

# Stok Hareketinin Verimliliğe Etkisi

Nesim ERKİP

Y.Doç.Dr.  
Endüstri Mühendisliği Bölümü  
Orta Doğu Teknik Üniversitesi  
Ankara

Bu makalede stok hareketinin ve dolayısı ile envanter kontrol sistemlerinin malzeme yönetimi içindeki önemi vurgulanmaktadır. Bu konuda çeşitli tanımlar getirilmekte ve stok hareketlerinin tümünü oluşturan envanter sistemin ana öğeleri tanıtılmaktadır. Ayrıca envanter kontrolü probleminin yönelik bütünsel yaklaşımının ve analitik modellerin özü, önemi ve yetersizliği tartışılmaktadır. Makale, uygulama ve kuram arasındaki boşluğu doldurmağa yönelik önerilerle son bulmaktadır.

## GİRİŞ

Malzeme yönetimi, malzemenin sunumdan üretime akışı ve sonradan oluşan ürünün dağıtım merkezleri aracılığı ile müşteriye iletilmesi ile ilgilidir. Malzeme yönetimi malzeme ve bitmiş ürünün planlanması, satın alınması, saklanması, hareketi ve kontrolü ile yükümlüdür. Malzeme endüstrileşmenin ilk zamanlarında personel, ekipman ve fabrika yönetiminin arkasında hep ikinci planda kalmış ve genellikle **her zaman, ucuza istendiği miktarlarda bulunabilir** düşüncesi malzeme yönetimine egemen olmuştur. Bu düşüncenin etkin olmasının en önemli nedeni kuruluşların takip etmekte yükümlü oldukları malzeme sayısının az olması idi. Ancak günümüzde malzemenin diğer girdilere göre maliyetinin epeyce yüksek olması, malzeme yönetiminin işletmenin ana problemlerinden biri olmasına yol açmıştır. Ayrıca artan ihtisaslaşma sonucunda malzeme girdileri sadece hammaddeler olmaktan çıkmış ve oldukça karmaşık ve pahalı yarı mamuller ve mamuller de girdi olarak toplam malzeme maliyetini artırmıştır. Orta büyüklükteki bir üretim firmasının satış hasılatının yarısını satın alınan parçalar, ara mamuller, hammaddeler ve bu işlemlerden doğan servise verilen ücretler kapsar. Bunun yanında toptancılar, dağıtıcılar ve perakende satıcıların bütün kapıtaelleri ellerinde bulunan envantere, stoktur. Bu açıdan malzeme maliyetinin bir kuruluşun toplam ürün maliyetinin % 15 ile % 90'ı arasında yer aldığını söylemek yanlış olmaz [1]. Bu seviyedeki bir harcamanın var olması malzeme yönetiminin ve dolayısı ile stok hareketlerinin kontrolünün önemini vurgulamaktadır.

Envanterin varlığının bir işletmeye getirileri aşağıdaki işlevler yardımı ile şöyle özetlenebilir:

### i) Zaman İşlevi

Üretim sistemlerinde, herhangi bir talebin karşı-

lanabilmesi için zamana gereksinim vardır. Hammaddenin temini, üretimin planlanması ve ürünün dağıtım yollarından müşterinin eline geçmesi oldukça uzun zaman alacağından hiç bir müşteri bu süre zarfında beklemez. Ayrıca hammaddenin teminindeki belirsizlik (başka bir sistemden girdi olduğu için işletmenin genellikle kontrolünün dışındadır) bu süreyi (ön süre) artırmaktadır. Envanter, talebin karşılanmasında meydana gelen bu ön süreyi azaltır.

### ii) Süreksizlik (discontinuity) İşlevi

Bir iş merkezi, gereksinimi olduğu malzemeyi, (ara mamul) yeterli miktarlarda elinde bulundurursa üretim yapabilmek için kendisine o malzemeyi temin eden bir önceki iş merkezine bağımlılığı azalır. Böylece envanter üretimin birbirine bağlı olmasına getirdiği katılığı bir miktar esnekliğe çevirebilir. Bu da iş merkezinin kapasitesinin daha etkin kullanımını getirir. Ayrıca üretim çizelgelemesinde esneklik yaratır ve iş gücünü stabilize eder.

### iii) Belirsizlik İşlevi

İşletmenin planlaması belli bir talep hedefine uygun olarak yapılır. Talepteki değişiklik, üretim planlarının aksamaması ve diğer faktörler yüzünden talep karşılanamayabilir. Envanterin olması işletmeyi bu görülemeyen nedenlerden meydana gelebilecek zarardan koruyabilir.

### iv) Ekonomi İşlevi

Bu faktör maliyet azaltan seçeneklerin kullanılmasına yol açar. Satın alınan malların (hammadde, ara mamul, yedek parça, vb.) ya da üretimin eko-

nomik miktarlarda olabilmesi için envanter taşımak gereklidir. Sipariş ya da üretim kafilesinin büyüklüğü sipariş (üretim) maliyeti ve sipariş (üretim) hazırlama maliyetine göre değişir. Kafile büyük ise birim sipariş (üretim) hazırlama maliyeti düşer. Bunun yanında envanteri taşımaktan dolayı bir maliyet oluşur. Ayrıca piyasa koşulları da miktarların saptanmasında etkili olur. Örneğin fiyat artışlarına karşı korunmak, belli miktarlardan büyük kafilelere verilen iskonto-lardan yararlanmak gibi.

Bu yukarıdaki faktörler niye envanter taşımamız gerektiğini vurgulamaktadır. Buna karşılık göz ardı edemeyeceğimiz bir olgu da bu envantere yapılan yatırımın işletmeye olan maliyetidir. Bu maliyetin büyük bir kısmını envantere bağladığımız kapitalin maliyeti meydana getirir. Bu nedenle envanter, yatırım seçeneklerinin maliyeti daha yüksek, ya da yatırım seçeneklerinin getirisi daha az ise tutulur.

Yukarıda yazılanlar ışığında stok hareketinin en verimli bir şekilde kullanılabilmesi, yani iyi bir envanter yönetimi özet olarak işletmeye aşağıdaki yararları getirebilir:

- i) Maliyetlerin azalması;
- ii) Çalışma kapitalinin artması;
- iii) Yatırım getirisinin artması;
- iv) Müşteriye maliyetler artmadan daha iyi servis gitmesi.

Makalenin ikinci kesiminde işletmelerde görülen envanter tipleri ve envanter sistemlerinin yapısı tartışılacaktır. Üçüncü kesimde envanter kontrolü daha detaylı tarif edilerek, envanter sistemine bütünleşik yaklaşımlar ve diğer analitik yaklaşımlara genel bir bakış yer alacaktır. Dördüncü ve son kesimde ise envanter kuramı ile pratik arasındaki boşluğun nasıl doldurulması gerektiği konusunda bazı öneriler yer alacaktır.

## İŞLETMELERDE ENVANTER SİSTEMLERİ

Farklı amaçlara göre sistemce taşınan envanterleri değişik gruplar halinde sınıflandırabiliriz. Envanteri ileri bir tarihte boş ya da üretken olmayan bir durumda kullanılmayı bekleyen malzeme olarak tarif edersek, bu kavramın içine hammaddeler, yarı mamuller, bitmiş mamuller ve gereçler girer. Çizelge 1 envanterin sınıfına göre kaynağını ve girdi olarak kullanıldığı yeri göstermektedir.

Envantere ve talebe göre üreten üretim sistemlerinde (sürekli üretim sistemleri) yukarıda sınıflandırılan envanterin nasıl aktığını ve işletmenin hangi birimlerinin bu akıştan etkilendiğini/etkilediğini Şekil 1'de görebiliriz. Şekilden de anlaşılacağı gibi envanter sistemi değişik birimlerin etki alanına girmektedir. Bu da sistemin performans ölçümünü zorlaştırmaktadır.

Envanter sistemlerini daha iyi anlayabilmek için envanter sistemini meydana getiren öğeleri tanımak yararlı olacaktır. Envanterde taşınan malzeme ne olursa olsun, malzemenin çeşitli maliyetleri, talebi, verdiği servisin nasıl ölçüldüğü ve performansının ne olduğu bilinmelidir. Şimdi bu öğeleri daha detaylı inceleyelim.

### Maliyetler

Envanter sistemlerinde ana olarak dört maliyet kalemi görülür:<sup>1</sup>

**Envanter Tutma Maliyeti:** Bu maliyetin oldukça değişik kaynakları vardır. En önemlisi kapital maliyeti dediğimiz, envantere yapılan yatırımın maliyetidir. Yaygın olarak yatırımın fırsat maliyeti, kapital maliyetine temel olarak alınır. Diğer olası kaynaklar vergiler, sigorta, taşıma, saklama ve beklerken bozulma, kaybolma ve eskime maliyetleridir. Envanter tutma

Çizelge 1 İşletmelerde görülen envanter sınıfları<sup>2</sup>

Envanter Sınıfı	Kaynak	Kullanıldığı Yer	İşletme Tipi
Hammadde	Piyasa	Üretim	Her türlü imalat/montaj sanayi
Yarı Mamul	Piyasa Bir önceki üretim istasyonu	Bir sonraki üretim istasyonu	Her türlü imalat/montaj sanayi
Mamul	Piyasa Üretim sistemi	Depo (Envanter) Müşteri	Mal satan parakendeci sistemler Toptancı/dağıtımçı sistemleri Sürekli üretim yapan imalat sanayi
Gereçler	Piyasa	Çeşitli yönetim seviyeleri Bakım/Onarım Üretim	Her türlü mal/servis üreten sistemleri

<sup>1</sup> Burada tarif edilen maliyetler ile maliyet muhasebesinde kullanılan maliyetler tam bir uyum göstermez. Maliyet muhasebesi ile ilgili olarak kaynak [2]'ye başvurunuz.

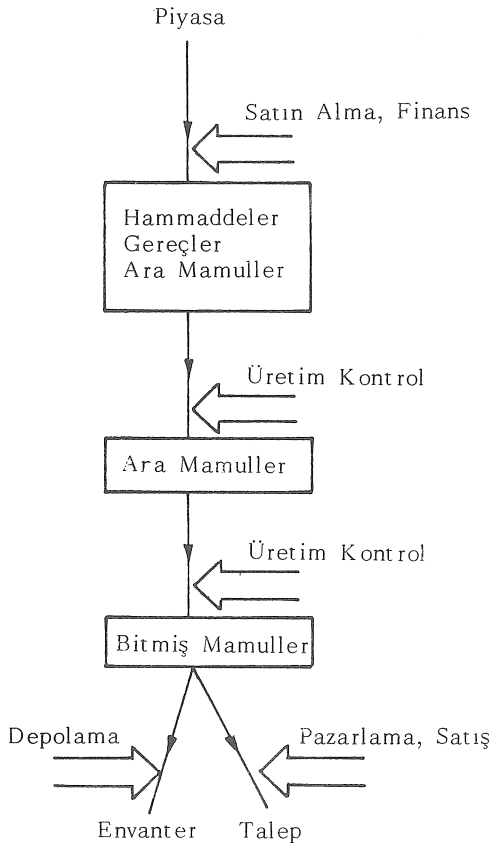
<sup>2</sup> Çizelge 1 hazırlanırken büyük ölçüde kaynak [1]'den yararlanılmıştır.

maliyeti birim maliyetinin bir yüzdesi olarak gösterilir.

**Yok Satma veya Siparişi Sonradan Karşılama Maliyeti:** Burada olası bir satışı hiç yapmamak ya da zamandan geç yapmanın maliyeti söz konusudur. Bu maliyetin en önemli kısmını kaçan müşteriden ötürü meydana gelen kardan zarardır. Prestij kaybı ve siparişi yenilemekten (eğer yenilerse) doğan ek masraflar da (uçakla taşıma, çizelgenin düzeltilmesi, vb.) maliyet içinde önemli bir yer tutar.

**Yenileme Maliyeti:** Bu maliyet piyasadan satın alınma durumunda sipariş verme maliyeti ya da satın alınmanın gerçekleşmesi için gereken hazırlıklara ait maliyet olarak tanımlanır. Genellikle bu maliyetin sipariş miktarı hiç bir rol oynamaz. Bu maliyeti meydana getiren kalemler istekte bulunmanın maliyeti, postalama, telefon, vb., maliyetler, takip maliyeti ve diğer sabit teslimat ve depolama maliyetleridir. Envanter piyasadan satın alınma yerine, üretim sistemi içinde de yenilenebilir. Meydana gelecek hazırlama maliyeti ekipman temizlik ve ayar maliyeti, kullanılan araç ve gereç maliyeti ile üretimden önceki ekipman kontrol ve muayene maliyetidir.

**Satın Alma Maliyeti:** Malzemenin birim fiyatı ile satın alınması düşünülen miktarın çarpımı ile elde edilen maliyettir. İskontonun olduğu durumlarda iskonto da hesaba katılır.



Şekil 1 Çeşitli işletme birimlerinin envanter akışındaki yeri

Genel olarak bu maliyetler bir işletmede oluşabilecek çeşitli durumları göz önüne almaktadır. Ancak, yukarıdaki tariflerden çıkıp bir işletmedeki maliyetleri tayin etmenin kolay olduğunu varsaymak doğru olmayacaktır. Burada göz önüne alınması en gerekli nokta elde bulunan muhasebe kayıtlarının yukarıdaki maliyetleri bulmakta dikkatle kullanılmasıdır. Muhasebe kayıtları envanter hesabı yapılacak şekilde tutulmadığından muhasebe maliyetlerinin dikkatle incelenip tarandıktan sonra kullanılması gerekmektedir. Ayrıca yok satma maliyetini tayin etmek çoğu kez çok zordur. Bu da ilerde göreceğimiz servis ögesinin gündeme gelmesine neden olur.

## Talep

Talep envanter sistemini çeken ve dürten öğedir. Yapılan uzun ya da orta vadeli planlar belli bir talep kestirimine göre yön alırlar. Talep kestirimde güçlükler aşağıdaki iki grupta toplanabilir [3]:

1. Senelik talebin doğru kestirilmesi tek başına yeterli değildir. Bir çok planlama modeli için bu seviyedeki bütünleşme iyi sonuçlar vermez. Talebin detaylı kestirmek için (aylık, sezonluk, her coğrafik alanda) kullanılan yöntemler oldukça karmaşıklaşmakta ve çok değişik subjektif işlevleri içermeleri gerektirmektedir. İşlevler arasındaki bağımlılığın artması klasik kestirim tekniklerinin kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

2. Herhangi bir işletme talep kestirimini yapacağı bilgiye temel olarak o günkü çalışma yordamına göre topladığı verileri kullanır; **ham talep** verisi söz konusu değildir. Bu da, hangi yöntem kullanılacak kullanılsın, yapılan kestirimin yanlı olmasına yol açar.

Yukarıdaki güçlükleri çözülmüş saysak bile şimdiye kadar yapılan pratik uygulamalarda gerçek talep verilerinin uzağında talep kabullerinin yer aldığını görüyoruz. Bu daha çok teknik bir problem olmasına rağmen, problemlerin çözümünün kabul edilebilirliğini etkilemektedir. Teknik problemler ile ilgili olarak kaynak [3]'ün özeti oldukça kapsamlı olmakla birlikte, bu noktada daha çok vurgulanması gereken talebin bir şekilde, en doğru biçimde kestirilmesi. Burada subjektif yargıların önemini yeniden irdelemekte yarar vardır.

Talebin kabul edilen şekline göre tüm envanter kontrol problemlerini sınıflandırmamız mümkündür. Bu aşamada çok yararlı olmamakla birlikte, uygulama aşamasında bu tür bir sınıflandırmanın gerekliliği yadsınmaz.

## Servis

Bir envanter sisteminde servis kelimesi genelde müşterinin talebine sistemin verdiği karşılık olarak kullanılır. Talebin kesin olarak bilinmesinin olanaksız olduğunu bildiğimize göre her zaman yok satma durumuyla karşılaşma olasılığımız vardır. Eğer yok satma ya da geç karşılama maliyetini kestirmemiz zor ise, (ki genelde oldukça zordur), yok satmayı belli bir seviyenin altında tutacak bir servis ölçütü

yaratmamız daha kolaydır. Bu servis ölçütünü envanter sistemine bir kısıt olarak koyarsak ve maliyeti bu kısıt dahilinde hesaplırsak ve enazlamaya çalışırsak epeyce gerçekçi bir yaklaşımda bulunmuş oluruz. Ayrıca her envanter sisteminin amacı maliyetleri enazlamak olmayabilir. Belli servis ölçütlerini en iyiye getirmek de bir amaç olabilir.

Servis ölçütünün envanter problemlerindeki kullanımı analitik çözüm elde etmek güçlülüğünden çok yaygın kullanılmamıştır. Ancak pahalı malların taşındığı envanter sistemlerinde (askeri, elektronik, vb.), bütünlük yaklaşımı ile birlikte ve özellikle son senelerde kullanımı yaygınlaşmıştır. (Kaynak olarak [4], [5], [6] ve [7]'ye bakınız)

### Performans Ölçümü

Bir çok durumda sadece bir ölçütü ele alıp onu en iyiye götürmeye çalışmak sonuç getirmeyecektir. Şekil 1'de görüldüğü gibi değişik birimlerin envanter sistemi için birbirleri ile çelişen amaçları olabilir. Örneğin satın alma birimi iskontodan faydalanmak ve birim, maliyeti düşürmek için büyük kafilelerle satın almak ister. Buna karşılık finans birimi ise envantere yatırılacak toplam kapitalin çalışma kapitali içinde az yer tutması için kafileleri küçültmeye çalışır. Diğer birimler arasında da bu tip çelişkiler vardır. Bu açıdan birimlerin başarısını ölçerken sistemin getirdiği kısıtları göz önüne almak gerekir. Envanter sistemi açısından ise performans envanter sisteminin bütün sisteme yaptığı kar (ya da servis) katkısıdır. Ancak bunun analitik olarak belirlenmesi çok kolay değildir.

### Diğer Öğeler ve Sonuç

Bir envanter sisteminde yukarıdakilerin dışında da bazı öğeler mevcuttur. Örneğin piyasadan ısmarlanan kafilerin istenildiği zaman elimizde olması beklenemez. Meydana gelen ön sürenin analizi gerekir. Bunun yanında sistemin yarattığı ya da gerektirdiği bir takım kısıtlar olabilir. Örneğin bir üretim döneminden diğerine taşınan envanter miktarının belli bir düzeyden yüksek olması gerekebilir. Diğer bir örnek ise, toplam envanter yatırımının belli bir değerden düşük olması kısıtıdır.

Bu örnekleri çoğaltıp envanter sisteminin öğelerinin sayısını artırabiliriz. Ancak buradaki amacımız envanter sisteminin bütün zorluklarını göz önüne sermekten çok, stok hareketinin izlenmesinde ve kontrolunda yönetime düşen karar odaklarını vurgulamaktır. Sistemi kurabilmek için gereken maliyetlerin saptanmasından, talebin ve sistem ölçütlerinin belirlenmesine kadar en önemli rolü yönetim alacaktır. Sistemdeki kısıtların belirlenmesinde ve diğer varsayımlarda yönetim analizciyi yöneltmek durumundadır. Bu öğelerin belirlenmesinde analizcinin yönetimden ayrı olarak gösterdiği çabaların yönetimin karar alması açısından önemi büyük olmasına rağmen yönetimden bağımsız yürüttüğü çalışmanın uygulanma ve başarı oranı oldukça küçüktür.

### ENVANTER KONTROLU

Bu kesimde stok hareketinin yönetim tarafından

denetim altına alınabilmesi için ikinci bölümde bahsedilen öğelerin nasıl kullanılması gerektiği tartışılmaktadır. Bu tartışmayı açabilmek için önce envanter kontrol deyiminden somut olarak neyi anladığımızı açıklamamız gerekmektedir. En geniş çerçevede, envanter kontrolundan beklenen aşağıdaki sorulara sistem performansını en iyileyecek bir biçimde cevaplamaktır:

i) Hangi mallardan (hammadde, ara mamul, bitmiş mamul, gereç) hangi yerlerde (hangi üretim merkezi, hangi dağıtımçı, hangi depo, vb.) stoklayacağız?

ii) Stoklamaya karar verdiğimiz malları hangi politikaya göre saklayacağız? Yani, hangi malı ne zaman, nasıl ve ne miktarda ısmarlayacağız (üreteceğiz)?

Envanter tutulması düşünülen her mal için yukarıdaki soruların söz konusu olduğunu düşünürsek, bir önceki bölümde incelenen öğelerin de etkisi ile envanter kontrol sorununun çözümü zor olduğu ortaya çıkar. Kuramsal olarak bu kontrol sorununa yaklaştığımızda iki ana yöntemler grubu görüyoruz:

i) Sorunların hepsini birbirinden bağımsız görüp bir çözüm önerisi getiren yöntemler (geleneksel envanter kuramı);

ii) Sorunların hepsini birbirine bağımlı gören yöntemler (çok seviyeli envanter kuramı).

Bahsedilen ikinci yöntemler grubunun getirebildiği çözüm önerileri muhakkak ki i)'den daha etkili olacaktır. Ancak sorunun tanımında yer alan öğelerin açıkça ve rahatlıkla tanımlanmasından ikinci grup yöntemlerin de uygulanmasında büyük engeller yaratmaktadır. Bu kesimin bundan sonraki bölümlerinde iki yöntemler grubunun yaklaşımları tartışılacaktır. Bu kesimin son bölümünde ise analitik yöntemlerin ortak özellikleri üstünde durulacaktır.

### Geleneksel Envanter Kuramı

Geleneksel envanter kuramı yaklaşımının en önemli özelliği değişik seviyelerdeki ve değişik yerlerdeki malların taleplerini birbirinden bağımsız görmesidir. Böylece sorun çevreden soyutlanabilecek hale gelmiştir. Çevre ile ilişkiyi sağlayan sadece talep ve sunumdaki belirsizliklerdir. Bugünkü envanter kuramının çok önemli bir bölümü bu varsayımla inşa edilmiştir. Birçok gerçek hayat envanter sistemi bu varsayıma uyduğundan bu yaklaşımlar oldukça yaygındır. Ayrıca daha karmaşık sistemleri de, yaklaşık olarak, bu yöntemlerle çözümlenmekte ve sistem hakkında bilgi edinilmektedir.

Geleneksel envanter kuramının etkili biçimde uygulanabilmesi için kontrolü istenen malların bir şekilde sınıflandırılması faydalıdır. Bu sınıflandırma hem çalışmanın getireceği yükü azaltır, hem de hangi malların daha dikkatli takip edilmesi gerektiğini ortaya çıkartır. ABC çözümlenmesi bu sınıflandırmayı yapan ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Genellikle sınıflandırma ölçütü olarak bir malın yıllık kullanım değeri kullanılır. Bir malın yıllık kullanım değeri o malın birim maliyeti ile yıllık kulla-

nım miktarının (ya da kestirilen yıllık kullanım miktarının) çarpımına eşittir. Bütün malların yıllık kullanım değerleri bulunduktan sonra en büyükten küçüğe doğru sıralanır. Listenin yukarıdaki mallar envanter sisteminin en değerli mallardır, çünkü toplam değer olarak en çok yeri kaplamaktadırlar. Görsel olarak bu sıralamayı daha iyi değerlendirmek için Şekil 2 hazırlanır. Şekil 2'de görüldüğü gibi Y-eksenindeki değerler büyükten küçüğe sıralanan yıllık kullanım değerleri toplam bütün malların yıllık kullanım değerine bölünerek elde edilen yüzdelik olarak toplam yıllık kullanım değerleridir. X eksenine ise envanterde tutulan değişik kalem malların yüzdesini verir. Buna göre Şekil 2'yi kullanarak şu sonuçlara varabiliriz:

1. Envanterimizde taşıdığımız malların % 20'sinin meydana getirdiği değer toplam yıllık değerinin % 60'ıdır. Bu mallara A sınıfı mallar diyelim.

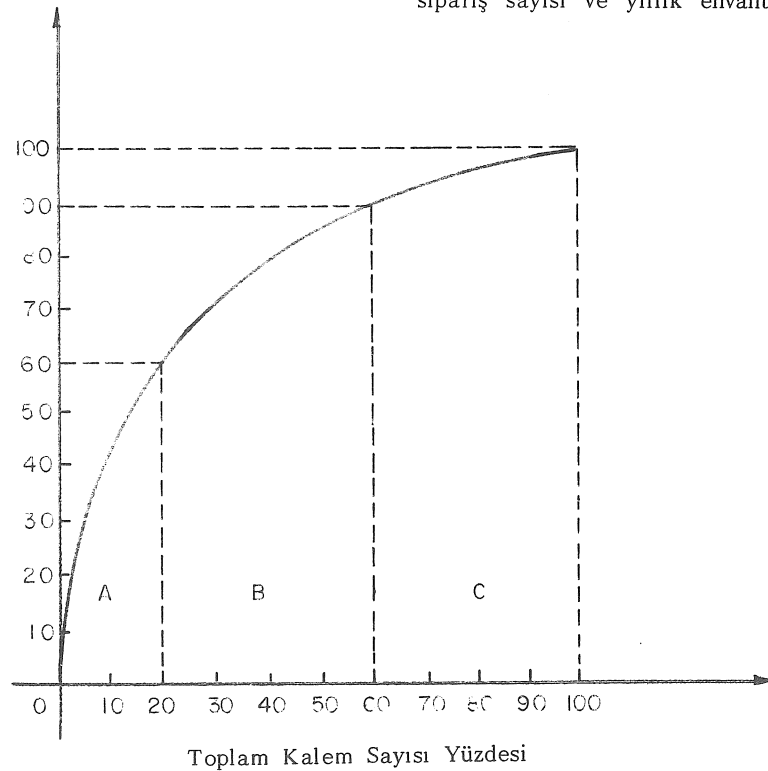
2. Envanterimizde taşıdığımız malların % 60'ının meydana getirdiği değer toplam yıllık değerinin % 90'ıdır. A sınıfındaki malları çıkarttığımızda geriye kalan mallara B sınıfı mallar diyelim.

3. A ve B sınıfı mallardan arta kalan mallara da C sınıfı mallar diyelim.

Görüldüğü bu bölünme tamamen gelişigüze değildir. Ancak amacımız envanter sistemi içinde dikkatimizi daha çok yönelttiğimiz grup malları (A sınıfı) belirlemek olduğundan sınıfların hangi noktalardan kesileceğine karar verilebilir. Dikkatli olunması gereken nokta "C sınıfı mallara hiç bir kontrol tekniği uygulanmaması" gibi bir düşünceye saptanmamaktır. Bu sınıflandırmanın ana amacı değer olarak daha

çok olan malların kontroluna daha çok çaba harcamak ve bu malları daha sıkı takip etmektir. Böylece dikkatimizi yoğunlaştırdıktan sonra 3. kesimin başında sorduğumuz sorulara yanıt alabilecek analitik modeller kurabiliriz. ABC çözümlerinin sonuçlarını da kullanan ve değişik sorulara yanıt örnek analitik çözümler çok çeşitli kaynaklarda yer almaktadır. Örnek olarak ([8], [3], [9]). Bu çalışmaların önemli bir bölümünde varsayımlarla kurulan modeller belli bir ölçüde göre en iyi şekilde çözülmüşlerdir. Bu çalışmaların bazılarının uygulama örneklerini de gözlemek mümkündür. Ancak parametrik olmayan karşılaştırmalı çözümler çok yaygın değildir. Parametrik olmayan karşılaştırmalı çözümlerden anladığımız belli varsayımlar altında çalışan bir envanter kontrol sisteminde bir yönetim politikasının (3. kesimin başındaki sorulara yanıt veren kurallar dizisi bir yönetim politikasıdır) diğer politikalarından daha iyi olup olmadığını gösteren çalışmalar vardır. Böyle bir karşılaştırmaların varlığı, talep, maliyet, vb., öğelerin salt değerinden etkilenmediğinden diğer yakın sistemlerde de uygulanmasına ve iyi yönetim politikalarının yaygınlaşmasına yol açar.

Değişim eğrileri (exchange curves) yöntemi bu amaçla kullanılan bir yöntemdir [8]. Örnek olarak Şekil 3'te bir değişim eğrisi görüyoruz. Belli varsayımlarla ve belli bir politika kullanılarak yıllık envanter yatırıma (envanterde taşınan miktar x birim maliyeti) karşılık gelen yıllık verilen sipariş sayısı eğrisi çizilebilir. Bunu yaparken izlenen yöntem şudur: Maliyetlerden yenileme maliyetine birim maliyeti cinsinden bir değer verilir. (Örneğin 5xbirim maliyeti). Buna göre model çözümlenir ve bu sayıya karşılık ortaya çıkan en iyi politikaya göre yıllık sipariş sayısı ve yıllık envanter yatırımı belirlenir.



Şekil 2 ABC çözümlemesi

Değişik yenileme maliyetlerine göre aynı işlem tekrarlanır ve Şekil 3'te görülen eğri elde edilir. Bu elde edildikten sonra sistemin içinde bulunduğu nokta tahmin edilir. Örneğin Şekil 3'teki gibi bir durum yeni envanter kontrol tekniğinin uygulanması ile kazançlı olacağımızı göstermektedir. Aynı sayıda sipariş vererek daha az bir yatırım yapmamız olası gözükmemektedir.

Değişim eğrilerinin daha farklı ölçütler kullanılarak da hazırlanması mümkündür. Daha çok boyutlu değişim eğrisi de hazırlanabilmesine rağmen çözüm güçleşmektedir.

### Çok Seviyeli Envanter Kuramı (Multi-Echelon Inventory Theory)

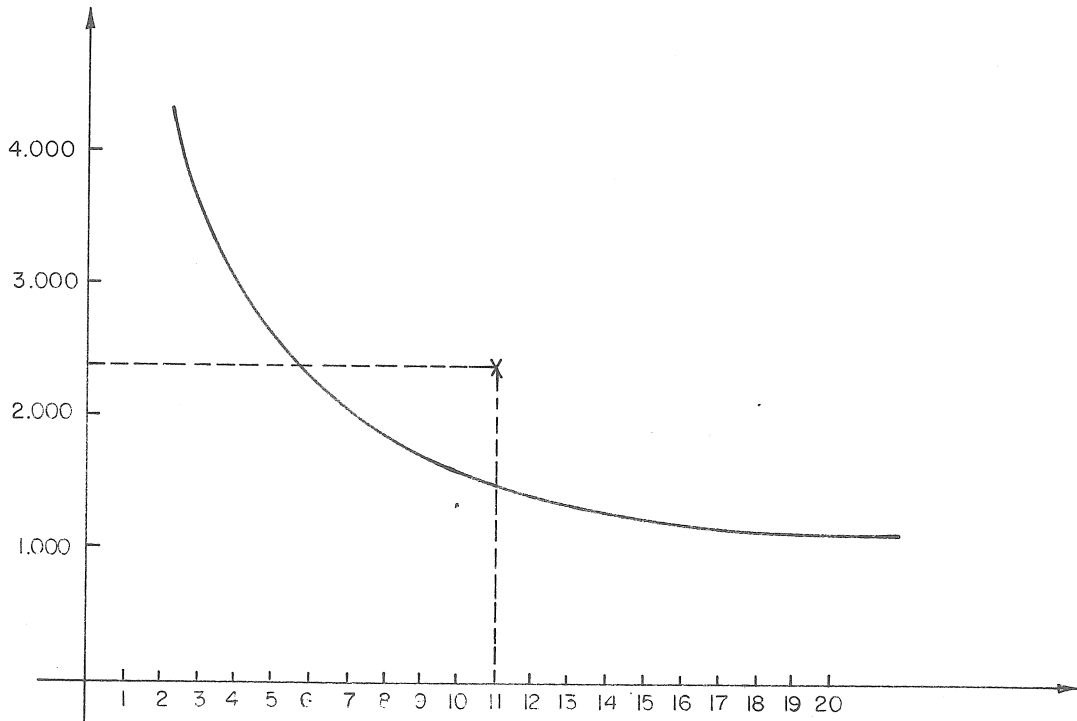
Çok seviyeli envanter kuramı son yıllarda oldukça yaygınlık kazanmıştır. Amaç değişik üretim (dağıtım) seviyelerindeki değişik yerlerin birbirleri ile olan ilişkisini göz önüne alan envanter kontrol sistemleri geliştirmektir. Bu nedenle bu tekniklerin yaklaşımına bütünleşik yaklaşım ismi de verilebilir. Değişik seviyedeki malların, hammadde, ara mamul ve bitmiş mamulun taleplerinin birbirine bağımlı olması ve bitmiş mamulun talebinin diğer talepleri belirlemesi çok seviyeli sistemlerin en çok bilinen örneğidir. (Malzeme İhtiyaç Planlaması için kaynak [1] 286-354'e bakınız.) Ancak çok seviyeli envanter kuramının geniş olarak tanımını yaptığımızda dağıtım paylaşım, vb., diğer sistemlerin de kuramın ilgi alanında olduğunu görürüz. Yani 3. kesimin başında tarif edilen her türlü soruya bütünleşik yanıt getiren analitik modeller bu başlıkta toplanır. Genelde tarifler ve kurulan analitik modeller, çözüm yön-

temleri ile ilgili olarak kaynak [10] ve [11]'e bakınız. Geliştirilen analitik yöntemlerin çok kısıtlı olduğunu söylemek, çözümlerinin çok zor ve veri gereksinimlerinin çok fazla olduğunu vurgulamak gerekmektedir. Ancak yine de uygulanmış ve kısmen başarıya ulaşmış bazı analitik modellerden bahsetmek olasıdır [4], [5].

Bütünleşik yaklaşımda değişim eğrilerini kullanmak olası olmakla birlikte kullanımının getirdiği güçlükler çok fazla olduğundan oldukça kısıtlı kalmıştır ([6], [12]). Tekil olarak bazı sistemler ele alınıp bütünleşik yaklaşımın geleneksel envanter yaklaşımından daha etkin olduğu ve daha az maliyet yüklediği gösterilmiştir [13]. Ancak bu sonuçları genelleştirmek bu verilerle olası değildir.

### Analitik Yöntemlerin Ortak Özellikleri

Yukarıdaki iki bölümde özetlemeye çalıştığımız analitik yöntemlerin uygulanmasında oldukça dikkatli olmak gerekmektedir. Daha önceden belirttiğimiz gibi öncelikli sorun 2. kesimde açıklamaya çalışılan öğelerin açık ve doğru tanımlayabilmektir. Bu yapıldıktan sonra analitik modeller kullanılmaya başlanabilir. Analitik modellerin yaptığı, bu öğeleri veri olarak alıp üstüne çeşitli işlevsel ve çözüme yönlendirici varsayımlar yapmak ve genelde kısıtsız çözmektir. Analitik modellerin bu yetersizliği yönetici tarafından göz önünde bulundurulmalı ve gerekirse müdahale edilmelidir. Analitik modellerin çoğu en iyileme yöntemi olduğundan yapılan müdahale sonuç yerine varsayımlar ya da öğeler üzerine olmalıdır. Bu noktada benzetim gibi açıklayıcı modellere de başvurmak olasıdır.



Şekil 3 Bir değişim eğrisi

Analitik en iyileme modellerin çalışması modelde yer alan öğelerin (çeşitli maliyetler, servis) birbirleri ile ters düşmeleri esasına dayanır. Örneğin ölçüt maliyet ise, çok sayıda sipariş verilmesi yıllık envanter taşıma maliyetini azaltmasına rağmen yıllık sipariş verme maliyetini artırır. Bütün öğeleri söz konusu edersek ters düşmelerin sayısı ve niteliği oldukça karmaşık olacaktır. İşte analitik en iyileme modelleri, bizim tanımlayabildiğimiz oranda, bu ödünleşmeyi (trade-off) ölçütümüzü en iyileştirecek şekilde yaparlar. Bu açıdan öğeler saptanırken ve analitik en iyileştirme modeli kurulurken birbirleri ile çelişen öğeler olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde analitik model yanıltıcı bir tekil çözüm verebilir.

### KURAM İLE UYGULAMA ARASINDAKİ BOŞLUĞUN DOLDURULMASI

Makalenin bu son kesiminde, daha önceki kesimlerde sözü edilen olguları uygulama açısından değerlendirmeye çalışacağız. Uygulamanın kuramdan kopuk olamayacağını vurgulayan ancak envanter kuramının uygulama ile arasındaki uçurumu doldurmaya yönelik öneriler getiren çalışmalar vardır [11]. Bu makaleyi bu boşluğu doldurmaya yönelik önerilerle bitiriyoruz:

i) Stok hareketinin kontrol altına alınması için bir takım analitik yöntemlerin kullanılmasının önemi açıktır. Ancak elimizdeki envanter sistemini bir analitik modele uydurma yerine kendi sistemimizin özelliklerine göre modelleme yapılmalıdır.

ii) Sistem öğelerinin daha sağlıklı belirlenmesi analitik yaklaşımlarda başarı için bir ön koşuldur. Bu da envanter sisteminin, genel işletmenin varmağa çalıştığı hedefler doğrultusundaki ölçütünü tanımlamakla başlar. Diğer öğelerin de aynı dikkatle ve belli aralıklarda değişen koşullara uyularlanarak tanımlamaları gerekir. Sistem öğelerinin sağlıklı ve açık olmaları analitik çalışmaların şeklini belirlemede etkin olacaktır.

iii) En iyileme modellerin yanı sıra sezgisel modellerin kullanımına ağırlık verilmesi uygulama kolaylığı ve kolay çözümler getirmesi açısından gereklidir.

iv) Yeni bir yaklaşımla en iyi sonuç elde edilebilecek bugünkü koşullara göre gelişmenin gösterilmesi, ya da en azından bu doğrultuda çaba gösterilmesi, analitik yaklaşımların yararlı olduğunu göstermesi açısından olumludur. Ayrıca parametrik olmayan karşılaştırma yöntemlerinin bazı zorluklar ve kullanışsızlıklara rağmen uygulanmaları, bir uygulama örneğinin yararını genelleştireceğinden çok olumludur.

v) Yukarıda saydığımız bütün önerilere ön koşul olarak sistemde sağlıklı ve güvenilir bir veri tabanı yaratmak zorunludur. Özellikle bilgisayarların yaygınlaşması bunu kolaylaştıracaktır.

vi) Bir envanter sisteminin başarısını en çok etkileyen öğelerden biri birim maliyetlerdir. Maliyet kontrolü sonucunda toplam maliyet düşeceğinden kullanılacak sezgisel modeller dahi büyük kazanç ge-

tirecektir. (Örneğin Japon Kanban üretim sistemlerinde teknolojinin üretim yenileme maliyetini düşürecek biçimde kullanılması.)

vii) Analitik modellerin anlaşılması kolay ve gerçekçi boyutta veri gerektirmesi uygulanabilirliği açısından önemlidir.

viii) Analitik model kurulurken en iyi çözüm elde edilebilir ancak eğer model istenilen detayda ve kapsamda kurulabiliyorsa düşünülmelidir. Daha kısıtlı bir soruna en iyi çözümü getiren bir yanıt yerine, soruna daha az kısıtlı bir durumda iyi bir çözüm getirmek tercih edilmelidir.

### THE ROLE OF INVENTORY PLANNING IN PRODUCTIVITY

In this paper, the importance of controlling stock movements within the material planning system is discussed. Some definitions, basic properties and components of inventory systems are introduced. Analytical techniques to solve inventory control problems are overviewed on the basis of overall integrity: classical approach is to assume independent stocking points, whereas multi-echelon inventory techniques consider the relationship among stocking points and have an integrated approach. Problems with the applicability of analytical models are discussed. Some general recommendations to bridge the gap between theory and practice are given.

#### KAYNAKÇA

- 1 Tersine, R.J., *Principles of Inventory and Materials Management*, 2. Baskı, North-Holland, 1983.
- 2 Morse, W.J., *Cost Accounting*, 2. Baskı, Addison-Wesley, 1981.
- 3 Wagner, H.M., "Research Portfolio for Inventory Management and Production Planning Systems", *Operations Research*, 28, (1980), 445-475.
- 4 Sherbrooke, C.C., "METRIC: A Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control", *Operations Research*, 16, (1968), 122-141.
- 5 Muckstadt, J.A., "A Model for a Multi-Item, Multi-Echelon, Multi-Indenture Inventory System", *Management Science*, 20, (1973), 472-481.
- 6 Muckstadt, J.A. ve Thomas, L.J., "Are Multi-Echelon Inventory Methods Worth Implementing in Systems With Low-Demand Rates?" *Management Science*, 26, (1980), 483-494.
- 7 Clark, A.J., "Experiences with a Multi-Indentured, Multi-Echelon Inventory Model", *Studies in the Management Sciences*, Vol.16, North-Holland, 299-330, 1981.
- 8 Silver, E. ve Peterson, R., *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*, 2. Baskı, John Wiley and Sons, 1985.
- 9 Silver, E.A., "Operations Research in Inventory Management: A Review and Critique", *Operations Research*, 29, (1981), 628-645.
- 10 Clark, Y.A.J., "An Informal Survey of Multi-Echelon Inventory Theory", *Naval Research Logistics Quarterly*, 19, (1972), 621-650.
- 11 Schwarz, L.B.(der), *Multi-Level Production/Inventory Control Systems: Theory and Practice*, *Studies in the Management Sciences*, Vol.16, North-Holland, 1981.
- 12 Erkip, N. ve Hausman, W.H., *A New Allocation Policy For Multi-Echelon Inventory Systems: Computational Results*, IE and EM Department Stanford, University, 1984.
- 13 Muckstadt, J.A. ve Thomas, L.J., "Cost Comparisons of Alternative Methods for Managing Multi-Level Inventory Systems: A Case Study", *Tijdschr.Econ.Mgmt.*, 25, (1980), 137-147.