde hazırlık süresinin arttırılmasının üretim maliyeti üzerinde yararlı ve sakıncalı etkileri vardır. İşletme iktisadı açısından ilginç sorun, bu karşıt etkilerin dikkate alınmasıyla üretim sürecini en ekonomik şekilde gerçekleştiren hazırlık süresinin belirlenmesidir. Tabii ki, burada kabul edildiği ve daha gerçekçi bir varsayım olduğuna inandığımız, birim işlem süresinin (ve dolayısıyla birim maliyetin) hazırlama süresinden etkilendiği dikkate alınır, en ekonomik üretim süreci hazırlama süresinin minimize edilmesiyle gerçekleştirilmeyecektir. Bu ancak birim işlem süresinin hazırlık süresinden bağımsız olması halinde mümkündür. Hakikaten bu konuda minimum hazırlama süresinden hareket eden literatürdeki genel yaklaşım tamamen bu varsayıma dayanmaktadır¹⁴. Kanımızca bu varsayım atelye tipi üretim tarzında genellikle geçerli değildir¹⁵. Burada kabul edildiği gibi bi-

11 Bu üretim kaybı sonucunda kapasite kullanım derecesinin düşüp düşmeyeceği sorunu kapasitenin ölçülmesine hangi hazırlık süresinin esas alındığına bağlıdır. Zira biraz ilerde belirtileceği üzere hazırlık süresinin arttırılmasının kapasite kullanım derecesini artırıcı etkisi de söz konusudur. Bu konuda daha geniş bilgi için Bkz. T.Müftüoğlu; *İşletme Ekonomisi Açısından Sanayi İşletmelerinde Üretim Kapasitesi*, Doktora tezi, Ankara 1975 (tesir) s.116.

12 Birim zamanda daha fazla üretim yapılacaktır.

13 Bunun sonucu olarak hem sermaye maliyeti ve hem de işletmenin çalışma sermayesi ihtiyacı azalacaktır. Ayrıca (4) formülünden anlaşılacağı üzere, birim işlem süresinin kısaltılmasıyla serinin bekleme süresi de azalacak, bu da optimum iş serisi büyüklüğünü arttırıcı yönde etkili olacaktır.

14 Konuyu birim işlem süresinin hazırlık süresinden bağımsız olduğu varsayımına göre ele alınmasına ilişkin olarak bkz.K.Mellerowicz; *Kosten und Kostenrechnung*, 1. C., 5.B.Berlin-New York, s. 239.

15 W, Kern: *Die Messung industrieller Fertigungskapazitäten und ihrer Ausnutzung*, s. 78.,

F. Henzel: *Kosten und Leistung*, 4.B. Essen 1967. s.98.

T. Ellinger: *Ablaufplanung*, Stuttgart 1964, s. 98.

rim işlem süresinin hazırlama süresinden etkilendiği varsayılırsa¹⁶, “optimum hazırlama süresi” tüm serinin toplam üretim süresini (işlem süresi + hazırlama süresi) minimum kılan hazırlama süresi olarak tanımlanmalıdır^{17,18}

Aşağıda, seri büyüklüğünün sabit kaldığı varsayımı altında optimum hazırlama süresinin cebirsel olarak hesaplanmasında kullanılan ifadeler açıklanmaktadır¹⁹.

T_u = i- homojen iş grubunda bir seriye ait toplam üretim süresi

T_i = i- homojen iş grubunda bir seriye ait toplam işlem süresi.

t_i = i- homojen iş grubunda birim işlem süresi

T_h = i- homojen iş grubunda bir seriye ait hazırlama süresi²⁰

T_{hop} = i- homojen iş grubuna ilişkin optimum hazırlama süresi

x_i = i- homojen iş grubuna ait seri büyüklüğü

16 Hazırlık süresinin işlem zamanını ve dolayısıyla kapasite kullanım derecesini önemli ölçüde etkilediğini bir sanayici aşağıdaki şekilde ifade etmektedir: “Haddehanemizin, bir boyutta 30 tonluk hadde ürünü üretildikten sonra başka boyutlarda hadde üretimine geçmek üzere yeniden hazırlanması gerekiyordu. Bu ürün değiştirme işlemi ayda 1200 defa tekrarlanmaktaydı. (Yani aylık seri sayısı 1200 idi.T.M.). Bunun için hazırlık süresi olarak (aylık toplam hazırlık süresi T.M.) 80 saat kaybediyorduk (Buna göre seri başına hazırlık süresi $80:1200=0,067$ saat veya 4 dakikadır. T.M.). Aldığımız sipariş sayısının büyük olmasından dolayı ürün değiştirme sayısı ve dolayısıyla üretim kaybı fazla oluyordu. Daha az hadde ürünü çeşidini programımıza alarak (üretim programımızı daraltarak: standardizasyon T.M.) ve buna karşılık seri büyüklüklerini arttırarak (veya seri sayısını azaltarak: burada 1200 seri sayısının seri büyüklüğünü arttırarak büyük ölçüde azaltıldığı kastediliyor. T.M.) üretim kapasitesini aylık 35000 tondan 75000 tona çıkarmayı başardık (sonuç olarak seri başına 4 dakikalık hazırlık süresi arttığı halde, seri sayısının azaltılarak serilerin büyütülmesi sonucunda aylık toplam hazırlık süresi 80 saatin altına düşmekte ve azalan işlem süresi ile birlikte kapasite kullanım derecesi iki mislinden fazla arttırılabilmektedir. T.M.) H.G. Hasenbruch: Gemeinschaftssnahmen für ein Wirtschaftliches Fertigungsund Vertriebsprogramm in Werkstattsteschnik”, *Zeitschrift für Produktion und Betrieb*, 1961, s. 121.

17 T. Ellinger: a.g.e., s. 98.

W.Kern: a.g.e., s. 79. Kern hazırlık süresinin etkisini doğrudan işlem süresi üzerinde değil, üretim hızında dikkate almakta, fakat aynı sonuca varmaktadır.

18 Optimum hazırlık süresinin bu şekilde tanımlanmasıyla sorun sadece zaman boyutu üzerinde ele alınmakta, işletme iktisadı açısından daha ilginç olan maliyet boyutu dikkate alınmamaktadır. Maliyet boyutu dikkate alınsaydı, optimum hazırlık süresi birim maliyetin minimum kılındığı hazırlık süresi olarak tanımlanacaktı.

19 T.Ellinger, a.g.e., s. 97-106.

20 Şu hususun özellikle vurgulanması gerektiği kanısındayız: hazırlık süresi -sabit maliyetler gibi- seri büyüklüğünden bağımsız, sabit bir unsurdur. Seri ne kadar büyürse büyüsün hazırlık süresi değişmeyecek, fakat seri büyüdükçe birim işe düşen hazırlık süresi payı azalacaktır.

Bu ifadeler arasında aşağıdaki ilişkilerin hemen yazılabileceği açıktır:

$$(9) T_{\bar{u}} = T_h + T_i$$

$$(10) T_i = x_i \cdot t_i$$

$$(11) T_{\bar{u}} = T_h + x_i \cdot t_i$$

Hazırlama süresi uzatıldıkça işyerinin daha etkin üretim şartlarına kavuşturulmasının bir sonucu olarak birim işlem süresi (t_i) ve -sabit seri büyüklüğü varsayımı altında- seriye ait toplam işlem süresi (T_i) azalacağından aşağıdaki fonksiyonlar yazılabilir:

$$(12) t_i = f_1 (T_h)$$

$$(13) T_i = f_2 (T_h)$$

Örneğin bir delme makinasında 100 delme işlemi yapılacağını ($x_i = 100$) kabul edelim. Bir delme işlemi 1 dakika sürmektedir. ($t_i = 1$ dakika). Makinaya bir delme mili yerleştirilmesi 10 dakikalık bir hazırlama süresini gerektirmektedir. Eğer delme makinası tek bir delme mili ile çalıştırılırsa toplam üretim süresi

$$T_{\bar{u}} = T_h + x_i \cdot t_i \text{ formülüne göre}$$

$$T_{\bar{u}} = 10 \text{ dakika} + (100 \text{ adet} \times 1 \text{ dakika}) = 110 \text{ dakika; iki milde}$$

$$T_{\bar{u}} = 2 \times 10 \text{ dakika} + (100 \times \frac{1}{2} \text{ dakika}) = 70 \text{ dakika; delme makinası üç mille çalıştırılırsa toplam üretim süresi}$$

$$T_{\bar{u}} = 3 \times 10 \text{ dakika} + 100 \times \frac{1}{3} \text{ dakika} = \frac{190}{3} = 63,33 \text{ da-}$$

kika; delme makinası dört mille çalıştırılırsa toplam üretim süresi

$$T_{\bar{u}} = 4 \times 10 \text{ dakika} + 100 \times 0,25 \text{ dakika} = 65 \text{ dakika; ve nihayet delme makinası beş mille çalıştırılırsa toplam üretim süresi}$$

$T_{\bar{u}} = 5 \times 10 \text{ dakika} + 100 \times 0,2 \text{ dakika} = 70 \text{ dakika}$ sürmektedir²¹. Buna göre delme makinası toplam üretim süresinin ($T_{\bar{u}}$) minimum kılındığı üç delme miliyle çalıştırılmalıdır²². Bu durumda ortaya çıkan 30 dakikalık hazırlama süresi de optimum hazırlama süresidir. Toplam üretim süresi iki milden üç mile geçişte 70 dakikadan 63,33 dakikaya inerken, dört milde 65 dakikaya, beş milde ise 70 dakikaya çıkmaktadır.

21 Dikkat edileceği üzere beş seçeneğin de hesaplanmasında seri büyüklüğü ($x_i=100$) sabit varsayılmıştır. Optimum hazırlık süresi sabit seri büyüklüğü varsayımı altında hesaplanmaktadır.

22 Bu sonuca zaman boyutu üzerinde değerlendirilmesi ile varılabilir. İşletme iktisadı açısından sorunun maliyet boyutu üzerinde değerlendirilmesinin daha anlamlı olduğunu tekrar vurgulamak istiyoruz.

Optimum hazırlama süresinin genel olarak hesaplanmasında 11 formülünden hareket edilebilir:

$$T_{\bar{u}} = T_h + x_i \cdot t_i$$

Burada (t_i) yerine (12) fonksiyonundaki değeri konduğunda,

$$(14) T_{\bar{u}} = T_h + x_i \cdot f_1(T_h)$$

elde edilir. Burada (10) eşitliği dikkate alınır; ilişki

$$(15) T_{\bar{u}} = T_h + f_2(T_h)$$

şeklinde de yazılabilir.

(14) ve (15) fonksiyonlarına göre -seri büyüklüğünün sabit kaldığı varsayımı altında- toplam üretim süresi ($T_{\bar{u}}$) sadece hazırlama süresinin (T_h) bir fonksiyonudur. Buna göre, toplam üretim süresi fonksiyonunun birinci dereceden türevini sıfıra eşitleyen (T_h) değeri, toplam üretim süresini minimum kılan optimum hazırlama süresidir. Bu durumda (14) veya (15) fonksiyonu doğru olarak belirlenebilirse, optimum hazırlama süresi kolayca hesaplanabilir. Yukarıdaki delme makinası örneğinde, birim işlem süresi ile hazırlama süresi arasındaki ilişkiyi açıklayan (12) fonksi-

$$t_i = \frac{10}{T_h}$$

yonu toplam işlem süresi ile hazırlama süresi arasındaki ilişkiyi açıklayan (13) fonksiyonu da

$$T_i = \frac{10 \times 100}{T_h}$$

şeklindedir. Burada (10) değeri delme makinasın da bir mil bulunduğu durumdaki hazırlama süresini (minimum hazırlık süresi); (100) değeri de yine delme makinasında tek bir mil bulunması durumundaki (minimum hazırlama süresindeki) toplam işlem zamanının dakika cinsinden ifadeleridir. Optimum hazırlama süresinin hesaplanmasında önemli olan bu iki faktör de (d) ve (c) ile ifade edilirse,

d = minimum hazırlama süresi (sabit bir seri büyüklüğünde)

c = minimum hazırlama süresindeki toplam işlem süresi hazırlama süresiyle birim işlem süresi ve toplam işlem süresi arasındaki fonksiyonel ilişkiler

$$(16) t_i = \frac{d}{T_h}$$

$$(17) T_i = \frac{d \times c}{T_h}$$

şeklinde yazılabilir. (10) eşitliği dikkate alınır

(16) ve (17) fonksiyonları

$$t_i \cdot x_i = \frac{d \times c}{T_h}$$

$$(18) t_i = \frac{d \times c}{x_i \cdot T_h}$$

şeklini alacaktır.

Bu ön çalışmalardan sonra, optimum hazırlama süresini belirlemek üzere birinci türevi sıfıra eşitlenecek olan toplam üretim süresi fonksiyonu olarak belirlenen (11) fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$(19) T_{\bar{u}} = T_h + x_i \cdot \frac{d \cdot c}{x_i \cdot T_h} = T_h + \frac{d \cdot c}{T_h}$$

Toplam üretim süresini minimum kılan optimum hazırlama süresi de

$$\frac{d T_{\bar{u}}}{d T_h} = 1 - \frac{d \cdot c}{T_h^2} = 0$$

$$(20) T_{\text{hopt}} = \sqrt{d \cdot c}$$

formülüyle hesaplanabilecektir. Delme makinası örneğinde $d=10$ dakika ve $c = 100$ dakika değerleri yerine konursa

$$T_{\text{hopt}} = \sqrt{10 \times 100} = 31,51 \text{ dakika}$$

elde edilir. Buna tekabül eden toplam üretim süresi ise

$$(t_i = \frac{d \cdot c}{x_i \cdot T_h} = \frac{10 \times 100}{100 \times 31,51} = 0,31 \text{ dakika alınarak})$$

$$T_{\bar{u}} = 31,52 + 100 \times 0,32 = 62,51 \text{ dakikadır.}$$

Bu sonucun yukarıda beş seçenekle -hesaplanan optimum hazırlama süresinden ($T_{\text{hopt}} = 30$ dakika ve $T_{\bar{u}} = 63,33$) farklı çıkmasının nedeni, delme milinin bölünmezliği ve dolayısıyla pratikte geçerli olabilecek bir sonuç için mil sayısının tam sayı olması sınırlayıcı şartının bir sonucudur. (20) formülüne göre hesaplanan optimum hazırlama süresinde ($T_{\text{hopt}} = 31,51$ dak.) delme makinasındaki mil sayısı, bir milin hazırlanması için 10 dakika gerektiği hatırlanırsa; 3,151 gibi kesirli bir sayı çıkmaktadır. Mil sayısı ancak 3 veya 4 gibi bir sayı olabileceğine göre, (20) formülünden çıkan sonucun kesirli bir sayı olması halinde, bu kesirli sayıya en yakın olan tam sayı pratikte geçerli olabilecek sonuç olarak kabul edilmelidir.

Seri büyüklüğünün sabit kabul edildiği varsayımı altında, (20) formülüne göre, optimum hazırlama süresi belli bir seriye ilişkin minimum hazırlama süresi (d) ile minimum hazırlama süresindeki toplam işlem süresinin (c) çarpımının kareköküne eşittir. Burada, optimum hazırlama süresini belirleyen faktörlerden (d)nin teknik tarafından belirlendiğini kabul edebiliriz. İkinci belirleyici faktör olan (c) ise seri büyüklüğünün doğrusal bir fonksiyonudur²³. Öte yandan belli bir homojen iş grubuna ait olan ve teknik tarafından belirlenen minimum hazırlama süresinin (d) seri büyüklüğünden bağımsız olduğu dikkate alındığında, (20) formülüne göre aşağıdaki önemli sonuca varılabilir: optimum hazırlama süresi seri büyüklüğünün azalarak artan bir fonksiyonudur. Başka bir deyişle seri ve dolayısıyla (c) büyüdükçe, buna bağlı olarak optimum hazırlama süresindeki artış daha az olacaktır.

3. OPTİMUM İŞ SERİSİ BÜYÜKLÜĞÜ VE OPTİMUM HAZIRLAMA SÜRESİ ARASINDAKİ KARŞILIKLI İLİŞKİLER

Daha önce de belirtildiği üzere, optimum hazırlama süresi sadece üretim sürecinin zaman boyutu üzerinde belirlenen bir optimumu ifade etmektedir. Halbuki işletme iktisadı açısından çok daha önemli olan sorun, maliyet boyutu üzerindeki optimumun belirlenmesidir. Şayet optimum iş serisi büyüklüğünün ve optimum hazırlama süresinin ardarda planlanması (sukksesive planung) söz konusu ise, konuyu maliyet boyutu üzerinde ele alan iş serisi büyüklüğünün belirlenmesine öncelik verilmelidir. Önce optimum iş serisi büyüklüğü hesaplanır ve bu seri büyüklüğüne tekabül eden optimum hazırlama süresi saptanır. Zaten optimum hazırlama süresinin hesaplanmasında seri büyüklüğü sabit varsayıldığından ve dolayısıyla her seri büyüklüğü için ayrı ayrı optimum hazırlama sürelerinin hesaplanması gerektiğinden optimum iş serisi büyüklüğündeki optimum hazırlama süresinin belirlenmesiyle sorun halledilmektedir. Buna göre her iki optimumun -önceliğin iş serisi büyüklüğüne verildiği- ardarda planlama yoluyla saptanması mümkündür.

Yukarıda varılan bu sonuç, ancak optimum iş serisi büyüklüğü formülünde sabit kabul edilen faktörlerin bu özelliklerini korumaları halinde geçerlidir. Halbuki optimum iş serisi büyüklüğü formülünde sabitler olarak planlamaya esas alınan bazı faktörler hazırlama süresinin de plân-

23 Belirli bir hazırlık süresinde (burada minimal hazırlık süresi) birim işlem süresinin (t_1) sabit olduğunu kabul edebiliriz. Dolayısıyla, ($c =$ minimum hazırlık süresindeki birim işlem süresi \times seri büyüklüğü) eşitliği yazılabilir. Tabii ki, işçinin üretim süreci boyunca veriminin değişmesi halinde yukarıda varılan bu sonuç yanlış olacak, fakat her hal ve karda (c) nin seri büyüklüğüne bağlı olduğu gerçeği değişmeyecektir. Bu durumda ortalama birim işlem süresi hesaplamaya esas alınabilir.

lamaya dahil edilmesiyle bu özelliklerini kaybedecekler ve hazırlık süresine bağlı birer değişken durumuna geçeceklerdir. Böylece optimum iş serisi büyüklüğü ve optimum hazırlama süresi birbirlerine bağlı olarak değişen kısmi optimalardır ve bunun sonucu olarak bu iki büyüklüğün -birine öncelik vererek- ardarda plânlama yoluyla belirlenmeleri doğru bir yöntem değildir. Teorik olarak tek çıkar yol, optimum iş serisi büyüklüğünün ve optimum hazırlama süresinin eş zamanlı (simultane) olarak plânlanmalarıdır²⁴.

Aşağıda optimum iş serisi büyüklüğü formülünde yer alan ve hazırlama süresine bağlı olarak değişen bu faktörler teker teker ele alınmıştır:

— Birim işlem süresini ifade eden (t_i) hazırlama süresinin bir fonksiyonudur. Genel olarak (12) fonksiyonu ile ifade edilen bu ilişki, delme makinası örneğinde

$$t_i = \frac{d \cdot c}{x_i \cdot T_h}$$

şeklinde belirlenmişti (fonksiyon 18). Bu fonksiyona göre hazırlama süresi (T_h) arttıkça birim işlem süresi (t_i) azalacaktır. Öte yandan optimum iş serisi büyüklüğü formülüne (formül 8) göre, azalan birim işlem süresinin bir sonucu olarak optimum iş serisi büyüklüğü artacaktır. İş serisi büyüklüğünün artması ise optimum hazırlama süresi formülünde (formül 20) yer alan (c) yi arttıracak, bunun sonucu olarak optimum hazırlama süresi uzayacak, birim işlem süresi daha da kısılacak, iş serisi büyüklüğü artacaktır. Bu şekilde devam eden karşılıklı etkileşim sonucunda iş serisi büyüklüğünde ve hazırlık süresinde sürekli bir artma eğilimi ortaya çıkacaktır.

— Optimum iş serisi büyüklüğü formülünde yer alan birim değişken maliyet (k_{di}) de, aynı şekilde azalan birim işlem süresinin bir sonucu olarak düşecektir. Bu da iş serisi büyüklüğünü ve hazırlama süresini arttırıcı yönde etkili olacaktır.

— Optimum iş serisi büyüklüğü formülünün payında yer alan seri sabit maliyetinin (K_{si}) hazırlama süresi uzadıkça artacağı muhakkaktır; zira hazırlık süresinin arttırılmasının gerekçesi iş yerinde daha etkin üretim şartlarının gerçekleştirilmesinden başka bir şey değildir ve bu da doğal olarak sabit maliyetleri arttıracaktır. Hatta buradaki faktörler arasında en yakın ilişkinin (T_h) ile (K_{si}) arasında olduğu söylenebilir.

Optimum iş serisi büyüklüğü formülüne göre artan (K_{si}) seri büyüklüğünü arttıracak; seri büyüklüğünün artması ise optimum hazırlık sü-

²⁴ Her iki optimumun aynı anda belirlendiği uygulanabilir bir simultane planlama modeli henüz ortaya konmamış olduğundan, pratikte ardarda planlama yolu tek seçenek olarak tercih edilmektedir.

resini ve bu da tekrar (K_{si}) yi ve dolayısıyla optimum iş serisi büyüklüğünü arttıracaktır. Bu karşılıklı etkileşim sonucunda –aynen birim işlem süresi ile hazırlama süresi arasındaki ilişkide olduğu gibi– iş serisi büyüklüğünde ve hazırlama süresinde sürekli bir artış eğilimi ortaya çıkacaktır.

— Buraya kadar ele alınan tüm faktörler (t_i ; k_{di} ve K_{si}) optimum iş serisi büyüklüğünü ve optimum hazırlama süresini arttırıcı yönde etkili olmaktadır. Optimum iş serisi büyüklüğünün, paydasında yer alan diğer bir faktör ise, faiz hadi ve stok masrafları oranı (r), ters yönde etkili olmaktadır. Böylece optimum iş serisi büyüklüğündeki ve optimum hazırlama süresindeki artma eğilimini frenleyen ekonomik bir faktör ortaya çıkmaktadır.

Sermaye ve stok masrafları hazırlık süresinden doğrudan etkilenmemekte, fakat optimum iş serisi büyüklüğü formülünün hesaplanmasına esas alınan toplam üretim maliyetinin (K_{Ti}) bir unsuru olan serinin bekleme süresi (B) üzerinden etkili olmaktadır. Hazırlama süresinin uzatılması sonucunda artan seri büyüklüğü (4) formülüne, yani

$$B = x_i^2 \cdot t_i \cdot a - x_i \cdot t_i \cdot a$$

eşitliğine uygun olarak serinin bekleme süresini ikinci dereceden bir fonksiyona göre arttıracaktır. Bunun sonucu olarak sermaye ve stok masrafları da (5) formülüne, yani

$$M_{si} = x_i^2 \cdot t_i \cdot a \cdot r \cdot k_{di} - x_i \cdot t_i \cdot a \cdot r \cdot k_{di}$$

eşitliğine göre yine ikinci dereceden bir fonksiyona göre artacaktır. Böylece ikinci dereceden bir fonksiyona göre artan sermaye ve stok masrafları, diğer faktörler tarafından ortaya çıkan iş serisi büyüklüğü ve hazırlama süresi üzerindeki artma eğilimini frenleyen en önemli faktör olarak belirlenmektedir.

4. SONUÇ

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere, optimum hazırlama süresinin belli bir iş serisi büyüklüğü esas alınarak hesaplanması sakıncalıdır, zira iş serisi büyüklüğünü belirleyen birim işlem süresi (t_i), birim değişken maliyet (k_{di}), seri sabit maliyeti (K_{si}) ve sermaye ve stok masrafları oranı (r) hazırlama süresine bağlı olarak değişen faktörlerdir. Yukarıda ortaya konan optimum iş serisi büyüklüğü ve optimum hazırlama süresi formüllerinde bu gerçek dikkate alınmamaktadır: optimum hazırlama süresinin hesaplanması iş serisi büyüklüğünün sabit olduğu varsayımına dayanırken, optimum iş serisi büyüklüğü de sabit kabul edilen, fakat gerçekte hazırlama süresine bağlı olarak değişen faktörlere göre hesaplanmaktadır. Bu durumda, (8) ve (20) formülleri esas alınarak iş serisi büyüklü-

ğünün ve hazırlama süresinin belirlenmesinde ancak ardarda (sukksesive) plânlama yöntemi uygulanabilir. Burada da hangi büyüklüğe öncelik verileceğine ilişkin olarak iki seçenek söz konusudur:

a) İlk seçenek plânlamaya optimum iş serisi büyüklüğünün esas alınmasıdır. Bu seçenekte hazırlama süresinin iş serisi büyüklüğünü etkilemesi dikkate alınmamakta, dolayısıyla optimum iş serisi büyüklüğünün hesaplanmasına esas alınan birim işlem süresi (t_i), birim değişken maliyet (k_{di}), seri sabit maliyeti (K_{si}) ve sermaye ve stok masrafları oranının (r) hangi hazırlama süresi büyüklüğüne göre belirlendikleri sorusu açıklanmamaktadır.

b) İkinci seçenek ise plânlamaya optimum hazırlama süresinin esas alınmasıdır. Burada iş serisi büyüklüğü formülünde sabit bir faktör olarak kabul edilen birim işlem süresi (t_i) yerine (12) fonksiyonuna göre

$$t_i = f_i (T_{\text{hopt}}) \text{ değeri veya delme makinası örneğinde } t_i = \frac{d}{T_{\text{hopt}}} \text{ değeri}$$

konacaktır.

Bu ikinci seçenekte, hazırlık süresi ile birim işlem süresi arasındaki ilişkinin yanında optimum iş serisi büyüklüğü formülünde yer alan diğer faktörlerle hazırlama süresi arasındaki ilişkiler belirlenebilseydi, eş zamanlı (simultane) plânlama için gerekli şartlar hazır olacaktı. Özellikle seri sabit maliyeti ve birim değişken maliyetle hazırlık süresi arasındaki ilişkilerin belirlenmesiyle, optimum hazırlama süresinin salt üretim sürecinin zaman boyutu üzerinde ele alınmasının sakıncalarında ortadan kalkacaktır. Bunun yerine optimum hazırlama süresinin hesaplanmasında da işletme iktisadı açısından çok daha önemli olan maliyet boyutu dikkate alınmış olacaktır.