

Dağıtım Ağı Tasarımı Seçimi

Uygun ağ seçiminde ürün karakteristiklerinin yanısıra dağıtım ağının güçlü ve zayıf yönleri de göz önüne alınmalıdır. Geçen hafta ele aldığımız tasarımların hem güçlü hem de zayıf yönlerinden bahsettik. Aşağıdaki tablo, çeşitli ağ tasarım modellerinin birbirine göre sıralamasını vermektedir. Verili bir performans ölçütü için 1, en iyi performansı göstermektedir. Görece performans düştükçe, sıralama artmaktadır.

Tablo 3-1: Ağ Tasarım Modellerinin Göreceli Performansları

	Depolamanın parekendeci tarafından müşterinin gelip aldığı ağlar	Depolamanın imalatçı tarafından yapıldığı doğrudan sevkiyat	Depolama imalatçı, sevkiyat sırasında birleştirme	Depolama dağıtımçı, paket taşıyıcı tarafından teslimat	Depolama dağıtımçı, son mil teslimat	Depolamanın imalatçı müşterinin gelip aldığı ağlar
Yanıt Zamanı	1	4	4	3	2	4
Ürün Çeşitliliği	4	1	1	2	3	1
Ürün Varlığı	4	1	1	2	3	1
Müşteri Tecrübesi	5	4	3	2	1	5
Sipariş Görünürlüğü	1	5	4	3	2	6
Geri Verilebilirlik	1	5	5	4	3	2
Stok	4	1	1	2	3	1
Ulaşım	1	4	3	2	5	1
Tesis ve taşıma	6	1	2	3	4	5
Bilgi	1	4	4	3	2	5

Tek bir ağ tasarımı kullanan şirket aslında çok azdır. Birçok işletme için en iyi çözüm birden çok ağ modelini aynı anda kullanmaktır. Kullanılan ağ kombinasyonunun nasıl olacağı ürün karakteristiklerinin yanısıra işletmenin stratejik konumlanmasına bağlı olacaktır. Tablo 3-2, farklı ağ tasarımlarının hangi durumlarda uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3-2: Farklı Ürün/Müşteri Karakteristikleri için Dağıtım Ağı Performansı

	Depolamanın parekendeci tarafından müşterinin gelip aldığı ağlar	Depolamanın imalatçı tarafından yapıldığı doğrudan sevkiyat	Depolama imalatçı, sevkiyat sırasında birleştirme	Depolama dağıtımçı, paket taşıyıcı tarafından teslimat	Depolama dağıtımçı, son mil teslimat	Depolamanın imalatçı müşterinin gelip aldığı ağlar
Yüksek ürün talebi	+2	-2	-1	0	+1	-1
Orta ürün talebi	+1	-1	0	+1	0	0
Düşük ürün talebi	-1	+1	0	+1	-1	+1
Çok düşük ürün talebi	-2	+2	+1	0	-2	+1
Yüksek ürün kaynak sayısı	+1	-1	-1	+2	+1	0
Yüksek ürün değeri	-1	+2	+1	+1	0	-1
Yüksek yanıt zamanı	+2	-2	-2	-1	+1	-2
Yüksek ürün çeşitliliği	-1	+2	0	+1	0	+2
Düşük müşteri çabası	-2	+1	+2	+2	+2	-1

+2: Çok uygun, +1: Oldukça uygun, 0: Ortada, -1: Pek uygun değil, -2: Hiç uygun değil

Uygulamada Dağıtım Ağları

Dağıtım ağının mülkiyetinin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisi bazen en az dağıtım ağı tipi kadar önemlidir. Biz, ağ tasarımlarını incelerken, tedarik zincirinin sahibinin aynı işletme olduğunu varsaymıştık. Ancak, farklı tesislerin farklı kişi veya işletmeler tarafından sahip olunması tedarik zinciri performansını önemli ölçüde etkileyen bir faktördür. Örneğin, bir imalatçı tedarik zincirinin dağıtım aşamasına da sahip ise ağın tüm faaliyetlerini kontrol edebilir ve tüm zinciri optimize edebilir. Ancak, çoğu kez olduğu gibi, eğer imalatçı dağıtım ağının sahibi değil ise tüm zincirin optimizasyonu için birçok sorunun gözönüne alınması gerekir. Bir dağıtımcının, tüm tedarik zincirini değil, kendi işletme faaliyetlerini optimize etmeye çalışacağı aşikardır. Bu nedenle, tedarik zincirinin işleyebilmesi için imalatçılar, dağıtımcılar ve perakendeciler (eğer bağımsız iseler) karmaşık yasal yükümlülükleri olan kontratlar düzenlerler. Bir tedarik zinciri tasarlar iken hem fiziksel akışları hem de tedarik zincirinin mülkiyet yapısı gözönünde bulundurulmalıdır.

Dağıtım ağı tercihinin tedarik zinciri üzerinde çok uzun vadeli sonuçları vardır. İşletmelerin aldığı kararların birçoğu çabucak değiştirilebilir. Ancak, dağıtım ağı tercihi ile ilgili kararlar değiştirilmesi en zor olan kararlardan biridir. Etkisi onlarca yıl sürdüğünden, ağ tercihi çok daha önemli hale gelmektedir. Örneğin, otomobil endüstrisinde, araba galerileri otomobil üreticilerinden bağımsızlardır. Bu ağ tercihi onlarca yıl önce ortaya çıkmış bir yapıdır. Galeriler bağımsız olduğundan otomobil üreticileri galerileri etkileyebilecek yöntemlere kafa yormaktadırlar. Ancak, galeriler bağımsız olduğundan, galeri sahiplerinin amaçları ile imalatçıların amaçları çelişebilmektedir. Yeni bir dağıtım biçimi kurmanın maliyetleri ve bu yeni dağıtım sistemi kurma çabaları galerileri kızdıracakları için, araba üreticileri yıllar önce kurulmuş bu sistem ile çalışmak zorunda kalmaktadırlar.

Diğer bir örnek ise PC endüstrisindedir. Bilgisayarların ilk günlerinde, imalatçılar bağımsız dağıtımcı ve perakendeciler aracılığı ile satış yapmakta idiler. Dell'in sağladığı başarı, doğrudan satışın geleneksel modele göre çoğu zaman daha üstün olduğunu göstermiştir. HP ve diğer PC üreticileri doğrudan satışa geçmeye çalışmış ancak varolan dağıtım kanalları bu duruma oldukça olumsuz tepkiler vermiştir. Örneğin HP satan dağıtımcılar diğer markaları da sattığından HP bu dağıtımcıları kızdırmaktan korkmuştur. Dolayısı ile doğrudan satış çabalarını arttırmaya çekinmiş ve doğrudan satış düzeyleri çok alt düzeyde kalmıştır. Doğrudan satışa geçmenin tek yolu geleneksel yöntemi tamamen bırakıp tamamen doğrudan satışa geçmek olduğundan HP bunun riskini ve maliyetlerini almayı göze alamamıştır. Bu örnekler ağ tercihinin uzun vade sonuçlarını göstermektedir.

Ayrıcalıklı dağıtım stratejilerinin avantajlı olup olmadığı göz önüne alınmalıdır. Sony ve birçok elektronik ürün imalatçısı ürünlerini birçok farklı mağazada satmaktadır. Bu durumda satıcı mağazalar müşterilerin Sony alıp almadığı ile değil herhangi bir markayı alıp almadığı ile ilgilenmektedir. Bir başka alternatif ise bir dağıtımcı ile ayrıcalıklı bir ilişki geliştirmektir. Bu durumda, müşteri sözkonusu markayı yalnızca bir perakendeciden satın alacaktır. Perakendeci, diğer perakendeciler ile rekabet etmeyeceğinden daha yüksek kar marjları elde edebilir. Peki ya imalatçı? İmalatçının satışları genellikle artacaktır çünkü dağıtımcı daha fazla kar elde ettiğinden imalatçının ürünlerini pazarlamaya daha fazla çaba harcayacaktır.

Müşterilerin dağıtım ağı tercihinde ürün fiyatı, geniş ürün gamı, kritik bir ürün olup olmamasının da etkisi vardır. Satıcı ile alıcı arasındaki etkileşim zaman ve kaynak gerektirir. Birçok alıcı, birden çok ürünü satın alabileceği bir işletme ile ilişki kurmak ister. Bir imalatçı için bu geniş bir ürün gamına sahip olmak demektir. Ancak, bir çok kez bu tür bir ilişki birden çok imalatçıdan mal satın alan dağıtımcılar tarafından sunulmaktadır. Tek yerden alışveriş büyük oranda ürün karakteristiklerine bağlıdır, yani bir müşterinin ilişki oluşturması yalnızca dah önce söylediğimiz gibi ilişkinin kolaylık sağlamasına değil aynı zamanda ürün karakteristiklerine bağlıdır. Ürün fiyatı arttıkça, o ürünün müşteri için önemi ve dolayısı ile müşterinin yalnızca o ürün temelinde ilişki oluşturma olasılığı artacaktır.

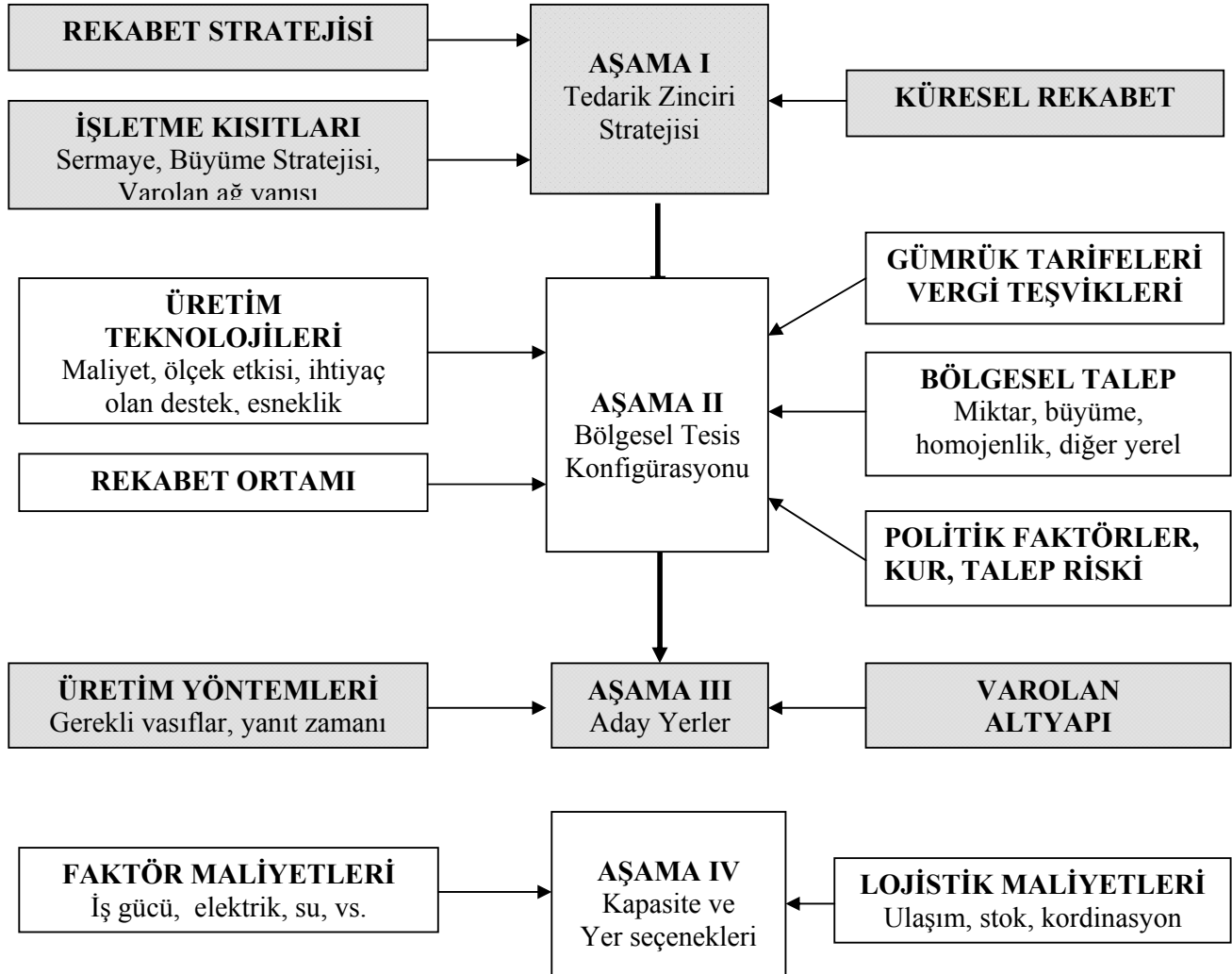
Örneğin, birçok müşteri için PC'yi doğrudan imalatçıdan almak sorun teşkil etmez. Ancak çok az müşteri kalemi imalatçıdan sipariş edecektir. İmalatçı çok uygun fiyatla kalemi evinize teslim etse bile birçok kırtasiye ürününü bulabileceğiniz bir yerden alışveriş yapmayı çoğunuz tercih edecektir. Tekrar edecek olur isek, bir ağ tasarlar iken müşterilerin ihtiyaçları kritik önem taşır.

BÖLÜM 4: AĞ TASARIMI AŞAMA VE MODELLERİ

Tedarik zinciri ağ tasarım kararları, imalat, depolama ve ulaşım ile ilgili tesislerin yerlerinin belirlenmesi ve her bir tesisin kapasitesinin ve rolünün belirlenmesini içerir. Tedarik zinciri tasarım kararları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

1. *Tesis Rolü:* Her bir tesis nasıl bir rol oynamalıdır? Her bir tesiste hangi süreçler gerçekleştirilmelidir.
2. *Tesis yeri seçimi:* Tesisler nerelerde kurulmalıdır?
3. *Kapasite Atama:* Her bir tesise ne kadar kapasite atanmalıdır?
4. *Pazar ve Tedarik Atama:* Her bir tesis hangi pazarlara hizmet vermelidir? Her bir tesis hangi tedarikçiler tarafından beslenmelidir?

4.1 Ağ Tasarım Karar Aşamaları



Şekil 4-1: Tedarik Zinciri Tasarımı Karar Aşamaları

Aşama I: Tedarik Zinciri Stratejisinin Tanımlanması

Ağ tasarımının ilk aşamasında amaç bir tedarik zinciri konfigürasyonunun tanımlanmasıdır. Tedarik zinciri stratejisi, tedarik zincirinin işletme stratejisini destekleyecek hangi özelliklere sahip olması gerektiğidir.

Aşama I, işletme stratejisinin tedarik zincirinin tatmin etme amacı güttüğü müşteri ihtiyaçlar kümesi olarak açık tanımı ile başlar. Daha sonra işletme yöneticilerinin oluşabilecek küresel rekabeti ve her bir pazardaki rakiplerin küresel veya yerel oyuncular olup olmadığını tahmin etmesi gereklidir. Ayrıca, yine yöneticiler varolan sermaye kısıtlarını ve büyümenin var olan tesisler ile mi, yeni tesisler inşa ederek mü yada ortaklıklar yolu ile mi sağlanacağını belirlemelidir.

Firmanın işletme stratejisi temel alınarak, rekabet analizi yapılmalı ve ölçek ekonomisi, kısıtlar olup olmadığı belirlenerek, ist yönetim işletmenin tedarik zinciri stratejisini belirlemelidir.

Aşama II: Bölgesel Tesis Konfigürasyonunun Tanımlanması

İkinci aşamada amaç, tesislerin kurulacağı bölgelerin, tesis rollerinin, ve yaklaşık kapasitelerinin belirlenmesidir. Eğer, tedarik zinciri küresel ise bu aşama ülkelere göre taleplerin belirlenmesi, değil ise bölgelere göre taleplerin belirlenmesi ile başlamalıdır. Talep tahmini talep miktarlarının yanısıra, müşteri talebinin farklı bölge yada ülkelerde homojen yada değişken mi olduğunu içermelidir. Talep homojen ise yüksek kapasiteli büyük tesisler, talep değişken ise düşük kapasiteli bölgesel tesisler kurmak gerekebilir.

İkinci adım, varolan üretim teknolojileri gözönüne alınarak, ölçek ekonomisinin maliyetleri azaltmada önemli etkisi olup olmadığının belirlenmesidir. Eğer ölçek ekonomisi var ise, birçok pazara birkaç tesis ile hizmet sağlamak daha karlı olabilir. Eğer ölçek ekonomisi yok ise, belki de her bir Pazar için ayrı bir tesis kurmak daha iyi olabilir. Örneğin, Coca Cola için ölçek ekonomisi çok fazla önemli değildir ve her Pazar için farklı bir şişeleme tesisi kullanmaktadır. Diğer taraftan, Motorola ise tüm küresel Pazar için birkaç fabrika kullanmaktadır.

Daha sonra, talep riski, kur riski ve politik riskler belirlenmelidir. Ayrıca, her bölgedeki rakipler, ve tesislerin rakiplerin tesislerine uzak mı yoksa yakın mı olacağı belirlenmelidir. Ayrıca, her bir Pazar için yanıt süresinin ne olacağına karar vermek gerekir. Son olarak, her bölge için bütünlük düzeyinde faktör ve lojistik maliyetlerini belirlemelidir.

Tüm bu bilgilere dayanarak yöneticiler daha sonra tartışacağımız ağ tasarım modellerini kullanarak, tedarik zinciri için bölgesel tesis konfigürasyonunu belirlemelidir. Bölgesel tasarım, ağda kurulacak tesislerin yaklaşık sayısını, tesislerin kurulacağı bölgeleri ve kurulan bir tesisin belirli bir Pazar için varolan ürünlerin tümünü ya da belirli bir kısmını tüm pazarlar için üretip üretmeyeceğini belirler.

Aşama III: Aday Arsaların Seçimi

Aşama III'te amaç, belirli bir bölge içinde kurulum yerinin belirlenmesidir. Yer seçimi, kullanılacak üretim metodlarını destekleyecek altyapının durumu gözönüne alınarak yapılmalıdır. Altyapı ihtiyaçları, *somut* ve *soyut altyapı* ihtiyaçları olarak ikiye ayrılabilir:

Somut altyapı ihtiyaçları, tedarikçilerin var olup olmadığı, ulaşım hizmetleri, iletişim, elektrik, su, depolama altyapısından oluşur. Soyut altyapı ihtiyacı ise, vasıflı işgücünün var olup olmadığı, işgücü dönüşüm oranları, halkın işletme ve endüstriye bakışından oluşur.

Aşama IV: Yer Seçenekleri

Bu aşamada amaç, kesin bir yer seçilmesi ve kapasite atamasının yapılmasıdır. Bu aşamada, çeşitli lojistik ve tesis maliyetleri, vergiler, teşvikler gözönünde bulundurulmalıdır.

Şimdi Tesis yeri ve kapasite atama kararlarının alındığı aşama II ve IV te kullanılan metodları inceleyelim.

Tesis Yeri ve Kapasite Atama Modelleri

Bir yönetici, ağ tasarımı sırasında birçok faktörü gözönünde bulundurmak zorundadır. Örneğin, bir çok tesis kurmak yanıt süresini kısaltır ancak tesis ve stok maliyetlerini arttırır.

Ağ tasarım modelleri iki durumda kullanılır: İlki, tesislerin nerelere kurulacağını belirlenmesi ve her bir tesisin kapasitelerinin belirlenmesinde. İkincisi ise, talebin varolan tesislere atanması ve hangi ürün gruplarının taşınacağını belirlenmesinde. Her iki durumda da, amaç müşteri ihtiyaçlarını tatmin ederken karı maksimize etmektir. Bu kararları lamdan önce şu bilgiler elde olmalıdır

- Pazar ve tedarik kaynaklarının yeri
- Potensiyel tesislerin yerleri
- Her Pazar için talep tahminleri
- Her yer için tesis, işgücü, ve malzeme maliyetleri
- Yerler arasındaki ulaşım maliyetleri
- Yerler için stok maliyetleri
- Farklı bölgelerdeki ürün satış fiyatları
- Ükleler arasındaki taşımalarda vergi ve gümrükler
- İstenen yanıt süresi ve diğer faktörler

Bu bilgileri kullanarak ya ağ optimizasyon modelleri yada yerçekimi modelleri kullanılabilir. Ağ tasarım modelleri, aşama II için uygundur İlk aşama verilerin toplanmasıdır.

Örnek: SunOil'in Tedarik yönetiminden sorumlu yöneticisi, tüm dünyadaki talebi beş bölgeye ayırmıştır: Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrupa, Afrika, ve Asya. Toplanan veriler Şekil 3-2'de gösterilmiştir.

Girdiler- Maliyetler, Kapasiteler, Talepler										
Bölge	<i>Talep Bölgesi 1,000,000 birim için Üretim ve Ulaşım Maliyetleri</i>					Sabit Maliyetler	Düşük Kapasite	Sabit Maliyetler	Yüksek Kapasite	
	K. Amerika	G. Amerika	Avrupa	Asya	Afrika					
K. Amerika	81	92	101	130	115	6000	10	9000	20	
G. Amerika	117	77	108	98	100	4500	10	6750	20	
Avrupa	102	105	95	119	111	6500	10	9750	20	
Asya	115	125	90	59	74	4100	10	6150	20	
Afrika	142	100	103	105	71	4000	10	6000	20	
Talep	12	8	14	16	7					

Şekil 3-2: SunOil maliyet ve verileri

Sunoil, iki farklı fabrika büyüklüğü üzerinde durmaktadır. Düşük kapasiteli fabrikalar yılda 10 milyon adet, yüksek kapasiteli fabrikalar ise yılda 20 milyon adet ürün üretecektir. Tüm sabit maliyetler yıllıktır. Sunoil, en düşük maliyetli ağı nasıl olacağını bulmak istemektedir. Bunun için kullanılacak model kapasiteli fabrika yeri modelidir. Şimdi bu modeli inceleyelim:

Kapasiteli Fabrika Yeri modeli:

Model girdileri şunlardır.

n : aday fabrika yeri sayısı

m : pazar yada talep noktası sayısı

D_j : j pazarı için yıllık talep miktarı

K_i : i 'nci fabrikanın kapasitesi

f_i : i 'nci fabrikanın yıllık sabit maliyeti

c_{ij} : i 'nci fabrikadan j 'nci Pazar için üretim ve ulaşım maliyeti

y_i : i 'nci fabrika açık ise 1, kapalı ise 0,

x_{ij} : fabrika i 'den j 'nci pazara sevki edilen miktar olsun

Problemi aşağıda gösterildiği biçimde bir tam sayı programlama problemi olarak formüle edebiliriz:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j \quad j = 1, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq K_i y_i \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$y_i = 0, 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

Girdiler- Maliyetler, Kapasiteler, Talepler

Bölge	Talep Bölgesi 1,000,000 birim için Üretim ve Ulaşım Maliyetleri					Sabit Maliyetler	Düşük Kapasite	Sabit Maliyetler	Yüksek Kapasite
	K. Amerika	G. Amerika	Avrupa	Asya	Afrika				
K. Amerika	81	92	101	130	115	6000	10	9000	20
G. Amerika	117	77	108	98	100	4500	10	6750	20
Avrupa	102	105	95	119	111	6500	10	9750	20
Asya	115	125	90	59	74	4100	10	6150	20
Afrika	142	100	103	105	71	4000	10	6000	20
Talep	12	8	14	16	7				

Karar Değişkenleri

Bölge	Talep Bölgesi Üretim Tahsisleri					Fabrikalar (1=açık)	Fabrikalar (0=kapalı)
	K. Amerika	G. Amerika	Avrupa	Asya	Afrika		
K. Amerika	0	0	0	0	0	0	0
G. Amerika	0	0	0	0	0	0	0
Avrupa	0	0	0	0	0	0	0
Asya	0	0	0	0	0	0	0
Afrika	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 3-3: Karar değişkenleri için olan alan

$$=G15*H5+H15*J5$$

Kısıtlar

Bölge	Fazla Kapasite
K. Amerika	0
G. Amerika	0
Avrupa	0
Asya	0
Afrika	0

Karşılanamayan talep
Amaç Fonksiyonu

Maliyet=

$$=B10-SUM(B15:B19)$$

$$=SUMPRODUCT(B15:F19;B5:F9)+SUMPRODUCT(G15:G19;G5:G9)+SUMPRODUCT(H15:H19;I5:I9)$$

Bundan sonraki aşama, Tools-Solver'ı kullanmaktır:

Amacımız B30'u minimize etmektir.

Şimdi (2) nolu kısıtı yazalım:

$$B22:B26 \geq 0$$

$$\left\{ K_i y_i - \sum_{j=1}^m x_{ij} \geq 0 \quad i=1,2,\dots,5 \right\}$$

Fazla Kapasite

Diğer kısıtlar benzer şekilde yazıldıktan sonra, *Solve* düğmesine basarak çözüm bulunabilir.

Toplam maliyet: 23,751 olmalı.

Bölgesel tesis konfigürasyonunun tanımlama aşamasının (Aşama II) kapasiteli fabrika yeri modelini kullanarak nasıl yapılabileceğini gördük. Şimdi de (Aşama III) aday yerlerin seçiminde yerçekimi yerleşim modellerinin nasıl kullanılabileceğini inceleyelim.

Aşama III: Yerçekimi Yerleşim Modelleri

Bu aşamada, fabrika kurulması planlanan bölgelerde fabrikanın nerede kurulacağına karar verilir. İlk olarak, aday yerlerin coğrafi konumları belirlenmelidir. Yerçekimi yerleşim modelleri bir bölge içerisindeki uygun yer seçiminde kullanılır. Yerçekimi yerleşim modellerinde amaç tedarikçilerden hammadde temin ve pazarlara nihai ürün sevk etme ulaşım maliyetlerinin minimize edilmesidir.

Örneğin, Gebzede kurulu bir Beyaz eşya üretici olan PakÇelik şirketini ele alalım. Pak Çeliğin montaj fabrikası Gebzededir ve buradan tüm Türkiye pazarına ürün sevk etmektedir. Talep hızlı bir büyüme gösterdiğinden şirket yeni bir fabrika kurmaya karar vermiş ve Tedarik zinciri yöneticinden yeni fabrika için yer bulmasını istemiştir. Nihai ürün bileşenlerini üreten üç fabrika İzmit, Bursa ve İzmir'de bulunmaktadır ve Yeni fabrika Ankara, Adana, Samsun, Erzurum ve Kars pazarları için ürün üretecektir. Tablo 3-1, yıllık tedarik, her bir pazardaki talep miktarlarını, ulaşım maliyetlerini ve koordinatlarını vermektedir.

Tedarikçiler/Pazarlar	Ulaşım Maliyeti		Kordinatlar	
	YTL/Ton.Km	Miktar, ton (D_n)	x_n	y_n
Tedarikçiler				
İzmit	0.90	500	200	75
Bursa	0.95	300	175	175
İzmir	0.85	700	25	350
Pazarlar				
Ankara	1.50	225	600	300
Adana	1.50	150	350	525
Samsun	1.50	250	775	25
Erzurum	1.50	175	1325	200
Kars	1.50	300	1500	100

Tablo 3-1: Karçelik için Tedarikçi ve Pazarların yerlerin

Yerçekimi yerleşim modelleri, pazarların ve tedarik kanallarının düzlem üzerinde bir nokta olduğunu varsayar ve noktalar arasındaki mesafeler iki nokta arasındaki geometrik mesafe olarak hesaplanır. Bu modellerde sevk edilen miktar ile ulaşım maliyetleri arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunu varsayılır. Tedarikçilerden hammadde alan ve pazarlara nihai ürün sevk eden bir fabrika için yer çekimi modelinin girdileri şunlardır:

x_n, y_n : n'ninci pazar yada tedarik kaynağının kordinatları

F_n : n'ninci pazar yada tedarik kaynağına bir kilometre için ulaşım maliyeti

D_n : Tesis ile n'ninci pazar yada tedarik kaynağı arasındaki sevkiyat miktarı

Eğer (x,y) seçilecek yerin kordinatları ise, (x,y) deki tesis ile n'inci pazar yada tedarik kaynağı arasındaki mesafe

$$d_n = \sqrt{(x-x_n)^2 + (y-y_n)^2} ,$$

Ve toplam ulaşım maliyeti (TM),

$$TM = \sum_{n=1}^k d_n D_n F_n \text{ dir.}$$

Optimal yer, TM'yi minimize eden noktadır. Korçelik Fabrika yeri seçiminin Excel Çözücü kullanarak nasıl elde edileceği aşağıda gösterilmiştir.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "Microsoft Excel - Book1" with a worksheet named "Sheet1". The spreadsheet is titled "KARÇELİK YERÇEKİM YERLEŞİM MODELİ". It contains a table with the following data:

	Tedarikçiler/ Pazarlar	YTL/Ton Km F_n	Miktar D_n	Kordinatlar		d_n
				x_n	y_n	
Tedarikçiler	İzmit	0,9	500	200	75	213,60
	Bursa	0,95	300	175	175	247,49
	İzmir	0,85	700	25	350	350,89
Pazarlar	Ankara	1,5	225	600	300	670,82
	Adana	1,5	150	350	525	630,97
	Samsun	1,5	250	775	25	775,40
	Erzurum	1,5	175	1325	200	1340,01
	Kars	1,5	300	1500	100	1503,33

Below the table, the "Facility Location" section is visible, with the following data:

X=	0,0
Y=	0,0
Maliyet=	0,0

The "Solver Parameters" dialog box is open, showing the following settings:

- Set Target Cell: $\$B\22
- Equal To: Max Min Value of: 0
- By Changing Cells: $\$B\$19:\$B\20
- Subject to the Constraints: (empty)

Çözücünden bulunan optimal sonuç $(x,y)=(462,225)$. Türkiye haritası üzerinde bu yer yaklaşık olarak Yalova civarlarındadır. Dolayısı ile Karçelik yeni fabrikasını Yalova'ya kurmalıdır.

Aşama IV: Ağ Optimizasyon Modelleri: Bu aşamada, her bir tesisin yeri ve kapasitesi kararlaştırılır. Tesis yerlerinin belirlenmesinin yanısıra hangi pazarın hangi tesise atanacağına da bu aşamada karar verilir. Bu atama işleminde müşteri yanıt süreleri de kısıt olarak göz önüne alınmalıdır. Talepin yani pazarların tesislere atanması maliyetler değiştiğinde yada pazarlar geliştikçe periyodik olarak tekrar gerçekleştirilebilir. Ağ tasarımı iken yerleşim ve atama kararları birlikte alınır. Ağ Optimizasyon modelleri hem ağ tasarımı hem de atama kararlarının alınmasında önemli araçlardan biridir.

Ağ optimizasyon modellerinin aşama IV'te nasıl kullanılacağına iki fiber optik kablo üretici ile ilgili aşağıdaki örneği gözönüne alarak göstereyim.

TelecomOne ve HighOptik en son teknolojiyi kullanarak fiberoptik kablo üretimi yapan iki imalatçıdır. TelecomOptik Doğu ve Orta Avrupa pazarına odaklanmış ve Prag, Atina ve Budapeşte'de fabrikalara sahiptir. Hizmet verdiği pazarlar ise , Brüksel, Moskova ve Oslo dur. HighOptik ise Batı Avrupa Pazarına odaklanmış ve Londra ve Marsilya'da Fabrikaları vardır. Hizmet verdiği pazarlar ise Madrid, Berlin ve Milan pazarlarıdır.

Tablo 3-3, fabrika kapasitelerini, pazar talebini, değişken maliyet ve ulaşım maliyetlerini ve her fabrikadaki aylık sabit maliyetleri göstermektedir.

<i>Tedarik Yeri</i>	<i>Talep Noktası Bin adet başına üretim ve ulaşım maliyetleri (Bin \$)</i>						<i>Aylık Kapasite (Bin Adet) K_i</i>	<i>Aylık Sabit Maliyet (Bin \$) f_i</i>
	<i>Brüksel</i>	<i>Moskova</i>	<i>Oslo</i>	<i>Madrid</i>	<i>Berlin</i>	<i>Milan</i>		
Prag	1675	400	685	1630	1160	2800	18	7650
Atina	1460	1940	970	100	495	1200	24	3500
Budapeşte	1925	2400	1425	500	950	800	27	5000
Londra	380	1355	543	1045	665	2321	22	4100
Marsilya	922	1646	700	508	311	1797	31	2200
Aylık Talep (Bin Adet), D_j	10	8	12	6	7	11		

Tablo 3-3: TelecomOne ve HighOptic için Kapasite, Talep, ve Maliyet verileri

Talep atama problemi, bir talep atama modeli kullanarak çözülebilir. Modelin girdileri:

n : Fabrika yerlerinin sayısı

m : Talep noktalarının sayısı

D_j : Tesis j 'nci pazardaki yıllık talep

K_i : i 'nci fabrikanın kapasitesi

c_{ij} : Bir birim ürünü i 'nci fabrikadan j 'nci talep noktası için üretim ve ulaşım maliyeti

Amacımız, farklı talep noktalarındaki talebi çeşitli fabrikalara atamak ve toplam maliyetleri minimize etmektir. Karar değişkenleri:

x_{ij} : i 'nci fabrikadan j 'nci talep noktasına gönderilen miktar.

Problem bir doğrusal programlama modeli olarak şöyle formüle edilebilir:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j, \quad j = 1, \dots, m \quad (\text{Talep Kısıtı})$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq K_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (\text{Kapasite Kısıtı})$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, \dots, m$$

Talep Atama problemini Excel Çözücü kullanarak çözer isek, tablo 3-4'teki sonuçları elde ederiz.

Girdiler- Maliyetler, Kapasiteler, Talepler										
Talep Noktası 1000 adet ürün için Üretim ve Ulaşım Maliyetleri								Sabit Maliyetler	Kapasite	
Tedarik Noktası	Brüksel	Moskova	Oslo	Madrid	Berlin	Milan	(\$)			
Prag	1675	400	685	1630	1160	2800	7650	18		
Atina	1460	1940	970	100	495	1200	3500	24		
Budapeşte	1925	2400	1425	500	950	800	5000	27		
Londra	380	1355	543	1045	665	2321	4100	22		
Marsilya	922	1646	700	508	311	1797	2200	31		
Talep	10	8	14	6	7	11				
Karar Değişkenleri										
Talep Bölgesi Üretim Tahsisleri								Fabrikalar	(1=açık)	
Üretim Bölgesi	Brüksel	Moskova	Oslo							
Prag	0	8	10	1						
Atina	10	0	4	1						
Budapeşte	0	0	0	0						
Kısıtlar										
Fabrika	Fazla Kapasite									
Prag	0									
Atina	10									
Budapeşte	0									
	Brüksel	Moskova	Oslo							
24										
25	0	0	0,0							
Amaç Fonksiyonu										
27	Maliyet=	39680								

Çözümünden de görüldüğü gibi TelecomOne'in Budapeştede fabrikası olmasına rağmen hiç üretim yapmamaktadır.

HighOptik için talep atamasını gerçekleştirir isek,

Girdiler- Maliyetler, Kapasiteler, Talepler										
Talep Noktası 1000 adet ürün için Üretim ve Ulaşım Maliyetleri								Sabit Maliyetler (\$)	Kapasite	
Tedarik Noktası	Brüksel	Moskova	Oslo	Madrid	Berlin	Milan				
Prag	1675	400	685	1630	1160	2800	7650	18		
Atina	1460	1940	970	100	495	1200	3500	24		
Budapeşte	1925	2400	1425	500	950	800	5000	27		
Londra	360	1355	543	1045	665	2321	4100	22		
Marsilya	922	1646	700	508	311	1797	2200	31		
Talep	10	8	14	6	7	11				
Karar Değişkenleri										
Talep Bölgesi Üretim Tahsisleri								Fabrikalar (1=açık)		
Üretim Bölgesi	Madrid	Berlin	Milan							
Londra	6	7	9							
Marsilya	0	0	2							
Kısıtlar										
Fabrika	Fazla Kapasite									
Londra	0									
Marsilya	29									
	Madrid	Berlin	Milan							
23 Karşılanamayan talep	0	0	0							
Amaç Fonksiyonu										
Maliyet=	24352,00									

Görüldüğü gibi her iki şirkette de kapasite fazlası bulunmakta ve dolayısı ile varolan durumda ekstra maliyete katlanmaktadır. İki şirket yönetimi Şirketleri birleştirmeye ve yeni şirketi TelecomOptic olarak adlandırmaya karar vermişlerdir. TelecomOptic'in altı pazara hizmet verdiği 5 fabrika vardır ve yeni yönetim bu 5 fabrikanın fazla olduğunu düşünmektedir. Hangi fabrikaların kapatılacağına karar vermek amacı ile bir tedarik zinciri çalışma grubu oluşturulmuştur.

Bu problem, Aşama II'deki probleme benzerdir. Edarik zinciri çalışma grubu Aşama II'de kullandığımız Kapasiteli Fabrika Yeri modelini kullanmaya karar vermiştir.

Talep Noktası 1000 adet ürün için Üretim ve Ulaşım Maliyetleri										Sabit Maliyetler (\$)	Kapasite	Sabit	Kapasite
Tedarik Noktası	Brüksel	Moskova	Oslo	Madrid	Berlin	Milan							
Prag	1675	400	685	1630	1160	2800	7650	18					
Atina	1460	1940	970	100	495	1200	3500	24					
Budapeşte	1925	2400	1425	500	950	800	5000	27					
Londra	360	1355	543	1045	665	2321	4100	22					
Marsilya	922	1646	700	508	311	1797	2200	31					
Talep	10	8	14	6	7	11							
Karar Değişkenleri													
Talep Bölgesi Üretim Tahsisleri								Fabrikalar (1=açık)					
Üretim Bölgesi	Brüksel	Moskova	Oslo	Madrid	Berlin	Milan							
Prag	0	8	2	0	0	0							
Atina	0	0	0	6	7	11							
Budapeşte	0	0	0	0	0	0							
Londra	10	0	12	0	0	0							
Marsilya	0	0	0	0	0	0							
Kısıtlar													
Fabrika	Fazla Kapasite												
Prag	8												
Atina	0												
Budapeşte	0												
Londra	0												
Marsilya	0												
	Brüksel	Moskova	Oslo	Madrid	Berlin	Milan							
29 Karşılanamayan talep	-1,40678E-09	0	0	0	0	0							
Amaç Fonksiyonu													
Maliyet=	47401,0												

Fabrika Yerleşimi: Tek Kaynaklı Fabrika Yerleştirme Modeli

Bazı durumlarda, işletmeler pazarlara ürün tedarikini *tek kaynak* dediğimiz tek bir fabrikadan gerçekleştirirler. Bu kısıtlamanın amacı, kordinasyon zorluğunu ve her bir fabrikadaki esneklik ihtiyacını azaltmaktır. Daha önce incelediğimiz kapasiteli fabrika yerleşimi modelini yeni bir kısıt ekleyerek tek kaynaklı hale getirebiliriz:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{eğer fabrika, } i\text{'nci yerde kurulmuş ise} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer market } j \text{ 'deki fabrika tarafından tedarik ediliyor ise} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases}$$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m D_j c_{ij} x_{ij}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m D_j x_{ij} \leq K_i y_i \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$x_{ij}, y_i \in \{0, 1\}$$

(1) ve (2) nolu kısıtlar, her bir markete yalnızca bir fabrika tarafından ürün gönderilmesini zorlayan kısıtlardır

TelecomOptic örneğimizde, birleşik şirketin yönetimi her bir pazarın yalnızca bir tek fabrikadan tedarik edildiğinde optimal ağ tasarımını bulmak ister ise, yeni ağ tasarımı ve maliyeti farklı olacaktır:

Microsoft Excel - tekkaynak										
File Edit View Insert Format Tools Data Window Help										
Type a question for help										
F27										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Girdiler- Maliyetler, Kapasiteler, Talepler									
2	Talep Noktası 1000 adet ürün için Üretim ve Ulaşım Maliyetleri							Sabit	Kapasite	
3								Maliyetler (\$)		
4	Tedarik Noktası	Brüksel	Moskova	Oslo	Madrid	Berlin	Milan			
5	Prag	1675	400	685	1630	1160	2800	7650	18	
6	Atina	1460	1940	970	100	495	1200	3600	24	
7	Budapeşte	1925	2400	1425	500	950	800	5000	27	
8	Londra	380	1355	543	1045	665	2321	4100	22	
9	Marsilya	922	1646	700	508	311	1797	2200	31	
10	Talep	10	8	14	6	7	11			
11	Karar Değişkenleri									
12	Talep Bölgesi Üretim Tahsisleri							Fabrikalar	Değişken Maliyetler	
13								(1=açık)		
14	Üretim Bölgesi	Brüksel	Moskova	Oslo	Madrid	Berlin	Milan			
15	Prag	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	Atina	0	0	0	1	0	1	1	13600	
17	Budapeşte	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	Londra	1	1	0	0	0	0	1	14640	
19	Marsilya	0	0	1	0	1	0	1	11977	
20	Kısıtlar	Toplam Değ. maliyetler							40417	
21	tek kaynak kısıtı	1	1	1	1	1	1	1		
22	Fabrika	Fazla Kapasite								
23	Prag	0								
24	Atina	7								
25	Budapeşte	0								
26	Londra	4								
27	Marsilya	10								
28										
29										
30										
31	Maliyet=	50217,0								
32										