

TEDARİK ZİNCİRLERİNDE STOK PLANLAMA VE YÖNETİMİ

Bu bölümde, bir tedarik zincirinde stokların nasıl bir rol oynadığını ve yöneticilerin maliyetleri arttırmaksızın yada ürün varlığını azaltmaksızın stok düzeylerini nasıl azaltabileceğini ele alacağız.

1. Tedarik Zincirlerinde Ölçek Ekonomisinin Yönetimi: Çevrim Stok Düzeyi

Bir tedarik zincirinde çevrim stoklarının bulunmasının nedeni, herhangi bir tedarik zinciri aşamasının büyük partiler halinde üreterek yada satın alarak ölçek ekonomisinden yararlanmak istemesidir. Sipariş vermenin ve ulaşım gibi sabit maliyetler, ürün fiyatlandırmadaki miktar iskontoları, ve kısa süreli indirimler yada promosyonlar, tedarik zincirini oluşturan farklı bileşenlerin büyük partiler halinde sipariş vererek ölçek ekonomisinden faydalanmalarını teşvik eden faktörlerdir. Bu bölümde bu faktörlerin parti büyüklüğünü ve çevrim stok düzeylerini nasıl etkilediğini inceleyeceğiz.

1.1 Tedarik Zincirlerinde Çevrim Stok Düzeyinin Rolü

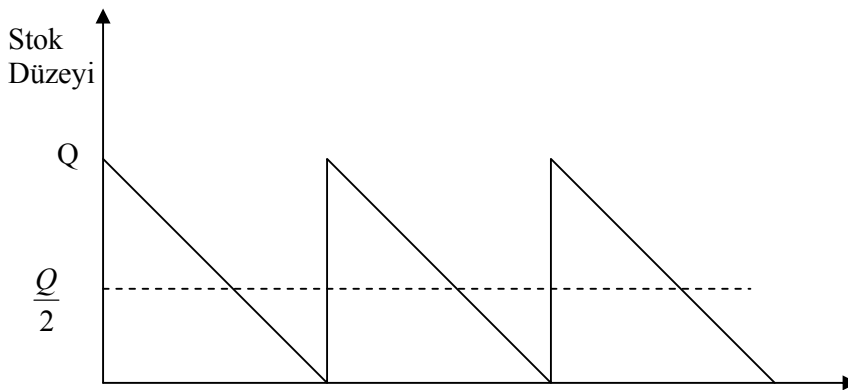
Parti büyüklüğü, tedarik zincirinin bir bileşeninin herhangi bir anda ürettiği yada sipariş verdiği miktardır. Örneğin, günde ortalama 4 yazıcı satan bir bilgisayar mağazası ele alalım. Mağaza müdürü her sipariş verdiğinde imalatçıdan 80 yazıcı istemektedir. Ortalama günlük satış miktarı 4 olduğuna göre, mağazanın tüm partiyi satması için ve yeni bir sipariş vermesi için geçmesi gerekli ortalama süre 20 gündür. Mağaza müdürü, günlük talep miktarından daha fazla yazıcı sipariş ettiğinden mağaza stok tutmak zorunda kalmaktadır. *Çevrim Stok Düzeyi*, üretim yada satınalma miktarlarının müşteri tarafından istenen miktardan daha büyük olması nedeni ile bir tedarik zincirinde oluşan ortalama stok düzeyidir.

Q : partide bulunan ürün miktarı

D : birim zaman içerisindeki talep, olsun.

İlk olarak talebin kesin olarak bilindiğini varsayacağız. Talepteki belirsizliğin parti büyüklüğü ve çevrim stok düzeyi üzerindeki etkisi çok az olduğundan, parti büyüklüğünü ve çevrim stok düzeyini belirler iken talebin deterministik varsayılması pek te kötü bir varsayım değildir. Daha sonraki bölümlerde talepteki değişkenliğin güvenlik stokları üzerindeki etkisini ele alacağız.

Örnek: Jean-Mart, mağazalar zincirinde satılan bir bluejean'e olan talep $D=100$ jean/ gündür. Mağaza yöneticisinin $Q=1000$ jean'lık partiler halinde satın aldığını varsayarsak, Jean-Mart'ın stok profilini şekil 1'deki gibi çizebiliriz.



Şekil 1: Jean-Mart'ın Stok Profili

Zaman, t

Çevrim Stok Düzeyi=Parti Büyüklüğü/2=Q/2. (1)

Jean-Mart'ın taşıdığı çevrim stok düzeyi $Q/2=500$ jean'dır. (1)'den görüldüğü gibi çevrim stok düzeyi parti büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Dolayısı ile bileşenleri daha büyük parti büyüklükleri ile çalışan bir tedarik zincirinde çevrim stok düzeyi, bileşenleri küçük parti büyüklükleri ile çalışan bir tedarik zincirine göre daha yüksek olacaktır. Örneğin, jean'leri 200'lük partiler halinde sipariş eden bir mağazalar zincirinde çevrim stok miktarı yalnızca 100 jean olacaktır.

Parti büyüklükleri ve çevrim stok düzeyi aynı zamanda malzemelerin tedarik zinciri içerisindeki akış süresini de etkiler:

Ortalama Akış Süresi = $\frac{\text{Ortalama Stok Miktarı}}{\text{Ortalama Akış Oranı}}$, Herhangi bir tedarik zincirinde ortalama akış

oranı talebe eşittir. Dolayısı ile, Ortalama Akış Süresi = $\frac{\text{Çevrim Stok Düzeyi}}{\text{Talep}} = \frac{Q/2}{D} = \frac{Q}{2D}$

1000 jean'lık partiler halinde satın alma gerçekleştiren ve günlük talep'in 100 olduğu Jean-Mart'ta Ortalama Akış Süresi = $\frac{1000}{200} = 5$ gün.

Jean-Mart'taki çevrim stok düzeyi, bluejeanlerin tedarik zincirinde geçirdiği zamana, ortalama, 5 gün eklemektedir. Dolayısı ile çevrim stok düzeyi ne kadar yüksek ise, ürünün üretilmesi ile satılması arasında geçen süre o kadar yüksek olacaktır. Diğer tüm faktörlerin aynı kaldığını varsayarsak, daha düşük çevrim stok düzeyi her zaman tercih edilmelidir çünkü üretim ile satış arasındaki uzun süreler şirketleri talepteki değişimlere mahruz bırakırlar. Düşük çevrim stok düzeyi aynı zamanda işletme sermayesi ihtiyacını azaltır. Örneğin, Toyota üretim ile tedarikçileri arasında yalnızca bir kaç saatlik çevrim stoğu tutmaktadır. Dolayısı ile Toyotanın elinde hiçbir zaman ihtiyacı olmayan parçalar kalmamakta ve fabrikada stoklara ayrılan yer ise en az düzeyde olmaktadır.

Daha önce de belirttiğimiz gibi çevrim stoğu bulundurmanın başlıca nedeni ölçek ekonomisinden yararlanmak ve tedarik zinciri maliyetlerini azaltmaktır. Bir tedarik zincirinin ölçek ekonomisini nasıl gerçekleştirdiğini anlamak için önce parti büyüklüğünün etkilediği maliyetlerin neler olduğuna bakalım:

Birim başına ürün maliyeti: parti büyüklüğünün belirlenmesinde önemli bir maliyettir. Örneğin, eğer parti büyüklüğünün artırılması birim ürün fiyatını düşürüyor ise alıcı daha büyük miktarlarda satın alabilir.

Sabit Sipariş Maliyeti: Sipariş büyüklüğüne bağlı olmayan ve sipariş verildiğinde ortaya çıkan tüm maliyetler. Örneğin, bir siparişi vermek için oluşan sabit bir yönetsel maliyet, ürünün taşınması için oluşan nakliye maliyeti sabit sipariş maliyetleridir. Jean-Mart, jean'ları imalatçıdan getirmek için kamyon başına \$400 maliyete katlanıyor, ve bir kamyon 2000 adet jean taşıyabiliyor ise 100'lük bir parti büyüklüğü jean başına \$4'lık bir ulaşım maliyetine neden olur iken, 1000 adetlik bir parti büyüklüğü jean başına 0.4\$'lık bir ulaşım maliyetine neden olacaktır. Sabit Sipariş maliyeti genel olarak K ile gösterilir.

Elde Bulundurma Maliyeti: Bir birim ürünü belirli bir süre stokta bulundurmanın maliyetidir. Elde bulundurma maliyetini oluşturan faktörler sermaye maliyeti, fiziksel depo yeri maliyeti, ve stokların bozulması veya kullanılamaz hale gelmesinden kaynaklanan maliyetler. Birim başına elde bulundurma maliyeti h ile gösterilir ve birimi YTL/adet/yıl dır. Birim ürün

maliyeti C ise toplam elde bulundurma maliyeti $h=Ci$ olur. i : 1YTL değerinde bir ürünü bir yıl stokta tutmanın maliyeti, yada geçerli yıllık faiz oranı.

Toplam elde bulundurma maliyeti, H parti büyüklüğü ve çevrim stok miktarı arttıkça artar.

Dolayısı ile herhangi bir parti büyüklüğü belirme karında gözönünde bulundurulması gereken maliyetler

- Satın alınan birim başına ödenen ortalama fiyat, C YTL/adet
- Parti başına sabit sipariş maliyeti, K , YTL/parti
- Bir yılda bir birim ürün için katlanılan elde bulundurma maliyeti, $hYTL/adet/yıl=Ci$

İdeal olarak bir tedarik zincirinde çevrim stok düzeyi kararları tüm tedarik zincirindeki toplam maliyet gözönüne alınarak yapılmalıdır. Ancak, pratikte her tedarik zinciri bileşeni kendi çevrim stok düzeyi kararlarını diğer tedarik zinciri bileşenlerinden bağımsız olarak alır. Daha sonra göreceğimiz gibi bu uygulama hem çevrim stok düzeylerini hem de tedarik zincirindeki toplam maliyeti artırır.

Özetler isek,

Bir tedarik zincirinde çevrim stok düzeyinin var olmasının nedeni tedarik zincirinin farklı aşamalarının toplam maliyeti azaltmak için ölçek ekonomisinden yararlanmak istemeleridir. Gözönünde bulundurulan maliyetler, malzeme, sabit sipariş maliyeti, ve elde bulundurma maliyetidir.

Bir tedarik zincirinin herhangi bir aşaması genel olarak aşağıdaki 3 durumda ölçek ekonomisinden yararlanmak amacını taşır:

1. Sipariş verilen yada üretim yapılan her seferde bir sabit maliyete katlanılıyor ise
2. Tedarikçi, parti büyüklüğüne bağlı olarak fiyat indirimi uyguluyor ise,
3. Tedarikçi kısa süreli indirimler ve promasyonlar uyguluyor ise.

Şimdi, tedarik zinciri yöneticilerinin bu durulardan nasıl yararlanabileceğine göz atalım.

1.2. Sabit Sipariş Maliyeti ve Ölçek Ekonomisi

Günlük yaşamımızda hepimizin karşılaştığı şu durumu ele alalım: Evinizin günlük alışverişini mahalle bakkalından yada metro gibi toptan satış yapan bir marketten gerçekleştirebilirsiniz. Ancak metro türü büyük marketler genellikle bizim oturduğumuz yerlerden uzak olduğundan bu tür marketlere gitmek zaman alır ve dolayısı ile sabit maliyeti mahalle bakkalına göre çok daha fazladır. Diğer taraftan mahalle bakkalında fiyatlar daha yüksektir. Dolayısı ile, metro türü büyük bir markete gider iken sabit maliyeti gözönüne alır ve parti büyüklüğünü ona göre belirleriz. Düşük miktarda bir şeye ihtiyacımız olduğunda ise hemen yakındaki mahalle bakkalına gideriz çünkü sabit maliyet düşüktür.

Bu bölümde, bir tedarik zincirinin sabit bir sipariş maliyeti ile karşı karşıya olduğu durumu ele alacağız ve parti büyüklüğüne karar verirken hangi maliyetlerin dengelenmesi gerektiğini inceleyeceğiz. Parti büyüklüğü belirlemede amaç talebi karşılamanın toplam maliyetini minimize etmektir. İlk olarak tek bir ürünün parti büyüklüğünün belirlenmesini ele alalım:

Tek Bir Ürün İçin Parti Büyüklüğünün Belirlenmesi (Ekonomik Sipariş Mikarı)

HP bilgisayarlar satan bir mağazayı ele alalım. Mağaza eldeki stoklarını sattıkça yeniden sipariş vermek zorundadır ve HP mağaza siparişlerini kamyolar ile göndermektedir. Mağaza yöneticisinin vermesi gereken karar bir partide HP'den ne kadar bilgisayar sipariş edeceğine karar vermektir. Bu karar için gerekli girdiler şunlardır:

- D : Yıllık talep miktarı
- K : Sipariş başına sabit maliyet
- C : Ürünün birim fiyatı
- i : geçerli yıllık faiz oranı

varsayalım ki HP miktar iskontosu uygulamamakta ve parti büyüklüğü ne olursa olsun ürün birim fiyatı C dir.

Mağaza müdürünün amacı mağazanın katlanacağı toplam maliyeti minimize edecek parti büyüklüğünü bulmaktır. Parti büyüklüğünü belirler iken aşağıdaki maliyetleri gözönüne almalıdır:

- Yıllık malzeme maliyeti, satın alınan malzemenin yıllık maliyeti
- Yıllık sipariş maliyeti, sipariş edilen partilerin yıllık sabit maliyeti
- Yıllık elde bulundurma maliyeti

Satış fiyatı C , parti büyüklüğünden bağımsız olduğundan,

$$\text{Yıllık malzeme maliyeti} = CD$$

Parti büyüklüğü Q olduğunda, verilen siparişler yıllık talebi karşılamalıdır. Dolayısı ile,

$$\text{Bir yıldaki sipariş sayısı} = \frac{D}{Q}$$

Parti büyüklüğü Q olduğunda, ortalama envanter düzeyi $Q/2$ dir. Dolayısı ile yıllık elde bulundurma maliyeti, $Q/2$ adet ürünü bir yıl boyunca elde bulundurmanın maliyetidir:

$$\text{Yıllık elde bulundurma maliyeti} = \left(\frac{Q}{2}\right)h = \left(\frac{Q}{2}\right)Ci$$

Toplam yıllık Maliyet, TM ise $TM = CD + (D/Q)K + (Q/2)h$ olur.

TM 'nin birinci türevini alır ve sıfıra eşitler isek optimum parti büyüklüğü Q^* 'yü bulabiliriz:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DK}{h}} = \sqrt{\frac{2DK}{Ci}}$$

Q^* ı hesaplar iken talep, D ve elde bulundurma maliyeti, h 'nin birimlerinin aynı olmasına dikkat edilmelidir.

Parti büyüklüğü Q^* için sistemdeki çevrim stok düzeyi $\frac{Q^*}{2}$ dir. Sistemdeki her birim ürünün akış zamanı ise $\frac{Q^*}{2D}$ yıl olur. Formüllerden de görülebileceği gibi optimal parti büyüklüğü arttıkça çevrim stok düzeyi ve akış süresi de artmaktadır. Optimal sipariş verme sıklığı, n^* ise şöyle hesaplanır:

$$n^* = \frac{D}{Q^*} = \sqrt{\frac{DCi}{2K}}$$

ÖRNEK: (Ekonomik Sipariş Miktarı) Bir bilgisayar mağazasında satılan DeskPro markalı bilgisayara ait aylık talep miktarı 1000 adettir. Mağaza her sipariş verdiğinde sipariş işleme, ulaşım ve teslimat maliyeti olarak 4000 YTL ödemektedir. Her bir bilgisayarın satın alma fiyatı 500 YTL dir ve yıllık geçerli faiz oranı %20'dir. Mağaza yöneticinin her siparişte satın alması gereken parti büyüklüğünü bulunuz.

ÇÖZÜM:

Yıllık talep, $D = 1000(12) = 12000$ adet.

Sipariş maliyeti, $K = 4000$ YTL

Birim maliyet, $C = 500$ YTL

$i = 0.20$

$$\text{Optimal Sipariş Miktarı, } Q^* = \sqrt{\frac{2DK}{Ci}} = \sqrt{\frac{2(12000)(4000)}{500(0.2)}} = 980 \text{ adet}$$

Toplam maliyeti minimize etmek için mağaza müdürünün vermesi gereken sipariş miktarı 980 adettir, ve çevrim envanter düzeyi ise $\frac{Q^*}{2} = \frac{980}{2} = 490$ adettir.

Optimal parti büyüklüğü $Q^* = 980$ için,

$$\text{Sipariş adedi/yıl} = D / Q^* = 12000 / 980 = 12.24 \text{ sipariş}$$

$$\text{Yıllık toplam maliyet} = D / Q^* + (Q^* / 2)Ci = \sqrt{2KDh} = 97980 \text{ YTL}$$

$$\text{Ortalama akış süresi} = \frac{Q^*}{2D} = \frac{490}{2(12000)} = 0.041 \text{ yıl} = 0.49 \text{ ay}$$

Bu basit örnekten şu çıkarımları yapmak mümkündür: Optimal parti büyüklüğü 980 yerine 1100 kullanırsak, yıllık maliyet 98,636'ya yükselmektedir. Parti büyüklüğü optimal parti büyüklüğünden yalnızca %10 büyük olduğunda dahi toplam maliyetteki artış %0.6 olmaktadır:

Varsayalım ki Q^* yerine optimal olmayan $Q' = (1 + \alpha)Q^*$ miktarda sipariş verelim. Burada α , yüzde hata miktarı (pozitif yada negatif olabilir). Dolayısı ile, Q^* yerine Q' kullanmaktan kaynaklanan maliyet farkının oranı

$$\begin{aligned}
\frac{hQ' + KD/Q'}{\sqrt{2ADh}} &= \frac{Q'}{2} \sqrt{\frac{h^2}{2KDh}} + \frac{1}{Q'} \sqrt{\frac{K^2D^2}{2KDh}} \\
&= \frac{Q'}{2} \sqrt{\frac{h}{2KD}} + \frac{1}{2Q'} \sqrt{\frac{2KD}{h}} \\
&= \frac{Q'}{2Q^*} + \frac{Q^*}{2Q'} \\
&= \frac{1}{2} \left[\frac{Q'}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q'} \right] \\
&= \frac{1}{2} \left[\frac{(1+\alpha)Q^*}{Q^*} + \frac{Q^*}{(1+\alpha)Q^*} \right] = \frac{1}{2} \left[(1+\alpha) + \frac{1}{(1+\alpha)} \right]
\end{aligned}$$

Varsayalım ki parti büyüklüğünü 980 yerine 1960 olarak belirledik, bu durumda toplam maliyetteki hata oranı, $\frac{1}{2} \left[(1+1) + \frac{1}{(1+1)} \right] = 1.25$ olacaktır. Yani parti büyüklüğünde yapılan %100'lük bir hata toplam maliyeti yalnızca 25 oranında arttırmaktadır. Bunun uygulamadaki önemi şöyle açıklanabilir: Diyelim ki optimal parti büyüklüğünü 6.5 kasa olarak hesapladık, ancak tedarikçi yarım kasa satmayı istemiyor ve bunun için ekstra ücret talep ediyor olabilir, bu durumda 6 yada 7 kasa sipariş vermenin maliyet üzerinde etkisi çok küçük olacağından 6 yada 7 kasa sipariş verebiliriz.

Örneğimizden elde edebileceğimiz ikinci çıkarım ise, talepteki değişimin optimal parti büyüklüğü üzerindeki etkisidir. Eğer mağazamızdaki talep ayda 4000 bilgisayara yükselirse, ekonomik sipariş büyüklüğü formülünden optimal parti büyüklüğünün ve bir yılda verilen sipariş miktarının 2 katına çıktığını görmekteyiz. Dolayısı ile talep arttıkça optimal parti büyüklüğü kullanıldığında çevrim stok düzeyi azalmaktadır:

Eğer talep k katına çıkar ise, optimal parti büyüklüğü \sqrt{k} katına çıkar. Bir yılda verilen sipariş miktarı da aynı oranda artar. Çevrim zamanına bağlı olarak akış süresi ise \sqrt{k} kat azalır.

ÖRNEK: İstenen Parti Büyüklüğü ile Sipariş Maliyeti Arasındaki İlişki

Mağaza yöneticisi, DeskPro bilgisayarlarının parti büyüklüğünün 200 olmasını istemektedir. Parti büyüklüğünün azaltılmasının optimal olması için parti başına sabit sipariş maliyeti ne kadar azaltılmalıdır.

Yıllık talep, $D = 1000(12) = 12000$ adet.

ÇÖZÜM: Bu durumda, İstenen parti büyüklüğü, $Q^* = 200$ adet
Birim maliyet, $C = 500$ YTL

$i = 0.20$

ESM formülünden, $K = \frac{Ci(Q^*)^2}{2D} = \frac{500(0.2)(200^2)}{2(12000)} = 166.7$ YTL. Dolayısı ile 200'lük parti

büyüklüğünün optimal olması için mağaza yöneticisi, sabit sipariş maliyetini 4000 YTL'den 166.7 YTL'ye düşürmelidir.

Optimal parti büyüklüğünü k kat azaltmak için, sabit sipariş maliyeti K , k^2 kat azaltılmalıdır.