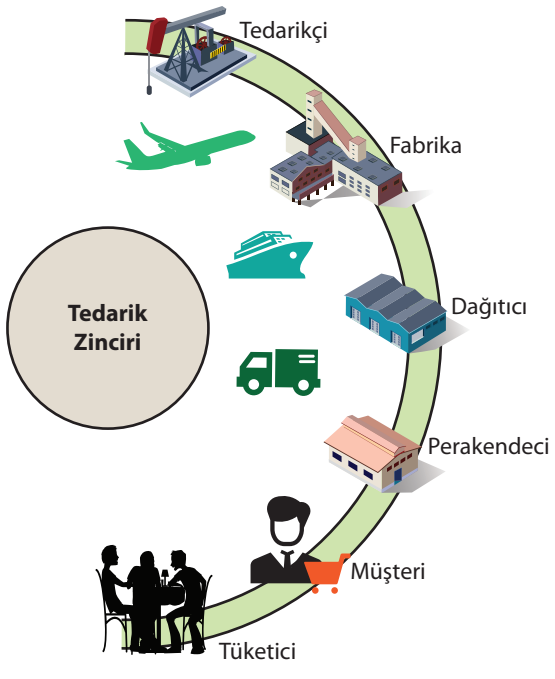
Lojistik Ağ Tasarımı

GİRİŞ

Lojistik sistemler, nakliye hizmetleri ve buna bağlı tesislerden oluşur. Bu tesisler arasında fabrikalar, montaj merkezleri, dağıtım merkezleri, depolar, ürün aktarma noktaları, perakende satış mağazaları vb. yer alır. Nakliye hizmetleri ise ürünlerin bu tesisler arasında taşınmasıdır. Bu taşıma işlemi uçak, gemi, tren, kamyon, tır vb. gibi araçlarla gerçekleştirilir. *Tedarik zinciri*; ham maddelerin son ürüne dönüştürülmesinden nihai tüketiciye ulaştırılmasına kadar geçen hareketlerden oluşan karmaşık lojistik sistemdir. Şekil 6.1'de bir tedarik zinciri örneği bulunmaktadır.

Şekil 6.1

Bir tedarik zinciri örneği



Tedarik zincirleri genel olarak itme ve çekme sistemler olarak sınıflandırılırlar. Çekme sistemlerde ürünler müşteri sipariş verdiğinde üretilirler. Bu sistemlerin doğasında üretici stok bulundurmaz. İtme sistemlerde ise yapılan tahminlere göre üretim ve dağıtım gerçekleştirilir. Buna bağlı olarak itme sistemlerinde depo ve perakendecilerde uygun miktarda stok bulundurulması gereklidir. Genelde itme sistemleri daha isabetlidir ancak

ürün maliyetlerinin çok yüksek, talebinin ise çok değişken olduğu durumlarda çekme sistemleri daha etkilidir.

Bir tedarik zincirinde ürün akışı ham madde kaynaklarından nihai tüketiciye doğrudur. Bilgi akışı ise tam tersi yöndedir. Müşterilerden gelen bilgiler ters yönlü bir akış izleyerek tedarik zincirindeki diğer ögeler üzerinden ham madde kaynaklarına kadar ulaşır. Ürün ve bilginin akışının birbirinden ayrı düşünülmesi mümkün değildir.

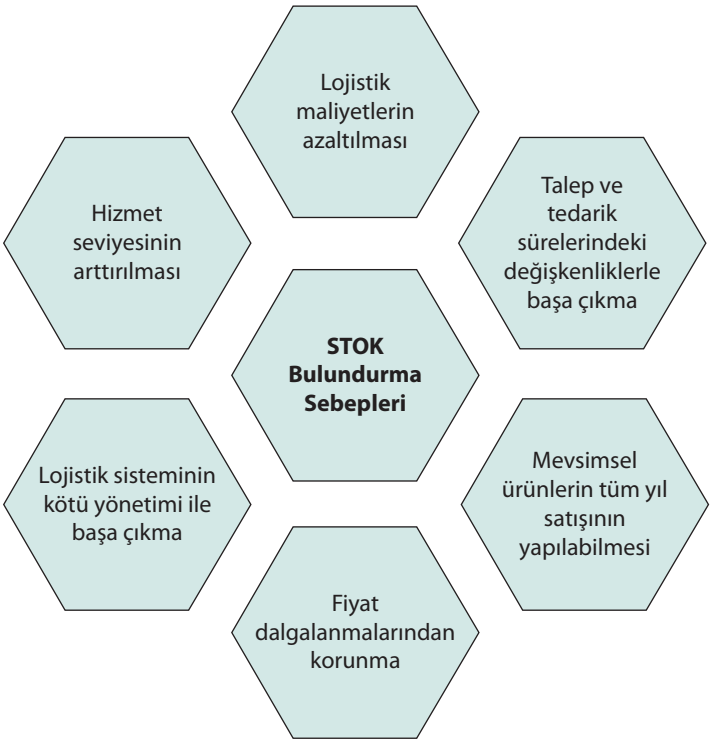
LOJİSTİK AĞ TASARIMININ TEMELLERİ

Lojistik sistemler üç ana aktiviteden oluşur. Bunlardan ilki sipariş işleme, ikinicisi stok yönetimi ve üçüncüsü nakliyedir. Ünite 5'te açıklandığı gibi sipariş işleme lojistik sistemlerde bilgi akışı ile doğrudan ilişkilidir. Geçmişte sipariş işleme firmalar açısından fazla zaman alıcı bir süreçken günümüzde lojistik bilgi teknoloji araçları ve lojistik bilgi sistemleri sayesinde bu işlemler hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Stok yönetimi ise lojistik sistemlerin ve operasyonların planlanması açısından anahtar rolündedir. Stok kavramı içerisinde yalnızca aktarma merkezleri ve perakendecilerde tutulan ürünler düşünülmemelidir. Ham madde ve yarı mamüllerin stok yönetimi de tedarik zincirinin başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Firmaların stok bulundurmalarının lojistik anlamda aşağıda sıralanan, Şekil 6.2'de de görüldüğü gibi sebepleri bulunmaktadır.

Şekil 6.2

Firmaların lojistik anlamda stok bulundurma sebepleri



- *Hizmet seviyesininin artırılması*: Depolarda ya da perakendecilerde ürün stoğunun bulundurulması, müşterilerin taleplerinin daha hızlı karşılanmasını sağlar. Dolayısıyla müşteri tatmini artmış olur.
- *Lojistik maliyetlerin azaltılması*: Lojistikte nakliye büyük ölçekli bir maliyet kalemidir. Firma uzun mesafelere küçük çaplı siparişleri sık sık göndermek yerine müşterinin ihtiyacını kurulan depolardan karşılayarak söz konusu maliyetleri azaltır.

- *Talepler ve tedarik sürelerindeki değişkenliklerle başa çıkma*: Müşterilerden gelen taleplerdeki ani artış ve olumsuz hava ya da trafik koşulları gibi durumlarda tedarik süresinin uzayacağını öngörerek firmalar stok bulundurur. Bu stok tipi genellikle *emniyet stoğu* olarak isimlendirilir.
- *Mevsimsel ürünlerin satışının tüm yıl yapılabilmesi*: Bazı ürünler sadece belirli bir sezonda üretiliyor olabilir ancak firma söz konusu ürünleri tüm yıl boyunca satmak isteyebilir. Bu sebeple mevsimsel ürünler tüm yıl boyunca satışı yapılabilecek miktarda üretilir ve stoklanır.
- *Fiyat dalgalanmalarından korunma*: İşletmeler ürettikleri bir ürünün maliyeti düşükken fazla sayıda üretip stoklamak isterler.
- *Lojistik sistemin kötü yönetimi ile başa çıkma*: Bazen bilgi akışı bazen de uygulamadaki aksaklıklardan doğan problemlerin önüne geçmek için firmalar stok bulundururlar.

Stok bulundurmanın firmalar açısından çeşitli avantajı bulunmakla beraber stok tutmak bazı sebeplerden dolayı yüksek maliyetli olabilir. Firmanın stok tutmak için girdiği maliyet mutlaka karşılanabiliyor olmalıdır. Buna bağlı olarak firmanın kullandığı depolara kendi sahip olması ya da kiralama ihtiyacına dikkatle karar verilmelidir. Bununla birlikte stokta tutulan ürünlerin miktarının en iyi şekilde belirlenmesi gereksiz stokta tutma maliyetinden uzak durulması anlamına gelmektedir. Stok yönetiminin amacı müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak ve operasyonel maliyetleri en küçükleyecek şekilde stok seviyelerinin belirlenmesidir.

Firmanın stok tutmak için girdiği maliyet mutlaka karşılanabiliyor olmalıdır.

DİKKAT

Firmalar açısından stok tutmanın yüksek maliyetli olmasına sebep olabilecek faktörleri tartışınız.

SIRA SİZDE 1

Stok yönetimi ve nakliye yönetimi politikaları iç içedir. Ürün dağıtımında direkt gönderim, depolama ve çapraz sevkiyat olmak üzere üç farklı strateji izlenir. Direkt gönderimde ürünler üreticiden son kullanıcıya doğrudan gönderilir. Direkt gönderimde dağıtım merkezi olmadığı için bu maliyet indirgenir. Ayrıca tedarik sürelerinde anlamlı bir kısalma izlenir. Diğer taraftan, eğer alınan sipariş küçük çaplı ve müşteriler coğrafi olarak dağınık bir dağılım izliyorsa firmanın fazla sayıda düşük kapasiteli kamyon bulundurması gerekir. Sonuç olarak direkt gönderim, dolu kamyonların sevkiyata çıkarılabildiği ve dayanaksız ürünlerin zaman kısıtına bağlı olarak ulaştırılması gerektiği durumlarda isabetlidir.

Geleneksel bir yöntem olan depolamada ürünler ambar, tank ya da benzeri yapılarda saklanır. Bir sipariş alındığında ürünün teslimatı buradan gerçekleştirilir. Çapraz dağıtım ya da sıklıkla kullanılan adıyla tam zamanında dağıtım, direkt gönderim ve depolamaya nispeten daha yeni bir lojistik tekniktir. *Çapraz sevkiyat*; farklı üreticilerden gelen küçük çaplı yüklerin bir araya getirilerek daha büyük araçlarla sevk edilmesidir. Bu tekniğe tam zamanında dağıtım denilmesinin sebebi, firmalardan gelen küçük çaplı yüklerin sevkiyat merkezinde yalnızca birkaç saat bekletilmesidir. Şekil 6.3'te çapraz sevkiyat sistemi için bir örnek yer almaktadır.

Şekil 6.3

Bir çapraz sevkiyat sistemi örneği

Kaynak: *http://premiertransportation.com/services-3.html*

Lojistik ağ tasarımı; ham madde tedarikçilerinden ürünün müşteriye ulaştırılmasına kadar geçen süreçte doğan lojistik aktivitelerin dizaynıdır.

Bir çapraz sevkiyat merkezinde, genellikle farklı üreticilerden gelen küçük çaplı yüklerin bir araya getirilerek daha büyük araçlarla sevk edilir.

Lojistik ağ tasarımı; ham madde tedarikçilerinden, ürünün müşteriye ulaştırılmasına kadar geçen süreçte doğan lojistik aktivitelerin dizaynıdır. Burada temel amaç yeni açılacak olan tesislerin yerinin, boyutunun vb. belirlenmesidir. Söz konusu amaç ve kısıtlar firmanın bulunduğu sektöre bağlı olarak farklılık göstermektedir.

İşletme yöneticileri kimi zaman şirketlerinin önemli maliyetlere katlanarak kullandığı lojistik bilgi sistemlerinden elde edilen sağlıklı veri ve raporlarla optimal bir ağ tasarımı gerçekleştirebileceğini düşünebilir ancak bu doğru olmayan bir düşüncedir çünkü tedarik zincirinin karmaşıklığı bu problemin çözümü için matematiksel programlama ya da diğer bir deyişle optimizasyon (eniyileme) tekniklerini işaret etmektedir. Optimizasyon teknikleri sayesinde tedarik zincirinde nereye depoların kurulacağı, ürün akışının nasıl olacağı, hangi müşterilere hangi depodan hizmet verilebileceği ve daha sayısı çoğaltılabilecek birçok konuya optimal çözümler bulunabilir.

Bir lojistik ağ tasarımının matematiksel modeli kurulmak istendindiğinde şu dört öge göz önünde bulundurulmalıdır:

- Amaç fonksiyonu
- Kısıtlar
- Karar değişkenleri
- Veri

Amaç fonksiyonu; eniyilemek istediğimiz durumun matematiksel gösterimidir. Örneğin lojistik ağ tasarımında yaygın olarak kullanılan bir amaç maliyetin enküçüklenmesidir. Kısıtlar ise konulan kurallar eşliğinde uygun çözümlerin oluşturulmasını sağlarlar. Örneğin; maliyet enküçüklenmek amaçlanırken bütün müşterilere hizmet etmiş olmak bir kısıt olabilir. Karar değişkenleri bir karar modelinin çözümünde değeri hesaplanacak olan karar unsurlarıdır. Lojistikte sıklıkla kullanılan bir karar değişkeni depolara akan ürün miktarıdır. Son olarak veri üzerinde durulması gereken bir diğer ögedir. Optimizasyon amacıyla ele alacağımız faktörlere yönelik verinin elde bulunması gereklidir.

Bu dört öge elde edildikten sonra geriye çeşitli tekniklerle denklemler hâlinde yazılması ve doğrusal programlama ya da karma tam sayılı programlama teknikleri ile çözülmesi kalmaktadır. Lojistik ağ tasarımında araştırmaların kökeni oldukça eskiye dayanmaktadır. Yıllar içerisinde birçok farklı model ve çözüm yöntemi sunulmuştur. Biz ise en önemli tesis yer seçimi problemleri üzerinde duracağız.

Tesis Yeri Seçiminin Önemi

Tesis yeri seçimi kararları esas olarak lojistik sistemler kurulurken alınmaktadır. Bu kararlar alınırken talebin coğrafyaya göre dağılımı ve yoğunluğu, enerji ya da iş gücü maliyetleri gibi faktörler göz önünde bulundurulur. Yer seçimi kararları yeni bir ürün devreye alındığında ya da bir ürünün üretimine son verildiğinde tekrar gözden geçirilir.

Tesis yeri seçimi sadece lojistik sistemler ilk kez kurulurken değil, yeni bir ürün devreye alındığında ya da bir ürünün üretimine son verildiğinde tekrar gözden geçirilmelidir.

DİKKAT

Yer seçimi kararları alındıktan sonra söz konusu tesis, ister sıfırdan inşa edilsin isterse satın alınsın ya da kiralansın firma önemli bir maliyetin altına girmektedir. Bu sebeple bu kararlar kısa vadede değiştirilmemelidir. Bununla birlikte isabetli alınan yer seçimi kararları talep hacmini olumlu etkileyebilir. Örneğin; coğrafi olarak çok uzakta olduğu için hizmet alamayan ya da uzun tedarik süreleri sebebiyle sipariş vermeye çekinen müşteriler, yakınlarına açılan bir dağıtım merkeziyle talebin olumlu değişmesini sağlayabilir.

Tesis Yeri Seçimi Probleminin Sınıflandırılması

Tesis yeri seçimi problemi lojistik anlamda çeşitli konulara göre sınıflandırılabilir. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

Zamana göre: *Tek periyotlu* problemler; tesis yeri seçimi kararları tahmin edilen lojistik ihtiyaçlara göre planma sürecinin başında gerçekleştilen problemlerdir. *Çok periyotlu* problemler ise planlama süreci başında ve içerisinde tesis yeri seçimi kararlarının alındığı problemlerdir.

Tesis tipine göre: *Tek tip* yer seçim problemlerinde yalnızca bir çeşit tesis tipi bulunmaktadır. *Çoklu tip* problemlerde ise birden fazla türde tesis tipi bulunmaktadır.

Malzeme akışına göre: *Tek tür mal* akışının olduğu problemlerde lojistik sistemde tesisler arasında malzemeler homojen bir akış izlerken *çoklu akış*ın olduğu problemlerde bu durum farklılıklar göstermektedir.

Kademeye göre: Eğer tek taşıma işlemiyle ürünler taşınıyorsa *tek kademe*, diğer durumlarda *çoklu kademe* olarak problem sınıflandırılmaktadır. Örneğin; ürünler bir üretim tesisinden müşterilere bir ara tesise uğrayarak ulaştığı durumlarda problem iki kademelidir.

Tek Kademe Tek Mal Tesis Yeri Seçimi Modelleri

Bu tür problemler bazı varsayımlar altında modellenmektedir. Bunlar:

- Tesisler homojendir.
- Tesislere giren veya çıkan malzemeler göz ardı edilebilir.
- Tüm malzeme akışları homojendir.
- Taşıma maliyetleri doğrusal, parçalı doğrusal ya da içbükeydir.
- Tesis işleme ücreti sabit, doğrusal, parçalı doğrusal ya da içbükeydir.

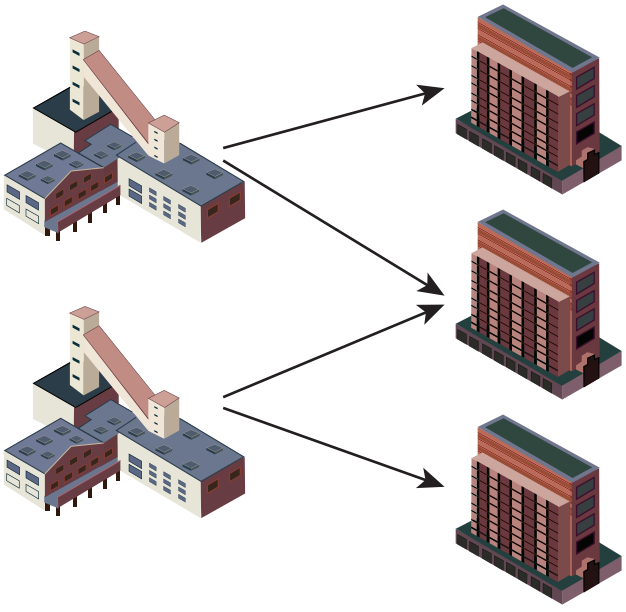
Modelin anlaşılmasını kolaylaştırmak için yer seçimi yapılacak tesisler depo, talep noktaları ise müşteriler olsun. V_1 kümesi aday depoları, V_2 müşteriler kümesini göstersin. Buna bağlı olarak model parametreleri ve karar değişkenleri şu şekildedir: d_j, $j \in V_2$, *j.* müşterinin talebi; q_i, $i \in V_1$ potansiyel *i.* deponun kapasitesi; u_i, $i \in V_1$, potansiyel *i.* depodan gönderilen ürün sayısını gösteren ve deponun aktiflik seviyesi olarak adlandırılan karar değişkeni; s_{ij}, $i \in V_1$, $j \in V_2$, *i.* depodan *j.* müşteriye gönderilen ürün miktarını gösteren karar değişkeni; $C_{ij}(s_{ij})$, $i \in V_1$, $j \in V_2$, *i.* depodan *j.* müşteriye s_{ij} kadar taşınan ürünün maliyeti; $F_i(u_i)$, $i \in V_1$, i. depoda bir operasyonun gerçekleşme maliyetidir. Bu bilgiler eşliğinde problemin matematiksel modeli aşağıdaki gibi verilebilir:

$$\sum_{j\in V_2} s_{ij} = u_i, i \in V_1,$$
$$\sum_{i\in V_1} s_{ij} = d_j, j \in V_2,$$
$$u_i \le q_i, i \in V_1,$$
$$s_{ij} \ge 0, i \in V_1, j \in V_2$$
$$u_i \ge 0, i \in V_1,$$
kısıtları altında
$$Enk \sum_{i\in V_1}\sum_{j\in V_2} c_{ij}(s_{ij}) + \sum_{i\in V_1} F_i(u_i).$$

Modelde (1) kısıtı ile bir depodan çıkan ürün akışının toplamı, o deponun aktiflik seviyesine eşitlenmektedir. (2) kısıtı tüm müşterilerin talebinin karşılandığını garantilemektedir. (3) kısıtı bir deponun aktiflik seviyesinin o deponun kapasitesini geçmemesi sağlanır. (4) ve (5) işaret kısıtlarıdır ve söz konusu değişkenlerin 0'dan büyük değer almalarını sağlar. (6) ise depodan müşteriye ürün taşıma ve tesis operasyon maliyetlerinin toplamının enküçüklendiği amaç fonksiyonudur. Şekil 6.4'te tek kademe tesis yeri seçimi problemi için iki depo üç müşterinin olduğu bir örnek görülmektedir.

Şekil 6.4

Tek kademe tesis yeri seçimi problemi için örnek



İncelediğimiz bu model çok genel yapıda olmakla beraber kolaylıkla ek özellikler eklenebilir. Bu problemlerin türevlerinden biri, birim ürün taşıma maliyetinin ve tesis operasyon maliyetlerinin sabit olduğu durumdur. Şimdi bu problemi inceleyelim.

Taşıma maliyetlerinin sabit olduğu durumda $C_{ij}(S_{ij}) = \bar{c}_{ij}s_{ij}$, $i \in V_1, j \in V_2$ olur. Bu modelde u_i karar değişkeni yerine y_i ikili (0-1) karar değişkeni bulunmaktadır. Bu karar değişken eğer i tesisi açılırsa 1, açılmazsa 0 değeri almaktadır. Buna ek olarak her tesis için sabit olan operasyonel maliyetler $F_i(u_i) = f_i y_i$, $i \in V_1$ şeklini alır. Bu değişimle beraber yukarıda yer alan (1) ve (3) kısıtları bir araya getirilerek şu hâli alır:

$$\sum_{i\in V_2} s_{ij} \le q_i y_i, i \in V_1$$

Yeni değişkenlerle birlikte açılması istenen tesislerin alt sınırı ya da üst sınırı belirlenebilir durumdadır. Örneğin; tam olarak p kadar tesisin açılması şu şekilde belirlenebilir:

$$\sum_{i \in V_1} y_i = p$$

Son olarak yeni karar değişkeni d_j talebinin i tesisi tarafından karşılanma oranını belirtmek amacıyla tanımlanmaktadır. Bu yeni karar değişkeni ile birlikte önceki modeli düşünerek şu eşitlikleri yazabiliriz:

$$s_{ij} = d_j x_{ij}, i \in V_1, j \in V_2,$$
$$u_i = \sum_{j \in V_2} d_j x_{ij}, i \in V_1$$

Bütün bu bilgiler eşliğinde birim ürün taşıma maliyetinin ve tesis operasyon maliyetlerinin sabit olduğu tek kademe tek mal tesis yeri seçimi matematiksel modeli şöyle kurulur:

$$\sum_{i \in V_1} x_{ij} = 1, j \in V_2, \quad (7)$$

$$\sum_{j \in V_2} d_j x_{ij} \le q_i y_i, i \in V_1, \quad (8)$$

$$\sum_{i \in V_1} y_i = p, \quad (9)$$

$$0 \le x_{ij} \le 1, i \in V_1, j \in V_2 \quad (10)$$

$$y_i \in \{0,1\}, i \in V_1, \quad (11)$$

kısıtlar altında

$$Enk \sum_{i \in V_1} \sum_{j \in V_2} c_{ij} x_{ij} + \sum_{i \in V_1} f_i y_i \quad (12)$$

Burada $c_{ij} = \tilde{c}_{ij} d_j$, $i \in V_1$, $j \in V_2$, j müşterisinin d_j talebinin i tesisi tarafından karşılanmasında oluşan taşıma maliyetidir. Modelde yer alan (7) kısıtı farklı tesisler tarafından karşılanan bir talebin karşılanma oranlarının toplamının 1'den büyük olamayacağını sınırlamaktadır. (8) kısıtı ile her bir tesis için oransal olan karşılanacak taleplerin toplamının ilgili tesisin kapasitesini aşması engellenmektedir. (9) kısıtı ile tam olarak p kadar tesisin açılması sağlanmaktadır. (10) kısıtı tesisler tarafından karşılanan talep oranlarının 0 ile 1 arasında kalmasını garantilemektedir. (11) kısıtı ise y_i karar değişkenin 0 ya da 1 değeri almasını sağlamaktadır. Amaç fonksiyonu olan (12) ile ise genel problemde olduğu gibi depodan müşteriye ürün taşıma ve tesis operasyon maliyetlerinin toplamı enküçüklenmektedir. Bu tür problemler NP-Zor problemler sınıfındadır. Problemin çözümü için dal-sınır algoritması ve türevleri kullanılabilir. Bu problemin çözümünde hangi tesisin, hangi müşterilerin taleplerini hangi oranda karşılayacağı elde edilmektedir.

NP-Zor problemler hakkında daha fazla bilgi edinmek için https://tr.wikipedia.org/wiki/NP_(karma%C5%9F%C4%B1kl%C4%B1k) adresini ziyaret ediniz.

İNTERNET

Dal-sınır algoritması hakkında daha fazla bilgi edinmek için https://goo.gl/yzsBFP adresini ziyaret ediniz.

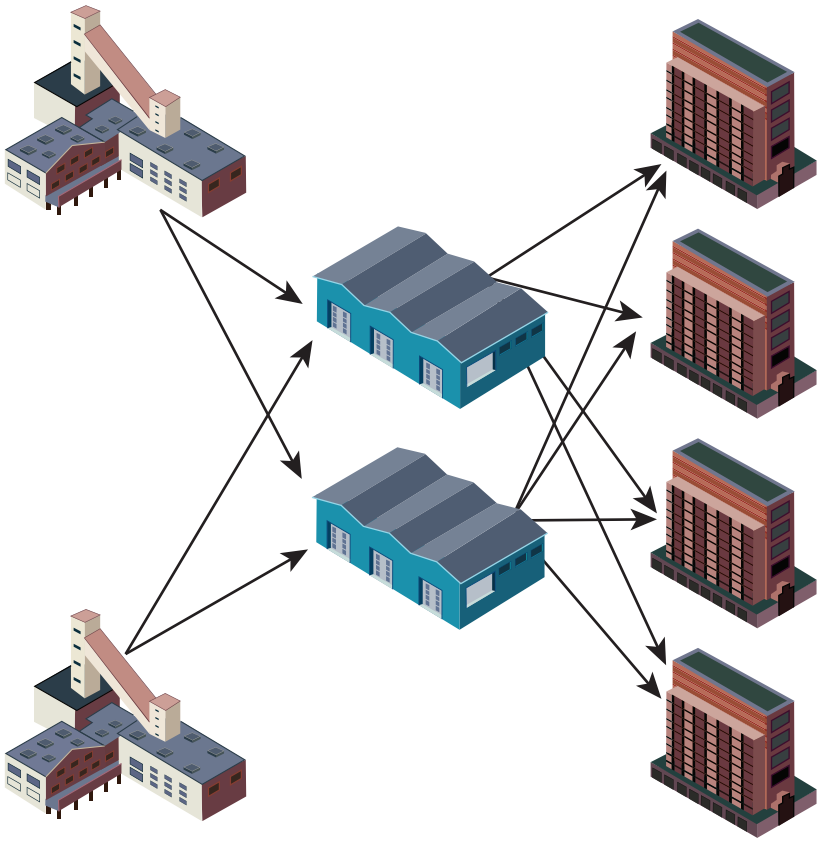
İNTERNET

İki Kademe Çoklu Mal Tesis Yeri Seçimi Modelleri

İki kademeli çoklu mal tesis yeri seçimi problemlerinde homojen tesisler, tek kademe tek mal tesis yeri seçimi problemindeki gibi yerleştirilmektedir. Bu problem türündeki temel farklılık ise tesislere gelen ve tesislerden çıkan malzeme akışlarının homojen olmamasıdır. Problemin iki kademeli olması ürünlerin üretim noktalarından bir ara tesise, oradan da talep noktalarına taşınmasıdır. Taşıma maliyetleri doğrusal olarak varsayılmaktadır. Ayrıca her tesisin sabit bir maliyetinin bulunduğu varsayılmaktadır. Şekil 6.5'te tek kademe tesis yeri seçimi problemi için iki depo üç müşterinin olduğu bir örnek görülmektedir.

Şekil 6.5

İki kademe tesis yeri seçimi problemi için örnek



İki kademeli çoklu mal tesis yeri seçimi problemi karma tam sayılı problem olarak modellenebilir. Modelin anlaşılmasının kolaylaştırılması için üretim tesisleri fabrikalar, ara tesisler depolar ve talep noktaları müşteriler olsun. V_1 kümesi fabrikaları, V_2 kümesi aday depoları ve V_3 kümesi müşterileri göstersin. K kümesi ise dağıtılacak ürünleri göstersin. Buna bağlı olarak model parametreleri ve karar değişkenleri şu şekildedir: c^k_{ijr}, $i \in V_1$, $j \in V_2$, $r \in V_3$, $k \in K$, k. tip ürünün i. fabrikadan r. müşteriye j. depo üzerinden dağıtımının birim maliyeti; d^k_r, $r \in V_3$, $k \in K$, belirli bir zaman diliminde r. müşterinin k. tip üründen talebini; p^k_i, $i \in V_1$, $k \in K$, belirli bir zaman diliminde k. tip ürünün i. fabrikada üretilebileceği maksimum miktarı; q^-_j, q^+_j, $j \in V_2$, sırasıyla potansiyel depoların minimum ve maksimum aktivite seviyelerini göstermektedir. Bununla beraber, her depo için sabit bir maliyet f_j, $j \in V_2$ ve taşınan ürün miktarıyla ilgili g_j, $j \in V_2$ ile gösterilmektedir. Önemli bir varsayım ise taleplerin bölünemez olmasıdır. z_j, $j \in V_2$ ikili karar değişkeni j. olası depo açılırsa 1, açılmazsa 0 değerini almakta; y_{jr}, $j \in V_2$, $r \in V_3$, ikili karar değişkeni r. müşteri j. depodan hizmet alırsa 1, almazsa 0 değerini almakta; s^k_{ijr}, $i \in V_1$, $j \in V_2$, $r \in V_3$, $k \in K$, sürekli değişkeni i. fabrikadan j. depo üzerinden r. müşteriye gönderilen ürün miktarını göstermektedir. Bu bilgiler eşliğinde problemin matematiksel modeli aşağıdaki gibi verilebilir:

$$\sum_{j\in V_2}\sum_{r\in V_3} s_{ijr}^k \le p_i^k, i\in V_1, k\in K, \quad (13)$$

$$\sum_{i\in V_1} s_{ijr}^k = d_r^k y_{jr}, j\in V_2, r\in V_3, k\in K, \quad (14)$$

$$\sum_{j\in V_2} y_{jr} = 1, r\in V_3, \quad (15)$$

$$q_j^- z_j \le \sum_{r\in V_3}\sum_{k\in K} d_r^k y_{jr} \le q_j^+ z_j, j\in V_2, \quad (16)$$

$$\sum_{j\in V_2} z_j = p, \quad (17)$$

$$z_j \in \{0,1\}, j\in V_2, \quad (18)$$

$$y_{jr} \in \{0,1\}, j\in V_2, r\in V_3 \quad (19)$$

$$s_{ijr}^k \ge 0, i\in V_1, j\in V_2, r\in V_3, k\in K, \quad (20)$$

kısıtları altında

$$Enk \sum_{i\in V_1}\sum_{j\in V_2}\sum_{r\in V_3}\sum_{k\in K} c_{ijr}^k s_{ijr}^k + \sum_{j\in V_2}(f_j z_j + g_j \sum_{r\in V_3}\sum_{k\in K} d_r^k y_{jr}) \quad (21)$$

Modelde yer alan (13) kısıtı her fabrika için her ürünün üretim sınırının aşılmamasını sağlamaktadır.(14) ile müşterilerin tüm taleplerinin karşılanması garantilenmektedir. (15) ile her müşterinin yalnızca bir depodan hizmet görmesini garanti altına almaktadır. (16) ile depoların kapasiteleri sınırlandırılmaktadır. (17) ile açılması gereken depo sayısı belirtilmektedir. (18) ve (19) kısıtı ise z_j ve y_{jr} karar değişkenlerinin 0 ya da 1 değeri almasını sağlamaktadır. (20) ile sürekli değişken s_{ijr}^k'nin 0'dan büyük değer alması belirtilmektedir. Amaç fonksiyonu olan (21) ile ise diğer problemlerde olduğu gibi ürün taşıma ve tesis operasyon maliyetlerinin toplamı enküçüklenmektedir. Modele bazı kısıtlar eklenilerek ve bazı değişiklikler yapılarak çok çeşitli problemlere uyarlanabilir durumdadır.

Kamu Sektöründe Tesis Yeri Seçimi

Kamu sektöründe halka hizmet ulaştırırken çeşitli lojistik konular göze çarpmaktadır. Bunlardan bazıları şöyledir: İtfaiye sistemleri, ambulans sistemleri, afet yardım merkezleri, engellilerin taşınması vb. Bu gibi hizmet alanları tasarlanırken yalnızca düşük lojistik maliyetleri göz önünde bulundurmak yeterli değildir. Aynı zamanda tüm bireylere aynı kalitede ve hızda söz konusu hizmetler sunulmalıdır. Bunun sonucunda kamu sektörüne özel matematiksel modeller ortaya çıkmıştır. Bu modellerden *p-merkez* ve *yer kapsama* ön plana çıkmaktadır.

Kamu sektöründe hizmet alanları tasarlanırken lojistik maliyetlerle birlikte herkese aynı kalite ve hızda hizmet götürmek göz önünde bulundurulmalıdır.

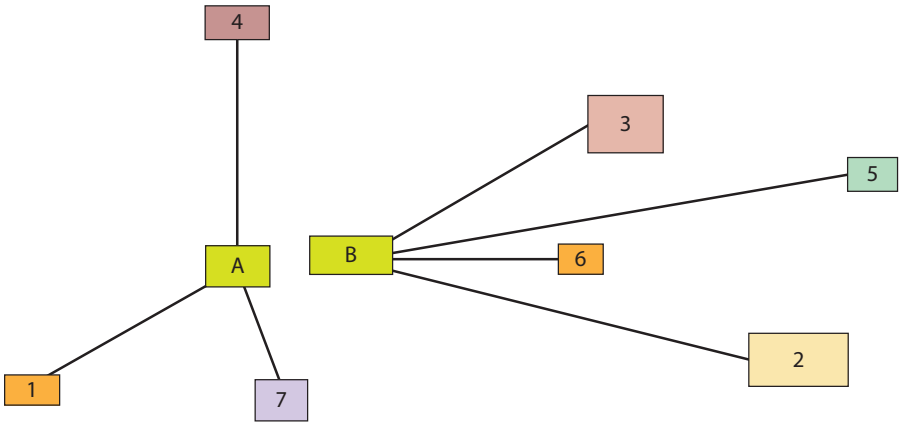
DİKKAT

p- Merkez Modeli

p-merkez modelinde, bir harita üzerinde *p* adet tesisin yerleşimi aranmaktadır. Her talep noktası, hizmeti kendine en yakın olan tesisten almaktadır. Bu modelde amaç tüm talep noktalarının tesislere olan en büyük uzaklıklarının ya da en büyük ulaşım sürelerinin enküçüklenmesidir. Diğer bir deyişle en geç hizmet alacak talep noktasının hizmet süresinin minimize edilmesi istenmektedir. Şekil 6.6'da çözüme ulaştırılmış bir p-merkez problemi görülmektedir.

Şekil 6.6

p-merkez problemi örneği



Yer Kapsama Modeli

Yer kapsama modelinde amaç, talep noktalarının belirlenen bir üst zaman dilimini aşmadan en yakın tesisten almak koşuluyla en düşük maliyetli tesislerin yerlerinin belirlenmesidir. V_1 olası tesisleri, V_2 talep noktalarını yani müşterileri göstersin. f_i, $i \in V_1$ açılması olası tesisin sabit maliyetini; p_j, $j \in V_2$, *j.* talep noktasının hizmet alamaması durumunda ortaya çıkan ceza maliyetini; t_{ij}, $i \in V_1$, $j \in V_2$, *i.* potansiyel tesis ve *j.* talep noktası arasındaki hizmetin sağlanmasının en düşük maliyeti ya da hizmet süresini; a_{ij}, $i \in V_1$, $j \in V_2$, ikili değişkeni *i.* potansiyel tesis *j.* talep noktasına hizmet sağlayabilme durumunu (hizmet sağlanıyorsa 1 değerini alır) göstersin. Karar değişkenlerinden y_i, $i \in V_1$, *i.* olası tesisin açılması durumunda 1, açılmaması durumunda 0 değerini alan ikili değişken; z_j, $j \in V_2$, *j.* talep noktasına hizmet götürülememesi durumunda 1, diğer durumlarda 0 değerini alan ikili değişkendir. Bu bilgiler eşliğinde yer kapsama modeli aşağıdaki gibi verilebilir:

$$\sum_{i \in V_1} a_{ij} y_i + z_j \geq 1, j \in V_2, \tag{22}$$

$$y_i \in \{0,1\}, j \in V_1, \tag{23}$$

$$z_j \in \{0,1\}, j \in V_2, \tag{24}$$

kısıtları altında

$$Enk \sum_{i \in V_1} f_i y_i + \sum_{j \in V_2} p_j z_j \tag{25}$$

Modelde yer alan (22) kısıtı *j.* talep noktasının hizmet alamaması durumunda ceza maliyetine sebep olacak z_j karar değişkenin 1 değeri alması sağlanmaktadır. (23) ve (24) ikili karar değişkenlerini belirtmektedir. (25) tesislerin açılmasından ve hizmet götürelemeyen talep noktalarından doğan maliyetlerin enküçüklendiği amaç fonksiyonunu göstermektedir.

DAĞITIM KANALLARI

Dağıtım kanallarını fiziksel dağıtım kanalı ve ticari dağıtım kanalı olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. *Fiziksel dağıtım kanalı*; bir ürünün ya da ürün grubunun üretim aşamasından sonra son müşteriye kadar fiziksel olarak taşınması ya da dağıtımı için kullanılan yöntemler olarak tanımlanabilir. Son müşteri bazen bir perakendeci ya da fabrika olabilirken bazen nihai tüketicinin kendisi olabilir. Lojistik ağ tasarımında fiziksel dağıtım kanallarının seçimi kritik bir öneme sahiptir.

Kanal Tipleri ve Yapıları

Çeşitli alternatiflerde dağıtım kanalları bulunmaktadır. Bu kanalların bir kombinasyonu dağıtımın yapısını oluşturmaktadır. Söz konusu dağıtım kanalı alternatiflerinden önem arz edenler izleyen alt başlıklar hâlinde incelenmektedir.

Üreticiden Doğrudan Perakendeciye

Üreticinin ürünleri hiçbir başka noktaya uğramadan doğrudan perakendeciye gönderdiği dağıtım kanalıdır. Genel bir kural olarak bu kanal tam yük aracın teslim edilmesi gerektiğinde tercih edilmektedir.

Üreticiden Kendi Deposuna

Bu kanal, yıllar boyunca sıklıkla kullanılan dağıtım kanallarından biridir. Burada üretici ürünlerini merkezi ya da bölgesel depolarda tutar. Ürünler büyük araçlarla üretim tesislerinden bu depolara taşınır. Siparişlere göre perakendecilere dağıtım bu depolardan gerçekleştirilir. Öte yandan alternatif fiziksel dağıtım kanallarındaki gelişmelerden dolayı bu tip kanal günden güne önemini yitirmektedir.

Üreticiden Perakendecinin Deposuna

Bu tür kanalda da üretici ürünlerini merkezi ya da bölgesel depolara taşımaktadır ancak bu sefer depo perakendecilerin kontrolündedir. Perakendeciler bu depoları ürün konsolidasyonu amacıyla kullanmaktadır. Diğer bir deyişle farklı üreticilerden gelen farklı ürünler bu depolarda bir araya getirilir. Perakendeciler daha sonra bu konsolide edilmiş ürünleri kendi araçları ile kendi mağazalarına taşırlar. Geçmişte çok rağbet gören bu dağıtım kanalı şimdilerde yerini üçüncü parti şirketler ile taşımaya bırakmıştır.

Üreticiden Üçüncü Parti Şirketler Aracılığıyla Perakendeciye

Üçüncü parti dağıtım endüstrisi son yıllarda büyük bir hızla gelişme göstermiştir. Bu gelişimin en temel sebebi dağıtım maliyetlerinin fazlasıyla artıyor olmasıdır. Bunun sonucunda üçüncü parti şirketler depolama ve dağıtım konusunda uzmanlaşmıştır. Firmalar fiziksel dağıtımı kendilerinin gerçekleştirebileceklerine göre daha düşük maliyetlere üçüncü parti şirketlere yaptırmayı tercih ederler.

Bu dağıtım kanallarının yanı sıra ürünleri toptancılar aracalığıyla perakendecilere gönderme, fabrikadan direkt eve gönderim ve fabrikadan bir başka işletmenin fabrikasına gönderim kanalları bulunmaktadır.

Fabrikadan bir başka işletmenin fabrikasına ürün göndermek üzere kullanılan dağıtım kanalının önemini tartışınız.

SIRA SİZDE 2

Dağıtım Kanalı Seçimi

Bir firmanın çok çeşitli sayıda ürünü ve müşterisi bulunabilmektedir. Bu sebepten dolayı firmalar dağıtım operasyonlarında farklı kanallar kullanabilirler. Bir diğer konu ise dağıtım kanalında amaçlar firmadan firmaya değişebilmektedir. Yine de bir dizi amaç sıralanabilir. Bütün değişkenliklere rağmen işletmeler işleyişlerine en uygun dağıtım kanalı yapısını belirlemek isterler. Bu yapı belirlenirken dikkat çeken noktalar aşağıda listelenmektedir:

Ürünlerin son müşteriler için hazır bulundurulması: Muhtemelen firmaların büyük çoğunluğu için en önemli faktör ürünlerinin isabetli perakendecilerde satışa hazır bulundurulmasıdır. Bu amacın sağlanması için firmanın uygun fiziksel dağıtım kanalını seçmesi gereklidir.

Hedeflenen hizmet seviyesine ulaşılması: Hem perakendeci hem de son müşteri bakış açısıyla hizmet seviyesi ölçülebilir olmalıdır. Özellikle son müşterilerin satın alma kararlarında önemli bir yeri olan hizmet seviyesi firmalar tarafından yüksek tutulması istenmekte ve bu pozisyon korunmak istenmektedir.

Lojistik maliyetlerin en küçüklenmesi: Maliyetlerin öneminin büyük olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Firmanın seçeceği dağıtım kanalından doğan maliyet ürün fiyatlarına doğrudan yansıyacaktır. Bu sebeple firma ürünün niteliklerini, pazar payını ve rakiplerinin stratejilerini inceleyerek dağıtım kanalı seçiminde doğru konumu almalıdır.

Hızlı ve doğru geri bildirim alma: Etkili bir dağıtım hizmetinin kurulması doğru bilginin hızlı bir şekilde geriye akmasına bağlıdır. Bunu sağlamak için firmalar lojistik bilgi sistemleri kullanarak satış trendleri, stok seviyeleri, hasarlı ürün raporları vb. izlenmesini arzulamaktadır.

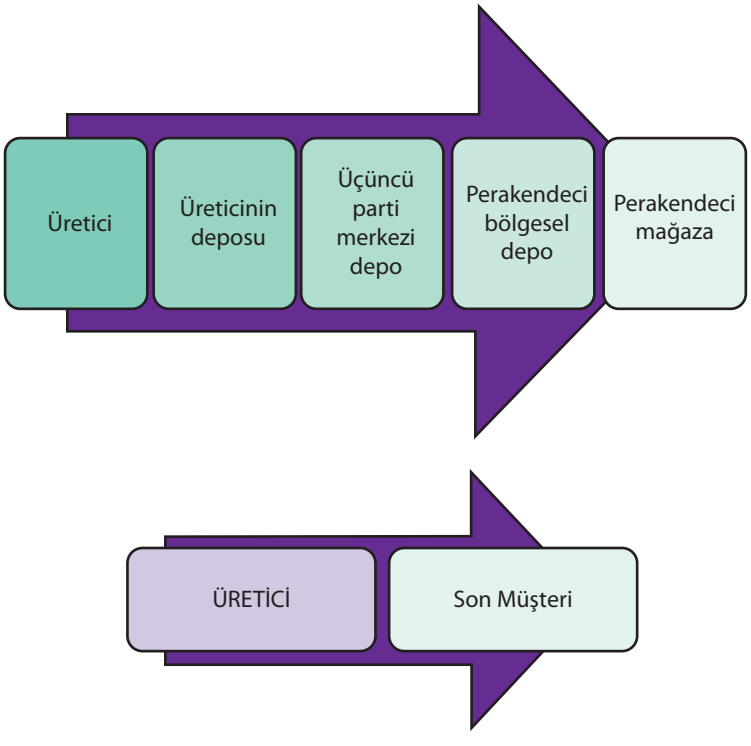
Yukarıda işletmelerin en uygun fiziksel dağıtım kanalı seçerken göz önünde bulundurdukları temel amaçlar vurgulanmaktadır. Bununla birlikte konuyla ilgili bazı faktörler incelenmelidir. İzleyen alt başlıklarda üzerinde durulacak olan bu faktörler dağıtım kanalı seçimi kararını doğrudan etkilemektedir.

Pazar Karakteristikleri

İşletmeler dağıtım kanalını tercih edeceği ürünün bulunduğu pazarın yapısını dikkate almalıdır. İlgili pazarın hacmi ve yaygınlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin; çok geniş bir coğrafyaya yayılan pazara ürün sunulurken *uzun* kanallar kullanılır. Bir uzun kanalda ürünler çeşitli depolara uğrayarak son müşteriye ulaştırılmaktadır. Öte yandan, kısıtlı bir coğrafyada sadece sınırlı müşterisi olan pazarlarda *kısa* kanallar tercih edilir. Şekil 6.7'de uzun ve kısa dağıtım kanallarının birer örneği görülmektedir.

Şekil 6.7

'Uzun' ve 'kısa' dağıtım kanalı örneği



Ürün Karakteristikleri

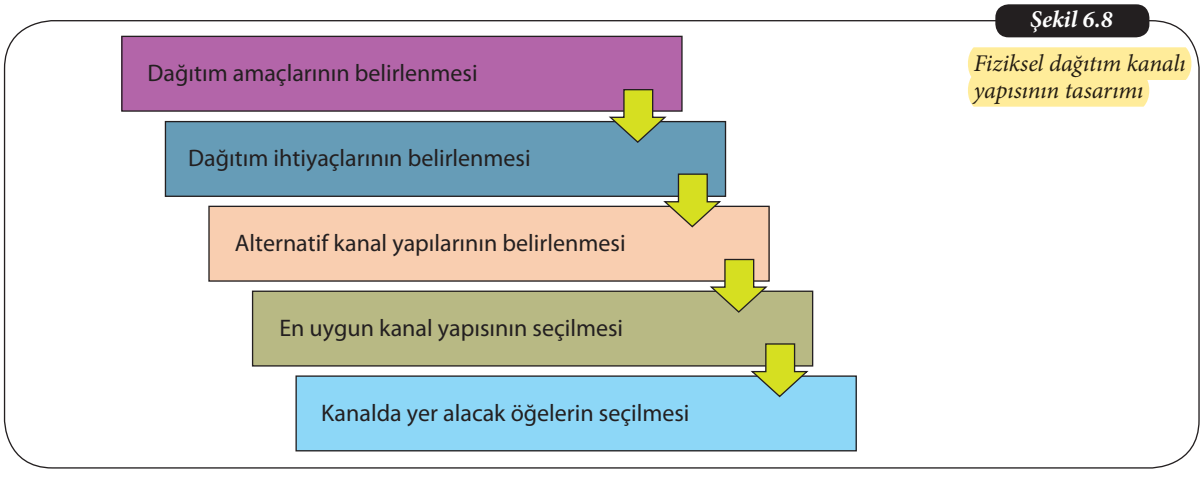
Firmalar ürünler için dağıtım kanalı seçimi yaparken ürünün kendisini göz ardı etmemelidir. Ürünlerin karakteristikleri fiziksel dağıtım kanalının işleyişinde çeşitli kısıtlamalara sebep olabilir. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Yüksek fiyatlı ürünler genelde kısa dağıtım kanalları ile satılmaya uygundur. Bunun sebebi, söz konusu ürünlerden elde edilecek karın kısa kanallarda muhtemel olan yüksek maliyetli dağıtımı tolere edebilir durumda olmasıdır.
- Karmaşık özellikli ürünler sıklıkla direkt satılmaya uygundur. Buna neden olan perakendecilerin ya da diğer aracıların ürünün özelliklerini ya da nasıl çalıştığını potansiyel müşterilere aktaramamalarıdır.
- Bazı durumlarda yeni ürünlerin direkt pazarlanması gerekebilir. Perakendecilerin yeni ürünün stoğunu bulundurmayı riskli bulması bunun temel gerekçesidir.
- Teslimat için zaman kısıtı olan ürünler hızlı olan kanallardan gönderilmelidir. Örneğin; pastörize süt, ekmek, gazete vb.
- Kırılabilir ürünler, dondurulmuş gıdalar vb. fiziksel dağıtım kanalında taşıma işlemleri için uzmanlık gerektirmektedir.

Rekabet Ortamı

İşletmeler dağıtım kanalı seçimi aşamasında benzer ürünleri satan rakiplerinin stratejilerini dikkate almak zorundadır. Firmalar rakiplerinden çok farklı bir kanal tercih ederek kısmen rekabetten uzak durabilirler fakat bu başarılı olacakları anlamına gelmemektedir. Öte yandan rakipleriyle benzer kanaldan dağıtımı seçen işletmeler yoğun rekabet ortamıyla başa çıkmayı göze almalıdır. Dağıtım kanalında en az rakipleri kadar hizmet seviyesine ulaşmaları gerekir. Özellikle nitelik ve fiyat olarak rakiplerininkinden ayırması güç olan ürünlerin dağıtımında hizmet seviyesi yukarılarda tutulmalıdır.

Buraya kadar bahsi geçen tüm faktörler göz önünde bulundurularak dağıtım kanalının yapısı tasarlanır ve kanalda yer alan ögeler seçilir. Şekil 6.8'de standart hâle getirilmiş bir formda fiziksel dağıtım kanalı yapısının tasarımı görülmektedir.



Şekil 6.8

Fiziksel dağıtım kanalı yapısının tasarımı

Üçüncü Parti Dağıtım

Dağıtım kanalında önemli seçimlerden biri firmaların kendi olanaklarını mı yoksa üçüncü parti bir şirketin kaynaklarını mı kullanarak dağıtımı gerçekleştirecekleridir. Üçüncü parti şirketler tarafından gerçekleştirilebilecek farklı dağıtım operasyonlarından önemlileri şöyledir:

Tüm dağıtım operasyonlarının gerçekleştirilmesi: Üretici firmanın bütün dağıtım operasyonlarının üçüncü parti şirketler tarafından yapılmasıdır. Dağıtım operasyonlarının gerçekleştirilmesi sırasında üçüncü parti şirketler tamamen kendi kaynaklarını kullanırlar. Bu kaynaklar arasında depolar, taşıma filoları, yöneticiler vb. yer alır. Bu tür üçüncü parti şirketleri çoğunlukla büyük işletmelerdir.

Paylaşımlı tüm dağıtım operasyonlarının gerçekleştirilmesi: Tüm dağıtım operasyonlarının üçüncü parti bir şirket tarafından üstlenilmesine çok benzemektedir. Çok büyük olmayan işletmeler bir araya gelerek gruplar oluştururlar. Bu aşamadan sonra grup hâlinde bir üçüncü parti şirkete dağıtım işlemlerini devrederler. Burada dikkat edilmesi gereken bir durum söz konusudur. Bir araya gelen işletmelerin perakendecilerinin aynı ya da benzer olması gerekmektedir. Ayrıca bu yöntemle grupta yer alan tüm firmaların dağıtım maliyetleri gruptaki firma sayısına bağlı olarak azalmaktadır.

Özel dağıtım operasyonlarının gerçekleştirilmesi: Bazı ürünlerin dağıtımı uzmanlık gerektirir. Örneğin; dondurulmuş gıdaların dağıtımı sırasında özel depolar ve araç filoları gereklidir. Bazı üçüncü parti dağıtım firmaları belirli alanlarda uzmanlaşarak belirli ürünlerin dağıtımını gerçekleştirmektedir. Üretici firmalar özel dağıtım gerekliliği olan ürünlerinin dağıtımı için bu tür üçüncü parti şirketleri tercih edebilirler.

Kısmi dağıtım operasyonlarının gerçekleştirilmesi: Firmalar bazen dağıtım kanallarındaki bazı operasyonları üçüncü parti şirketlere yaptırabilirler. Örneğin; firma ürünlerinin üretimi gerçekleştirdiği fabrikadan kendi bölgesel deposuna taşımak için üçüncü parti dağıtım kullanabilir.

Kısmi zamanda dağıtım operasyonlarının gerçekleştirilmesi: Bazı durumlarda firmalar üçüncü parti dağıtımı bir can simidi olarak görebilirler. Karşılaştıkları özel durumlarla başa çıkabilmek amacıyla bu yola başvururlar. Bahsi geçen özel durumlar aşağıdaki gibidir:

- Taleplerde dönemsel artış
- Özel üretimden dolayı hacmi çok büyük olan ürünlerin özkaynaklarla taşınamaz olması
- Sıra dışı coğrafyalara teslimat gereksinimi vb.

Yıllar içerisinde üçüncü parti dağıtım sektörü öylesine gelişmiştir ki bu sektörde yer alan şirketler her geçen gün doğrudan ya da dolaylı olarak dağıtımla ilgili yeni hizmetler sunmaktadırlar. Üçüncü parti şirketlerin sıklıkla sunduğu hizmetler şöyledir:

- Filo yönetimi
- Stok tutma
- Bilgi yönetimi
- Çapraz dağıtım
- Evlere teslimat
- Sevkiyat aktarma
- Ürün paketleme
- Geri dönen ürünleri toplama

Üçüncü Parti Dağıtımın Avantaj ve Dezavantajları

Firmaların dağıtım için ister kendi kaynaklarını kullansın isterse üçüncü parti şirketler ile bunu gerçekleştirsin çok sayıda olumlu ve olumsuz getirinin içerisinde kalmaktadır. Üçüncü parti dağıtımın avantaj ve dezavantajları maliyet faktörleri, organizasyonel faktörler ve fiziksel faktörler olmak üzere üç grupta toplanabilir.

- *Maliyet faktörleri*
  - İşletmeler üçüncü parti dağıtıma karar verdiklerinde depo vb. tesislere ve araç filolarına sermaye ayırmak zorunda kalmazlar. Böylelikle kendilerine bir sermaye avantajı oluştururlar. Bu sayede kullanılmayan sermaye, firmanın araştırma-geliştirme, yeni iş kollarına girişme vb. gibi çok çeşitli faaliyetlerine aktarılabilir.

- Üçüncü parti şirket dağıtım konusunda uzmanlık göstermesinden dolayı tüm dağıtım operasyonları daha etkin gerçekleşecek ve firmaya yansıyan dağıtımdan kaynaklı operasyonel maliyetler oldukça düşük olacaktır. Bu sebeple üçüncü parti dağıtım hizmeti alan firma operasyonel maliyetlerden tasarruf ederek maliyet avantajı sağlar.
- Firmanın dağıtımını gerçekleştireceği ürünler az olması durumunda dağıtım maliyetleri ekonomik olmayabilir. Bu durumda firma kendine benzer işletmelerle bir araya gelerek üçüncü parti dağıtımı tercih edebilir. Bu yolla ölçek ekonomisi sağlanarak önemli bir tasarruf meydana gelir.
- Firmalar bir süre, örneğin birkaç yıl kendi imkânları ile dağıtımı gerçekleştirdikten sonra üçüncü parti dağıtıma geçmeye karar vermeleri hâlinde farklı bir maliyet altına girebilirler. Firmanın kendine ait olan ya da uzun dönemliğine kiraladığı depolar, araç filoları ve dağıtım için gerekli diğer gereçler ekonomik olumsuzluklar getirebilir.

- *Organizasyonel faktörler*
  - Dağıtım işlemlerinin üçüncü parti şirkete devredilmesi firmanın esas olarak yaptığı işe daha iyi odaklanmasını sağlar. Bu durum firmaya organizasyonel faydalar sağlar.
  - Firma dağıtım işinde uzman olan üçüncü parti şirket ile çalışarak teslimat işlemlerinde çok daha başarılı olabilir.
  - Üçüncü parti dağıtımla birlikte firma artık depo yönetimi, dağıtım ağında yeni tesis açma kararları, araç filolarının yönetimi vb. gibi durumların kontrolü ile ilgilenmeyi bırakır.
  - Uzun süre üçüncü parti dağıtım kullanan firmanın bundan vazgeçmesi durumunda güçlükler yaşayabilir.
  - Firma ile üçüncü parti şirket arasında marka uyumu olmayabilir. Örneğin; üçüncü parti dağıtımda kullanılan araçların üzerinde firmanın reklamının olmaması istenmeyen bir durum olabilir. Öte yandan bu durum sözleşmelerle kontrol altına alınabilir.
- *Fiziksel faktörler*
  - Firmanın üçüncü parti dağıtım kullanması ürünlerinin ve pazarlarının genişlemesi için olanak tanır.
  - Firmanın isabetli üçüncü parti dağıtım şirketi seçimiyle farklı hacimlerde ya da özel dağıtım gerekliliği olan ürünlerinin depolanması için tesis ve taşınması için araç gereksinimleri karşılanır.
  - Tehlikeli ürünlerin taşınması için hem gerekli izinler hem de ihtiyaç duyulan filo öngörülerek üçüncü parti dağıtım sözleşmesi yapılmalıdır. Olası bir kaza firma için istenmeyen yasal sonuçlar doğmasına sebep olabilir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Lojistik Ağ ve Dağıtım Kanalı Tasarımındaki Rolü

Ticari anlamda artık sınırları olmayan dünyada lojistik aktivitelerde bilgi paylaşımının ve coğrafi bilgi sistemlerinin bu konudaki önemini önceki ünitelerde incelemiştiniz. İşletmeler lojistik bilgi sistemlerinden elde ettikleri bilgilerle stratejik adımlar atmakta ve yoğun rekabet ortamı içerisinde kârlılığını sürdürmek istemektedir. Söz konusu kullanılan bilgilerin kaynağındaki verilerin önemli bir boyutunu coğrafi veriler oluşturmaktadır. Bu sebepten dolayı konuma bağlı verilerin toplanması, izlenmesi, anlamlandırılması ve grafik hâlinde görüntülenebilmesi lojistik ağ tasarımında ve lojistik ağ yönetiminde önemli bir yer tutmaktadır. Firma dağıtım operasyonlarını kendisinin ya da üçüncü parti işletmenin

gerçekleştirmesine bakılmaksızın coğrafi bilgi sistemlerinin bu operasyonlara tartışmasız katkıları bulunmaktadır. Tesis yeri seçimi ve araç filolarının rotalanması söz konusu katkının en üst düzeyde olduğu alanlar arasındadır.

Tesis yeri seçimi ele alındığında müşterilerin ve aday tesislerin coğrafi bilgilerinin erişilebilir olması bu işlemin hem daha az maliyetli hem de daha etkin gerçekleştirilmesini sağlar. Dijital haritalar yardımıyla müşteri ve aday tesislerin içinde bulunduğu coğrafi koşullar dikkate alınıp daha isabetli kararlar verilebilmektedir. Diğer taraftan bu sistemler sayesinde ürünlerin ve araç filolarının izlenebilir olması operasyonel olarak büyük kolaylık sağlamaktadır. Rotalama işlemleri gerçekleştirilirken müşterilerin taleplerine ve teslimat önceliklerine göre konum bilgisi, yol ve trafik koşulları dikkate alınarak gerçekleştirilir. Rotalama işlemi için ihtiyaç duyulan araçların boşken de konumlarının bilinmesi, bu araçların ne zaman tekrar uygun olacağının bilinmesini sağlar. Böylelikle araçların boşta kalma süreleri de enküçüklenebilir. Elde edilen optimal ya da optimale yakın rotalar araç navigasyon sistemleri sayesinde araç operatörlerinin işlerini bir hayli kolaylaştırır. Optimal rotaların elde edilmesi firmaya zaman ve maliyetten tasarruflar sağlar. Azalan maliyetlerin içerisinde önemli bir öge akaryakıttan doğan maliyetlerdir. Farklı bir bakış açısıyla akaryakıt tüketiminin azalması doğanın korunmasına katkıda bulunur.

DİKKAT

Lojistikte coğrafi bilgi sistemleri kullanımını detayları ile birlikte tekrar incelemek istediğinizde Ünite 4'ü gözden geçirebilirsiniz.

Bir diğer konu ise bazı özel nitelikli ürünlerin taşınmasıdır. Müşteriler yüksek ücretler ödeyerek aldıkları son teknoloji bir ürünü, konum bilgisinin ötesinde başka nitelikleriyle izlemek isteyebilir. Benzer şekilde üretici firma da gönderdiği ürünü gönderdiği aracın konum bilgisinin yanı sıra aracın hızı, bulunduğu konumdaki sıcaklık vb. gibi durumları takip etmek isteyebilir. Dağıtım kanallarında oldukça önemli bir yeri olan bu durumun tüm gereksinimleri coğrafi bilgi sistemleri tarafından karşılanabilmektedir.