

TEDARİK ZİNCİRİNDE BİLGİ ÇARPITMASININ ETKİSİ: KIRBAÇ ETKİSİ

Turan PAKSOY*
Esra KESKİN

ÖZET

Tedarik zinciri üyeleri birbiriyle sürekli etkileşim halindedir. Tedarik zincirinde bilginin paylaşımında ortaya çıkan aksaklıklar zincirde aksamalara ve verimsizliklere neden olur; aşırı stok yatırımları ortaya çıkar, abartılı sipariş seviyeleri ve maliyetlerin yükselmesine neden olan talep dalgalanmaları oluşur. Bu çalışmada, tedarik zincirinde bilgi çarpıtmasının ortaya çıkardığı etkiler, kırbaç etkisi olarak adlandırılan bu durumun işletmelerde oluşturduğu olumsuzluklar ve çözüm yöntemleri ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi; Bilgi Çarpıtması; Kırbaç Etkisi.

ABSTRACT

Distorted information in a supply chain causes inefficiencies for all members. The common symptoms of bullwhip effect could be excessive inventory, exaggerated order swings etc. The demand order variability in the supply chain is amplified as they moved up the supply chain. This paper considers the effect of information distortion; causes of the bullwhip effect and the methods for counteract the bullwhip effect.

Keywords: Supply Chain Management; Information Distortion; Bullwhip Effect.

1. Giriş

Tedarik zincirleri birbiriyle ilişkili tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar, toptancılar, perakendeciler ve müşterilerden oluşan, her üye arasında aşağı ve yukarı yönlü bilgi akışının bulunduğu sistemlerdir (Min ve Zhou, 2002).

Tedarik zincirlerinde bilginin aktarımı esnasında ortaya çıkacak aksaklıklar ya da çarpıtmalar tedarik zinciri boyunca ilerlerken varyansı artmakta ve her bir üye için olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum kulaktan kulağa oyununda ilk oyuncudan son oyuncuya doğru gidildiğinde bilginin bozulmasına benzetilebilir. Eğer her oyuncuya yanlış söylediği kelime kadar ceza verilecek olursa en çok cezayı son oyuncu alacaktır. Ancak tüm oyuncular bozulmuş cümlelerin oluşumunda eşit miktarda etkili ve sorumludur.

Bu çalışmanın birinci ve ikinci bölümlerinde Kırbaç Etkisi olarak tanımlanan tedarik zincirinde bilgi çarpıtması kavramı anlatılmıştır. Üçüncü ve dördüncü bölümlerde sırasıyla Kırbaç Etkisine neden olan faktörler ve etkinin azaltılması için önerilen yöntemlerden bazılarına yer verilmiştir.

2. Tedarik Zincirinde Bilgi Çarpıtması

“Tedarik” bir işletmenin faaliyetlerinin en önemli ve vazgeçilmez kısımlarındandır. Bir işletme için tedarik, kuruluş aşamasında gerekli makine ve teçhizatın tedarik edilmesi ile başlar. İşletmenin faaliyetlerine başlaması ve

* Dr., Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi

çalışabilmesi için hammadde ve malzeme tedarik etmesi gerekir (Karayalçın, 1986).

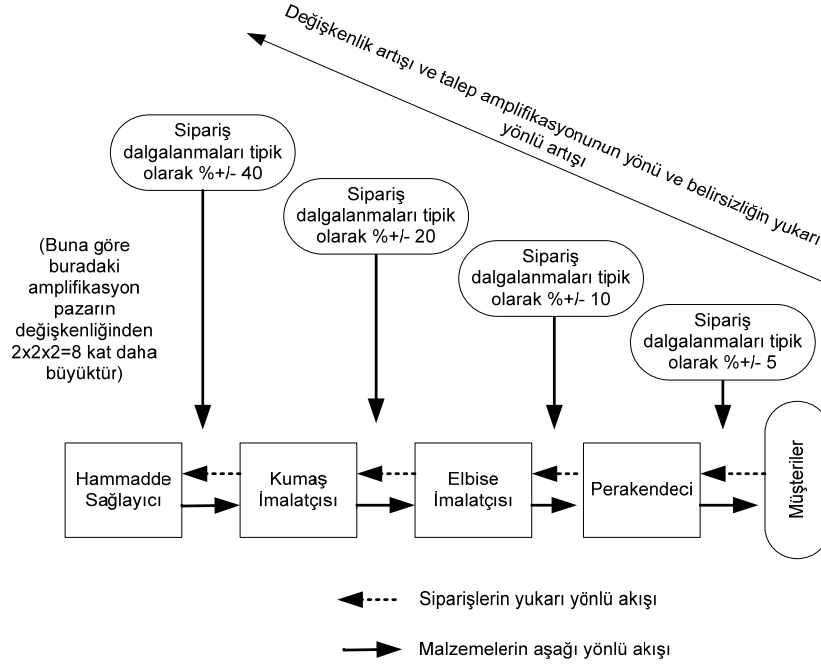
Tedarik zinciri yönetimi, tedarikçilerden son tüketiciye kadar olan tüm değer yaratma sürecinin eniyilemesi ile ilgilidir. Temel fikir, zincirin bir bütün olarak düşünülmesidir. Zincirdeki tüm üyeler, dolaylı ya da dolaysız olarak diğer zincir üyelerini ve zincirin performansını etkiler. Tedarik zinciri yönetimi, hammaddelerin edinilmesinden imalat ürünlerine ve buradan da tüketiciye işlenmiş ürünlerin dağıtımına kadar tüm tedarik zinciri boyunca bilgiye dayalı karar alınmasına olanak vermektedir. Tedarik zincirinde ürün akışı, hammadde kaynakları, imalatçı, dağıtıcılar, tüketiciler vs. arasında, her iki yönde de akan arz-talep işlem bilgisi tarafından denetlenmektedir. İşletmeler rekabet şartlarında değişen müşteri taleplerine uygun, esnek bir üretimi gerçekleştirebilmek ve tedarikçilerden nihai müşteriye kadar uzanan zincirdeki aksaklıkları gidermek zorundadır (Paksoy ve Altıparmak, 2003).

Tedarik zinciri üyelerinden birinden diğerine bilgi akışı esnasında oluşacak bilgi çarpıtması, zaman ve enerjinin etkili bir şekilde kullanılmaması nedeniyle aşırı stok yatırımları, verimsiz müşteri servisi, gelir ve kar kayıpları, kapasite planı sapmaları, verimsiz taşıma ve uyulamayan üretim çizelgeleri gibi çok büyük verimsizlikler ortaya çıkarır (Lee vd, 1997). Kırbaç etkisi (Bullwhip Effect) olarak bilinen bu durum pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bazı endüstrilerde “whipsaw” ya da “whiplash” etkisi olarak da adlandırılan bu durum ilk olarak Jay Forrester (1961) tarafından ele alındığı için “Forrester Etkisi” olarak tanınmıştır (Disney vd., 2003). Bu çalışmadan sonra pek çok araştırmacı tedarik zincirinin bu davranışı üzerine çalışmalar yapmıştır (örn: Lee vd., 1997; Dejoncheere vd., 2002; Disney vd., 2003; Machuca vd, 2003; Fiala, 2004, v.b.).

Bilgi çarpıtması; fabrika deposu, ürün taşıma servislerinin depoları, üreticinin pazarlama deposu, dağıtıcının merkez deposu, dağıtımının bölgesel deposu ve perakende satıcının depolama alanı gibi tedarik zincirinin her aşamasında mal alıp stok etmeyi teşvik eder. Çünkü bu etki talep tahminlerinde önemli sapmalara ve sonucunda taleplerin karşılanamamasına sebep olmaktadır (Lee vd., 1997).

Towill ve Mc Cullen (1999) tarafından yapılan çalışmada kırbaç etkisi Şekil 1’de görüldüğü gibi özetlenmiştir. Tedarik zincirinin her seviyesinde talep varyasyonu bir önceki seviyeden gelen siparişe bağlı olarak katlanarak artmaktadır.

Tedarik Zincirinde Bilgi Çarpıtmasının Etkisi: Kırbaç Etkisi



Şekil 1. Geleneksel Bir Perakendeci Tedarik Zincirinde Kırbaç Etkisi (Towill ve McCullen, 1999).

Kırbaç etkisinin daha iyi anlaşılması için “Bira Oyunu” nun incelenmesi faydalı olabilir. Bu deney, gerçek organizasyonların nasıl çalıştığını anlamaya yardım eden bir küçük ortamın (microcosm) laboratuvar ortamında oluşturulması ile başlar. Bu oyun ilk kez 1960’ larda Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology/MIT)’nde Sterman tarafından uygulanmıştır (Senge, 1990). Bu oyunda söz konusu olan basit bir tedarik zinciridir. Sistemde bir bira markası ve bu bira markasını üretmek ve dağıtmakla sorumlu üyeler vardır. Katılımcılar (öğrenciler, yöneticiler, analizciler vb.) müşteri, perakendeci, toptancı ve popüler bir bira markasının üreticilerini oynarlar (Lee vd., 1997). Her bir pozisyondaki oyuncu gerekli gördükleri kararları almakta serbesttir. Tek amaçları karlılarını maksimize etmek için pozisyonlarını ellerinden gelen en iyi şekilde yönetmektir. Oyuncuların, siparişi verecekleri (tedarik zincirinde kendilerinden bir önce gelen) oyuncu hariç diğerleriyle iletişim kurmaları kesinlikle yasaktır. Yani sipariş kararları yalnızca kendilerinden önce gelen oyuncunun siparişlerine bağlıdır (Senge, 1991).

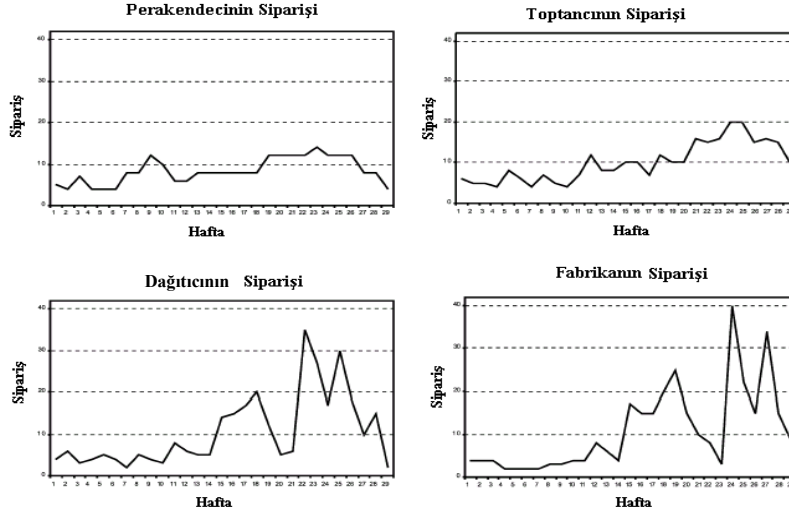
Bira oyununda ucuz olduğu için hep aynı marka birayı tercih eden genç bir müşteri topluluğu varsayılır. Perakendeci de bu müşterilere her hafta günlük gazete sattığı kadar düzenli bir şekilde bira satmaktadır. Perakendeci her hafta 4 kasa satış yapmasına rağmen herhangi bir anda stoğunda 12 kasa bira buldurmaya çalıştığından düzenli olarak her pazartesi bira kamyonu

geldiğinde 4 kasa sipariş etmektedir. Ancak birden bira satışları haftada 8 kasaya yükselir. Perakendeci birinin parti verdiğini düşünür ve endişe etmez çünkü stokta fazladan 8 kasa bira bulunmaktadır. Ancak bira satışları haftada 8 kasa olarak devam etmektedir ve perakendecinin stokları tükenmektedir. Dağıtım görevlisi geldiğinde yine 4 kasa bira getirmiştir (bu dört hafta öncesinin siparişidir). Stokta sadece 4 kasa bira kalmıştır ve o hafta stoktaki tüm biralardan satılacağı anlamına gelmektedir. Bu arada perakendeci müşterilerden satıştaki artış nedeninin bir müzik grubunun konserlerinde bu birayı içmeleri olduğunu öğrendiğinde aradan 4 hafta geçmiştir.

Toptancı da perakendecilerden aldığı siparişler karşısında şaşırmıştır. Beklediğinden fazla gelen talebi karşılamaya çalışır ama yine de miktar perakendecinin istediği kadar değildir. Perakendeci artık yok satmaktadır. Toptancının gönderdiği haftalık bira sayısı ancak beş kasaya yükselmiştir. Bu sayı ise müşterisinin talebini karşılayamadığından itibarını kaybetmesine neden olmaktadır. Toptancı da perakendeci kadar sinirli ve öfkeli hale gelmiştir. Çünkü fabrikadan sipariş ettiği miktarda birayı alamamaktadır. Perakendeci her hafta 4 kasa sipariş verdiğinde toptancı 4 kamyon dolusu bira ısmarlar. Siparişler 4. haftanın sonunda birden artınca ve toptancı bir dergiden konserlerdeki durumu haber alınca perakendecilerin talebini karşılamak için stoktaki biralardan hepsini göndermesi de yeterli olmamıştır ve siparişi 20 kamyonu (yani 5 katına) çıkarmıştır. 8. hafta sonunda siparişi 30 kamyonu çıkardığını bildirmek ve teslimatı hızlandırmanın bir yolunun olup olmadığını sormak için fabrikayı aradığında (bu teslimatı yapanlarla kağıt üzerindeki işaretlerle kurdukları iletişimin dışındaki ilk görüşmedir) üretimin 2 hafta önce arttırıldığını öğrenir. Çünkü fabrikada siparişler 6. haftanın sonunda artmıştır ve biranın hazırlanması 2 hafta sürmektedir. Stokta birkaç haftalık bira vardır ama bu da talebi karşılamaz. Bu arada perakendeci elinde bira olmadığı için sürekli sipariş vermektedir. Buna bağlı olarak toptancı da siparişleri artırır. Her hafta bir öncekinden 20 kamyon fazla sipariş vermektedir. Fabrika yığılan siparişlere ancak 12. hafta yetişebilmiştir. Siparişler zamanında karşılanamadığından perakendeci, toptancı ve fabrika zarar etmektedir. Perakendeci siparişi karşılanmadıkça her hafta siparişlerini arttırmaktadır. Sonunda yirmi dört kasa sipariş verir. Bu sipariş toptancı tarafından birkaç hafta sonra değerlendirildiğinde biraya olan talep artık azalmıştır. Buna bağlı olarak siparişler de düşmüştür ama fabrika stokladığı biralardan elinden çıkarmak için teslimatlara devam eder. Toptancı da fabrikadan gelen biralardan istemeseler de perakendecilere göndermektedir. Buna rağmen 21. haftanın sonunda perakendeci stoğu 98 kasa, toptancı stoğu 220 kamyon ve fabrika stoğu 220 kamyondu ve artık siparişler durmuştur (Senge, 1991).

Sterman'ın bu deneyi stoğun yanlış anlaşılması ve talep bilgisinin aktarımında insan davranışlarının Kırbaç etkisine sebep olabileceğini göstermektedir. Bu deney pek çok ürün ve faaliyet alanı için zaman içerisinde tekrarlanmıştır. Örneğin, Kimbrough vd. (2002) 8 Mayıs 2000 tarihinde MIT öğrencilerinin oynadığı Bira Oyunu'nda, tedarik zincirinde sipariş varyansının yukarı yönlü artışını Şekil 2' deki gibi tespit etmişlerdir.

Tedarik Zincirinde Bilgi Çarpıtmasının Etkisi: Kırbaç Etkisi



Şekil 2. Bir Grup Öğrenci Tarafından Oynanan Bira Oyununun Gerçek Verileriyle Kırbaç Etkisi (Kimbrough vd., 2002).

Kırbaç etkisi zincir boyunca her üyeyi etkilemektedir. Tedarik zincirindeki belirsizliğin azaltılması, bilgi akışını hızlandırarak tedarik zincirinin veriminin artırılması için kırbaç etkisinin sebeplerinin bulunması ve analiz edilmesi gerekmektedir.

3. Tedarik Zincirinde Kırbaç Etkisinin Sebepleri

Kırbaç etkisine neden olan durumların anlaşılması, yöneticilerin bu etkiyi azaltmak için stratejiler geliştirmesini kolaylaştırır. Kırbaç etkisinin azaltılması amacıyla yöneticilerin strateji oluşturması için bu etkiye neden olan karmaşık durumların anlaşılması gerekmektedir. Kırbaç etkisinin sebeplerini analiz etmek için pek çok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmıştır.

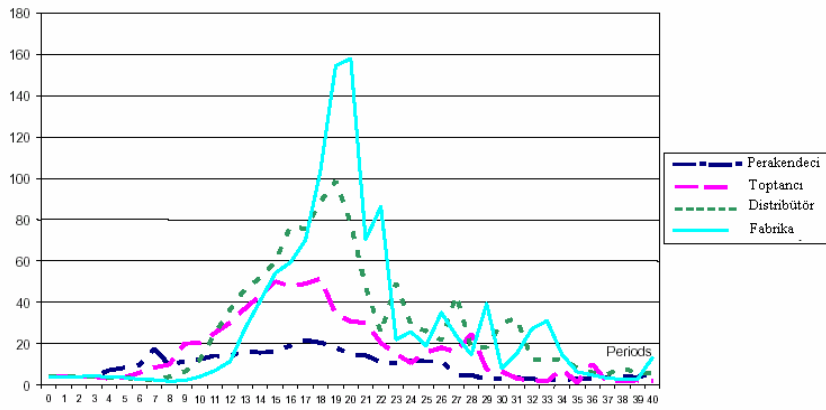
Lee vd. (1997) tarafından yapılan çalışmada; talep tahmini düzeltmeleri, yığın siparişler, tedarik süreleri, fiyat dalgalanmaları, tedarik kıtlığı olmak üzere kırbaç etkisinin beş temel sebebi ortaya koyulmuştur. Metters (1997)' a göre ise, kırbaç etkisinin sebeplerinin başında bilginin tedarik zinciri üyeleri arasında ilerlerken çarpıtılması gelmektedir. Metters (1997) yaptığı çalışmada işletme içi iletişimde oluşacak problemlerin, bilginin transferi esnasında oluşan zaman kayıpları ile birleştiğinde etkinin temelini oluşturduğu üzerinde durmaktadır.

Sheu (2003) da yaptığı çalışmada Metters (1997)'ın görüşünü doğrularak bilgi transferinde oluşan gecikmelerin bilgi paylaşımı ile sağlanabilecek verimliliği etkileyebileceğini daha da önemlisi tedarikçi tarafından tahmin edilen talep ile son tüketicinin gerçek talebi arasındaki sapmadan kaynaklanan etkiyi arttırabileceğini ortaya koymuştur.

Bilginin aktarılması sonucu ortaya çıkan sorunlar kadar yorumlanması esnasında ortaya çıkan sorunlar da bir takım verimsizliklere neden olmaktadır. Öyle ki; talep sinyalinin doğru yorumlanamaması Kırbaç etkisi için önemli bir tetikleyicidir (Lee vd., 1997). Talep sinyali işleme denildiğinde, talep tahmini düzeltmeleri ve bu düzeltmeler sonucu stok ikmal kurallarının parametrelerinin sık sık düzeltilmesi anlaşılmaktadır (Dejonckheere vd., 2002). Bir çok işletmede talep tahmini müşterilerden gelen talepler göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Bira oyununda da görüldüğü gibi talep modelinin oluşturulması sürecinde oluşturan kişi kendi gözlemlerinden yararlanır. Bu durumda modelin güvenilirliği kişisel davranışlara bağlanabilir (Senge, 1991). Bir ürün için sipariş verildiğinde siparişi alan kişi bu sipariştan yola çıkarak diğer siparişler için bir fikir oluşturur.

Örneğin; talep tahmini için üstel düzeltme yöntemi kullanan bir işletme bu yöntemle taleplerini sürekli günceller ve tedarikçiye yollanan sipariş işletmenin gelecek talep ihtiyacını karşılayacak stok miktarını ve emniyet stoğunu yansıtır. Eğer sipariş verme süresi uzunsa bu durumda daha fazla stok tutma isteğinden dolayı dalgalanmalar artmaktadır. Tedarikçi açısından bakıldığında ise bir önceki aşamadan gelecek siparişler talebini belirleyecektir. Eğer tedarikçi de üstel düzeltme yöntemini kullanıyorsa bu büyük dalgalanmalara sebep olacaktır (Lee vd., 1997).

Talepte meydana gelen çarpıtma sonucu stoklarda da birtakım dalgalanmaların meydana geldiği Machuca vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada ortaya koyulmuştur. Şekil 3’ te de görüldüğü gibi perakendecinin verdiği sipariş, tedarik üyeleri arasında ilerlerken çarpıtılarak artırılmıştır. Bu durumda zincirin her aşamasında fazla stoklar oluşmaktadır.



Şekil 3. Tedarik Zincirinde Siparişlerin Akışı (Machuca vd., 2004).

Tedarik Zincirinde Bilgi arpıtmasının Etkisi: Kırbaç Etkisi

Stokların getireceği maliyetler nedeniyle işletmeler stokların oluşmasını istemezler. Ancak işletmeler stok maliyetlerini önemsemeyip sipariş maliyetlerini göz önünde bulundurlarsa sipariş verilmeden önce siparişler biriktirilmekte ve istenen seviyeye gelindiğinde sipariş verilmektedir. Yani sık sık sipariş vermek yerine haftada, iki haftada bir yada genellikle ayda bir sipariş verilerek az sayıda sipariş vermenin işletmeye getireceği maliyet azaltılmaktadır. Özellikle MRP kullanan işletmeler periyodik olarak her ay sipariş verdiğinde tedarikçi arı ardına gelen kararsız siparişlerle karşı karşıya kalır. Eğer tedarikçilerin çalıştığı işletmelerin çoğu bu yöntemi kullanıyorsa siparişler çakışabilir. Örneğin, bir ay siparişlerde bir durgunluk yaşanırsa diğer aylarda keskin dalgalanmalar oluşabilir. Bu durum talepteki dalgalanmayı artırır (Lee vd., 1997).

Talep sinyalinin yanlış yorumlanmasına neden olan bir durum ise tedarikçiler, üreticiler ya da dağıtıcıların belli zamanlarda yaptıkları fiyat indirimi, promosyon, miktar indirimi ya da ıskontolardır. Bunun sonucunda fiyatlarda oluşan dalgalanmalar müşterilerin bu avantajlı durumu kullanarak ihtiyacından fazlasını alarak stoklamasına neden olmaktadır. Fiyatlar normale döndüğünde ise stoktan tüketim başlamaktadır. Üretici talep tahmini yaparken müşterinin satın alma modelini göz önünde bulunduracağından ve bu durum tüketicinin satın alma modelini sağlıklı olarak yansıtmadığından üretimi etkilemektedir. Yani satın alma miktarındaki değişim, tüketim miktarındaki değişimi yansıtmadığından Kırbaç etkisini ortaya çıkarmaktadır (Lee vd., 1997).

Bir ürünün talebi tedarik edilen miktardan fazla olduğunda genellikle üreticiler ellerindeki ürünü müşterilerine orantılı olarak dağıtırlar. Örneğin, tedarik edilen sipariş edilenin yüzde ellisiye tüm müşteriler sipariş ettiklerinin yüzde ellisini alırlar. Bira oyununda da görüldüğü gibi siparişi zamanında karşılanmayan müşteri diğer siparişte vereceği sipariş miktarını abartır. Tedarikçi istenilen miktarda siparişi karşılamaya başladığında ise aşırı stoklar ve siparişlerin iptal edilmesi gibi olumsuzluklar ortaya çıkar (Senge, 1991). Ayrıca siparişe bağlı talep tahmini ile yapılan üretim ve buna bağlı uygunsuz dağıtım stratejilerinin sonucu yağın siparişlerin oluşması kırbaç etkisinin oluşumunu hızlandırır (Sheu, 2003).

Kırbaç etkisinin sebepleri belirlendikten sonra bu etkiyi azaltacak stratejiler belirlenmelidir.

4. Tedarik Zincirinde Kırbaç Etkisini Azaltma Yöntemleri

Kırbaç etkisinin işletmelerde çok önemli ve dikkate değer verimsizlikler ortaya çıkardığının anlaşılmasıyla pek çok araştırmacı bu etkinin nasıl azaltılacağına yönelik çalışmalar yapmıştır. Schmenner (2001) yaptığı çalışmada Procter&Gamble şirketinin kırbaç etkisi ile 1919 yılından beri nasıl ilgilendiğine ilişkin bilgilere yer vererek kırbaç etkisini tarihi bir bakış açısıyla ortaya koymuştur.

Kırbaç etkisinin azaltılmak istenmesinin temel sebebi işletmeye getirdiği maliyetlerdir ancak işletmenin karlılığına olan etkisinin ölçülmesi zordur. Metters (1997) yaptığı çalışmada parasal terimlerle kırbaç etkisinin önemini ifade ederek kalite ölçülerinin getirdiği maliyetlerdeki kırbaç etkisine ve kalite gelişim

Tedarik Zincirinde Bilgi Çarpıtmasının Etkisi: Kırbaç Etkisi

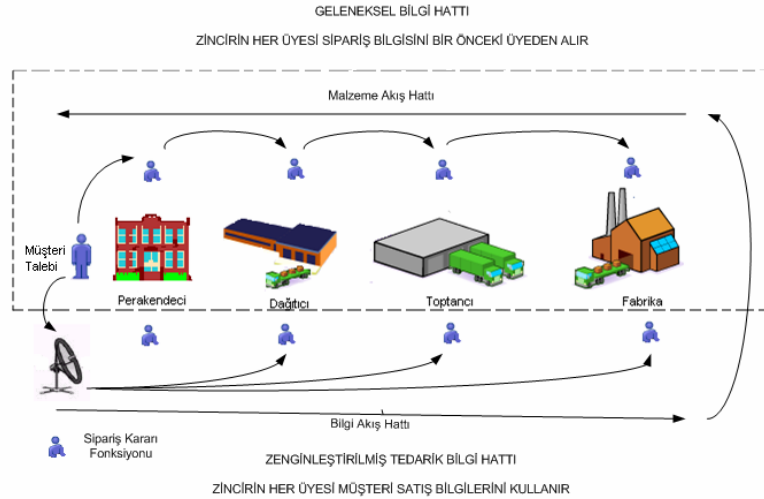
programlarının gereksinimlerine dikkat çekmektedir. Yaptığı bu çalışmada problemi dinamik programlama yaklaşımı ile ele almıştır. Yönetimsel kaynaklı parametrelerde ayarlamalar yapılarak işletmenin karlılığında %5 oranında bir artışın olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Lee vd. (1997) yaptıkları çalışmada kırbaç etkisine neden olan beş faktör belirlemişlerdir. Belirlenen bu faktörler için çoklu talep tahmini güncellemelerinden sakınmak, yığın sipariş miktarlarının azaltılması, fiyat dalgalanmalarının durağan fiyatlar haline getirilmesi, tedarik kıtlığının ve abartılı siparişlerin ortadan kaldırılması gibi çözüm yöntemleri önermişlerdir. Kırbaç etkisine neden olabilecek dört temel faktörü ve kırbaç etkisinin nasıl kontrol edilebileceğini Tablo 1’ deki gibi özetlemişlerdir.

Bu çalışmada, kırbaç etkisini azaltma yöntemleri Lee vd. (1997) tarafından belirlenen ve yukarıda Tablo 1’de özetlenen şekilde sınıflandırılarak incelenecektir.

4.1. Talep Tahmini Güncellemelerinden Kaynaklanan Etkilerin Azaltılması

Tedarik zincirinde tüm üyeler birbirlerine bağlı olarak bir takım tahminler yapmaktadır. Zincirde tahminlerin düzeltilerek ilerlemesi Kırbaç Etkisini ortaya çıkaracağından doğrudan müşteriden talep alma yöntemi kullanılmalıdır. Bunun için Mason- Jones (1997) müşteri taleplerine ilişkin verilerin zincir boyunca paylaşıldığı “bilgi zenginleştirilmiş” (information enrichment) tedarik zinciri modelini önermiştir. Zincirin ilk halkasının nihai müşteri talebini gözlemediği ve zincirin sonraki halkalarındaki birimlerin tahminlerini kendilerine gelen sipariş bilgilerinden yararlanarak yapmak zorunda oldukları geleneksel tedarik zinciri ile bilgi zenginleştirilmiş tedarik zincirinin karşılaştırması Şekil 4’ te verilmiştir.



Şekil 4. Geleneksel Tedarik Zincirine Karşı Bilgi Zenginleştirilmiş Tedarik Zinciri (Mason- Jones ve Towill, 1997).

Geleneksel tedarik zinciri ile bilgi zenginleştirilmiş tedarik zinciri arasındaki temel fark bilgi zenginleştirilmiş tedarik zincirinde her zincir üyesi kendi tahminini son tüketicinin siparişine bağlı olarak yapmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken, bilgisi zenginleştirilmiş tedarik zinciri bir satıcı idareli stok (Vendor Managed Inventory/VMI) modeli değildir. Bilgisi zenginleştirilmiş tedarik zincirinde her safha kendine sipariş edilen ürünleri kendinden bir önceki zincir üyesine vermek durumundadır. Yani tedarikçi ürünleri direkt müşteriye teslim etme yetkisine sahip değildir (Dejonckheere vd., 2002).

Tedarik zincirinde yukarıda bulunan üyelerin, aşağıda bulunan üyelerin talep ve stok bilgilerine ulaşarak, aşağıdaki üyeler için gerekli tahminleri ve yeniden tedarikleri güncellemeleri durumu Satıcı İdareli Stok (Vendor Managed Inventory /VMI) yada sürekli ikmal programı (Continuous Replenishment Program /CRP) olarak bilinir. Satıcı İdareli stok modeli (VMI) zincirde kırbaç etkisinin azaltılması için önerilen bir diğer yöntemdir (Lee vd., 1997).

Kırbaç etkisini azaltmanın diğer bir yolu da talep tahmini yöntemlerinin sağlıklı bir şekilde kullanılmasıdır. Chen vd. (2003), talep tahmini yöntemlerinden olan hareketli ortalamalar yönteminin temelini oluşturduğu bir çalışmayla sipariş verme politikaları (order-up-to policy /OUT) için kırbaç etkisini ölçmüştür. Dejonckheere vd.(2003) aynı bulguları ve sonuçları diğer talep tahmini yöntemlerini de kullanarak onaylamıştır. Buna göre çok aşamalı bilgi zenginleştirilmiş tedarik zincirinde OUT politikası kullanıldığında değişiklikteki artış, geleneksel tedarik zincirindeki artıştan daha az olmaktadır.

Dejonckheere vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada da OUT yönteminin kırbaç etkisini önlemede olan etkisi üzerinde durulmuştur. İki tip ikmal kuralı analiz edilmiştir. Bunlar sipariş verme politikası (OUT) ve sabit sipariş verme politikasıdır. Bu yöntemler talebin değişkenliğini azaltmak için kullanılmaktadır. OUT politikaları kategorisinde bilgi paylaşımı kamçı etkisini önemli ölçüde azaltmaktadır. Özellikle zincirde yukarı yönlü ilerlendiğinde bu azaltmanın etkisi daha çok görülmektedir. Bununla beraber kırbaç etkisi tamamıyla ortadan kaldırılamamaktadır ve zincirin bir üst halkasından itibaren tekrar yükselmektedir. Siparişlerdeki artışın kontrol mühendisliği perspektifinden OUT yöntemi ile ölçüldüğü durumda klasik OUT yönteminin kırbaç etkisine neden olduğunu ortaya koyulmuştur. Eğer kesirli düzeltmeler olarak adlandırılan ikmal kurallarına dayalı düzenlemeler yapılırsa düzgün sipariş örnekleri geliştirilebilir. Yani karar vericilerin güvenilir tahminler yapması durumunda sipariş dalgalanmalarını azaltmak mümkün olabilir.

4.2. Yığın Siparişlerden Kaynaklanan Etkilerin Azaltılması

Partiler halinde sipariş verme kırbaç etkisi tetiklemektedir. İşletmeler daha sık ve küçük partiler halinde sipariş vererek kırbaç etkisini azaltabilirler. Bunun için bir kamyon dolusu sipariş vermenin daha az maliyetli olduğu durumlarda da işletmeler bir tedarikçiden ya da komşu tedarikçilerden az miktarlarda çok çeşitli ürünler alarak bir kamyon dolusu malzeme tedarik edebilirler. Aynı şekilde birbirine yakın müşterilere kamyon dolusu dağıtım yapılabilir. Bu şekilde haftalık yapılan dağıtımlar günlük dağıtımlara indirilebilir (Lee vd., 1997).

Tedarik Zincirinde Bilgi Çarpıtmasının Etkisi: Kırbaç Etkisi

Günümüzde pek çok işletme müşterinin talep bilgisinin paylaşılması ve bilginin merkezileştirilmesi için teknolojik gelişmelerden faydalanmaktadır. Fiala (2004) ya göre bilgi asimetrisinin engellenmesi için bilginin merkezileştirilmesi gerekir. Bunun için STELLA yazılımı olarak adlandırılan bir simülasyon modeli kullanmış ve merkezileştirilmiş bilgi sayesinde tedarik süreleri kısaltılabileceğini ve yığınlar halinde verilen siparişlerde parti hacminin azaltılabileceğini ortaya koymuştur.

Tedarik zincirinde kırbaç etkisinin azaltılmasında bilginin merkezileştirilmesi kadar paylaşımı da önemlidir. Tedarik zinciri üyeleri arasında sipariş bilgisinin paylaşımı için elektronik veri değişimi (Electronic Data Interchange/EDI) yöntemi önerilmiştir. Machuca vd. (2003) tarafından yapılan çalışma, web tabanlı tedarik zinciri simulatörü kullanılarak tedarik zinciri yönetiminde elektronik veri değişimi (EDI) kullanımının potansiyel faydalarını göstermektedir. Simülasyon deneyi EDI'nın tedarik zincirindeki ortalama stok maliyetlerine, kümülatif maliyetlere, aşırı stoklara ve amplifikasyona etkisini ölçmektedir. EDI simülasyon çalışmasındaki ölçümlerin sonucu olarak değişkenlerin değerlerinde istatistiksel olarak azalmalar tespit edilmiştir. EDI'nın tam anlamıyla anlaşılıp tedarik zincirinin tamamında uygulanması tedarik zinciri yönetimindeki gelişmelerle beraber kayda değer tasarrufları da beraberinde getirmektedir. Ayrıca bilgi gecikmeleri de kesin bir şekilde azalmaktadır. Ayrıca işletmelerde kağıtsız, bilgisayar destekli sipariş verme (Computer-Assisted Ordering /CAO) sistemi oluşturularak müşteri siparişleri sıklaştırılabilir. Bu sistemi kullanarak işletmeler sipariş oluştururken kayıt işlemlerinden ve kırtasiye masraflarından kaynaklanan maliyetleri düşürebilirler (Lee vd., 1997).

4.3. Fiyat Dalgalanmalarından Kaynaklanan Etkilerin Azaltılması

Kamçı etkisini azaltmanın yollarından biri de fiyat indirimlerinin seviyesini ve sıklığını kontrol altında tutmaktır. Tedarikçiler, üreticiler ya da dağıtıcılar belli zamanlarda fiyat indirimi, promosyon, miktar indirimi ya da ıskonto yaparlar. Bunun sonucunda fiyatlarda dalgalanmalar oluşur. Müşteri bu avantajlı durumu kullanarak ihtiyacından fazlasını alarak stoklar. Fiyatlar normale döndüğünde stoktan tüketim başlar. Üretici talep tahmini yaparken müşterinin satın alma modelini göz önünde bulundurur. Ancak yaşanan bu durum tüketicinin satın alma modelini sağlıklı olarak yansıtmadığından üretimi etkiler. Yani satın alma miktarındaki değişim, tüketim miktarındaki değişimi yansıtmadığında Kırbaç etkisi ortaya çıkar (Lee vd., 1997).

Disney vd.(2003) tarafından yapılan çalışma üyelerin birbirine seri olarak bağlı olduğu geleneksel tedarik zinciri ile satıcı idareli stoklamaya (VMI) dayanan tedarik zincirinin performanslarını mukayese etmektedir. Bu araştırmada vurgulanmak istenen, kırbaç etkisinin bu iki alternatif yapıdan hangisinde daha etkili olduğudur. Fark denklemleri üzerine kurulmuş simülasyon modellemesi ile üreticinin sipariş faaliyetlerine dikkat çekilmektedir. Ayrıca VMI'nın, ürünlerde yapılan ıskontolardan ve fiyat değişkenliğinden kaynaklanacak ani talep değişikliklerine cevap vermede etkili bir yöntem olduğu gösterilmektedir. Müşterilerin stok için alımlarına sebep olabilecek fiyat

indirimlerinin seviyesinin ve sıklığının kontrol altında tutmak için kullanılabilir (Lee vd., 1997).

4.4. Tedarik Kıtılığında Kaynaklanan Etkilerin Azaltılması

Kırbaç etkisine neden olan faktörlerin başında talep bilgisinin zincir boyunca ilerlerken çarpıtılması gelmektedir. Bilginin iletimi esnasında karar vericinin yaptığı hatalar, bilginin geciktirilmesi ve yanlış aktarılması sonucu kırbaç etkisi oluşabilir.

Carlsson ve Fullér (2002) kırbaç etkisi üzerine yaptıkları çalışmada karar analizi üzerine kritik bir inceleme yapmışlardır. Kırbaç modellerinde bulanık sayılar kullanarak kırbaç etkisinin karmaşıklığını azaltıcı sonuçlar elde etmişlerdir. Böylece karar verme problemlerinin çözümü için uygulanabilir yaklaşımlar ortaya koymuşlardır.

Dejonckheere vd. (2002) tarafından yapılan çalışma, çok kademeli bir tedarik zincirinde, müşteri talebi bilgisinin tedarik zinciri boyunca paylaşılmasının etkiyi azaltmada çok önemli olduğunu göstermektedir. Müşterilerin istedikleri siparişin ne zaman ellerinde olabileceğini bilmesi için stok ve kapasite bilgilerinin paylaşılması gerekmektedir. Bu şekilde müşterilerin ihtiyaçlarından fazla sipariş vermelerini engelleyebilir.

Zhang (2004) tarafından yapılan çalışmada tek malzemeli- tek yüklemeli stok sisteminde (single-item-single-inventory system) talep verilerindeki gecikmenin stok kontrolü açısından kırbaç etkisine olan etkilerinden bahsedilmektedir. Buna göre, sistem OUT yöntemi ile kontrol edildiğinde gecikmiş talep bilgilerinin sebep olduğu etki, sipariş sürecinde azaltılmaktadır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Kırbaç etkisi tedarik zinciri üyelerinin karar verme aşamasında yaptıkları bir takım hataların sonucudur. Bu durum işletmelerde ölçülmesi çok zor olan verimsizliklere sebep olmakta ve tedarik zincirinin her üyesi için artan maliyetlere neden olmaktadır. Bu etkinin azaltılması ve ortadan kaldırılması için işletmeler buna sebep olan durumları belirlemelidir. Bu sebepler tahmin hataları, talep tahmini metotları, talep tahminlerinin tedarik zincirinde ilerlerken düzeltilmesi, uzun tedarik süreleri, bilginin paylaşılmaması, sipariş miktarının fazla olması vb. sıralanabilir. Bu sebeplerden birkaçının bir arada bulunabilmesi ihtimali işletmelerin bu sebepleri saptarken zorlanmalarına ve yanlış problemleri çözmek için uğraşmalarına neden olabilir. Ancak sebep ne olursa olsun kırbaç etkisini azaltmak için bilginin merkezileştirilerek zincirdeki üyelerin sağlıklı iletişiminin sağlanması gerekir. Üretici kendi stok seviyesini bayisi ile paylaşmalıdır. Tedarik edilecek ürünün çeşitliliği artırılarak sipariş sıklığı sağlanmalı ve buna bağlı olarak yığın siparişler azaltılmalıdır. Zincirdeki üyelerin aynı tahmin metotlarını kullanması ve aynı sipariş politikasını oluşturması ve siparişlerin kesin olması da etkiyi azaltır. İşletmelerin kendi içlerindeki iletişimin de sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi de çok önemlidir. Bunun için organizasyonel ilişkiler kuvvetlendirilmelidir. Bütünleştirilmiş yeni bilgi

sistemlerinin kullanılması ile bilginin iletimi esnasında oluşacak gecikmeler ve çarpıtmalar azaltılarak kırbaç etkisi hafifletilebilir.

Sonuç olarak işletmeler, kırbaç etkisinin olumsuzluklarını ortadan kaldırmak, işletmelerinin ve tedarik zincirinin verimliliğini ve karlılığını arttırmak için etkinin sebeplerini iyi analiz ederek gerekli stratejileri belirlemelidirler. Sebebi tam olarak tanımlanmamış bir problem için uygulanacak her hangi bir yöntemin başarısız olma ihtimali yüksek olacağından yöntem yada yöntemler seçilmeden önce sistem ayrıntılı olarak gözden geçirilmelidir. Kırbaç etkisinin temel sebebinin insan faktörü olduğu düşünüldüğünde kırbaç etkisinin sebeplerinin, ortaya çıkaracağı sonuçların ve çözüm yöntemlerinin bu çalışmada değinildiğinden çok daha fazla olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynaklar

CHEN, F., DREZNER, Z., RYAN, J., SİMCHI-LEVİ, D., 2000a, **Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information**, Management Science 46 (3), 436-443.

CHEN, F., RYAN, J., SİMCHI-LEVİ, D., 2000b, **The impact of exponential smoothing forecasts on the bullwhip effect**, Naval Research Logistics 47 (4), 271-286.

CARLSSON, C., FULLÉR, R., 2002, **A position paper on the agenda for decision analysis**, Fuzzy Sets and Systems 131, 3- 11.

DEJONCKHEERE, J., DISNEY, S. M., LAMBRECHT, M. R., TOWILL, D. R., 2004, **The impact of information enrichment on the bullwhip effect in supply chains: a control engineering perspective**, European Journal of Operational Research 153, 727- 750.

DEJONCKHEERE, J., DISNEY, S. M., LAMBRECHT, M. R., TOWILL, D. R., 2003, **Measuring the Bullwhip effect: A control theoretic approach to analyse forecasting induced Bullwhip in order-up-to policies**, European Journal of Operational Research 147, 567-590.

FIALA, P., 2004, **Information sharing in supply chains**, The International Journal Of Management Science(In press).

KARAYALÇIN, İ., 1986, **Endüstri Mühendisliği Ve Üretim Yönetimi El Kitabı**, 1. Baskı, Çağlayan Basımevi, İstanbul.

KIMBROUGH, S.O., WU, D.J., ZHANG,F., 2002, **Computers play beer game: can artificial agents manage supply chains?**, Desicion Support Systems 33, 323-333.

LEE, H. L., PADMANABHAN, P., WHANG, S.,1997b. **The bullwhip effect in supply chains**, Sloan Management Rewiew 38 (3),93-102.

MACHUCA, J. A. D., BARAJAS, R. P., 2004, **The impact of electronic data interchange on reducing bullwhip effect and supply chain inventory costs**, Transportation Research Part E 40, 209-228.

MASON-JONES, R., TOWILL, D.R., 1997, **Informatim Enrichment: Designing supply chain for competitive advantage**, International Jurnal of Supply Chain Management 2 (4), 137-148.

- METTERS, R., 2002, **Quantifying the bullwhip effect in supply chains**, Journal of Operations Management 15 (2), 89-100.
- MIN, H., ZHOU, G., 2002,, Supply Chain Modeling: past, present and future, Computers& Industrial Engineering, Vol 43, Issue 1-2, pp 231-249.
- PAKSOY, T., ALTIPARMAK, F., 2003, **Dağıtım ağlarının tasarımı ve eniyilemesi kapsamında tedarik zinciri ve lojistik yönetimine bir bakış: son gelişmeler ve genel durum**, Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi 2003/4, 149-167.
- SCHMENNER, R. W., 2001, **Looking ahead by looking back: Swift, even flow in the history of manufacturing**, Production and Operations Management 10 (1), 87-96.
- SENGE, P., (1991), **Beşinci Disiplin**, (Çev. Ayşegül İldeniz, Ahmet Doğukan), 2. Baskı, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- TOWILL, D.R., MCCULLEN, P., 1999, **The impact of an agile manufacturing programme on supply chain dynamics**, International Journal Logistic Management 10 (1), 83-96.
- ZHANG, X., 2004, **Delayed demand information and dampened bullwhip effect**, Operations Research Letters, (In Press).