



T.C.
GAZİ OSMAN PAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI İÇİNDE ŞEBEKE ANALİZİ VE BİR UYGULAMA

Hazırlayan
Mustafa ÖZKAN

İşletme Ana Bilim Dalı
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Yrd. Doç Dr. Süleyman Serdar KARACA

Doç Dr. Osman ÇEVİK

Tokat-2010

T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

(.../.../200...)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı ve Soyadı

.....

İmzası

.....

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında yaptığı katkılarla beni yönlendiren değerli hocalarım Sayın Doç Dr. Osman evik ve Yrd. Doç Dr. Serdar Karaca'ya, tez süreci boyunca beni sabırla dinleyen ve yardımcı olan değerli eŐim MiŐire Temizel Özman'a, kıymetli annem Nevin Özman'a ve Aras Holding A.Ő. ailesine teşekkür ederim.

Haziran, 2010

Mustafa ÖZKAN

İTHAF

Yapılan bu tez çalışması 05.10.2009 tarihinde vefat eden canım babam
Asım ÖZKAN'A adanmıştır.

Haziran, 2010

Mustafa Özkan

ÖZET

En kısa yolların kullanılması ile ulaştırılacak olan paketin, müşteriye en kısa zamanda teslim edilmesi kargoculuk faaliyetlerinin temelidir. Bu sebeple, lojistik firmaları ulaşımda en az maliyetli ve en kısa yolların seçimini belirlemek durumuyla karşı karşıyadırlar.

Yöneylem araştırması, bu tür faaliyetlerin karar alma aşamasında önemli bir yol göstericidir. Yöneylem araştırması içerisinde yer alan şebeke modelleri bu problemin çözümü için kullanılacak birincil kaynaktır. Şebeke modeli dâhilindeki minimum kapsayan ağaç (en küçük yayılma modeli), iki nokta arasındaki en kısa yolun belirlenmesi için kullanılan, kullanımı ve uygulanması kolay etkin bir yöntemdir.

Bu çalışmada, yöneylem araştırması hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler, tarihçesini, işletmecilik alanında ki kullanım alanlarını vb. kapsamaktadır. Ardından, şebeke modellerinden bahsedilmiş ve bu modellerin uygulanış şekilleri teorik olarak anlatılmıştır. Gerekli açıklamalar ve teorik bilgiler ışığında, son olarak Aras Cargo A.Ş. İç Anadolu Bölgesi ve güncel karayolları dikkate alınarak en kısa maliyetli şebeke algoritması oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yöneylem Araştırması, Şebeke Analizi, En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması, Aras Cargo A.Ş.

ABSTRACT

Will be reached through the use of the shortest path of the package, soon to be delivered to the customer is foundation of cargo activities Therefore, the transportation logistics company in the shortest and least costly way to determine the status of the selection of face.

Operation research, in the desicion-making process of these activities is an important guide. Operation research models in the network can be used to solve this problem is the primary source. Network model in the minimum spanning three (the smallest diffusion model), the shortest path between two point is used to determine is an effective method to use easy to implement.

This study has provided information about operating research. These informations comprise that operation research's history and usage areas in business administration. Following the implementation of the network models and this model has been mentioned as theoretically. Finally in the light of necessary explanations and theoretical knowledges, Aras Cargo Inc. Central Anatolia Region and current road network by taking into account shortest cost algorihm was developed.

Keywords: Operation Research, Network Analysis, The Smallest Diffusion Model, Aras Cargo A.Ş

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME.....	i
TEŞEKKÜR	ii
İTHAF.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1
I. KONUNUN AMACI	2
II. KONUNUN ÖNEMİ	2
III. MATERYAL VE YÖNTEM.....	4
IV. LİTERATÜR ÖZETİ	4

BÖLÜM 1

1. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINA GENEL BAKIŞ	7
1.1. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINA GİRİŞ	7
1.2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TARİHÇESİ	8
1.3. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ ÖNEMİ VE AMACI	14
1.4. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TANIMI.....	16
1.5. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ ÖZELLİKLERİ	18

1.5.1. Sistem Yaklaşımı Özelliği	18
1.5.2. Disiplinler Arası Yaklaşım Özelliği	19
1.5.3. Bilimsel Yöntemlerle Yaklaşım Özelliği	20
1.6. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ PROBLEM ÇÖZME YAKLAŞIMI.....	21
1.7. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER.....	30
1.7.1. Doğrusal Programlama:.....	30
1.7.2. Kuyruk Teorisi:	31
1.7.3. Stok Modelleri:	31
1.7.4. Oyun Teorisi:.....	31
1.7.5. Benzetim:.....	32
1.7.6. PERT ve CPM:	32
1.7.7. Yenileme (Replacement) :.....	32
1.7.8. Envanter Modelleri:.....	32
1.7.9. Bekleme Hattı Modelleri:	33
1.7.10. Şebeke Analizi:.....	33

BÖLÜM 2

2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINDA ŞEBEKE ANALİZİ.....	34
2.1. ŞEBEKE ANALİZİ	34
2.2. ŞEBEKE ANALİZİNİN TANIMI VE ÖNEMİ	34
2.3. ŞEBEKE ANALİZİNİN UYGULAMA ALANLARI.....	35
2.4. ŞEBEKE ANALİZİNİN AVANTAJLARI.....	36

2.5. ŞEBEKEYİ OLUŞTURAN TEMEL FAKTÖRLER	37
2.5.1.Faaliyet	37
2.5.2. Olay	38
2.5.3. Kukla (Yapay) Faaliyetler	38
2.6. ŞEBEKE MODELLEME TERMİNOLOJİSİ.....	40
2.7. BİR ŞEBEKE ÇİZİLİRKEN YAPILABİLECEK HATALAR.....	42
2.7.1. Şebekede Düğüm (Kısırdöngü) Yapmak.....	42
2.7.2. Sarkıtmak (sallandırmak) :	43
2.8. ŞEBEKE ANALİZİ ÇEŞİTLERİ	44
2.8.1. En Küçük Yayılma Modeli (Minimum Kapsayan Ağaç).....	45
2.8.2. En Kısa Yol Modeli.....	46
2.8.3. Maksimum Akış Algoritması	48
2.8.4. Minimum Maliyet Kapasiteli Akış (En Küçük Maliyetli Akış).....	51
2.8.5. Kritik Yol (CPM) Algoritması	54
2.8.6. PERT Analizi (Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme)	58

BÖLÜM 3

3. ARAS CARGO A.Ş. VE İÇ ANADOLU BÖLGESİ ŞEBEKE

DIYAGRAMINDA EN KÜÇÜK YAYILMA MODELİNİN (MİNİMUM KAPSAYAN AĞAÇ) TEST EDİLMESİ.....	65
3.1. ARAS HOLDİNG A.Ş. HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	65
3.2. ARAS CARGO A.Ş.'NİN TARİHÇESİ.....	66

3.3. ARAS CARGO’NUN VİZYONU	67
3.4. ARAS CARGO A.Ş.’NİN MİSYONU	67
3.5. ŞEBEKE ANALİZİNİNDE EN KÜÇÜK YAYILMA MODELİNİN ARAS CARGO A.Ş. ÜZERİNDE UYGULANMASI.....	68
3.5.1. Aras Cargo A.Ş.’nin İç Anadolu Bölgesindeki Dağılımı	68
3.5.2. Uygulama	72
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	107
KAYNAKÇA	110
ÖZGEÇMİŞ	115

TABLolar LİSTESİ**Sayfa**

Tablo 3.1. Aksaray İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.).....	72
Tablo 3.2. Ankara İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)	75
Tablo 3.3. Çankırı İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.).....	78
Tablo 3.4. Eskişehir İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)	81
Tablo 3.5. Karaman İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)	82
Tablo 3.6. Kayseri İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)	85
Tablo 3.7. Kırıkkale İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.).....	87
Tablo 3.8. Kırşehir İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.).....	89
Tablo 3.9. Konya İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)	91
Tablo 3.10. Nevşehir İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.).....	94
Tablo 3.11. Niğde İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)	95
Tablo 3.12. Sivas İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)	97
Tablo 3.13. Yozgat İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.).....	100
Tablo 3.14. İç Anadolu Bölgesi İller Arası Uzaklıklar (km.).....	103

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Yöneylem Araştırmasında Problemin Çözüm Süreci.....	29
Şekil 2.1. Kukla Faaliyet Gösterimi	38
Şekil 2.2. Kukla Faaliyet Gösterimi	39
Şekil 2.3. Kukla Faaliyet Gösterimi	39
Şekil 2.4. Şebeke Diyagramı	41
Şekil 2.5. Şebekede Kısır Döngü	43
Şekil 2.6. Şebekede Sallandırma	44
Şekil 2.7. Bir Şebekede En Küçük Yayılma Modeli	46
Şekil 2.8. Şebeke Gösterimi.....	52
Şekil 2.9. Doğrusal Programlamada Faaliyet Dönüşümü.....	54
Şekil 2.10. Bir Şebekeye Ait Temsili Tamamlama süreleri	58
Şekil 2.11. β Dağılımı (İpekgil Doğan ve Güler, 2006)	62
Şekil 3.1. Aksaray İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi.....	73
Şekil 3.2. Aksaray İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması	74
Şekil 3.3. Ankara İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	75
Şekil 3.4. Ankara İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması	77
Şekil 3.5. Çankırı İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	79
Şekil 3.6. Çankırı İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması	80
Şekil 3.7. Eskişehir İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	81
Şekil 3.8. Eskişehir İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması	82
Şekil 3.9. Karaman İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	83
Şekil 3.10. Karaman İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması.....	84

Şekil 3.11. Kayseri İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	86
Şekil 3.12. Kayseri İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması.....	86
Şekil 3.13. Kırıkkale İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	87
Şekil 3.14. Kırıkkale İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması	88
Şekil 3.15. Kırşehir İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi.....	89
Şekil 3.16. Kırşehir İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması	90
Şekil 3.17. Konya İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	92
Şekil 3.18. Konya İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması.....	93
Şekil 3.19. Nevşehir İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	94
Şekil 3.20. Nevşehir İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması.....	95
Şekil 3.21. Niğde İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	96
Şekil 3.22. Niğde İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması	96
Şekil 3.23. Sivas İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	98
Şekil 3.24. Sivas İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması.....	99
Şekil 3.25. Yozgat İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi	101
Şekil 3.26. Yozgat İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması.....	102
Şekil 3.27. İç Anadolu Bölgesi iller Arası Ulaşım Şebekesi	104
Şekil 3.28. İç Anadolu Bölgesi İller Arası En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması ..	105

KISALTMALAR LİSTESİ

Y.A.	Yöneylem Araştırması
PERT	Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme
CPM	Kritik Yol
EST	En Erken Başlama Zamanı
ESİ	İlk Olayın Gerçekleşme Zamanı
LC	Er Erken Bitiş Zamanı

GİRİŞ

Sanayi devrimi sonrası, dünyada ekonomik anlamda inkılâp niteliğinde değişimler yaşandı. Bu değişimler, mikro ve makro anlamda birçok yeniliği de beraberinde getirdi. 1929 Dünya ekonomik krizi, II. Dünya Savaşı 1970 stagflâsyon krizi, 1976 petrol darboğazları gibi tüm ekonomileri etkileyen bu olaylar, nominal ve reel anlamda her sektörde değişimler yaşanmasına sebep oldu.

Gelişen teknolojiler, işletmeleri de bir değişim hareketinin ortasına çekmiştir. Her bir işletme, mevcut piyasa içerisinde en iyi olmak yolunda rakiplerine savaş açmak durumundadır. Açılan bu savaşta, karar alma birimleri en iyi hamlelerin yapılması amacıyla, gerek kendi bilim alanlarında ve gerekse diğer bilim alanlarından organizasyonlarına en uygun adımları entegre etmeye başladılar. Bu entegrasyon dâhilinde *yöneylem araştırması* önemli bir yere sahiptir. Temelleri askeri hareketlere dayanmış olmasına rağmen, organizasyonlarda ve işletmelerde büyük bir kullanım alanı mevcuttur.

Lojistik faaliyetlerinde bulunan işletmeler için Y. A.'nın *şebeke analizleri* modeli önemli bir yol haritası hükmündedir. Askeri temelli bu adım, mevcut kaynakların optimum şekilde koordine edilmesini ve yerleştirilmesini sağlayan bir dizi faaliyetler bütünüdür. Özellikle kargoculuk faaliyetlerinde, paketin müşteriye en kısa zamanda ulaştırılması birincil önceliğe sahiptir. Bu sebeple oluşturulacak kargo ağının, en uygun ve kullanışlı yerlerde oluşturulmuş ve güzergâh olarak da aktif yolların tercih edilmiş olması gerekmektedir. Böyle bir seçim için kullanılacak yöntemlerin başında şebeke analizi altında *minimum yayılan ağaç algoritması* gelmektedir.

Çalışmada, Aras Holding A.Ş. bünyesinde olan Aras Cargo A.Ş.'in İç Anadolu Bölgesi'nde mevcut yapılanması dikkate alınarak, güncel karayolları ışığında alternatif bir şebeke modelinin, minimum yayılan ağaç(en küçük yayılma modeli) algoritmasıyla oluşturulması hedeflenmiştir. Bu yöntemle her iki şube arasındaki en kısa yollar belirlenebilecektir. Şebeke oluşturulmadan önce, gerekli literatür taraması yapılmış ve konu hakkında detaylı bilgi verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, ulaştırma faaliyeti sürecinde hangi yolların kullanılmasının daha az zaman alacağı da belirlenmiş olacaktır. Sonuç olarak, ulaşım sürecinde en kısa yollar kullanılarak ve en az maliyetli rotalar kullanılarak optimal bir şebeke oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu faaliyetler sonucunda, minimum kapsayan ağaç algoritmasının uygulanması ve güzergâh belirlenmesi noktasında etkin bir yol haritası elde edilmeye çalışılmıştır.

I. KONUNUN AMACI

Çalışmanın amacı; organizasyonların, hizmet ve ürün sunumunda, günümüzde bütün işletme alanlarında kullanılan ve yöneylem araştırması analizlerinden birisi olan şebeke analizinin anlaşılabilmesine katkıda bulunmaktır. Bununla birlikte, bir organizasyonun, hedeflerini gerçekleştirmesi için oluşturacağı organizasyon faaliyet ve elemanlarının, nasıl maksimum fayda sağlayacak şekilde koordine edilmesi ve yerleştirilmesi gerektiğini açıklamaktır.

II. KONUNUN ÖNEMİ

Maliyetlerin hesaplanması ve projelerin tam zamanında ve/veya daha az zamanda hazırlanılıp sunulabilmesi organizasyonların varlıklarını devam ettirebilmeleri için çok önemli bir aşamadır. Yatırımın gerçekleşmesi noktasında görev alan

yöneticiler, mensup oldukları organizasyonun hedeflerine ulaşabilmesi veyaşamını devam ettirebilmesi için, günümüzde tam bir rekabet savaşı içindeki piyasalarda, organizasyonun faaliyetlerini, aksatmadan ve rakiplerinin lehine bir durum oluşturmadan gerçekleştirmek zorundadırlar. Oysa çoğu zaman, bu şekilde karmaşık ve önemli faaliyet ve planlamaları organizasyon içerisinde sadece bir kişinin yapmaya çalışmasının çok zor ve ağır bir yük olduğu aşikârdır. İşte böyle bir rekabet ortamında, faaliyetler dizisinin kusursuz bir şekilde idame ettirebilmesini amaçlayan çalışmalar, yöneylem araştırması kavramını doğurmuştur. Bir bütün olarak yöneylem; yöneticilerin, karşılaştıkları problemlerde karar vermelerine yardımcı olmak amacıyla kullanabilecekleri bilimsel problem çözme yaklaşımıdır. Yapılan projelerin ve sağlanan hizmetlerin minimum maliyet ve maksimum kâr kriterine uyabilmesi için bugün ki organizasyon faaliyetleri dizisi içerisinde yöneylem bilimi, popülerliğini hiç kaybetmemiştir. Günümüzde yüksek maliyetler ve artan rekabet ortamı, organizasyonların faaliyetlerinin sistematik ve planlı bir düzenek üzerinde, faaliyetler öncesinde koordine edilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Yöneylem araştırması içerisinde şebeke analizleri, proje planlama ve kontrol yöntemleri olarak da bilinir. Şebeke analizi yöntemlerinin işletmecilik alanına getirdiği en büyük yenilik; projeyi bir sistem, projenin elamanları olan bir olay ve faaliyetleri de, sistemin elemanları olarak görmesidir. Bu sınırlar dâhilinde, işletmeler/ organizasyonlar, şebeke analizi yöntemleri ile faaliyet alanlarında optimum yayılmayı gerçekleştirebilecektir. Nihai sonuç; faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde hem zaman tasarrufu sağlanabilmesi hem de işletme kârını etkileyen maliyetlerin azaltılmasında büyük bir avantaj yakalanmasıdır.

III. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, yöneylem araştırması ve proje yönetiminde kullanılan şebeke analizi hakkında literatür araştırması yapılacaktır. Elde edilen veriler ışığında, şebeke analizi içerisinde işletmenin maliyetlerini minimum kılacak ulaştırma modelleri hakkında bilgi verilmeye çalışılacaktır. Çalışmanın gerçek iş hayatında uygulanabilirliğini göstermek amacıyla, Aras Holding A.Ş.'in kargoculuk sektöründeki dalı olan Aras Cargo A.Ş.'nin, İç Anadolu bölgesindeki en küçük yayılma haritasının oluşturulması sağlanacaktır. Bu sebeple kargonun mevcut yayılma haritası dikkate alınarak elde edilen verilerle, güncel karayolları ışığında hedeflenen amaca ulaşılmaya çalışılacaktır.

IV. LİTERATÜR ÖZETİ

Aytulun (2006), yapmış olduğu çalışmada lojistik yönetimini ve sistemi hakkında bilgiler vermiştir. Ayrıca, proje çizelgeleme tekniklerinin, süreç iyileştirme çalışmalarında kullanılabilirliğinin incelendiği süreçlerin projelendirilmesi kapsamında, mevcut proje çizelgeleme teknikleri hakkında da genel bilgiler vermiştir. Çalışmasında bir firmanın iş süreçlerini ele almış ve bu süreçleri PERT ile modellemiş ve çözümlenmiştir. Sonuçları PERT-yol ve Monte Carlo simülasyonu ile doğrulamaya çalışmıştır. Yapılan çalışma test edilerek doğruluğu kanıtlanmıştır.

Balaban (1983), yapmış olduğu çalışmada; Türk sanayisine katkıda bulunmak amacıyla, Q-Gert, PERT ve CPM gibi modern şebeke metotlarını kullanarak bir uygulama yapmıştır. Aynı zamanda metotların kullanılabilirliğini test etmiş ve başarılı bulgular elde etmiştir.

Baraz (2008), yapmış olduğu çalışmasında, proje planlama tekniklerini kısaca anlatmış, CPM ve PERT'in gelişiminden bahsetmiş ve amaçlarını açıklamıştır. Çalışmasını bir inşaat projesinde PERT tekniğini kullanarak sonuçlandırmıştır.

Duran (2007), yapmış olduğu çalışmasında, CPM ve PERT modellerinden kapsamlı olarak bahsetmiş ve çalışmasını bir araç firmasında hazırlamış olduğu örnekle noktalandırmıştır.

Erden (2004), yapmış olduğu çalışmada, alçak gerilim topraklama şebekelerini modellerini analiz etmiş ve uygulama olarak da bir alçak gerilim topraklama şebekesinde nötr hat üzerine düşen gerilim değerini çeşitli parametreler kullanarak incelemiş ve simülasyon oluşturmuştur. Uygulama sonuçlarını kullanarak nötr üzerine düşen gerilim değişimi hesaplanarak çizelgeler haline getirilmiş ve yüzde değişimleri belirlenmiştir.

Gür (2006), çalışmasında, öncelikle proje yönetimi, PERT ve CPM hakkında genel bilgiler vermeye ve ayrıca PERT ve CPM tekniklerinden faydalanılarak bir apartmana doğal gaz tesisatı kurulumunun aşamaları incelemeye çalışmıştır. Projenin maliyet ve kaynak planlamasını açıklayarak çalışmasını sonlandırmıştır.

Karadeniz (2007), çalışmasında, proje planlama teknikleri incelenmiştir. Bu tekniklerden günümüzde birçok alanda kullanılan CPM ile bir inşaat projesine ait iş programı oluşturulmuş ve son olarak da hazırlanan ilerleme tabloları aracılığı ile işin takip ve kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Kazançoğlu (2008), yapmış olduğu çalışmasının uygulama bölümünde galvaniz&çelik konstrüksiyon sektöründe yer alan bir firmanın satın alma bölümü ile koordineli bir şekilde tedarikçi ilişkileri sürecini incelemiş, sektörün ve firmanın da özelliklerini dikkate alarak kriterleri belirlemiştir. Sonrasında da yöneylem araştırması

teknikleri yardımıyla tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesini firmadan gerekli verileri toplayarak firma dâhilinde gerçekleştirmiştir.

King (1973), yaptığı çalışmada şebeke planlama tekniklerinden bahsetmişlerdir. Daha önce yapılmış olan çalışmaların ile karşılaştırmalı değerlendirmeler yapmıştır. Çalışmasını farklı kılan unsurlardan biriside çalışmanın daha kapsamlı veri zenginliğine sahip olduğu için bir laboratuvar deneyi kullanılmasıdır. Çalışma sürecinde PERT ve simülasyon tekniklileri kullanılarak karmaşık yapıdaki veriler analiz edilerek, karar almada bir birey ve ya grubun tahminlerinin ve kararlarının birden fazla tahmin yaklaşımları elde edilmiştir.

Sarıca (2006), yapmış olduğu çalışmada, proje planlama tekniklerinden olan şebeke analizini, CPM ve PERT analizlerini kullanarak sonuca ulaştırmaya çalışmıştır.

Türkmen (2007), yapmış olduğu çalışmada, tarım kavramına yöneylem araştırması teknikleri ile matematiksel bir yaklaşım ortaya konmuştur. Sürdürülebilir tarım için karma tamsayılı matematiksel bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen model, eniyileme paket programlarından biri olarak kullanılan Lingo 8.0 programına aktarılmış ve resmi kurumlardan alınan Adana'nın Yumurtalık ilçesine ait verilerle test edilmiştir. Son olarak elde edilen bulgular, geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 1

1. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINA GENEL BAKIŞ

1.1. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINA GİRİŞ

Kıt kaynakların en verimli şekilde kullanılması amacıyla çağlar boyunca insanlar, kendi çalışma alanlarında sürekli bir tasarruf politikası uygulamışlardır. Dünyada meydana gelen teknolojik ve stratejik gelişmeler, üretim faktörlerinin en faydalı şekilde kullanılması amacıyla küresel bir problem olmaya başlamıştır. Özellikle endüstri devrimiyle birlikte; dünyadaki örgütlerin/organizasyonların boyutu ve karmaşıklığı önemli oranda artmıştır (Öztürk, 2007: 1). Yeni teknolojileri ise, kendi alanlarında metafor hükmünde uzmanlıklarına uyarlamaya ve uygulamaya çalışmışlardır.

Gelişen teknoloji, işletmeleri kendilerini yenileyerek rakiplerinden farklı olmaya itmektedir.(Gür, 2006: 1) Aynı zamanda işletmeler edindikleri yeni teknolojileri maliyetlerine, zaman unsuruna, malın kalitesine ve müşteriye teklif edilen satış fiyatına yansıtmakla başarıya ulaşmalıdır.

Bir örgütün varlık nedeni, belirli amaçların ancak birden fazla kişi ile ve grup olarak gerçekleştirilebilmesinden kaynaklanmaktadır (Can, 2005: 4). Günümüzde yöneticilerin en önemli sorunu belirsizlik ortamında alınan kararların tutarlı olup olmayacağıdır. Yönetimde kararların klasik yollarla verilemeyeceği, modern işletme yönetiminde, kantitatif yöntemlerin çok önemli olduğu kavranılmış ve işletmelerin faaliyet alanlarını oluşturan pazarlama, üretim, yatırım, finansman, stoklama, fiyat,

istihdam, rekabet, ulaşım gibi konularda oluşan yönetici kararlarında kantitatif modellerden yararlanılmaya başlanılmıştır (Ergülen, 2005: 164).

Bir kişi yatırım ya da sermaye malı satın aldığında, bu malların yaşam süreleri boyunca kullanımıyla elde edeceği çıktının satışından, bu çıktıyı üretirken yaptığı masraflar çıkarıldıktan sonra elde etmeyi umduğu bir dizi olası getiriye elde etme hakkını da satın alır. Q_1, Q_2, \dots, Q_n olarak her yıl elde edilecek bu gelir serisini yatırımın *beklenen hâsılası* (yatırımdan beklenen hâsıla) olarak adlandırmak uygun olacaktır.(...) Sermaye malından beklenen hâsıla ve sermaye malının arz fiyatı ya da *yenileme maliyeti* arasındaki ilişki yani söz konusu türde sermayenin bir birim daha fazla üretilmesi nedeniyle beklenen hâsıla ve söz konusu ilave birimi üretme maliyeti arasındaki fark bize söz konusu türdeki *sermayenin marjinal etkinliğini* vermektedir (Keynes, 1936: 121). Yatırımlarda ana amaç süreklilik arz eden bir kâr politikasıdır. Bu yüzden yapılan yatırımlar makro planlardan oluşur. Maliyetleri çok yüksek olan yatırım harcamalarında, süreklilik ve optimal kararların verilmiş olması ana hedeflerdendir. Çağımızda, ölçeği ne olursa olsun her firma, bu konularda kendine bir yol haritası çizmek zorundadır.

1.2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TARİHÇESİ

Sanayi devrimi ile birlikte endüstri işletmelerinin hızla büyümeleri sonucunda bir kişinin bütün yöneticilik fonksiyonlarını tek başına yürütebilmesi imkânsız hale gelmiştir. Örgüt içindeki bir bölümün amaçları ile diğer bölümlerin amaçları her ne kadar aynı sonuca ulaşmaya çalışmak olsa da çatışabilir. Bunun doğal sonucu olarak yönetim fonksiyonları ayrılmış, böylece işletme bünyesinde üretim, pazarlama, finansman vb. farklı bölümler ortaya çıkmıştır. Yönetim fonksiyonunun gittikçe artan

sayıda bölümlere ayrılması, yeni işletme sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Kayıtlı olan literatüre göre, yönetim için bilimsel yaklaşım prensipleri 1900'lü yılların başlarında Frederick Taylor tarafından ortaya konulmuştur. *Yöneylem Araştırması* terimsel olarak 1936 yılında kullanılmıştır. 1900'lü yılların başlarında yönetim anlamında geliştirilen yaklaşımlardan ve uygulayıcılarından bahsederek;

- *Frederich O. Taylor*, 1911 yılında Bilimsel Yönetimin İlkeleri (Principles of Scientific Management) adlı kitabını yayınlamıştır. Yönetimin babası olarak bilinen Taylor, yönetim teorisine çok değerli katkılar sağlamış ve endüstri mühendisliğinde çok yaygın kullanılan “zaman ve hareket” çalışmasını başlatmıştır.

- *George O. Babcock*, 1912 yılında farklı arz ve talep faktörlü sipariş malları için ekonomik parti büyüklüğünü belirleyen matematiksel bir formül geliştirmiştir. Onun bu çalışması çağdaş “envanter teorisi”nin başlangıcıdır.

- *Frederich W. Lanchester*, İngiltere’de havacılığın öncülerinden olup, askeri stratejiler için matematiksel modeller geliştirmiştir. 1916 yılında yayınlanan *Savaşta Uçaklar (Aircraft in Warfare)* adlı kitabında, nicel analizlerin askeri problemlerde uygulanışını açıklamıştır. Onun en çok hatırlanan katkısı, *N-Kare Kanunu*’dur. Bu yasa, sayısal üstünlük ve silah gücü için kaza oranları ve zafer ilişkisi ile ilgilidir.

- *A. K. Erlang*, Danimarkalı bir matematikçidir. 1917 yılında çalıştığı telefon şirketinde ortaya çıkan yayılma sorununa ilişkin bulgularını yayınlamıştır. Onun bu çalışması, *bekleme hattı analizlerinin* bulunmasına ve *kuyruk teorisinin* gelişimine öncülük etmiştir.

- *W. Leontief, Von Neumann* ve *Stigler*’in 1920’ler ve 1930’lardaki çalışmaları, genel kaynak dağıtım problemlerinin çözümünde bir araç olmuştur. Onların

buluşları aynı zamanda *oyun teorisi* alanına değerli katkılar sağlamıştır. 1930'larda *H. C. Levinson* ile ticari malların problemlerini araştırmışlar ve reklam tekniklerinin etkinliğini denemek için bilimsel yöntemler uygulamışlardır.

- *Sheward*, 1920'lerde, *Doge* ve *Romig* 1930'larda *Bell* Telefon Laboratuvarlarında (New Jersey) *Kalite Kontrol* ve *Örnekleme Denetim* tekniklerini kullanmışlardır. Matematiksel istatistik alanının gelişmesinde öncü olan *R.A. Fisher*'de bu dönemde çalışmalarını başlatmıştır.

- *Kantorovich* 1940'da ve *Dantzig* 1947'de birbirinden habersiz, *doğrusal programlama* problemleri için genel çözümler üretmişlerdir. Doğrusal programlama Y.A.'nın en yaygın kullanılan alanıdır.

Yukarıda özetlenmeye çalışılan Y.A.'nın kökleri, *Taylor*'un 1910'lardaki çalışmasına dayanmaktadır (Öztürk, 2007: 2-3).

Günümüz Y.A.'nda kullanılan bazı model ve tekniklerin kullanılması çok eskiye dayansa da, "yöneylem araştırması" adı verilen ilk faaliyetin II. Dünya Savaşı sırasında gerçekleştirildiği kabul edilmektedir. II. Dünya Savaşı sırasında, Alman hava hücumlarına daha etkili karşı koyabilmek için İngilizler tarafından geliştirilmiştir. Y.A.'nın matematiksel uygulaması sınırlı savaş malzemelerinin dağıtımının en iyi şekilde yapılması için İngiliz bilim adamlarınca kullanılmıştır. Daha sonra ABD ordusunda da Y.A. ekipleri oluşturulmuştur. İngiltere'de (Patrick Blackett, Cecil Gordon, C. H. Waddington, Owen Wansbrough, Jones ve Frank Yates de aralarında) ve ABD'deki (George Dantzig gibi) bilimciler, lojistik ve talim çizelgelerinde daha iyi kararlar verebilmek için yollar aramaya başladılar. Savaştan sonra da bu bilgileri endüstrideki benzer problemlere uygulanmaya başladılar.

Blackett'in ekibi savaş çabasını amaçlayan analizler yaptı. Britanya sevkiyat kayıplarını indirmek için konvoy sistemini tanıttı. Ancak savaş gemilerini kullanma ilkesine karşın ticari gemilere eşlik etmeleri genel olarak kabul edilse de, konvoyların küçük ya da büyük olmasının daha iyi mi kötü mü olduğu açık değildi. Konvoylar en yavaş üyenin hızına göre yol alıyordu. Bu yüzden küçük konvoylar daha hızlı yol alabilirdi. Ayrıca küçük konvoyların Alman U-Bot'ları tarafından saptanmasının daha zor olacağı tartışılıyordu. Öte yandan büyük konvoylar, saldırılara karşı daha çok savaş gemisini intikal ettirebilecekti. Blackett'in ekibi açıkça şunları ortaya koydular;

- Geniş konvoylar daha etkilidir.
- Bir U-Bot tarafından saptanma olasılığı istatistiksel olarak konvoyun büyüklüğüne bağlı değildir.
- Yavaş konvoylar daha büyük bir risk altındadırlar. (hepsi düşünüldüğünde geniş konvoylar yeğlendi)

Bir diğer çalışmada Blackett'in ekibi İngiliz Hava Kuvvetleri Bombardıman Komutanlığı tarafından gerçekleştirilen bir araştırmanın raporunu incelediler. Araştırma için Bombardıman Komutanlığı, Almanya'dan belli bir dönem sonra bombardıman baskınından dönen tüm bombardıman uçaklarını inceledi. Alman hava savunması tarafından uğratılan tüm hasar not edildi ve en hasarlı bölgelere zırh eklenmesi önerisi getirildi. Onların hava aracı kaybının en düşük personel kaybıyla sonuçlanmasını sağlayabilecek mürettebatın bir kısmını kaldırma önerisi komutanlıkça reddedildi.

Birinci araştırmanın yerine, Blackett'in ekibi hasardan tümüyle kurtulmuş bölgelerin zırhla kaplanması gibi şaşırtıcı ve kontra sezgisel bir öneri yaptı. Araştırmanın sırf Almanya'dan başarıyla geri dönebilen hava araçlarını içerdiği için önyargılı olduğuna karar verdiler. Eğer alınan isabet, aracın kaybına yol açıyorsa

hasarsız bölgeler yaşamsal alanlar olmalıydı. Almanlar hava savunmasını Kamhuber Hattı'nda birleştirdiğinde İngiliz Hava Kuvvetleri bombardıman uçaklarının kara kontrol tertibatının hedefindeki bireysel hücrelerine, uçan gece savaşılarını basabilecekleri bir bombardıman uçağı akımına doğru uçtukları fark edildi. Geriye İngiliz Hava Kuvvetleri'nin kaybını en aza indirme amacıyla bombardıman uçaklarının ne kadar yakın uçmaları gerektiğini ölçmek için çarpışmalardan kaynaklanan istatistiksel kaybı gece savaşılarının istatistiksel kaybına karşı hesaplamak kalmıştı (http://www.tr.wikipedia.org/wiki/Yöneylem_araştırması).

Savaş sırasında, askeri problemlerin çözümü için oluşturulan ekiplerde aktif biçimde çalışan bilim adamları, savaş sonrasında dikkatlerini benzer yaklaşımın sivil yaşam problemlerine uygulanabilirliği üzerinde yoğunlaştırmışlardır:

- Üniversitelerine dönüp mevcut teknikler için sağlam temel oluşturma konusunda çalışanlar
- Yeni teknikler geliştirme çabasına girenler
- Özel ekonominin değişik kesimlerindeki çalışmalarına dönerek buralarda karşılaşılan problemleri benzer yaklaşımla çözmeye çalışanlar

Savaş sonrası birçok ekonomik, sosyal, çevre vb. sorunlarının çözümünde yaygın olarak kullanılan Y.A.; Endüstri adıyla yeni mühendislik dalının şekillenmesinde de belirgin rol oynamıştır. Ancak yönetim ve karar destek konusunda çalışan değişik disiplinlerden uzmanlar da Y.A. yaklaşımı ve tekniklerini yaygın olarak kullanmaktadır.

II. Dünya Savaşı sona erdiğinde, Y.A.'nın savaştaki başarısı, onun askeri hizmetler dışında da uygulanmasını gündeme getirmiştir. Savaş sonrası görülen endüstriyel patlama, örgütlerde artan uzmanlaşmayı, karmaşıklığı ve yeni sorunları ön

sıralara taşımıştır. Savaşta, yöneylem araştırması takımında olanlar ve iş danışmanları, iş hayatında oluşan sorunların askeriyedeki sorunlar ile içerik olarak farklı fakat temel olarak aynı olduğunu algılamışlardır. Bu kişilerce, 1950'lerin başlarında, türlü işletmelere, endüstrilere, hükümet kuruluşlarına, sorunlarının çözümünde kullanılması yönünde Y.A. uygulamaları hızla yayılmış ve yeni teknikler geliştirilmiştir (Öztürk, 2007: 3).

Yönetim bilimi olarak da adlandırılan Y.A. için kullanılan yaygın tanımlar;

- Rakama dökülmüş sağduyudur,
- Bir tasarım analizidir,
- Problemlerin çözümüne kötü yanıt verme yerine daha az kötü veya daha iyi yanıt verme sanatıdır,
- Sistemin yönetiminde karşılaşılan problemlere bilimsel yöntemleri kullanarak çözümler geliştirip sistemi daha iyi bir konuma getirmeyi amaçlayan bilim dalıdır,
- Kıt kaynakların dağıtımına ilişkin sistemlerin en iyi tasarımı ve işletilmesine ilişkin bilimsel yaklaşımdır

diye sıralanabilir (Sezen, 2007:3-4).

Ülkemizde ilk yöneylem araştırma çalışmaları Türk Ordusu tarafından başlatılmıştır. İlk yöneylem araştırma ekibi 1956 yılında daha sonra adı Araştırma ve Geliştirme (ARGE) Başkanlığı olarak, Genel Kurmay İlgi İstişari ve Geliştirme Başkanlığı'nda kurulmuştur.

Ordu dışında ilk Y.A. ekibi ise Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'nda (TÜBİTAK), 1 Eylül 1965 tarihinde altı kişilik bir kadro ile faaliyetlerine başlayan Yöneylem Araştırma Ünitesi olmuştur (Esin, 2003: 2) .

Ülkemizde üniversitelerde *yöneylem araştırması ve üretim yönetimi* adı altında temel dersler olarak da Y.A. yer almaktadır.

1.3. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ ÖNEMİ VE AMACI

Y.A. yönetimin karar ve uygulamalarının belirlenmesine bilimsel olarak yardımcı olmaktadır (<http://www.kho.edu.tr/akademik/yam/index.htm>). Günümüzde, hızla gelişen ve değişen dünyada eski anlayışla iş yapmak artık zorlaşmıştır. Doğal olarak da karmaşık sorunların çözümünün yeni bir yaklaşımla ele alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sistem kavramından hareketle bütünü incelemek yerine, o bütünü oluşturan öğeleri incelemek düşüncesi daha ağır basmıştır (Albayrak, 2005: 14).

Günümüzde, tüm kurum ve kuruluşların birçok problemlerle karşılaştığı bilinmektedir. Bu problemler, rekabet ortamlarının artması, kullanılan kaynakların kıt olması, zaman faktörünün çağımızda küçümsenemeyecek bir önem addetmesi, üretilecek hizmet veya ürünün maksimum fayda sağlayabilme yetisi, etkin kullanım sorunu vb. birçok alt basamaklar içermektedir. Problemlerin basit değil aksine çok karmaşık olduğu, atılacak her adımın ve alınacak her kararın, örgütlerin kıyasıyla birbirleriyle mücadeleye tutuştukları asrımızda, her bir problem işletmenin tüm bölümlerini etkileyebilmektedir. Günümüzde herhangi bir değeri olan kararlar verebilmek için büyük ölçekli verileri içeren problemlerle uğraşmak zorundayız. Artan etkileşim düzeyi, artık iş dünyası kararlarını büyük ölçekli platformlara taşımıştır. (Ulucan; 2007:3) Y.A.'nın en temel amacı, karmaşık yapıdaki bir karar sürecinde uygulanacak bir kantitatif analizle, optimumu (en etkin) gerçekleştirmektir (<http://archive.ismmmo.org.tr/docs/malicozum/56MaliCozum/56%20MEHMET%20KAHVEC%C4%B0.doc>).

Karşılaşılan problemlerin çözümü, genellikle yöneticileri ilgilendirir. Alınan kararların, işletmenin hayati fonksiyonlarını etkilediği için, karar verme, çok çetin ve bir o kadarda hassasiyet isteyen bir aşamadır. Bilindiği gibi alınan kararların ardından, beklenen bir sonuç vardır. Bu bekleyiş ise rasyonel adımlarla gerçekleşebilir. Beklenen sonuçlara ulaşabilmek için “en iyi karar” alınmalıdır. En iyi kararın alınabilmesi için bilimsel tekniklere başvurma gerekliliği ise aşikârdır.

Karar verme sürecinde göz önünde bulunduracağımız alternatif kararların sayısı, karmaşık ve çeşitlenmiş yapıdaki günümüz iş dünyasında çok artmıştır. Karar verici çok sayıda alternatifi eşanlı olarak göz önünde bulundurmaya zorlanmaktadır. Sürekli olarak değişimin yaşandığı iş dünyasında, gelecekle ilgili belirsizlik de çok artmıştır. Karar verici gelecekte karşılaşılabileceği farklı durumlar için farklı karar senaryoları üretmek zorundadır (Ulucan; 2007: 3). Y.A., bu noktada devreye giren bir süreçtir. Problemin ortaya çıkması veya belirlenmesinin ardından, örgütün amaçları doğrultusunda verilerin toplanması ile başlar.

Amacımıza hizmet etmeyecek verilerin toplanması zaman kaybına sebep olacaktır. Oysa zaman, günümüzde çok kıymetli bir faktördür. Y.A., atılacak adımlar ve alınacak kararlarda yöneticilere daha etkin kararlar almaya olanak sağlamaktadır. “*Daha İyinin Bilimi*” olarak adlandırılan Y.A., kararlar almaya yardımcı olmak için analitik yöntemleri uygulama disiplini şeklinde de tanımlanabilir. Bu çerçevede Y.A. uygulama boyutu ile yalnızca teori değil, gerçek hayatın ta kendisidir (Sezen, 2007: 4).

Tanımından ve kısaca tarihçesinden söz edildikten sonra Y.A.’nın amaçlarını iki grupta toplamak mümkündür(Özkan, 2005: 2):

1. İnsan makine sistemlerinin yapısını ve davranışlarını inceleme ve açıklama,

2. Bu sistemlerin amaç ve hedeflerine uygun yönetim ve kontrollerine ait karar verme sorunlarını çözmek veya çözüm için uygun yöntemler ve teknikler geliştirmektir.

1.4. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TANIMI

Birçok alanda kullanılan Y.A.'nın tek bir tanımı yoktur. Birçok tanımla karşılaşılabilir. Ancak Y.A. denince akla ilk gelen kelime optimizasyondur. Optimizasyon kelime olarak “en iyiyi elde etme” şeklinde tanımlanabilir. Bu da bize amaç doğrultusunda eldeki kaynakları kullanarak problemlerin optimal (en iyi, en verimli) çözümünün bulunmasını ifade eder (Yılmaz, 2005:8).

Y.A. için yaygın olarak kullanılan tanımların bir kısmı şunlardır;

- Yöneylem araştırması; bir organizasyon içinde operasyonların koordinasyonu ve yürütmesi ile ilgili dünyanın gerçek karmaşık sorunları için fikir üretmede matematiksel modelleme, istatistik ve algoritma gibi bilimsel yöntemleri kullanan disiplinler arası bir bilimdir. Organizasyonun doğası maddi değildir. Soruna bilimsel olarak en uygun çözümü sağlamak için bu bilimi kullandıktan sonraki hedef organizasyonun performansını iyileştirmek ve optimize etmektir (http://tr.wikipedia.org/wiki/Yöneylem_araştırması).

1. Yöneylem Araştırması, Komutan ve yöneticilerin, karşılaştıkları problemlerde karar vermelerine yardımcı olmak amacıyla kullanabilecekleri bilimsel problem çözme yaklaşımıdır (<http://www.kho.edu.tr/akademik/yam/index.htm>).

- Yöneylem Araştırması, yönetim bilimidir.
- Yöneylem Araştırması, bir karar analizidir.
- Yöneylem Araştırması, bir tasarım analizidir.

- Yöneylem Araştırması, eldeki olanaklardan en çok yararlanmayı sağlamak için bilimsel tekniklerin problemlerin çözümünde kullanılmasıdır.
- Yöneylem Araştırması, özel ve kamu tüm üretim ve hizmet yapılı örgütlerin karşılaştığı problemlere, bilimsel yaklaşım içinde bir takım çalışmasıyla optimal çözümü amaçlayan(araştıran) bir bilim dalıdır.(Öztürk, 2007: 7)
- Yöneylem Araştırması, kantitatif karar verme teknikleridir (Yücel, 2004: 70).
- Yöneylem Araştırması, rakama dökülmüş bir akl-ı selimdir.
- Yöneylem Araştırması, elde edilen olanaklardan en büyük (maksimum) yararlanmayı sağlamak için girişilen bilimsel çalışmalar ve teknikler cümlesidir.
- Yöneylem Araştırması, karar organlarının, karar vermelerinde kontrolleri altında bulunan her türlü olanağı, süre unsuru içinde işletmeyi istenilen amaca en uygun biçimde yöneltebilmeleri için kantitatif esaslara dayanarak yapılan bilimsel araştırmaların tümüne denir.
- Yönetim bilimi(Yöneylem Araştırması) yöneticilerin daha iyi karar verebilmeleri için yönetim problemlerine bilimsel yaklaşımdır. Hem yönetim sahasında, hem de diğer disiplinlerde yönetim bilimi teknikleri, pek çok matematiksel yaklaşımları kullanır. Yönetim bilimi, işletme alanında problemleri tanıma ve tespit etme sanatıdır (Ayanoğlu, 2006: 2).

Bu tanımların en sonuncularından biri “British Operational Society” tarafından yapılandır.

“Yöneylem Araştırması, insan, makine, para ve malzemelerden oluşan, endüstriyel, ticari, resmi ve askeri sistemlerin yönetiminde karşılaşılan problemlere, modern bilimin saldırısıdır. Belirgin yaklaşımı, sistemin şans ve risk ölçüsünü de içeren

ve alternatif karar, strateji ve kontrollerin sonuçlarını tahmin ve karşılaştırmaya yarayan bilimsel bir model geliştirmektir. Amacı politika ve eylemlerin, bilimsel olarak saptanmasına yardımcı olmaktır” (Esin, 2003: 3).

1.5. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ ÖZELLİKLERİ

Yöneylem Araştırmasının tanımları dikkate alınarak, bu bilimin temel özellikleri 3 alt başlık altında sınıflandırılabilir.

1.5.1. Sistem Yaklaşımı Özelliği

Sistem kelimesi, Latince "birleşme", "oluşma", "bir araya gelme" anlamını taşıyan *systema*' dan; o da Yunanca yine aynı anlamlara gelen *sustema* kelimesinden türemiştir (<http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem>). Sistem, farklı disiplinlerde farklı şekillerde tanımlanmaktadır: Genel olarak **sistem**, belirli parçaların bir bütün oluşturacak biçimde düzenli ve karşılıklı bağımlı olarak bir araya gelmesi ile ortaya çıkan olgudur. Başka bir deyişle sistem, belli parçaların ya da alt sistemlerin düzenli bir biçimde ve karşılıklı bağlı olarak bir araya gelmeleri ile oluşan bütündür. Yani, sistem yaklaşımı sistem ve alt sistemlerinin uyumlu, verimli bir biçimde çalışmasını kapsar (Albayrak, 2005: 14). Yönetim ve organizasyonda sistem yaklaşımı denildiği zaman, işletme ya da organizasyon, çevresinden çeşitli kaynakları (girdi) alan, bu kaynakları işleyerek mal veya hizmet üreten (süreç) ve bu mal veya hizmetleri (çıkıtı) ileride yeniden kaynak sağlamak üzere çevresine veren birimler olarak görünür.

Organizasyon sisteminin alt sistemleri olarak üretim, pazarlama, araştırma-geliştirme, muhasebe ve personel alt sistemleri ele alınabilir.

Sistem yaklaşımı ise çözümü aranan sorunlarla ilgili olan ve çözüm sonuçlarını ihmal edilemeyecek biçimde etkileyecek olan problemin, ilişkili olduğu örgütün içindeki veya dışındaki tüm etkenlerin göz önüne alınmasını temel alır. Problemlere bu çerçeveden bakmak, sistem yaklaşımının gereğidir.

- Sistem analizi ve Yöneylem araştırması arasındaki yakın ilişki Riggs tarafından “Sistem analizi, Y.A.’nın matematiksel modeller konusunda ki deneyimini ve uzmanlığını paylaşmaktır” şeklinde vurgulanmıştır (Yücel, 2004: 72).

Ele alınan sistemlerin çeşitli bölümlerinin amaçları birbiri ile çelişkili durumda olabilir. Bu nedenle Y.A. bir sistemle ilgili probleme çözüm ararken, sistemin tümüne en uygun çözümü bulmaya çalışır (Esin, 2003: 4).

Yani Y.A. örgütün bileşenleri (bölümleri) arasındaki ilgi çatışmalarını yok ederek, örgütün tümü için en iyiyi bulmaya çalışır. Bunun anlamı, Y.A.’nın örgüt içinde takım çalışması kültürünü geliştirmesi ve her bir problemin çözümünde bireysel amaçlardan ziyade örgütün ortak amaca yönelmesini sağlamasıdır (Öztürk, 2007: 5).

1.5.2. Disiplinler Arası Yaklaşım Özelliği

Herhangi bir sorunu Y.A. yöntemiyle çözümleyebilmek için, farklı disiplinlerden bir araştırma ekibinin oluşturulması gerekir. Y.A.’nın temel özelliklerinden biri de disiplinler arası ekip çalışması biçiminde olmasıdır. Çünkü problemi her yönüyle görebilmek, dolayısıyla doğru bir çözüme ulaşabilmek için Y.A. çeşitli bilim dallarında uzman araştırmacılardan yararlanır (Esin, 2003: 4).

Y.A.’nda ki disiplinler arası yaklaşım, çalışmalarını konu alan problemlerin çok yönlü ve karmaşık yapıdaki sistemlerle ilgili olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle problemin çözümünde belli bir disiplinin katkısı yetersiz kalabilmektedir. Y.A.

disiplinler arası yaklaşımı benimsemekle, mümkün olduğu kadar çok etkileşimi saptamaya çalışmaktadır.

Tek bir kişinin, Y.A.'nın tüm konularında uzman olması beklenmemelidir. Bu nedenle ele alınan yeni bir problemin Y.A. çalışması, genellikle takım yaklaşımını gerekli kılar. Bir örgütte *takım çalışması* geliştirilmez ve önemsenmez ise, o örgütün başarılı olacağı düşünülmemelidir. Y.A. takımında, matematik, istatistik ve olasılık teorisi, iktisat, işletme yönetimi, bilgisayar, davranış bilimleri, mühendislik ve temel bilimler ile Y.A.'nın özel tekniklerinde uzman ve deneyimli kişilere yer verilir (Öztürk, 2007: 5). Farklı bilim disiplinlerinde uzmanlaşmış kişilerin her soruna bakış açısı farklıdır. Bu yüzden problemin modellenmesinde ve çözümünde farklı bakış açılarından faydalanabilmek için problemlerin disiplinler arası bir ekip tarafından incelenmesi gerekir (Yılmaz, 2005: 12).

1.5.3. Bilimsel Yöntemlerle Yaklaşım Özelliği

Karar verme sürecinde karar vericilerin kullanabileceği yöntemler 2 ana gruba ayrılır:

- i) Geleneksel veya klasik yöntemler. Bu yöntemler genelde doğaüstü güçler, sağduyu, sezgi, mantıksal yöntemler gibi örneklerden oluşmaktadır.
- ii) Bilimsel yöntem.

Y.A.'nın problemlere yaklaşım bakımından en önemli katkısı: sistemin öğelerini ve aralarındaki ilişkileri temsil eden modeller kurabilmesi ve bu modeldeki parametrelerin veya karar değişkenlerinin bir diğerine olan etkisini kolayca etüt edebilmesidir (Esin, 2003: 4).

Bilimsel yöntem şu aşamalardan oluşur:

- Problemin tanımı
- Hipotezin geliştirilmesi
- Veri ve bilgilerin toplanması
- Deneyler yoluyla hipotezin test edilmesi
- Hipotez hakkında sonuçlara varılması.

1.6. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ PROBLEM ÇÖZME YAKLAŞIMI

Bir örgüt probleminin çözümünde Y.A. kullanılırken genellikle 3 aşama vardır.

Bu aşamalar kısaca şöyle özetlenebilir (Öztürk, 2007: 8):

a) Yargılama Aşaması

- Problem ile ilgili araştırmanın yapılması
- Amacın ve ilgili değerlerin belirlenmesi
- Etkinlik ölçülerinin belirlenmesi
- Amaca ilişkin problemin formüle edilmesi

b) Araştırma Aşaması

- Problemin anlaşılmasına yardımcı olacak verilerin toplanması ve gözlemlenmesi
- Varsayımların ve modelin formüle edilmesi
- Varsayımların sınanması için deneylemenin yapılması
- Varsayımlardan, sonuçların genelinden ve ele alınan faaliyetin seçenekli yöntemlerinden elde edilen sonuçların tahmini

c) Uygulama Aşaması

- Öneriler ve karar verme

- Süreklilik ve uygulama

1. ADIM: Problemin Tanımı

Atılacak adımlardan ilki problemi belirlemektir. Çünkü problem, örgütün tüm hedeflerini ve amaçlarını derinden etkilemektedir. Sistem içerisinde atılan her adım, kelebek etkisi misali, gerek kısa zamanda ve gerek uzun zamanda örgütün içinde birçok değişime sebep olacaktır.

Bilindiği üzere, “yanlış” probleminden “doğru” çözüm elde edilemez. Bu ifadeden anlaşılacağı üzere, ilgili sistemin detaylı bir şekilde incelenip söz konusu problemin iyi bir şekilde tanımlanması, işin birinci ve en önemli aşamasıdır. Y.A. ekibi, bir problemi analiz ederken, problemin ayrıntılarına girmeden önce karar verici (karar organı) ile ilişki kurar. Çünkü Y.A. ekibince, karar vericisine bağlı olarak belirlenmiş olan işletmenin amaç ve hedeflerinin bilinmesi çok önemlidir. Böylece Y.A. ekibi, problemi anlama ve işletmeyi tanıma olanağı bulur (Esin, 2003: 4). Y.A. kendine özgü bakış açısı ile örgütün bir biriminden (bölüm veya kademesinden) çok, örgütün tümünün refahı ile ilgilidir. Bir anlamda, Y.A. çalışmaları sadece tek bir bölümün en iyi olan alt optimal çözümlerinden çok, örgütün tümü için optimal olan çözümü araştırır. Çünkü alt optimaliteyi düşünürken, çoğu kez ana hedeften uzaklaşılır. Bu da işletmenin zararına olan bir durumdur. Bu nedenle, ideal olarak formüle edilen amaçlar tüm örgütü kapsamalıdır.

Problemin tanımlanması, Y.A. ekibinin tamamının katılımını gerektiren bir süreç olup, yapılacak incelemenin sonunda aşağıdaki hususların belirlenmesi gerekmektedir:

- i. Amaçların belirlenmesi.

- ii. Problem alanının, yani organizasyonu ve çevresini kapsayacak şekilde probleme etki edecek olan sistemin belirlenmesi.
- iii. Problemin çözümüne etki edecek sınırlamaların (kısıtların) belirlenmesi.
- iv. Varsayımların belirlenmesi.
- v. Uygun bir etkinlik ölçüsünün belirlenmesi. Etkinlik ölçüsü çeşitli alternatiflerin amacı ne denli gerçekleştirdiğini değerlendirmede kullanılan bir ölçütü ifade eder. Örneğin, bir kâr maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu probleminde etkinlik ölçüsü TL/Birim olarak tanımlanabilir (Yılmaz, 2005: 1).

2. ADIM: Modelin Geliştirilmesi

Y.A.'da problemin belirlenmesinden sonra yapılması gereken ikinci adım problemin kolayca çözülebilecek bir yapıya oturtulması safhasıdır. Daha yalın bir ifadeyle, modelin geliştirilmesidir. Model, gerçek bir nesnenin ya da durumun çeşitli semboller kullanarak ifade edilmiş temsili şeklidir. Yani, soyutlanmış bir yaklaşımdır.

Geniş anlamda model, bir sistemin değişen koşullar altındaki davranışlarını incelemek, kontrol etmek ve geleceği hakkında varsayımlarda bulunmak amacı ile elemanları arasındaki bağlantıları, kelimeler veya matematiksel terimlerle belirleyen ifadeler topluluğuna model denilir (Tulunay, 1982: 5).

Her modelin kuruluş amacı, belirli bir ekonomik sistemi yönetmekle görevli kişi veya kişilere (karar vericiye), mümkün karar seçeneklerini sunmak, bunların sonuçlarını belirlemek ve karşılaştırmalar yapmaktır. Y.A.'nın karar vermeye en önemli katkısı matematiksel modellerdir. Bir sistemin davranışlarıyla ilgili kuralların matematiksel olarak ifade edilmesiyle, matematiksel modeller kurulur. Karar verici, problemi tanımladıktan sonra analize uygun olacak biçimde örgütün problemini tekrar formüle

eder. Çünkü kurulacak model problemin esasını göstermelidir. Y.A., bir bakıma problemin yapısına uygun modeli geliştirir (Öztürk, 2007: 8).

Modelleri aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür (Yılmaz, 2005: 13):

i. İkonik (taklit) model: Fiziksel model olarak da adlandırılan ikonik model, gerçek bir nesnenin ya da olayın genellikle farklı boyutlarda ifade edilmiş görsel bir temsilcidir. (Örneğin: Kabartma harita, uçak marketi, fotoğraf...)

ii. Analog (çizgisel) model: Gerçek bir nesnenin ya da olayın çeşitli özelliklerini ifade eden ve çizgilerle oluşturulan şeklidir. (Örneğin: Elektrik devresi şeması, otomobil hız göstergesi, termometre...)

iii. Matematiksel (sembolik) model: Gerçek bir nesnenin ya da olayın harfler, rakamlar ve çeşitli matematiksel sembollerle temsil edilmiş şeklidir. (Örneğin: Kelimeler, formüller, sayılar, eşitlikler...)

Y.A.'nda kullanılan modeller, optimizasyona en uygun olan, matematiksel modellerdir. Matematiksel modellerin diğer modellere göre üstün taraflarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

a) Dinamiktirler (kolayca değiştirilebilirler). Örneğin, herhangi bir formüldeki değişken veya parametreleri değiştirmek suretiyle gerçek sistemdeki bir değişikliği kısa bir sürede güncelleştirmek mümkündür.

b) Matematiksel ve mantıksal bir yapıya sahiptirler. Bu modeller, soyutlaştırılmış bir şekilde sistemin özünün ve sistemin unsurları arasındaki ilişkinin temsil edilmesinde eşitliklerde olduğu gibi oldukça önemli bir yer tutmaktadırlar.

c) Tanımlayıcıdırlar. Gerçek bir nesneyi ya da olayı ideal olarak tanımlayabilirler. Örneğin,

$e = mc^2$ eşitliği enerjiyi ve $f = m.a$ eşitliği kuvveti tanımlar.

Optimizasyon için kullanıma uygundur. Matematiksel çözüm yöntemlerinden herhangi birisini kullanmak suretiyle bu modellerden elde edilecek çözüm sonucunda, temsil ettikleri sistemin optimal şekilde tasarlanması ve işletilmesine yönelik önemli bilgiler elde etmek mümkündür.

Eğer ele alınan sistem, matematiksel modellerle çözülemeyecek kadar karmaşık bir yapıya sahipse, sistemin bir simülasyon modeli kurulur. Daha önceki açıklamamızdan anlaşılacağı üzere; Y.A. da matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu modellerde değişkenler ve parametreler matematiksel ilişkilerle ifade edilmektedir.

Bir matematiksel model genel olarak:

$$M = f(x_i, y_j)$$

biçiminde ifade edilir.

Matematiksel modelde:

x_i : Kontrol edilebilen değişkenler.

y_j : Kontrol edilemeyen değişkenler.

f : x_i ile y_j arasındaki matematiksel ilişkiyi ifade eder.

3. ADIM: Modelin Çözülmesi

Bir Y.A. probleminin çözümü, genel olarak M değerini en iyi (optimum) yapan x_i değerinin bulunmasını araştırmaktır. En iyi kelimesinin anlamı, belli bir ölçüte göre mevcut koşullar içinde, amaç fonksiyonunun en büyük (maksimum) veya en küçük (minimum) değerinin bulunmasıdır (Esin, 2003: 2).

Matematiksel modellerin çözümlenmesinde kullanılan teknik ve yöntemleri analitik teknikler, sayısal teknikler veya sezgisel yaklaşımlar olarak değerlendirmek mümkündür.

Sezgisel yaklaşımlar, optimizasyon tekniklerinden herhangi birisiyle çözülemeyecek kadar karmaşık yapıdaki modellerde, optimal çözüm yerine yaklaşık bir çözüm elde etmek için geliştirilmiştir.

Karmaşık sistemler için kullanılan alternatif bir modelleme yaklaşımı da simülasyondur. Matematiksel modellemedeki gelişmelere rağmen pek çok gerçek olay matematiksel olarak modellenememektedir. Simülasyon teknikleri, matematiksel olarak modellenmesi ve analitik tekniklerle çözülmesi mümkün olmayan sistemlerin modellenmesinde ve incelenmesinde kullanılırlar. Simülasyon, genel olarak gerçek sistemi küçük parçalara ayırıp bu parçaları, uygun mantıksal bağlantılarla, birbiri ile ilişkilendirmek suretiyle sistemin davranışını taklit etmeye çalışan bir yaklaşım olarak tanımlanabilir.

Çözüm değişik yöntemlerle elde edilebilmekle beraber, Y.A. ile iki çözüm elde edilir:

- **Optimal Çözüm:** Bu çözüm var olan çözümlerin en iyisidir. Fakat bazen gerçekçi olmayabilir.
- **Optimuma En Yakın Çözüm:** Bu çözüm simülasyon v.b. tekniklerin uygulanmasıyla elde edilen çözümlerdir.

4. ADIM: Modelin Test Edilmesi ve Çözümün Değerlendirilmesi

Y.A.'da problemin belirlenmesi ve çözümün elde edilmesi yeterli değildir. Çünkü kurulan modelin gerçekçiliği tartışılmalıdır. Gerçek hayatta uygulanamayacak

derecede optimal sonuçlar elde edilebilir. Bazen de çözümün kendisi gerçekçi değildir. Elde edilen sonuçlar gerçekle bağdaşmıyorsa bazı hatalar yapılmış demektir. Çoğu zaman hatalar, modele ilişkin faktörlerin ve bağlantılı ilişkilerin modelde ele alınmayışı, bazı parametlerin doğru şekilde tahmin edilmeyişi, bazı karar değişkenlerinin doğru hesaplanmamış olması veya modelin hatalı olmasından ortaya çıkar. Bu durumda hata belirleninceye kadar araştırmaya devam etmek gerekir.

5. ADIM: Modelin Yöneticilerce Kabul Edilmesi ve Uygulanması

Modelin uygulanabilirliği belirlendikten sonra yapılacak iş, karar vericilere modelin sunulmasıdır. Üst yönetime model hakkında bilgi verilir ve fikri alınır. Bu aşamada Y.A. ekibine önemli işler düşer. Çoğu zaman üst yönetim, modelin getireceği artılar ve eksileri iyi anlayamamasından dolayı başarılı bir model uygulanmaya konulamayabilir. Bu aşama, geçerliliği kanıtlanmış bir modelden elde edilen güvenilir bir çözümün, gerçek hayattaki bir probleme uygulanması aşamasıdır. Bu aşamada da asıl yük, yani çözümün anlaşılabilir bir şekilde sistemi işletecek olan personele anlatılması, yine Y.A. ekibine düşmektedir.

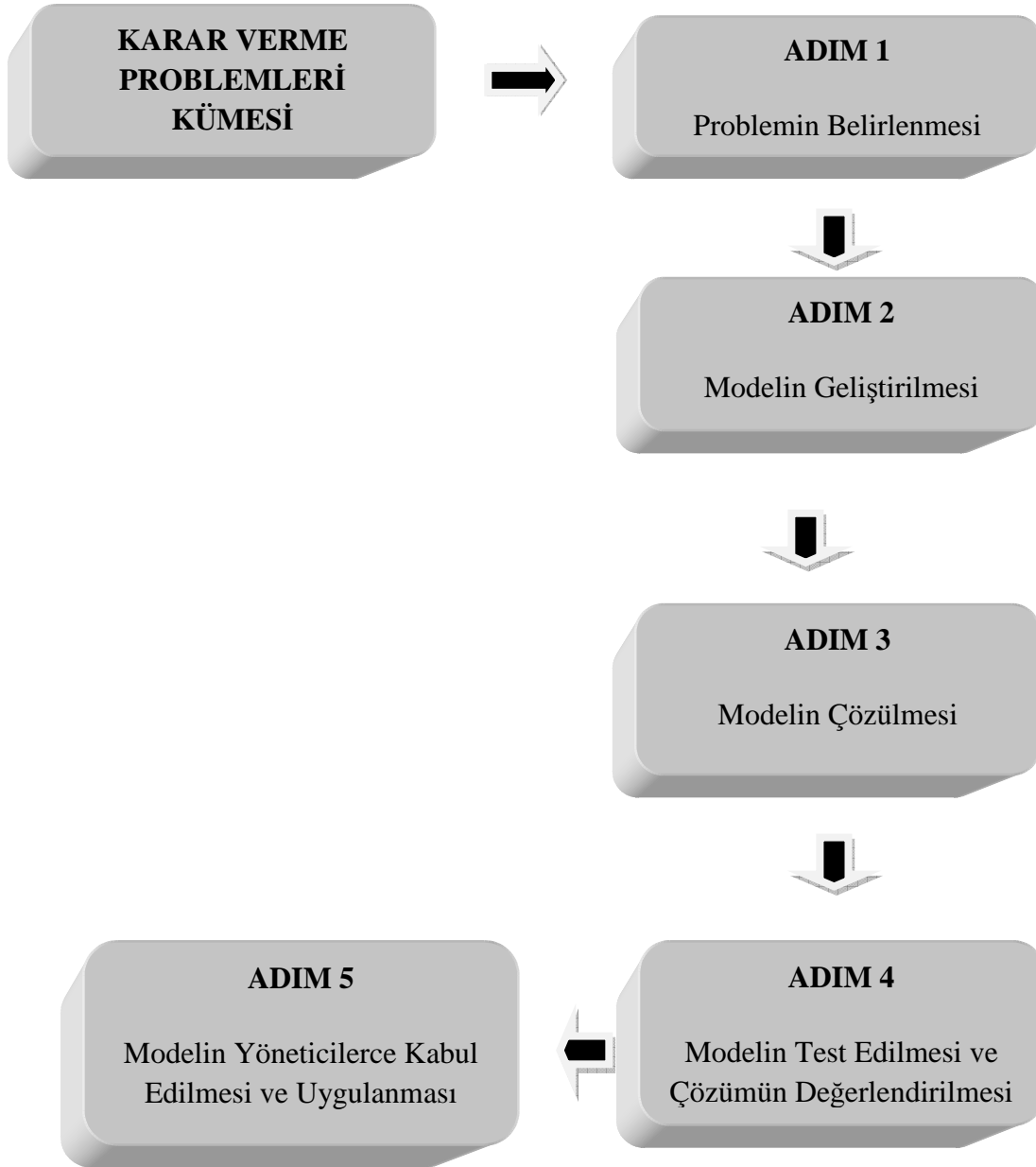
Özellikle çağımızda risk faktörü, karar verme aşamasında çok büyük bir etken olduğu için karar vericiler, atacakları adımda çoğu zaman ürkek davranmaktadırlar. Bu sebeple karar vericilerin, modelin başarılı olacağına inandırılması gerekmektedir ve bu görev Y.A. çalışanlarına düşmektedir. Modelin uygulamaya konulmasıyla birlikte Y.A. çalışanlarının görevi bitmez. Gerekli kontrollerin ve modelin uygulanması sürecindeki ahengin sağlanması, korunması ve bazen modelin uygulanış prosesinde aksaklıklar yaşanması halinde düzeltilmesi yine onun görevidir (Esin, 2003: 8).

Karar almaya yardımcı olmak amacıyla kullanılan kantitatif model kurma-uygulama süreci, belli başlıklar altında toplanabilir (Halaç, 1983: 9):

1. Karar probleminin belirlenmesi
2. Problemin formüle edilmesi
3. Model kurma
4. Bilgi derleme
5. Modelin çözümü
6. Modelin geçerliliğini araştırma ve duyarlılık analizleri
7. Sonuçların yorumu
8. Karar verme, uygulama ve kontrol

Verilen model kurma-uygulama sürecinde, 2. ve 7. aşamalar arası, bilimsel yaklaşım olarak bilinir.

Problemin çözümü ve uygulanmasına kadar geçen süreci aşağıdaki şekil yardımıyla gösterebiliriz.



Şekil 1.1. Yöneylem Araştırmasında Problemin Çözüm Süreci

Kontrol, öngörülen sonuçlara ulaşmak için işlerin yürütülmesi, aykırı gidiş ve tutumların yoluna konulmasıdır. Yani, kontrolün amacı başkalarını cezalandırmak değil, işlerin standartlarına uygun olarak yürütülmesini veya işlerin belirlenen zamanlarda ve

bütçe dâhilinde yapılmasını ve kalitenin artırılmasını sağlamaktır (Albayrak, 2005: 422). Y.A. ekibi, bir proje yöneticisi statüsünde, bu kapsamda bir kontrol yapmakla mükelleftir. Bütün bunlara rağmen Y.A. araştırmacıları yöneticiye veya karar vericiye çözümlerin hiçbirini kabul ettirmek için baskı yapmaz.

Y.A. ekibi, bu süreç içerisinde hemen hemen her adımda sürekli bir kontrol, varsa hataları belirleme ve düzeltme durumuyla karşı karşıyadır.

1.7. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Günümüzde kıt kaynakların rasyonel dağılımı zorunluluğu, verimlilik konusunu güncel sorunlardan birisi haline getirmiştir (Gültekin, 2007: 104). Bir organizasyonda atılacak her adım verimliliğin maksimizasyonu içindir. Kastedilen verimlilik, toplam faydayı artıracak her şeydir. İşletme yöneticileri, yatırımlarını planlarken birçok teknik kullanırlar. Bir proje planlama aşamasında, uygulamaya hazır duruma gelecek biçimde planlanır. Kurulacak sistemin yapısı, görev listelerinin her birinin temel taşı oluşturur (Wermter, 1996: 92). Yatırımların planlamasında atılacak adımlarda; bilgi toplama, sistem planlama, istatistik analizleri ve Y.A. vardır.

Aşağıda Y.A.'da kullanılan belli başlı tekniklerin genel özellikleri açıklanmıştır (Esin, 2003: 9).

1.7.1. Doğrusal Programlama:

Doğrusal programlama, doğrusal bir amaç fonksiyonunu belirli eşitlik veya eşitsizlik şeklinde kısıtlayıcı koşullar altında “en iyilemek” biçiminde tanımlanır.

Bu yöntemle Y.A.'da çözülebilen problem türleri;

- Ulaştırma problemleri (Transportation)

- Tahsis problemleri (Allocation)
- Üretim planlaması
- Envanter problemleri
- Yer seçimi
- Yatırım planlaması vb.

1.7.2. Kuyruk Teorisi:

Servis olanaklarının en iyi sayısının saptanması ve en iyi giriş (veya çıkış) sürelerinin ayrı ayrı veya ikisinin aynı süreçte belirlenmesini inceler. Örneğin;

- Şehir içi veya şehir dışı nakliyatın düzenlenmesi
- Hizmet yerlerinde en uygun servis sistemi tesisi
- Şehir veya şehirlerarası iletişimde yararlanma vb.

1.7.3. Stok Modelleri:

Stok modelleri, herhangi bir depoda, depoya giren veya depodan çıkan malzeme arasındaki ilişkiyi, imal ve piyasa koşullarını etüt ederek saptamaya yarayan bir tekniktir. Stok seviyelerini ve erimlerini planlar ve geniş bir uygulama sahası vardır.

1.7.4. Oyun Teorisi:

Oyun teorisi bir konuda rakip olan iki firmanın veya oyuncunun davranışlarının nasıl olması gerektiğini inceler ve çözüm yolu arar. İşletmelerde rekabet, pazarlama ve askerlikte harp oyunlarına uygulanır.

1.7.5. Benzetim:

Gerçek durumun bir modeli yapılarak bu modelin kullanılmasıyla gerçek durum hakkında sonuçlar çıkarmak suretiyle probleme bir yaklaşım sağlama yöntemidir. Bilgisayar desteğiyle yapılan benzetim veya diğer adıyla simülasyonda önemli yardımcı teknikler vardır. Bunlar, Monte- Carlo ve Markov tekniğidir.

1.7.6. PERT ve CPM:

PERT (Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği), planlama ve kontrol işlemlerine yardım için kullanılır. Kaynakların, özellikle para, süre ve iş gücünün en iyi biçimde kullanılmasına olanak sağlar. CPM (Kritik Yol Problemi), PERT' e benzemekle beraber aralarındaki fark, CPM analiz sürecinde maliyeti de hesaba katar ve PERT' e göre daha güvenilir kabul edilir.

1.7.7. Yenileme (Replacement) :

Bir işletmede kullanılan makine veya malzemenin değiştirilmesinin ne zaman karlı olacağını veya alternatifler içerisinde hangi seçeneğin tercihinin daha kârlı olacağını araştıran bir Y.A. tekniğidir.

1.7.8. Envanter Modelleri:

Tekelleşmenin önüne geçmek için hükümetler çoğu zaman halkın ihtiyaç duyacağı temel tüketim maddelerinde stoklama yoluna gidebilirler. Bu durumda, güncel ve doğru bir ürün envanterine ihtiyaç durulur. Burada envanterinde bir maliyeti olduğu bilinmektedir. Amaç sipariş edilecek envanter miktarının ne olması gerektiğini

ve siparişlerin ne zaman yapılması gerektiğini belirlemeye yardımcı olan bir Y.A. tekniğidir.

1.7.9. Bekleme Hattı Modelleri:

Bir örgütün müşterilerinin, yapacakları ticarete zaman önemli bir kavramdır. Zamanın gerek müşteri ve gerek firma açısından önemli etkileri vardır. Karşılıklı güven ve istenilen zamanda ihtiyaca cevap verme günümüz işletmeleri için önemli bir tercih ediliş sebebidir. çok önemlidir. Gündelik yaşamdan esinlenerek diğer bir adı da *kuyruk modeli* olan bu Y.A. tekniği, en iyi ve etkin servis sağlamayı ve dengeli bir sistem geliştirmeyi hedefler.

1.7.10. Şebeke Analizi:

Şebeke analizi, daha kapsamlı bir şekilde ikinci bölümde açıklanacağı için burada değinilmemiştir.

BÖLÜM 2

2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINDA ŞEBEKE ANALİZİ

2.1. ŞEBEKE ANALİZİ

Günümüzün karmaşıklaşan projeleri, proje çalışmalarının etkinliğinin optimizasyonu amacı ile çok daha sistematik ve etkili planlama tekniklerine ihtiyaç duymaktadır. GANNT tekniğinin dezavantajları sonucunda proje planlama, programlama ve kontrolünde ağ diyagramına dayalı teknikler de kullanılmaya başlamıştır (İpekgil Doğan ve Güler, 2006: 28). Şebeke analizi, sayısal yöntemler gibi proje planlama tekniklerinden bir tanesidir. Hatta güncel projelere bakıldığında en çok kullanılan tekniklerden bir tanesidir denilebilir (Baraz, 2008: 30).

2.2. ŞEBEKE ANALİZİNİN TANIMI VE ÖNEMİ

İş hayatında bazı projeler o kadar basittir ki, ya projeyi yapmanın sadece tek bir yolu vardır, yani sonuçlar hep aynı olacağı için nasıl yaptığımız önemli değildir ya da projeye yapmaya değecek kadar farklı görev ve kaynaklar yoktur (Harris, 1997: 93). Basit bir örnek verecek olursak, tek bir kişinin belirli bir yere yapacağı seyahat için tek bir vasıta ve tek bir güzergâh varsa planlamaya gerek yoktur. Ancak 20 kişinin bir dünya turu yapması söz konusu ise mutlaka ama mutlaka bir planlamaya ihtiyaç vardır. İşte planlamanın ve mezkûr işlerin önem arz ettiği durumlarda Y.A. ekibinin yapacağı herhangi bir araştırmada bir diyagramdan yararlanması gerekmektedir. İşlerin en iyi şekilde sıralanması, ulaştırılması ve projelerin planlanması ile ilgili işletme problemleri diyagramla gösterilebilir. İşte bu diyagram şeklindeki gösterim, şebeke (network)

olabilir (Öztürk, 2007: 569). Şebeke analizi, daha çok büyük ölçekli projelerde uygulanan bir yöntemdir ve Y.A. içerisinde birçok uygulama alanı bulunmaktadır.

Şebeke sözcüğü ok şeklinde çizilen ve şebeke planlama tekniklerinin esas kısmını oluşturan birbirine bağlı faaliyetlerin şekiller ya da bir diyagram olarak gösterilmesinden gelir (Öztürk, 2007: 569).

Tanım olarak, *şebeke analizi, projenin grafiksel olarak takdim edilme şeklidir* (Tütek ve Gümüšoğlu, 2000: 286).

Diğer bir tanım da ise, *“şebeke analizi, bir projenin amacına ulaşabilmesi, diğer bir ifadeyle, projenin en kısa sürede ve en az maliyetle gerçekleştirebilmesi için yapılması gereken faaliyet ve olaylardan oluşan, bu faaliyet ve olaylar arasındaki sıra ve mantık ilişkilerini gösteren grafikler yardımıyla sürdürülen bir proje planlama-kontrol tekniğidir”* (Barutçugil, 2008: 174) diye açıklanmıştır.

PERT ve CPM teknikleri birer şebeke analizi teknikleridir. Projenin planlaması ve yönetilmesi için birer yöntem sağlarlar (Öztürk, 2007: 569). Ancak, CPM ağ diyagramı ile çok aktiviteli büyük projeleri işlemek oldukça zordur. Böyle projeler için PERT ağ diyagramı daha kullanışlıdır (Tütek ve Gümüšoğlu, 2000: 286).

2.3. ŞEBEKE ANALİZİNİN UYGULAMA ALANLARI

Şebeke analizlerinin literatürde ki uygulama alanları aşağıdaki şekilde gruplanabilir (Ulucan, 2007: 179);

- Üretim- stok dağıtım sistemleri
- Askeri lojistik sistemler
- Şehir trafik sistemleri
- Demiryolu sistemleri

- İletişim (komünikasyon) sistemleri
- Boru hattı şebeke sistemleri
- Faaliyetleri yerleştirme sistemleri
- Rota belirleme ve programlama sistemleri
- Elektrik şebekeleri
- Finansal analiz sistemleri
- Proje teklifi değerlendirme sistemleri
- Tahsis sistemleri
- Nakit akışını içeren şebeke sistemleri
- Fabrika yerleşimi problemleri

2.4. ŞEBEKE ANALİZİNİN AVANTAJLARI

Şebeke analizinde kullanılan hesaplamaların diğer Y.A. tekniklerinde kullanılan hesaplamalarla eşit derecede isabetli olduğu varsayılırsa ağ (şebeke) tekniklerinin bazı avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar (İpekgil Doğan ve Güler, 2006: 29):

- Projenin istenilen detaylarda planlanmasına öncülük ederler, böylece proje bütün proje aşamalarını uygulama sırasına göre önceden belirlenir.
- Projenin tamamlanması için süreleri oldukça doğru tespit ederler, bu sayede program içerisindeki faaliyetlerin süreleri belli olur.
- Görevlerin dağıtılmasında ve projeye katılan kişiler arasında iletişim sağlanmasında faydalı olacak grafik çizimi ve terminoloji oluşturulur.
- Proje üzerinde gelinen konumu karşılaştırma olanağı sağlarlar. Yani İşin plana göre hangi seviyede olduğunu görmeye yardımcı olur.

- Risk durumunu ortaya koymak için problem yaratma potansiyeli bulunan faaliyetlere önem gösterilmesini sağlarlar.
- Projenin herhangi bir aşamasında, proje planında meydana gelebilecek değişikliklerin zaman ve maliyet etkilerini hesaplamaya aracı olurlar.
- Şebeke analizi, daha ayrıntılı “planlama ve yöneltme” yöntem bilgisi sağlar (Albayrak, 2001: 307).

2.5. ŞEBEKEYİ OLUŞTURAN TEMEL FAKTÖRLER

Bir şebekeyi oluşturan temel faaliyetler aşağıdaki gibi 3 farklı şekilde ortaya çıkmaktadır.

2.5.1.Faaliyet

Bir projede olayın gerçekleşmesini sağlayan, belli bir başlangıç ve bitiş noktası olan, zaman ve kaynak tüketen işlere faaliyet denir (Özgen, 1987: 191). Verilen herhangi bir faaliyetin başlayabilmesi için önceki faaliyetlerin tamamlanmış olması gerekir (Öztürk, 2007: 570).

Faaliyetleri, mantıksal sıralamalarına göre öncül, ardıl ya da paralel olarak üç grupta toplayabiliriz (Baran, 2007: 25).

i. Öncül Faaliyet (Predecessor): Bir işin başlayabilmesi için, onun öncesinde başlaması veya tamamlanması gereken faaliyetlerdir.

ii. Ardıl Faaliyet (Successor): Bir işin başlaması veya tamamlanmasının ardından icra edilebilecek faaliyetlerdir.

iii. Paralel Faaliyet: Aynı anda gerçekleştirilmesinde bir engel olmayan faaliyetlerdir.

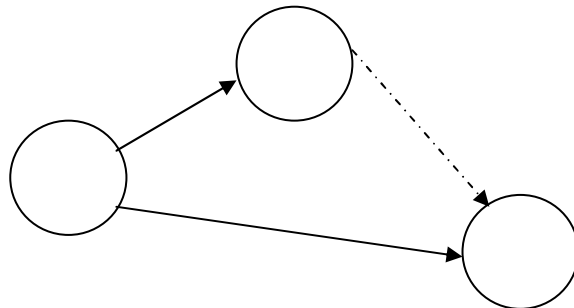
2.5.2. Olay

Olay, bir faaliyetin belirli bir zamanda sonuca ulaşmasıdır. Tabi ki bir olayın bitişi diğer faaliyetin başlamaya hazır olmasını ifade eder. Şebeke analizinde tüm faaliyetler oklar yardımıyla, tüm olaylar da daire ve noktalar ile gösterilir (Öztürk: 2007: 570) ve faaliyetlerin başlangıç ve bitiş anlarını gösterir. İki olay arasında yalnız ve yalnızca bir faaliyet olduğu unutulmamalıdır. Şebeke diyagramlarının oluşturulması sırasında olaylarla ilgili bir takım kabuller göz önünde bulundurulmaktadır. Bu kabuller (Winston: 2004: 433):

- İki olay direkt olarak en fazla bir faaliyet ile bağlanabilir.
- Her olay numarası en fazla bir defa kullanılmalıdır.
- Bir şebeke diyagramı sadece bir başlangıç ve bir sonuç olayına sahip olabilir. Olaylar şebeke içerisinde genelde daire ile ifade edilirler.

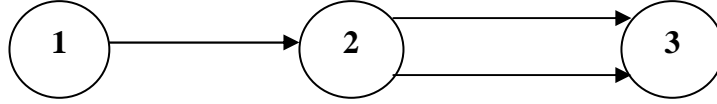
2.5.3. Kukla (Yapay) Faaliyetler

Bir projedeki faaliyet ilişkileri açısından gerekli olan, buna karşın gerçekleşmesi zaman ve kaynak harcanmasını gerektirmeyen faaliyetlerdir. Yani gerçek olmayan sanal faaliyetlerdir. Sıfır süreli faaliyet olup kesik çizgi ile gösterilir.



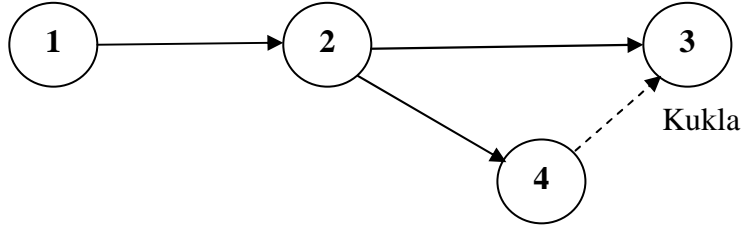
Şekil 2.1. Kukla Faaliyet Gösterimi

Kukla faaliyetler, gerçekleşmesi için zaman ve kaynak kullanımı gerektirmemekle beraber şebeke diyagramı oluşturulması sürecinde farklı şekillerde kullanımı söz konusudur.



Şekil 2.2. Kukla Faaliyet Gösterimi

Şekil 2.2.'de ki çizim, şebeke çizim kurallarına uymamaktadır. İşte böyle bir faaliyetin şebeke diyagramında çizimi için kukla faaliyete ihtiyaç bulunmaktadır. Yani Şekil 2.2.' de gösterilen faaliyetin, Şekil 2.3.' deki gibi çizilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.3. Kukla Faaliyet Gösterimi

Şekil 2.3.'deki 3 ve 4 arasındaki faaliyet kukla faaliyettir. Kukla faaliyet süresi en kısa olan faaliyetten sonra gelir. Bu sayede kritik yol üzerinde kukla faaliyet olma olasılığı azalmış veya bertaraf edilmiş olur. Kukla faaliyetin süresi ve maliyeti sıfırdır.

2.6. ŞEBEKE MODELLEME TERMINOLOJİSİ

Şebekenin çizilmesinde ilk adım, projede alınacak bütün faaliyetleri dikkatli bir şekilde listelemek ve daha sonra öncelik sırasına göre alt alta yazmaktır (Doğan, 1994: 318). Ancak tasarlanacak şebeke planı, olayların ve işlemlerin sıralanmış olmasından daha fazla şey gerektirir. Proje ekip elemanlarının sorumlulukları, zaman kontrolü, raporlama, form ve dışarıdan sağlanan bilgi ile kritik olan ve kritik olmayan işlemlerin belirlenmesidir (Albayrak, 2001: 313).

Bir şebeke, *düğüm*ler (veya bağlantılar) ve *yay*lardan (veya dallar) oluşur. Düğümler, bir malın o noktaya gittiği ya da o noktadan geldiği bölgeler veya terminaller olarak düşünülebilir. Bu düşünceden yola çıkılırsa yaylar da, yollara, otobanlara benzer fiziksel akış ortamlarına karşılık gelir. Şebeke yapısı, görsel olarak kolaylıkla ifade edilebilir. Bu yapıda düğümler, numaralandırılmış daireler şeklinde, yaylar da düğümleri oluşturan çizgiler şeklinde gösterilir. Her yay üzerindeki ok, o yayın akış yönünü ifade eder (Ulucan, 2007: 180). Yani okun yönü önemlidir. Ancak okun uzunluğu önemli değildir (Doğan, 1994: 319).

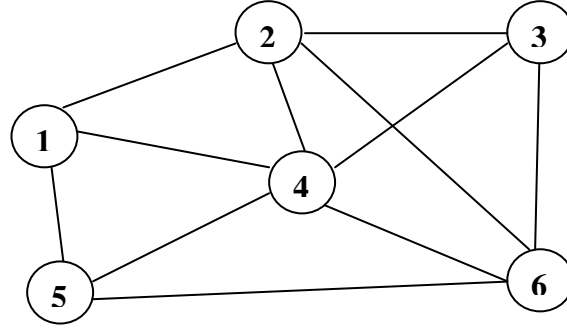
Yukarıdaki kavramlar dikkate alınarak bir şebeke modeli kurmada aşağıdaki süreç izlenir (Balaban, 1983: 36).

1. Projenin gerçekleşmesi için gerekli bütün elemanlar, faaliyetler ve olaylar belirlenmelidir.
2. Teknolojik ve yönetsel bağımlılıklar dikkate alınarak faaliyetlerin öncelik ilişkileri saptanmalıdır.
3. Birbiriyle ilişkili bu olay ve faaliyetler şebekenin izlenmesini sağlamak için proje ilerleme yolunu belirleyecek sırada alfabetik, nümerik veya alfa nümerik olarak kodlanmalıdır.

4. Kurulan bu şebeke modelinin, ilişkileri doğru olarak gösterip göstermediği test edilmelidir.

5. Her faaliyetin gerektirdiği süreler, kaynaklar ve maliyetler tahmin edilmelidir.

Göz önüne aldığımız bir şebeke (N,A) notasyonu ile ifade edilir. Buradaki N , düğümler veya olaylar kümesi, A ise bağlantılar veya akış yönü kümesidir (Taha, 2000: 212). Aşağıdaki Şekil 2.4.'de basit bir şebeke diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Şebeke Diyagramı

Bu şebeke şu şekilde tanımlanır:

$$N = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$A = \{(1, 2), (1, 4), (1, 5), (2, 3), (2, 4), (2, 6), (3, 4), (3, 6), (4, 5), (4, 6), (5, 6)\}$$

Her şebekenin kendisine özgü bir akış tipi vardır. Örneğin, petrol ürünleri boru hattından, trafik bir karayolu şebekesinden akar. Genelde bir şebekedeki akış, şebekedeki bağlantıların sonlu veya sonsuz olabilen kapasiteleriyle sınırlıdır (Taha, 2000: 212).

Eğer bir düğümden sadece dışarı doğru bir akış varsa, bu düğüme doğru hiç akış gelmiyorsa, bu düğüm **arz düğümü** olarak tanımlanır. Öte yandan eğer bir düğüme sadece dışarıdan akış varsa, düğümden hiç akış gitmiyorsa da, **talep düğümü** olarak adlandırılır. Hem dışarıya akış gönderilen hem de dışarıdan akış alan düğümler ise **aktarma düğümleridir** (Ulucan; 2007: 180).

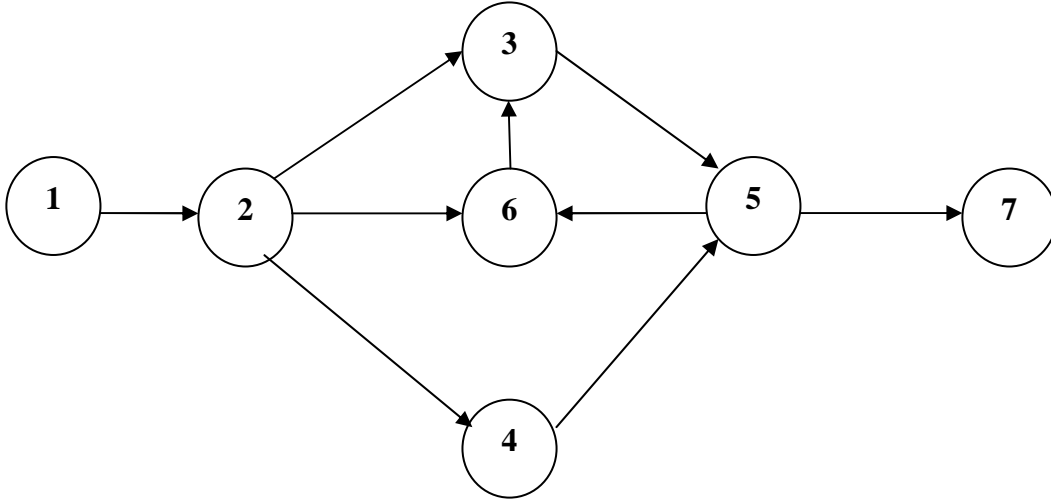
Şebeke analizlerinin çözümünde ilk önce formülasyonun oluşturulması gerekir. Amacımız maksimize edilmiş bir şebeke durumu mudur yoksa minimize edilmesi amaçlanmış bir şebeke durumu mudur? Daha sonra kısıtların belirlenmesi gerekecektir.

2.7. BİR ŞEBEKE ÇİZİLİRKEN YAPILABİLECEK HATALAR

Çizilecek olan şebekenin dikkatli oluşturulması gerekmektedir. Çünkü şebeke çiziminde kurallar dikkate alınmayarak atılan adımlar sonucunda bir kısım hatalar ortaya çıkabilmektedir. Doğan'a göre (1995: 323-324), bir proje için şebeke çizilirken iki tür hata yapılabilmektedir. Bu hatalar şebekenin çözümsüzleşmesini ve amaçlanan durumun elde edilememesine sebep olmaktadır.

2.7.1. Şebekede Düğüm (Kısırdöngü) Yapmak

Kısırdöngü yapımını anlamak için temsili bir şebekeden faydalanacağız. Şebekenin aşağıda Şekil 2.5.' deki gibi verildiğini düşünelim.

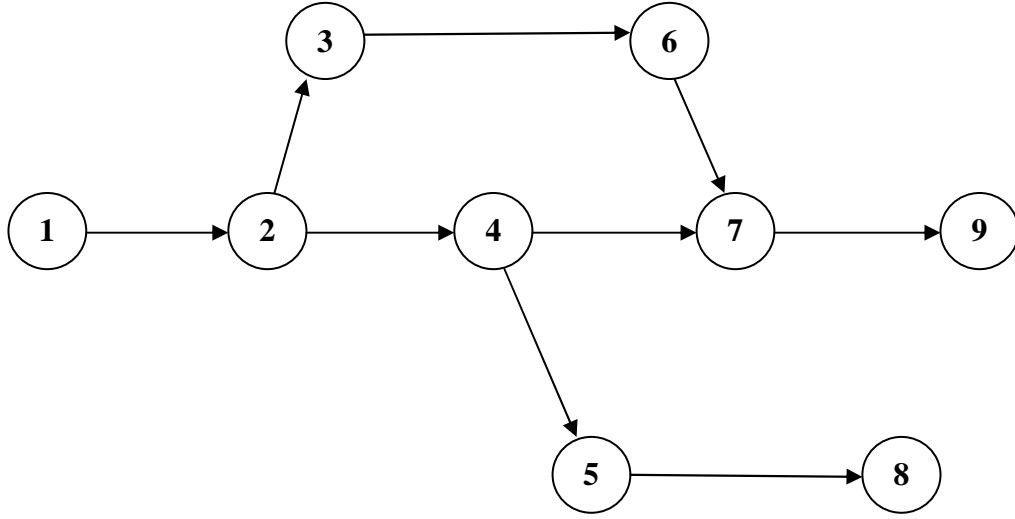


Şekil 2.5. Şebekede Kısır Döngü

Okul yönü temel alınarak 3-5 faaliyeti, sadece 6-3 faaliyeti tamamlandıktan sonra başlayabilir ve 6-3 faaliyeti sadece 5-6 faaliyeti tamamlandıktan sonra başlayabilir. Bu imkânsız bir durumdur ve faaliyetlerin hiçbirisi rotalarını tamamlayamazlar. Şebekedeki bu tip bir hata **düğümleme** olarak isimlendirilir ve bu durum yeniden gözden geçirilmesini gerektirir.

2.7.2. Sarkıtmak (sallandırmak) :

Bu hata şebeke çizilirken çokça karşılaşılan bir hata türüdür. Basit bir şebekenin Şekil 2.6.' da ki gibi olduğunu farz edelim:



Şekil 2.6. Şebekede Sallandırma

Eğer 5-8 hareketlerine dikkat edilirse, onun arada bulunan herhangi bir olayla veya son olayla bağlantılı olmadığı görülmektedir ve bu nedenle projenin tamamlanması bu faaliyetin yönünde değil, başka türlü gerçekleşecektir. Şebekede ki bu tür bir hata **sallandırma** olarak adlandırılır ve bu durumdan kaçınılmalıdır. Bu da aşağıdaki yollarla sağlanabilir;

- i. Bütün olaylar (ilk ve son olaylar hariç) en az bir faaliyete girmeli ve bir olay tarafından bırakılmalı,
- ii. Bütün faaliyetler bir olay ile başlamalı ve bitmelidir.

2.8. ŞEBEKE ANALİZİ ÇEŞİTLERİ

Şebeke analizi ile ilgili güncel iş hayatında kullanılan birçok model vardır.

Bunlardan yaygın olanları aşağıda sıralanmıştır (Taha, 2000: 211):

- a) Minimum Kapsayan Ağaç Algoritması (En küçük Yayılma Modeli)

- b) El Kısa Yol Algoritması
- c) Maksimum Akış Algoritması
- d) Minimum Maliyet Kapasiteli Şebeke Algoritması
- e) Kritik Yol (CPM) Algoritması
- f) PERT Modelleri (Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme)

Bu algoritmaların uygulandığı durumlar ayrıca doğrusal programlama problemi olarak da formüle edip çözülebilir. Bununla birlikte, önerilen şebeke esaslı algoritmalar simpleks yönteminden daha etkilidir.

2.8.1. En Küçük Yayılma Modeli (Minimum Kapsayan Ağaç)

Minimum kapsayan ağaç algoritması, doğrudan veya dolaylı olarak dalların en kısa bağlantılarını kullanarak şebekenin dallarının birbiriyle ilişkilendirilmesini ele alır (Taha, 2000: 213). Diğer bir ifadeyle, bir şebekedeki tüm düğümleri en az maliyetle (para, süre...) birbirine bağlayan yaylar grubunu bulan şebeke modelleri **minimum kapsayan ağaç modeli** olarak adlandırılır (Ulucan, 2007: 216), Bu tip modeller basit bir şekilde modellendikten sonra bilgisayar yardımıyla kolayca çözümlenebilmektedir.

Anlaşıldığı üzere, burada amaç her bir olay veya nokta çiftleri arasında en kısa yolu bulmak olarak şebeke içinde toplam en kısa uzaklığı sağlayan yolu bulmaktır.

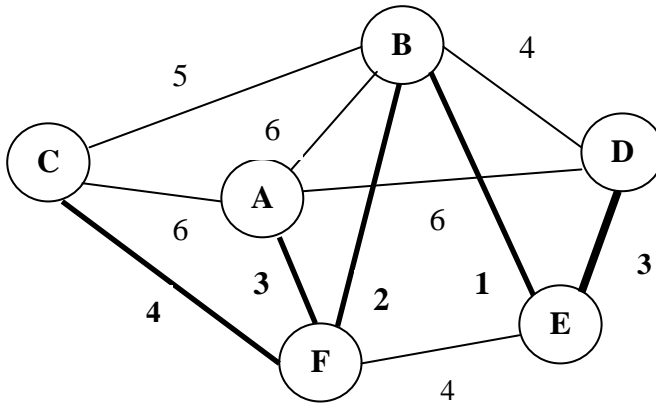
Öztürk'e (2007: 570) göre, ilgili modelin çözümü için aşağıdaki işlemlerin izlenmesi gerekir:

- i) Şebeke içinde rastgele bir nokta seçilerek onun kendisine en yakın nokta ile birleştirilmesi.
- ii) Birleştirilmiş noktaya en yakın birleştirilmemiş nokta bulunarak bu iki noktanın birleştirilmesi.

iii) Tüm noktalar birleştirilinceye kadar işlemin devam etmesi.

Başlangıç noktasının rastgele seçimi, minimum yayılma uzaklığının bulunmasını etkilemez.

Aşağıdaki Şekil 2.7.'de görülen şebeke basit bir minimum kapsayan ağaç modelini temsil etmektedir. Dallar üzerindeki sayılar uzaklığı km. cinsinden ifade ediyor varsayalım.



Şekil 2.7. Bir Şebekede En Küçük Yayılma Modeli

Dikkat edildiğinde her bir nokta için en kısa mesafeyi gösteren dallar kalınlaştırılmıştır. Buradan anlaşılacağı üzere Şekil 2.7. için en küçük yayılma mesafesi $(4+3+2+1+3)$ 13 km. dir.

2.8.2. En Kısa Yol Modeli

Pek çok karar problemi, bir şebeke içindeki herhangi iki nokta arasındaki en kısa (mesafe, maliyet, süre...) rotayı bulmayı gerektirir. Elimizde belli sayıda düğümden oluşmuş bir şebeke varsa ve bu şebekeyi oluşturan düğümler birbirine çeşitli yaylar ile bağlıysa ve bu yaylar üzerinde bir birimi göndermenin bir bedeli varsa (maliyet, süre, mesafe...), yönetim de herhangi iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi (en az bedelli)

arıyorsa, bu tipik bir **en kısa yol problemidir**. En kısa yol probleminde yaylar yönsüz olabilir. Yani şebeke üzerinde iki düğümü birbirine bağlayan bir yay üzerinde iki yönde de akış olabilir (Ulucan, 2007: 203).

En kısa yol probleminde herhangi iki nokta arasındaki uzaklığı $a(x,y)$ ise, x kaynağı y de bitimi ifade eder. En kısa yol probleminde istenilen, kaynaktan bitime doğru minimum toplam uzaklıkta gitmeyi sağlayan dallar dizisini bulmaktır.

En kısa yol problemleri aşağıdaki işlemler yardımı ile çözülmektedir (Öztürk, 2007: 573).

Adım 1: Nokta 1 kaynak olur ve oradan başlayarak tüm noktalar geçici olarak isimlendirilirler. Nokta 1'e devamlı adlandırma $(- ,0)$ olurken diğer tüm noktaların geçici adlandırılması, $(- ,\infty)$ şeklinde olur.

Adım 2: Bu noktalar (y) doğrusundan nokta 1'e bağlanır ve yeni adlandırmalar $(1, a(1,y))$ olarak verilir. $a(1,y)$ nokta 1'den nokta y 'ye olan doğrudan uzaklığı gösterir.

Adım 3: Adım 2'deki noktaların (y), her biri için x noktasından (x,y) dalı araştırılır ve bu araştırma $d(x) + a(x,y) < d(y) \dots$ (**1 no.lu formül**) formülüne göre olur. Burada $d(y)$ herhangi bir y noktasından adlandırılan geçici uzaklığı ifade eder. Bu formüle göre bulunan dalın adlandırılacak y noktası $(x, d(x) + a(x,y))$ (**2 no.lu formül**) formülüne göre olur.

Adım 4: Nokta 1'e doğrudan bağlanan bu noktalar için Adım 3 tamamlandığında, benzer işlemler şebekede geri kalan noktaların yeniden adlandırılması için yapılır. Yani, her bir y noktası için dal (x,y) araştırılır ve formül sağlanır. Yeniden adlandırma y noktası için 2 no.lu formüle göre olur.

Adım 5: Herhangi bir nokta için her seferinde yeni adlandırma yapıldığında, ilerleyen adlandırma için kontrol Adım 4’de olduğu gibi diğer noktalar içinde yapılmalıdır.

Adım 6: Tüm ayrılan adlar sürekli olduğundan en kısa yol şimdi bulunabilir. Verilen herhangi bir noktaya olan en kısa yol verilen noktadan hareket edilerek bulunur ve ondan adlandırılan birinci kısımdaki noktaya doğru geriye gider. Bu süreç nokta 1 için şebeke içinde geriye doğru harekete devam edilir. Noktaların adlandırılan ikinci kısmı nokta 1’e olan toplam uzaklığı verir.

2.8.3. Maksimum Akış Algoritması

Bazen firmanın arz ettiği ürünün kendine has özelliği dolayısıyla, işletme kararlarında iki nokta arasındaki maksimum akışın bulunması gerekebilir (Ulucan; 2007: 213). Örneğin, petrol kuyularından rafinerilere ham petrol taşıyan petrol boru hattı şebekesini ele alalım. Aradaki güçlendirme ve pompalama istasyonları, şebekedeki ham petrolü nakletmek için uygun tasarım uzaklıklarında bulunurlar. Her boru parçası sonlu maksimum hızda petrol akışına (veya kapasitesine) sahiptir. Bir boru parçası, tasarımına göre tek yönlü veya iki yönlü olabilir. Tek yönlü bir parça bir yönde sonlu bir kapasiteye sahipken aksi yönde sıfır kapasiteye sahiptir (Taha, 2000: 232). Bir şehrin su tesisatı, elektrik tesisatı veya son yıllarda ülkemizde artık hayatın her alanında olan internet ağları da yine birer maksimumu akış örnekleridir. Anlaşılacağı gibi maksimum akış problemlerinde ki amaç, iki nokta arasındaki ürün akışını maksimum kılacak bir dağıtım şemasıdır. Asıl noktaya **“kaynak”** hedefe de **“bitim”** adı verilir (Öztürk, 2007: 578). Şebeke dağılımı içerisinde çeşitli yüklemeler, kaynak ve bitimleri birleştiren dallar üzerinde olur ve bu yerleşimlere **“birleşim”** adı verilmektedir.

Birleşim noktalarında ürün depolanmadığı varsayılmaktadır. Asla bir depolama olmadığı için görünüş itibariyle bir şebekeyi andırmakta olduğundan bu şekilde bir sistem de bir şebeke modeli olarak değerlendirilir. Şebekenin maksimum dağıtım yapması için gerekli maksimizasyon formülü oluşturulur. Maksimum akışın gerçekleşmesi için gerekli kısıtlar belirlenir. Daha sonra şebeke diyagramı içerisinde iki düğüm arasında ki maksimum değerlerin olduğu yaylar dikkate alınarak, akışlar toplamı hesaplanır. Kısıtlar dikkate alınarak başlangıç ve bitiş arasındaki maksimum akış elde edilir.

Bu süreç için maksimumu akış modelini aşağıdaki adımlarla hareket ederek geliştirebiliriz.

$(\bar{C}_{ij}, \bar{C}_{ji})$ başlangıç kapasiteli (i, j) bağlantısını ele alalım. Modelin hesaplamaları yapıldıkça bu kapasitelerin dilimleri bağlantı içindeki akışa yüklenecektir. Bağlantının kalan kapasiteleri buna uygun biçimde değişecektir. (Taha, 2000: 234)

i düğümünden gelen akışı alan j düğümü $[a_i, i]$ gibi bir etiket tanımlarız; burada a_i, i düğümünden j düğümüne akıştır. Bu adımlar;

1. Adım: Tüm (i, j) bağlantıları için kapasite başlangıç kapasitesine eşitlenir,

$(c_{ij}, c_{ji}) = (\bar{C}_{ij}, \bar{C}_{ji})$ olarak gösterilir. $a_1 = \infty$ ve 1 düğümünün etiketi $[\infty, -]$ olur. $i = 1$ olarak belirlenir ve 2. adıma geçilir.

2. Adım: $S_i (j \in S_i)$, pozitif kalan kapasiteli **bağlantılarla** i düğümünden doğrudan ulaşabilen, etiketlenmemiş j düğümleri kümesi olarak belirlenir. $S_i \neq \emptyset$ ise 3. adıma, aksi halde 4. adıma geçilir.

3. Adım: $k \in S_i$;

$C_{ik} = \max \{c_{ij}\}$ olacak şekilde belirlenmelidir. $[a_k = c_{ik}]$ olarak belirlenir ve k düğümü a_k, i ile etiketlenir. Son düğüm etiketlenmişse (başka bir deyişle $k = n$) ve çıkış yolu bulunmuşsa 5. adıma geçilir. Aksi halde $i = k$ olarak belirlenerek 4. adıma geçilir.

4. Adım (geriye dönüş): $i = 1$ ise başka bir çıkış olası değildir ve 6. adıma geçilir. Aksi halde; r, i düğümünden bir önceki düğüm olarak etiketlenir ve i, r 'ye komşu olan düğümler kümesinden çıkarılır. $i = r$ olarak belirlenip ve 2. adıma geçilir.

5. Adım (rezidü şebekenin belirlenmesi): $N_p = \{1, k_1, k_2, \dots, n\}$, kaynak 1'den son düğüm n 'ye p . çıkış yolunun düğümleri olarak tanımlanır. Sonra yol boyunca maksimumu akışı;

$$f_p = \min \{a_1, a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_n\}$$

olarak tanımlanır. Çıkış yolu boyunca her bağlantının kalan kapasitesi (rezidü kapasitesi) akış yönünde f_p kadar azaltılır ve ters yönde yine f_p kadar artırılır. Yani, yol üzerindeki i ve j düğümleri için kalan kapasite akışı, o andaki (c_{ij}, c_{ji}) yerine,

(a) akış i ' den j ' ye ise, $(c_{ij} - f_p, c_{ji} + f_p)$

(b) akış j ' den i ' ye ise, $(c_{ij} + f_p, c_{ji} - f_p)$

şeklinde değiştirilir. 4. Adımda çıkarılan tüm düğümler eski durumuna getirilir. $i=j$ olarak belirlenir ve yeni çıkış yolu girişimi için 2. adıma dönülür.

6. Adım (çözüm) :

(a) Bir m çıkış yolu belirlenmişse, şebekenin maksimum akışı,

$$F = f_1 + f_2 + \dots + f_m$$

olarak hesaplanır.

(b) (i, j) bağlantısının başlangıç ve sonuç kalan kapasiteleri (rezidüleri) sırasıyla $(\bar{C}_{ij}, \bar{C}_{ji})$ ve (c_{ij}, c_{ji}) ile verildiğinde optimum akış şöyle hesaplanır:

$(\alpha, \beta) = (\bar{C}_{ij} - c_{ij}, \bar{C}_{ji} - c_{ji})$ olsun. $\alpha > 0$ ise i ' den j ' ye optimum akış α ' dır. Aksi halde, $\beta > 0$ ise j ' den i ' ye optimum akış β ' dır. (α ve β ' nın ikisinin birden pozitif olması imkânsızdır.)

4. adımın geriye dönüş prosedürü, çıkış gerçekleştirilmediğinden önceki ara düğümde dikkatsizlik sonucu, algoritma “içinden çıkılmaz” hale geldiği zaman yardıma çağrılır.

2.8.4. Minimum Maliyet Kapasiteli Akış (En Küçük Maliyetli Akış)

Minimum maliyet kapasiteli şebeke modeli, gerek etkince çözülebildiği ve gerekse uygulama alanı çok olduğu için şebeke optimum modelleri arasında merkezi bir öneme sahiptir. Örneğin ulaştırma, atama, aktarma, en kısa yol, en yüksek akış ve CPM modelleri minimum maliyetli akış modellerinin özel durumlarıdır. Ayrıca minimum maliyet kapasiteli şebeke modeli, doğrusal programlama olarak formüle edilebildiğinden etkince kullanılabilir (Öztürk, 2007: 619).

Teoride maksimum maliyetli akış modeline benzerdir. Sayacağımız varsayımları içerir (Taha, 2000: 243):

- i) Tüm bağlantılar tek yönlüdür.
- ii) Bir (negatif olmayan) birim akış maliyeti her bir bağlantıyla ilişkilendirilir.
- iii) Bağlantılar pozitif alt kapasite sınırlarına sahip olabilir.

iv) Şebekedeki herhangi bir düğüm başlangıç veya bitiş olarak hareket eder.

Modelin kurulması aşağıdaki açıklamalar göre olacaktır (Taha, 2000: 244);

a) Şebeke gösterimi

$G = (N,A)$ olan kapasiteli şebekeyi ele alalım. Burada N düğümler kümesi, A bağlantılar kümesidir ve

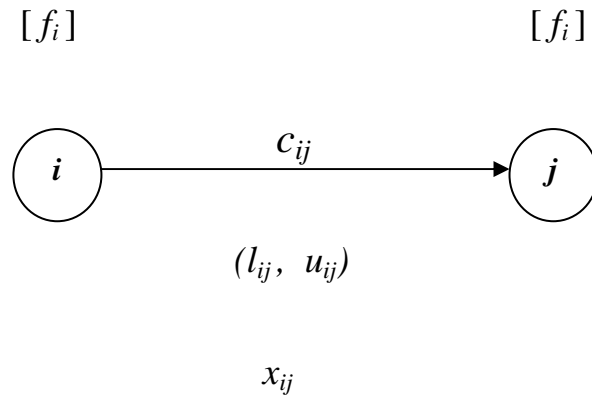
x_{ij} = i düğümünden j düğümüne akış miktarı

$u_{ij}(l_{ij})$ = (i,j) bağlantısının üst (alt) kapasitesi

c_{ij} = i düğümünden j düğümüne birim akış maliyeti

f_i = i düğümündeki net akış

diye tanımlanır. Yani;



Şekil 2.8. Şebeke Gösterimi

b) Doğrusal Programlama Formülasyonu

Bir minimum maliyet kapasiteli şebeke modeli için doğrusal programlama aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\min z = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{(i,k) \in A} x_{jk} - \sum_{(i,j) \in A} x_{ij} = f_i, \quad j \in N$$

$$l_{ij} \leq x_{ij} \leq u_{ij}$$

j düğümü için denklem, j düğümündeki net akışı aşağıdaki gibi ölçer (Taha, 2000: 246):

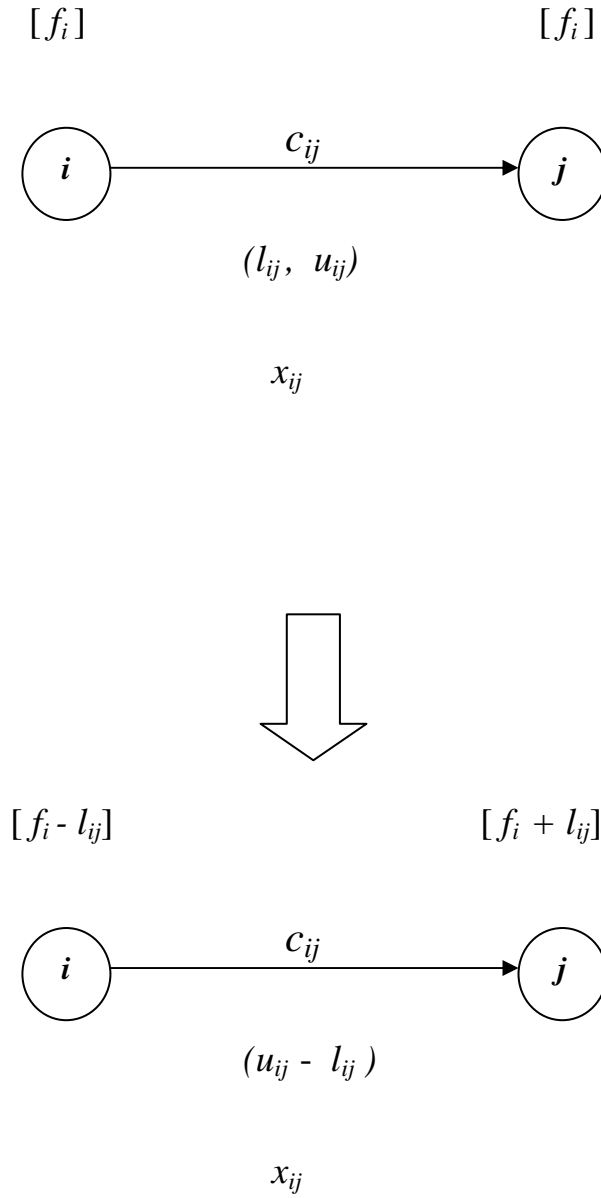
$$(j \text{ düğümündeki akış}) - (j \text{ düğümüne giren akış}) = f_j$$

j düğümü $f_j > 0$ ise kaynak düğümü olarak, $f_j < 0$ ise bitiş düğümü olarak hareket eder.

Alt sınır l_{ij} ' yi, aşağıdaki değişikliği kullanarak kısıtlardan her zaman çıkarabilir.

$$x_{ij} = x_{ij} + l_{ij}$$

Yeni akış değişkeni x_{ij} , $u_{ij} - l_{ij}$ üst sınırına sahiptir. Buna ek olarak i düğümündeki net akış $[f_i] - l_{ij}$ haline gelir ve j düğümünde $[f_i] + l_{ij}$ olur. Şekil 3.9. alt sınır, yenisiyle değiştirildikten sonra (i, j) faaliyetinin dönüşümünü göstermektedir.



Şekil 2.9. Doğrusal Programlamada Faaliyet Dönüşümü

2.8.5. Kritik Yol (CPM) Algoritması

Kritik Yol Yöntemi çok aktiviteli, karmaşık yapıli projelerin planlama ve kontrolleri için geliştirilmiş ve uluslararası alanda kabul görmüş popüler bir yöntemdir. Bu yöntem, 1957 yılında *Du Pont de Nemours & Co* firması tarafından rafinerilerin

yenilenmesi, bakım ve onarım çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Albayrak, 2005: 359-360). Sistemin ilk geliştirilme amacı kimya fabrikalarında bakım için oluşacak durmaların programlanmasıdır (İpekil Doğan ve Güler, 2006: 30).

Esasında CPM, faaliyetler arasında tanımlanmış olan öncelik ilişkileri aracılığıyla, işlerin ne zaman yapılacağını belirleyen bir süreçtir (Harvey, 2002: 76). Kritik aktiviteler birbirlerini takip ederek bir hat oluştururlar, bu hatta da **kritik yol** adı verilir (Tütek ve Gümüšoğlu, 2000: 295). Başka bir ifadeyle, proje yönetiminde en kısa tamamlanma süresinin belirlenmesinde kullanılan ve belirli bir faaliyeti hızlandırmanın katlanılacak maliyete değer olup olmadığını gösteren bir yöntemdir. CPM de faaliyet süreleri deterministik (önceden belirlenmiş ve kesin) olarak kabul edilir (Taha, 2000: 258).

CPM tekniği, programların yapımı, araştırma faaliyetlerinin planlanması problemleri ile eşgüdümü gerektiren bir plan için değerli yardımcıları sağlar. CPM çok yararlı bir planlama tekniğidir ve ayrıca GANTT tablolarından aşağıdaki nedenler dolayısıyla daha üstündür (Öztürk, 2007: 584).

a) Projelerin planlanması, projede gerekli olan faaliyetlerin birbirine olan ilişkilerini göstermek bakımından zorunludur. Diğer planlama tekniklerinde genellikle bu durum görülmez.

b) Şemanın çizilmesi olanaklı faaliyetlerin unutulmamasını sağlar.

c) Kritik faaliyetler ortaya çıktığında bu faaliyetlerde gecikme olmayacağını gösterir ve gerektiğinde bu faaliyetlerde fazla işgücü ile makine kullanılarak projenin tamamlama zamanının kısaltılabileceğini gösterir.

d) İvedili olmayan faaliyetlere zamanından önce finansman ve işgücünün bağlanmamasını sağlar.

Faaliyet listesi ve faaliyet öncelikleri verilen bir projenin şebeke veya ok diyagramını oluşturmak için aşağıdaki kuralların izlenmesinde yarar vardır (Öztürk, 2007: 587).

- Şebeke içerisinde genelde en soldaki olay (olay 1) projenin başlangıcını temsil eder. Bu olaydan önce başlayan bir faaliyet yoktur.
- Projenin tamamlandığını temsil eden bitim noktası veya olay şebekeye dâhil edilmemelidir.
- Şebekedeki olayların sayısı başlangıçtan bitime doğru artar. Bir anlamda birden fazla olay sayılandırması vardır.
- Şebekedeki herhangi bir faaliyet birden fazla okla temsil edilmemelidir.
- İki olay en fazla bir okla birleştirilir.

Şebekede kritik yolu bulmak için en kısa yol modelindeki işlemler gibi bir yöntem kullanılabilir.

Modelin başlangıcından sonuna kadar giden ayrı ayrı birçok yol bulunabilir. Bu yollardan en uzun olanına ise kritik yol (CPM) denilmektedir. CPM de en uzun yolun dikkate alınmasının sebeplerinden biriside kritik yolda harcanan süre ve maliyetten daha fazla süre ve maliyet ortaya çıkmasının söz konusu olamamasından kaynaklanmaktadır.

Kritik yol yönteminin temeli şebekedir. Bilindiği üzere şebekenin dalları ortaya konulacak faaliyetleri gösterir.

Kritik yol kavramındaki yol deyiminden, düğüm noktaları arasındaki birbirini izleyen oklardan oluşan bağlantılar anlaşılır. Diğer bir tanımda ise kritik yol, *ağın başlama ve bitiş olaylarını birleştiren kritik işlemler zinciri* olarak tanımlanmıştır (Albayrak, 2005: 360).

Kritik yolun hesaplanması iki aşamada gerçekleştirilir (Doğan, 1994: 328).

i. İleri Doğru Hesap: Hesaplar ilk olaydan başlar ve son olaya doğru devam eder. Bu hesapta her bir olayın en erken başlama zamanı (EST) belirlenir ve birinci olayın gerçekleşme zamanı ES_i veya EST ile gösterilir. $i=1$ için $ES_i = 0$ alınacaktır. i ve j olaylarının faaliyet süresi D_{ij} ise j olayının en erken başlama zamanı;

$$ES_j = \max (EST + D_{ij}) \text{ veya}$$

$$EST = \max (EST + \text{Faaliyet Süresi})$$

formülüyle bulunur. Bu hesaplamalar son olaya kadar devam eder.

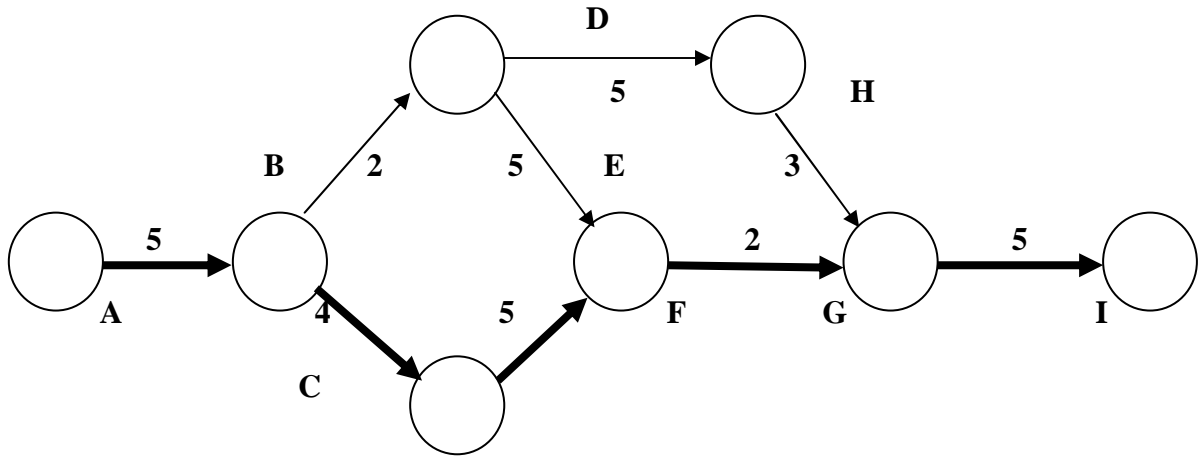
ii. Geriye Doğru Hesap: Son olaydan başlanır ve ilk olaya doğru devam edilir. Bu aşamanın amacı i olayına gelen tüm faaliyetler için en erken bitiş zamanı LC_i anını hesaplamaktır. Geriye doğru hesapta son olay n ise $LC_n = ES_n$ alınır. Genel olarak geriye doğru hesap;

$$LC_i = \min (LC_i - C_{ij}) \text{ veya}$$

$$LST = \min (LFT - \text{Faaliyet Süresi})$$

Serbestlik Süresi: i olayının en erken başlama zamanı LS_i ve en erken bitirme zamanı LC_i olmak üzere i olayının serbestlik süresi; $S_i = LC_i - ES_i$, formülünden bulunur. $S_i = 0$ olan olaylar kritik yol üzerinde bulunur.

Şekil 2.10.' da temsili bir şebeke ve bu şebeke üzerinde bir projenin tamamlanması için gerekli faaliyetlerin tamamlanma süreleri gösterilmektedir. Aşağıdaki şekil, (Heizer ve Render, 2002: 303) kritik yol metodunu ana hatlarıyla kavramamızda bizim için yeterli olacak bir örnektir.



Şekil 2.10. Bir Şebekeye Ait Temsili Tamamlama süreleri

Yukarıda ki temsili şebekede;

Kritik Yol : A – C – F – G – I

Zaman : 21 birim süredir.

Kabul edilebilir en geç sürede tamamlanabilen her olay, en erken tarihe eşittir ki bu tarihte her olayın tamamlanabileceğini bekleyebiliriz (Doğan, 1994: 332).

2.8.6. PERT Analizi (Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme)

“Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği” olarak bilinen PERT ANALİZİ 1958 yılında ilk kez Amerika Birleşik Devletleri Donanması’nın Özel Proje Bürosu Polaris Projesi’ne uygulanılarak, projenin bitirilmesine iki yıl kazandırmıştır. Türkiye’de bu tekniğin, Keban Barajı ve İstanbul Boğaz Köprüsü gibi büyük ölçekli yatırımında kullanıldığı görülmektedir (Öztürk, 2007: 596). PERT’ in temel amacı, üçlü süre tahmininin faaliyetlerin teknik özelliklerini iyi bilen bir kişi tarafından

yapılarak, faaliyetlerin içerdikleri belirsizlikleri zaman tahminlerine en iyi şekilde yansıtmaktır (Cleland ve King, 1975: 362).

Bazı durumlarda projenin izin verilebileceği zamandan daha önce tamamlanması istenilebilir. Böyle bir istek, ek personele ücret ödemek, mevcut personeli daha fazla mesaiyle işle çalıştırmak ya da işlemlerin daha kısa sürede tamamlanmasında çalışanlara yardımcı olacak yeni araç gereç satın almak ya da kiralamak anlamına gelir. Bu gibi durumlarda projenin süresini kısaltma yoluna gidilebilir (Tütek ve Gümüsoğlu, 2000: 301). PERT daha çok projenin maliyeti ile ilgili bilgileri ortaya koyan ve bunları açıkça göstermeye yarayan bir şebeke gösterme şeklidir (Doğan, 1994: 338).

CPM tekniği ile PERT arasındaki önemli farklılıklardan birisi, CPM' de faaliyetlerin tamamlanma süreleri kesin olarak bilinmelerine rağmen PERT tekniğinde bu duruma şüpheli bakılmaktadır. Uygulamada faaliyetlerin sürelerini kesin olarak bilmek olanak dışıdır (Öztürk, 2007: 596). PERT' de ise projenin, belirsizlik ortamında yürütüldüğü ve çeşitli şans faktörlerinden kaynaklanan birtakım değişikliklerden etkilenebileceği göz önüne alınmaktadır (Gencer ve Türkbey, 2001: 30).

Ulucan'a (Ulucan, 2007: 302) göre, PERT' de proje tamamlama süresinin ortalama değerini ve standart sapmasını elde etmek için aşağıdaki varsayımların kabul edilmesi gerekmektedir:

Varsayım 1: Kritik yol, faaliyetlerin ortalama tamamlanma süreleri kullanılarak belirlenebilir. Proje tamamlanma süresi yalnızca kritik yol üzerindeki faaliyetlerin süreleri ile belirlenir.

Varsayım 2: Bir faaliyeti tamamlamak için gerekli süre, diğer faaliyetlerin sürelerinden bağımsızdır.

Varsayım3: Kritik yol üzerinde, tüm proje tamamlanma süresini normal dağılımla açıklamaya yetecek kadar sayıda faaliyet vardır.

Bu varsayımlar doğrultusunda proje tamamlanma süresi;

Ortalama: kritik yol üzerindeki ortalama sürelerin toplamı,

Varyans: kritik yol üzerindeki varyansların toplamı,

olan normal dağılım gösterir.

PERT analizinde faaliyet süreleri belirlenirken, belirsizliklerin ve şans faktörünün etkisini faaliyetlere yansıtmak adına, bir takım olasılık hesaplarından yararlanır. Bu olasılık hesaplamalarında kullanılmak üzere her bir faaliyet için en iyimser, en kötümser ve en olası süreler olmak üzere üç farklı tipte faaliyet süresi söz konusudur. Bu süre tipleri;

En İyimser Süre (a): İşlerin sorunsuz bir şekilde gitmesi halinde faaliyetlerin tamamlanabileceği en kısa süre miktarıdır.

En Kötümser Süre (b): İşlerin ters gitmesi halinde (hava şartları, grev, malzeme tarihlerindeki gecikme vb. nedenlerden dolayı) faaliyetlerin tamamlanabileceği en uzun süre miktarıdır.

En Olası Süre (m): Eski çalışmalar, birikimler ve benzer projeler göz önüne alındığında bir faaliyetin normal şartlarda tamamlanabileceği tahmini süredir.

Bu değerler atandıktan sonra artık projede yer alan her bir faaliyetin süresi hesaplanabilir. PERT' de faaliyet süreleri bu üçlü süre tahmininin kombinasyonundan oluşan bir formül yardımıyla hesaplanır. Yani, PERT analizinde bu üç tahmini sürenin ortalaması alınır (Öztürk, 2007: 597). Buna göre faaliyet süreleri;

a: En iyimser süre

b: En kötümser süre

m: En olası süre

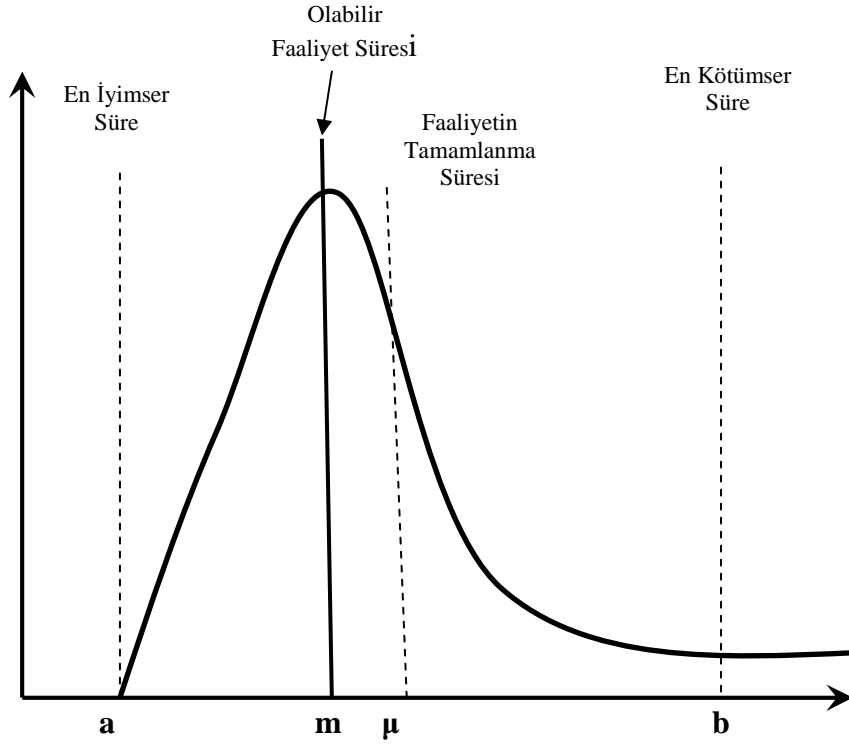
μ : Beklenen ortalama faaliyet süresi

olmak üzere;

$$\mu = \frac{(a+b)/2 + 2m}{3} = \frac{a + 4m + b}{6}$$

formülü ile bulunur (Albayrak, 2005: 369).

Yukarıdaki tanımlamalar ışığında, her bir faaliyetin beklenen ortalama süresi (μ), a-b aralığında olmalıdır. En olası süre (m) ise ya $(a + b) / 2$ 'ye eşit ya da en iyimser veya en kötümser süreden birine daha yakındır. O halde PERT' de üç süre tahmini yapılarak, faaliyet süreleri ile ilgili ihtimalin bir " β dağılımı" meydana getirdiği kabul edilmiştir (Karadeniz, 2007: 45). Aşağıda β dağılımını gösteren Şekil 2.11. görülmektedir.



Şekil 2.11. β Dağılımı (İpekgil Doğan ve Güler, 2006)

Oluşturulan formüllerde β dağılımı temel alınmaktadır. Gerek yukarıda ki beklenen ortalama sürenin hesaplanmasında, gerek standart sapmanın ve varyansın hesaplanmasında bunlar dikkate alınmaktadır.

Faaliyetlerin varyansı (σ^2),

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2$$

ayrıca standart sapması (σ) da;

$$\sigma = \left(\frac{b - a}{6} \right)$$

formülleri ile elde edilir.

Eğer varyans değeri büyük olursa, belirsizlik derecesi çok büyüktür. Yani faaliyetin o sürede tamamlanması belirsizlik gösterir. Eğer varyans değeri küçük ise, öngörülen iyimser ve kötümser süreler pek farklı değildir ve faaliyetin tamamlanması süresi kesinlikle belirlenebilir (Öztürk, 2007: 598).

Her bir faaliyet için standart sapma miktarları belirlendikten sonra, projenin standart sapmasını bulmak için kritik faaliyetlerin standart sapmalarını toplamak yeterlidir. Bir projenin standart sapması,

$$\sigma_p = \sqrt{\sum \left(\frac{b - a}{6} \right)^2}$$

formülü ile hesaplanır.

Projenin standart sapması belirlendikten sonra artık projenin istenen bir tarihteki tamamlanma olasılığı, gerekli değerlerin formüle yerleştirilmesiyle kolaylıkla bulunabilir. Basit bir normal dağılım durumudur. Projenin belirli bir tarihteki tamamlanma olasılığı;

T = Projenin test edilen bitiş süresi

T_p = Projenin tamamlanma süresi

σ_p = Projenin standart sapması olmak üzere;

$$z = \frac{T - T_p}{\sigma_p}$$

şeklinde hesaplanır.

PERT analizinin en büyük dezavantajlarından biri, üç tahmini süre belirlenirken çok sayıda veriden yararlanılması gerekliliğidir. Ayrıca bu tahminler tamamen nesnel olup programı yapan kişinin bilgi ve deneyimiyle alâkalıdır. Dolayısıyla bu iki konu göz önüne alındığında bu tahminlerdeki zorluk ve yanılma ihtimali oldukça yüksektir. Yani bu üç farklı tip süre tahmini, faaliyet sürelerinin gerçeği yansıtması açısından ne kadar olumlu ise herhangi birinin yanlış hesaplanması halinde doğacak sapmalar açısından da o derece zararlıdır (Karadeniz, 2007: 46-47).

BÖLÜM 3

3. ARAS CARGO A.Ş. VE İÇ ANADOLU BÖLGESİ ŞEBEKE DİYAGRAMINDA EN KÜÇÜK YAYILMA MODELİNİN(MİNİMUM KAPSAYAN AGAÇ) TEST EDİLMESİ

3.1. ARAS HOLDİNG A.Ş. HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Aras Holding A.Ş. Celal Aras'ın 1979 yılında kurduğu “Aras Dağıtım ve Pazarlama” şirketinin yıllar yılı kendisini geliştirmesiyle bugüne gelmiş bir anonim şirkettir. Şirket politikaları sürekli yenilikleri takip etmekte olan Aras Holding A.Ş. ailesinin halen faaliyette olan 10 tane şirketi bulunmaktadır. Bünyesinde, Aras Holding A.Ş., Aras Cargo A.Ş., Fillo Ürün Odaklı Taşımacılık A.Ş., Aras Kurye A.Ş., Aras Offset A.Ş., Aras Sigorta Brokerliği A.Ş., Aras Tour A.Ş. Aras Hotel, Aras Logistigs A.Ş., Aras Güvenlik ve Catering Hizmetleri A.Ş., Aras Dağıtım ve Pazarlama Ltd. Şti. firmaları faaliyet gösteriyor.(www.arasholding.com.tr/08.02.2010) Bu şirketlerin en önemlisi Aras Holding A.Ş. 'in tanımıyla “Aras Holding'in amiral gemisi” olan Aras Cargo' dur. Şu anda Türkiye'nin en büyük kargoculuk şirketlerinden birisi olan bu şirketin, 20 Bölge Müdürlüğü, 27 Transfer Merkezi, 754 İrtibat Bürosu (Şube ve Acente), 2500 araçlık filosu ve 7700 kişilik kadrosu ile şirket istatistiklerine göre her ay 6 milyon kişi, kurum ve kuruluşa hizmet vermektedir.

Türkiye'nin tüm il ve ilçelerinde 1500'ü aşkın yerleşim biriminde hizmet yapmakta ayrıca 800'e yakın yerleşim merkezinde faaliyet göstermektedir.(www.araskargo.com.tr/08.02.2010)

3.2. ARAS CARGO A.Ş.'NİN TARİHÇESİ

1977 yılında Celal Aras, arkadaşları ile Evdaş Anonim Şirketini kurdu. 2 yıl süren ortaklığın ardından Celal Aras, bu kez 1979 yılında Aras Dağıtım ve Pazarlama'yı kurdu. Aras Dağıtım ve Pazarlama'nın 10 yıl süren iş yaşamı boyunca şirket büyük bir gelişme kaydetti. Stok maliyetleri yüzünden sektörlerin sıkıntı yaşamasıyla şirket, dağıtım ağı gücünü kullanmaya karar vererek, bugün Türkiye'nin en büyük taşımacılık kuruluşlarından birisi olan Aras Kargo'nun temellerini attı.

Aras Holding A.Ş. kuruluşundan 1994 yılına dek kesintisiz büyüme gerçekleştirdi ve kurumsal bir yapıya kavuştu. 1994-2000 yılları arasında kurumsallaşma faaliyetleri çok daha ileri bir düzeye taşındı ve hatasız bir işleyişe sahip olma çabasıyla yüksek teknolojiyi firmaya kazandırma, insan kaynaklarına yatırım yapma ve Aras Kargo 2000 Projesi'ni hayata geçirme çalışmalarına hız verildi. 2000-2001 yıllarında Aras Holding'in temelleri atıldı ve yeni bir arayış sürecine girildi. Böylelikle holding yapılanması ile vizyonuna büyük katkılar sağlandı.

2001 yılından itibaren teknolojik yatırımların beklenen sonucu vermesiyle, büyüme sürecinde büyük adımlar atıldı. İnsana ve insan kaynaklarına bakış açısındaki olumlu değişimler ile çalışanlar üzerinde motive edici bir etki yaratıldı. Firma tümüyle yeni bir yapılanma ve yenilenme sürecine tabi tutuldu. Yapılan düzenlemelerden üst düzeyde başarılı sonuçlar elde edildi. (www.araskargo.com.tr. /08.02.2010)

Yapılan istatistikî çalışmalara göre, şu anda Türkiye'de Ziraat Bankası A.Ş.'den sonra en büyük yayılmaya sahip yerli şirkettir.

3.3. ARAS CARGO'NUN VİZYONU

Ülkemizde 30 yılı kapsayan bir süredir hizmet vermekte olan Aras Cargo vizyonunu “7 kıtada 7 yıldızlı kargo hizmeti sunmak” olarak belirlemiştir. (www.araskargo.com.tr. /18.03.2010) Hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetini ön planda tutarak bu hedeflerini gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Teknolojinin çağımıza kazandırdığı son sistemleri sürekli takip etmekte ve bu amaç doğrultusunda sürekli gelişmektedir.

3.4. ARAS CARGO A.Ş'NİN MİSYONU

Bilindiği üzere çağımız bilgi çağı diye anılmaktadır. Her geçen gün bir adım daha ileriye giden teknolojik faaliyetler hem arz edicilerin imkânlarını, buna bağlı olarak ürün çeşitliliği ve hizmet kalitesini artırmış hem de talep edenlerin beklentilerini aynı yönde değiştirmiştir. Artık bir mal veya hizmet alıcıları ürün ve hizmet çeşitliliği karşısında tutumlarını değiştirmiş ve bu noktadan hareketle bu çeşitlilik karşısında birçok alternatiften kendilerine maksimum verim sağlayacak mal ve hizmet bileşimlerini almaya yönelmişlerdir. Bu durumda da mevcut ve yeni firmalar sürekli bu teknolojik adımları kendi bünyelerine empoze etmek zorundadırlar. Müşteri memnuniyetinin çok önemli olduğu çağımızda Aras, kendi misyonunu “beklentilerin üzerinde kaliteli ve farklı hizmetler sunmak” olarak belirlemiştir. (www.araskargo.com.tr. /18.03.2010)

3.5. ŞEBEKE ANALİZİNİNDE EN KÜÇÜK YAYILMA MODELİNİN ARAS CARGO A.Ş. ÜZERİNDE UYGULANMASI

Bir lojistik firmasının önemli kararlarından birisi iyi bir şekilde konuşlanmak ve mevcut faktörlere ve hedefe en uygun şekilde varmaktır. Böyle bir firmanın hem mevcut yollardan en kısa ve ürüne zarar vermeyecek yolları seçmek hem de müşterilerin ürünlerine ve kendi demirbaşlarına en az zarar verecek güzergâhı belirleme zorunluluğu vardır. Bununla birlikte ulaştırılacak ürünün en az maliyetle, en az deformasyonla, en az zamanda teslim edilmesi de bu hizmet sektörünün ana kurallarından birisidir.

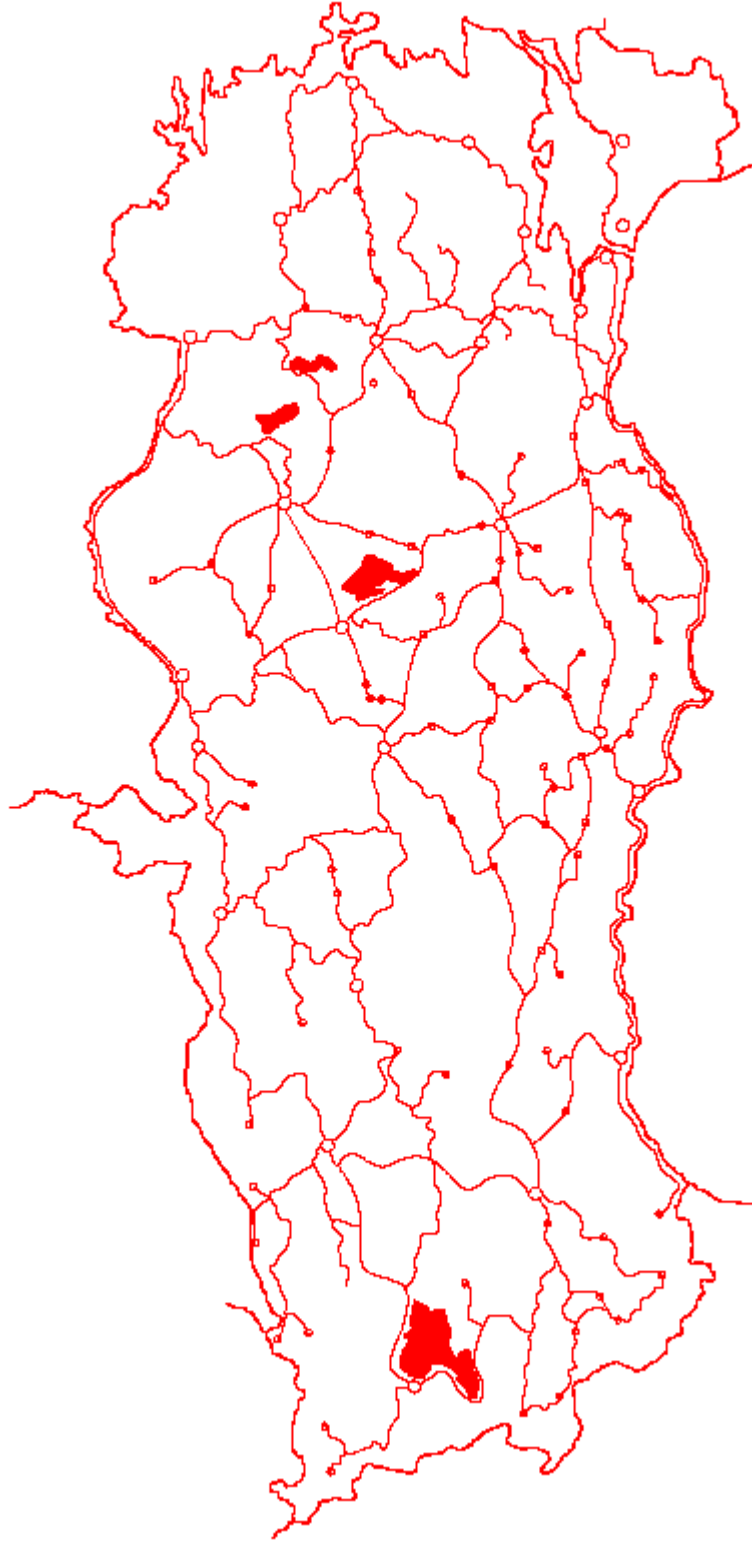
Mevcut şartlar dâhilinde Aras Cargo'nun yurt içinde ve yurt dışında kargoculuk adı altında yapmış olduğu ulaştırma faaliyetlerinin Yöneylem içerisinde şebeke analizine uygunluğu test edilmeye çalışılacaktır. Şu ana kadar yapmış olduğumuz çalışmanın güncel yaşamda birçok işletmelerde kullanıldığı dikkate alınmakla beraber; bizde çalışmamızın gerçek iş hayatında uygulanabilirliğini göstermek amacıyla Aras Holding'in kargoculuk sektöründeki dalı olan Aras Cargo'nun, İç Anadolu Bölgesindeki en küçük yayılma haritasının oluşturulması sağlanacaktır. Bu sebeple kargonun maliyet kalemleri ve mevcut yayılma haritası dikkate alınacak verilerle, güncel karayolları ışığında hedeflenen amaca ulaşılmaya çalışılacaktır.

3.5.1. Aras Cargo A.Ş.'nin İç Anadolu Bölgesindeki Dağılımı

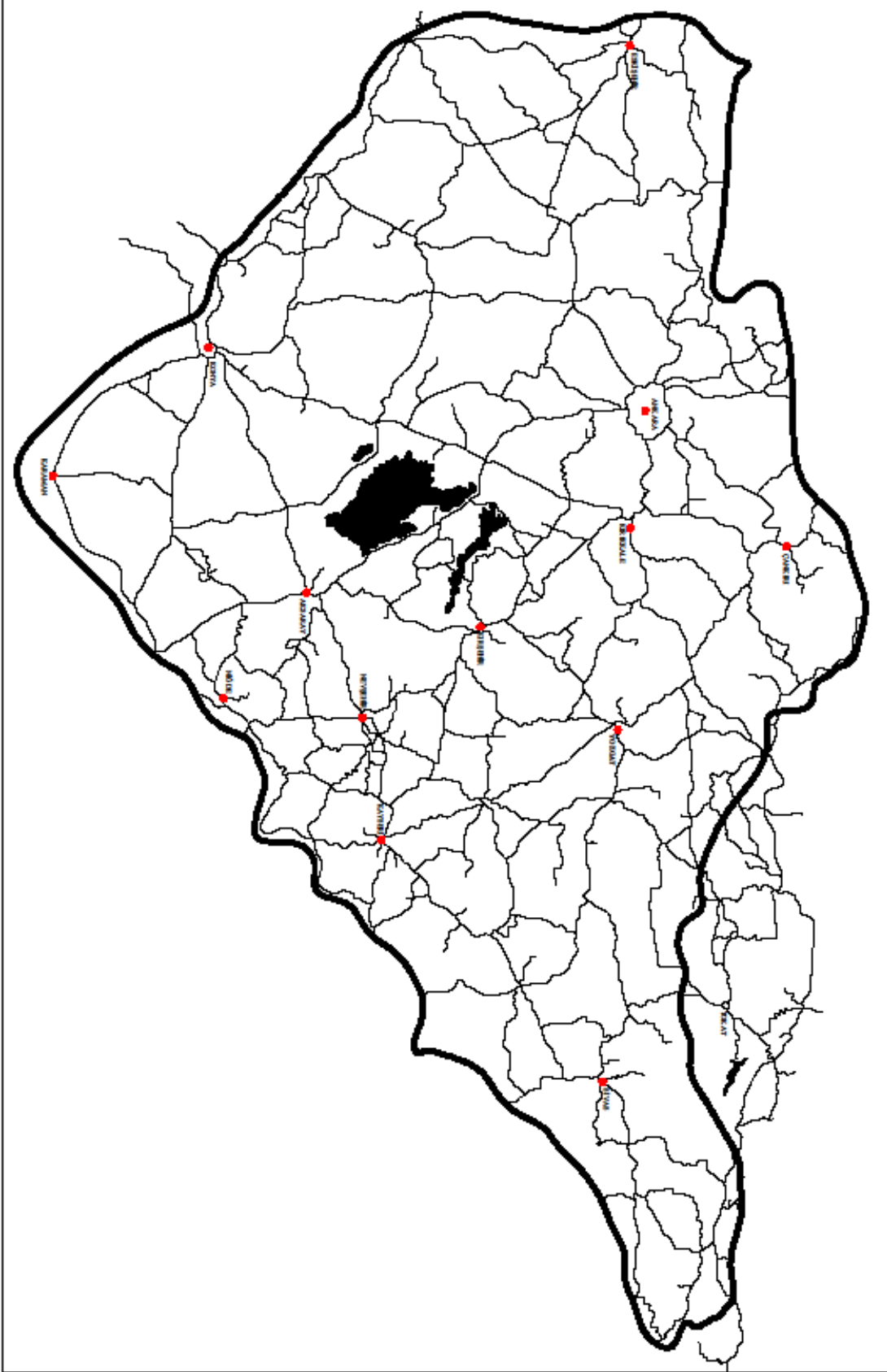
Yurt içinde birçok şubesi bulunan Aras Cargo A.Ş.'nin, Türkiye genelindeki mevcut yapılanması Harita 3.1.'de gösterilmiştir. Harita 3.2.'de ise kargoculuk faaliyetlerinde mevcut güzergâhlar dâhilinde ülke içerisindeki yayılması gösterilmektedir.



Harita 3.1. Türkiye Karayolları ve Aras Cargo A.Ş. Ulaşım Güzergâhı



Harita 3.2. Aras Cargo A.Ş.Türkiye Karayolları Ulaşım Güzergâhı



Harita 3.3. Aras Cargo A.Ş. İç Anadolu Bölgesi Karayolları Şebekesi

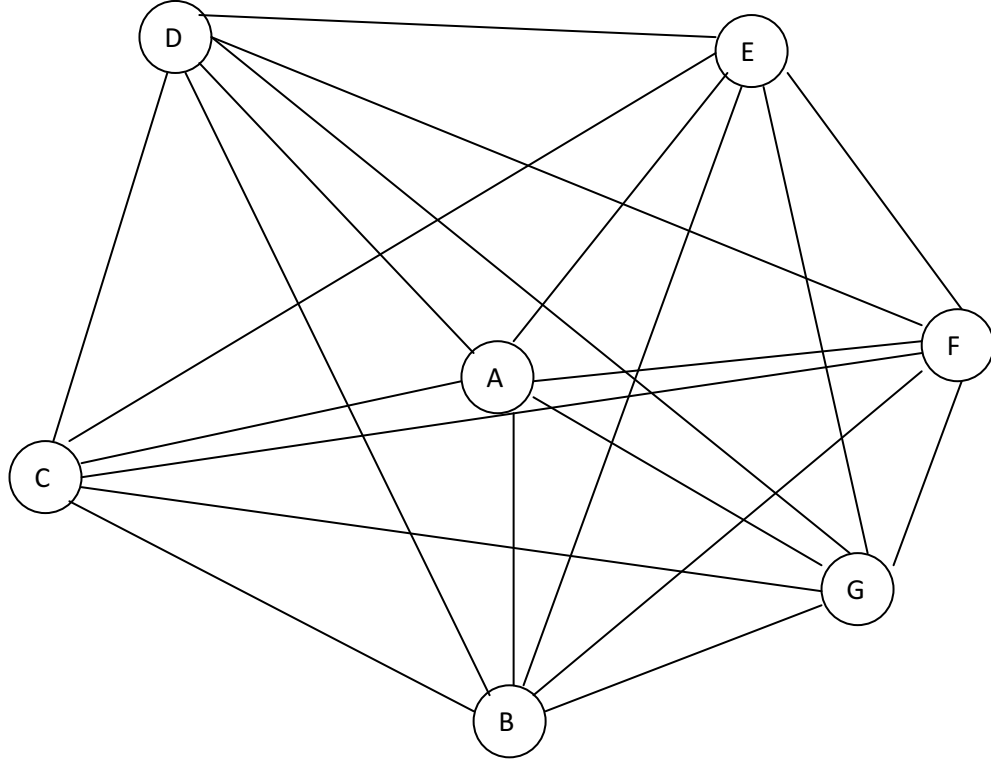
3.5.2. Uygulama

Çalışmada sadece İç Anadolu Bölgesi dikkate alınacaktır. Harita 3.3.'de İç Anadolu Bölgesi'ne ait mevcut karayolu şebekesi görülmektedir (www.kgm.gov.tr./10.04.2010). İç Anadolu Bölgesinde 13 tane il bulunmaktadır. Alfabetik sıraya göre bu illere ait mevcut şebeke ve her bir şebeke için minimum kapsayan ağaç algoritmaları aşağıdaki şekillerde görülmektedir. Kargoculuk faaliyetlerinde uzaklıklar ne olursa olsun dağıtım şehir merkezinden yapıldığı için çalışmamıza uygunluk açısından bu kıstas dikkate alınmıştır. Tablo 3.1.'de Aksaray iline ait il ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir.

Tablo 3.1. Aksaray İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

AKSARAY	Merkez (A)	Ağaçören (B)	Eskil(C)	Gülağaç(D)	Güzelyurt (E)	Ortaköy(F)
Merkez(A)						
Ağaçören(B)	81					
Eskil(C)	70	151				
Gülağaç(D)	44	125	111			
Güzelyurt(E)	49	130	119	33		
Ortaköy(F)	55	26	125	93	98	
Sarıyahşi(G)	106	25	176	144	149	51

Şekil 3.1.'de Aksaray iline ait mevcut şebeke görülmektedir. Bu şebeke merkez ilçe veya ilçelerden herhangi birinden diğer bir ilçeye gidilmek istendiğinde şematik olarak ne türlü alternatiflerin olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.1. Aksaray İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

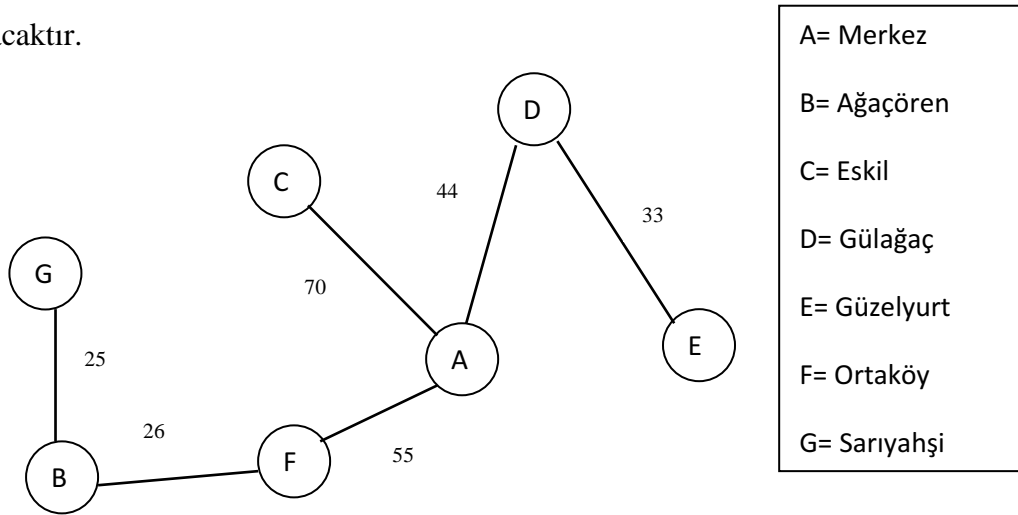
Merkez(A) noktasını başlangıç olarak kabul edersek tablodaki veriler dikkate alındığında Merkez(A)'e en kısa mesafenin Gülağaç(D) olduğu görülmektedir. Daha sonra Merkez(A) ile Gülağaç(D)'a eklenecek bir sonraki noktanın belirlenmesi için tabloya tekrar bakılır ve bu ilçeler içerisinde en kısa uzaklığın Güzelyurt(E)'a ait olduğu görülmektedir. Merkez(A) ile aralarındaki mesafe 49 km. dir. Ancak Gülağaç ile Güzelyurt arasındaki mesafe 33 km. olduğu için Güzelyurt ilçesi Gülağaç ilçesine bağlanır. Daha sonra Merkez, Gülağaç, Güzelyurt'a bağlanacak diğer ilçenin belirlenmesi için şebekeye eklenmeyen diğer ilçeler yeniden incelenir. Tablo dikkate

alındığında bu ilçenin Ortaköy(F) olduğu görülmektedir. Ortaköy (F)'ün Merkez(A)'e uzaklığı 55 km. olarak belirlenir. Merkeze bağlanır. Şebekeye eklenmeyen ilçeler yeniden incelendiğinde şebekeye en kısa mesafenin 26 km. ile Ağaçören(B) olduğu görülmektedir. Bu ilçede en kısa mesafede bulunduğu Ortaköy(F)'e bağlanır. Şebekeye eklenmeyen ilçeler arasında diğer en kısa mesafe Ağaçören(B)'e uzaklığı olan 51 km. ile Sarıyahşi(G) ilçesidir. Sarıyahşi(G) Ağaçören(B)'e eklenir. Şebekeye eklenmemiş tek ilçe Eski(C)'dir. En kısa mesafe ise Merkez(A)'e olan 70 km. uzaklıktır. Bu işlemler yapıldıktan sonra Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi Aksaray iline ait şebeke oluşur. Şebekeden anlaşılacağı üzere Aksaray ili için 3 ayrı araç gerekmektedir. Bu araçlar ile minimum km. mesafesi ile Aksaray ili ve ilçeleri arasında en az km. kat ederek her ilçeye ulaşılabilir.

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$AD+DE+AC+AF+FB+BG= 44+33+70+55+26+25=253 \text{ km.}$$

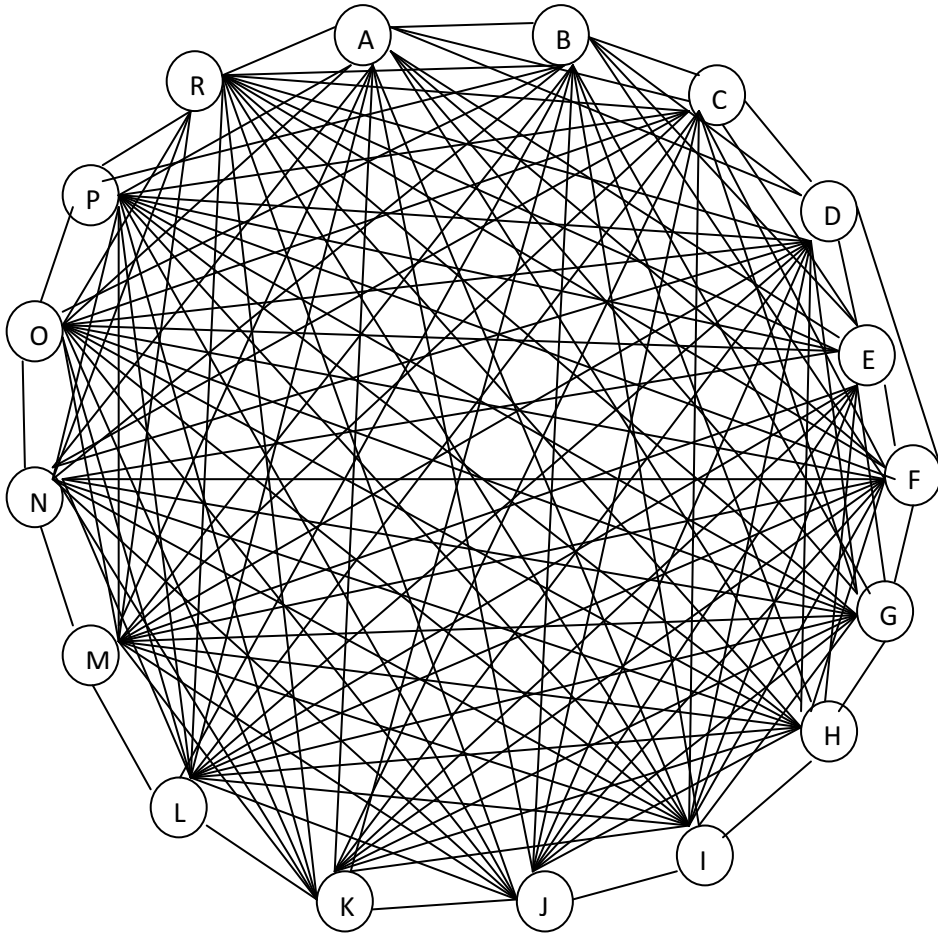
olacaktır.



Şekil 3. 2. Aksaray İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Tablo 3.2. Ankara İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

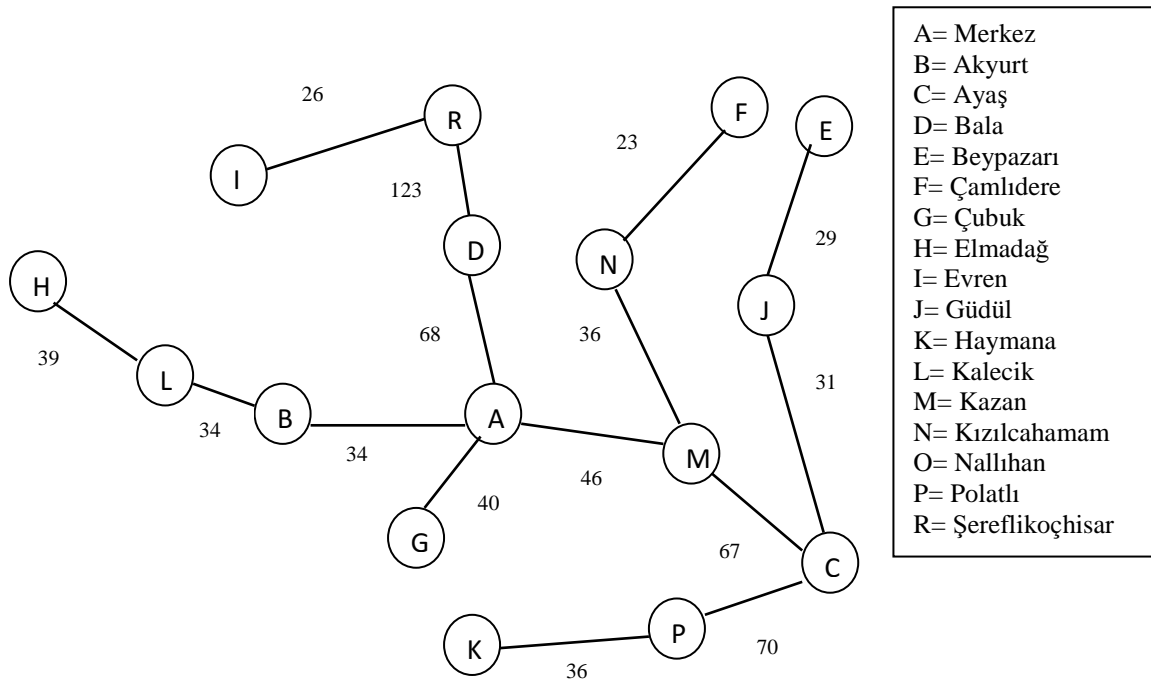
ANKARA	Merkez (A)	Akyurt (B)	Ayaş (C)	Bala (D)	Beypazarı (E)	Çamlıdere (F)	Çubuk (G)	Elmadag (H)	Evren (I)	Güdül (J)	Haymana (K)	Kalecik (L)	Kazan (M)	Kızılcahamam (N)	Nallıhan (O)	Polath (P)
Akyurt(B)	34															
Ayaş(C)	57	90														
Bala(D)	68	103	125													
Beypazarı(E)	99	126	42	162												
Çamlıdere(F)	94	130	124	166	105											
Çubuk(G)	40	35	96	109	132	136										
Elmadag(H)	41	68	96	107	133	137	74									
Evren(I)	177	205	227	149	264	268	211	179								
Güdül(J)	89	115	31	151	29	76	121	122	253							
Haymana(K)	75	100	122	101	159	163	106	104	170	148						
Kalecik(L)	67	34	124	124	160	164	70	39	189	149	134					
Kazan(M)	46	74	67	110	104	56	80	81	212	85	107	108				
Kızılcahamam(N)	77	110	103	146	85	23	116	117	248	56	143	144	36			
Nallıhan(O)	158	180	96	216	54	159	186	187	318	83	172	214	158	139		
Polath(P)	77	110	70	139	102	159	117	115	241	91	36	145	103	139	137	
Şereflikoçhisar(R)	147	179	201	123	238	242	185	153	26	227	144	163	186	222	292	215



Şekil 3.3. Ankara İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

Yukarıda ki Tablo 3.2. Ankara iline ait ilçe ve ilçeler arası uzaklıkları kilometre cinsinden göstermektedir. Şekil 3.3.' de ise alternatif yolların tamamı görülmektedir. Ankara için; Merkez(A) noktasını başlangıç olarak kabul edersek tablodaki veriler dikkate alındığında Merkez(A)'e en kısa mesafenin Akyurt(B) olduğu görülmektedir. Daha sonra Merkez(A) ve Akyurt(B)'a en kısa mesafe diğer ilçeler arasından tablo yardımı ile belirlenmeye çalışılır. Şebekede Akyurt(B)'a Kalecik(L) ilçesi dâhil edilir. Artık Merkez Kalecik ve Akyurt ilçelerine en kısa mesafeye bakılır. Akyurt(B)'a daha sonra Çubuk(G) eklenir. Artık şebeke dört ilçeden oluşmaktadır. Şebeke dâhilinde

olmayan diğer ilçelerden şebekeye en kısa ilçe olan Elmadağ(H) Kalecik(L)'e eklenir. Diğer en kısa ilçe ise Merkez(A) ve Kazan(M) arası olacaktır. Daha sonra Kızılcahamam(N) ilçesi Kazan(M) ilçesine bağlanacaktır. Bu adımdan sonra Çamlıdere(F) ilçesi Kızılcahamam(N) ilçesine bağlanacaktır. Bir sonraki ilçe ise Ayaş(C) olacak ve Ayaş(C), Kazan(M)'a eklenecektir. Daha sonra Bala(D) ilçesi Merkez(A)'e eklenecektir. Kalan ilçelerden en kısa bağlanmamış ilçe olan Gündül(J) Ayaş(C) ilçesine eklenecektir. Ardından Beypazarı(E), Gündül(J) ilçesine eklenecek ve daha sonra Nallıhan(O)'da Beypazarı(E)'na eklenecektir. Şebeke dâhilinde olmayan ilçelerden en kısa mesafe ile şebekeye eklenen ilçe Polatlı(P) olacak ve Ayaş(C)'a eklenecektir. Ardından Haymana(K) Polatlı(P) ilçesine eklenecektir. Yine kalan ilçelere bakıldığında Şereflikoçhisar(R) Bala(D)'ya eklenecektir. Şebekeye eklenmeyen tek ilçe Evren(I) ilçesidir. Bu ilçede en kısa Şereflikoçhisar(R)'a bağlandığında şebeke tamamlanmış olacaktır. Aşağıda Ankara iline ait şebeke Şekil 3.4.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Ankara İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

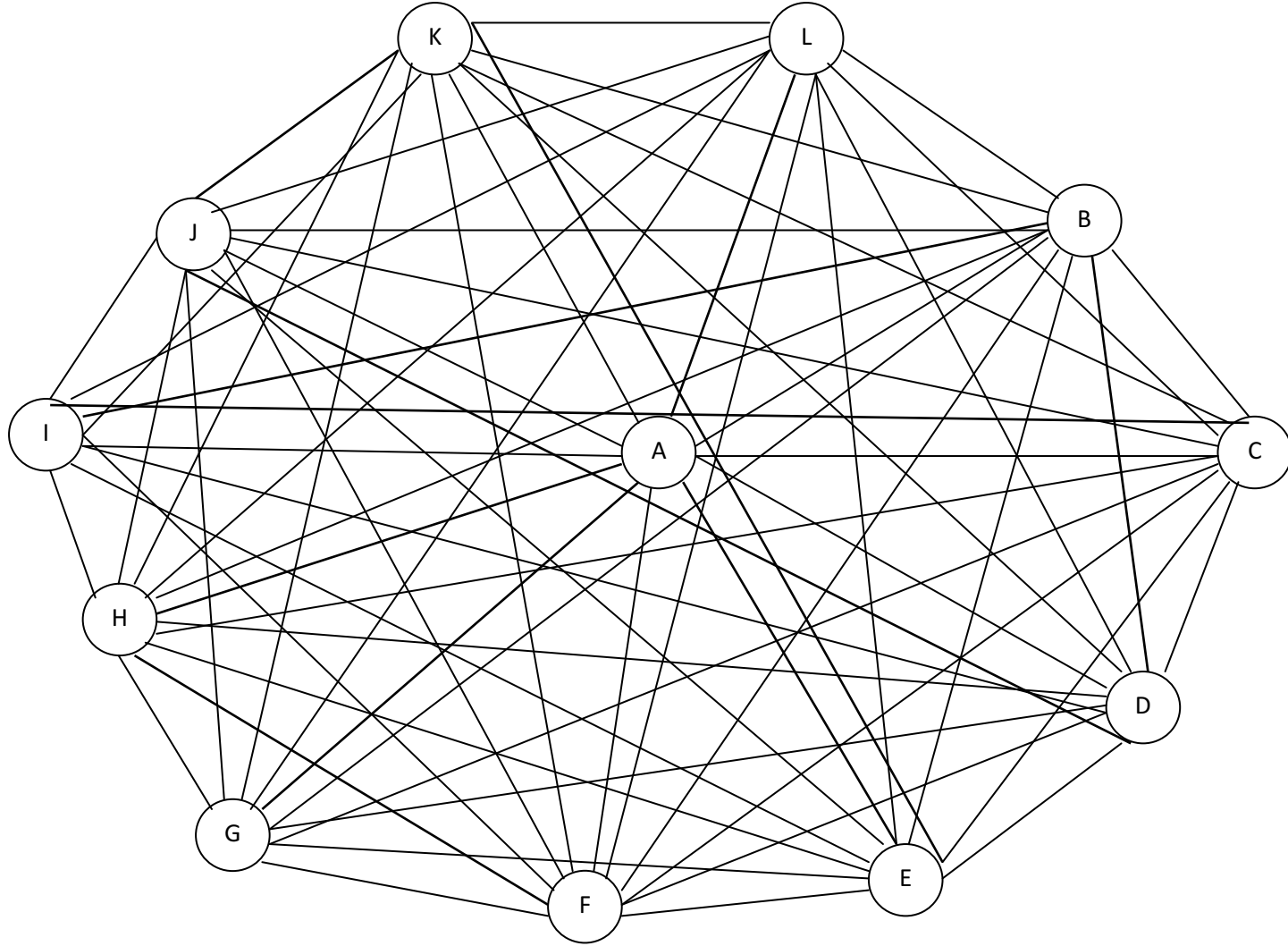
HL+LB+AG+BA+AD+DR+RI+AM+MC+CP+PK+CJ+JE+MN+NF=

39 +34+ 40 + 34+ 68+123+26+ 46+67+70+36+31+29+36+23=702 km. dir.

Tablo 3.3. Çankırı İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

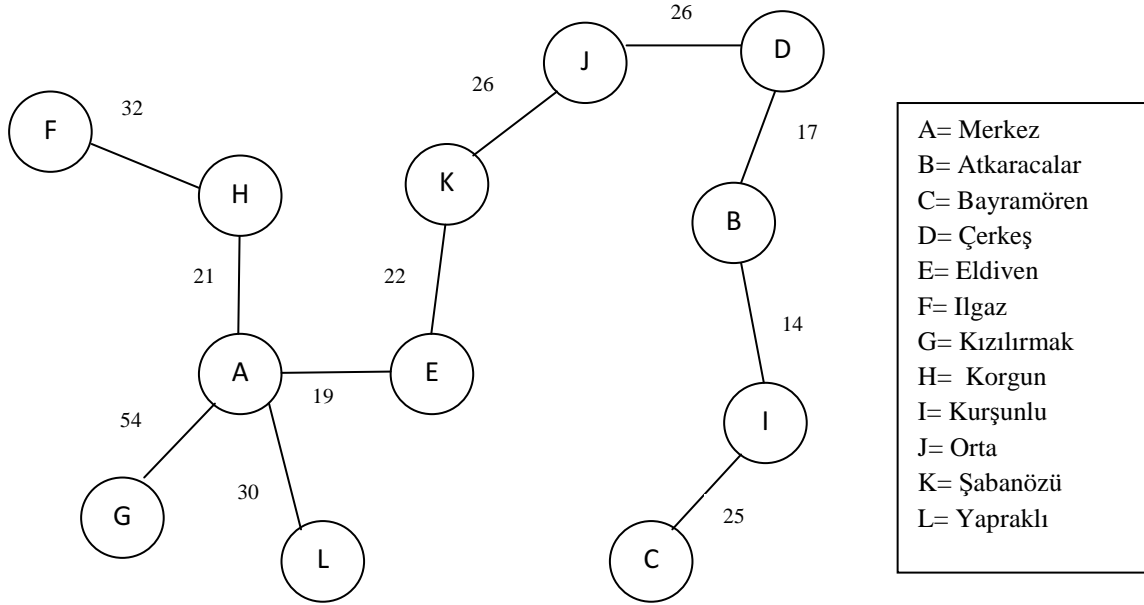
ÇANKIRI	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)
Atkaracalar (B)	68										
Bayramören (C)	77	37									
Çerkeş (D)	85	17	54								
Eldiven (E)	19	31	96	83							
Ilgaz (F)	53	51	88	68	72						
Kızılırmak (G)	54	120	131	139	65	107					
Korgun (H)	21	45	56	64	40	32	75				
Kurşunlu (I)	52	14	25	33	71	35	106	31			
Orta (J)	67	31	68	26	48	90	113	76	45		
Şabanözü (K)	41	57	93	62	22	94	87	62	71	26	
Yapraklı (L)	30	96	107	115	49	83	84	51	82	97	71

Çankırı ili için Tablo 3.3.' de km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Şekil 3.5. ise mevcut olabilecek güzergâhları ifade etmektedir.



Şekil 3.5. Çankırı İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

Daha önceki iller için yapılan işlemlerin benzerleri Çankırı iline de uygulandığı zaman Şekil 3.6.' da ki şebeke oluşacaktır.



Şekil 3.6. Çankırı İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

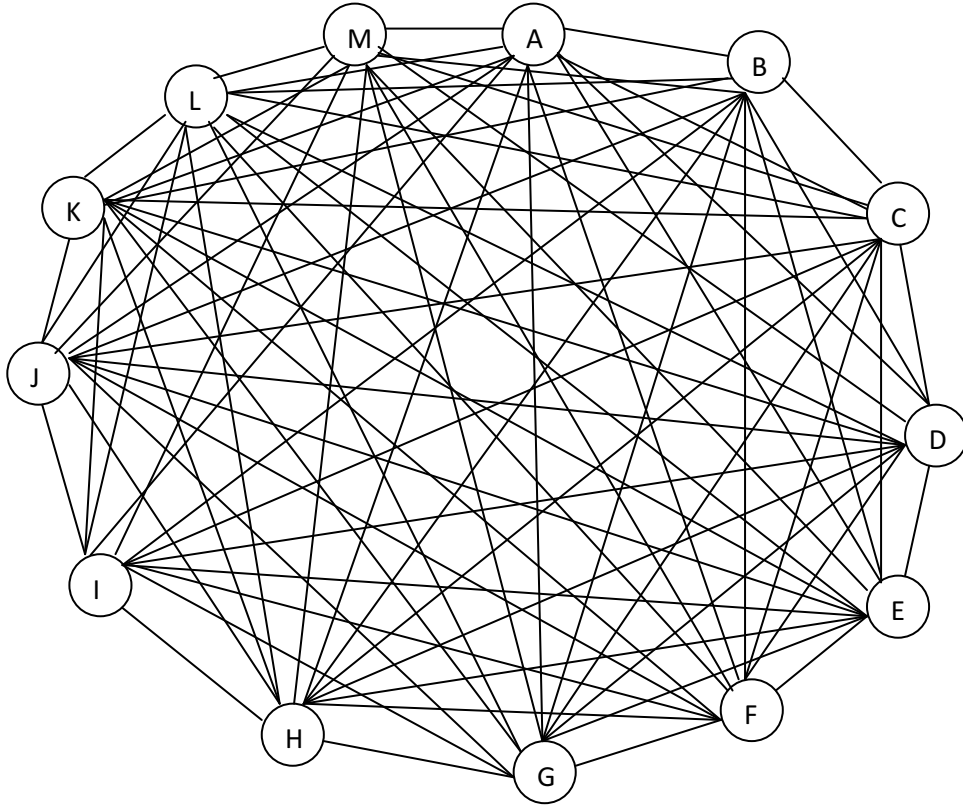
$$FH+HA+AG+AL+AE+EK+KJ+JD+DB+BI+IC=$$

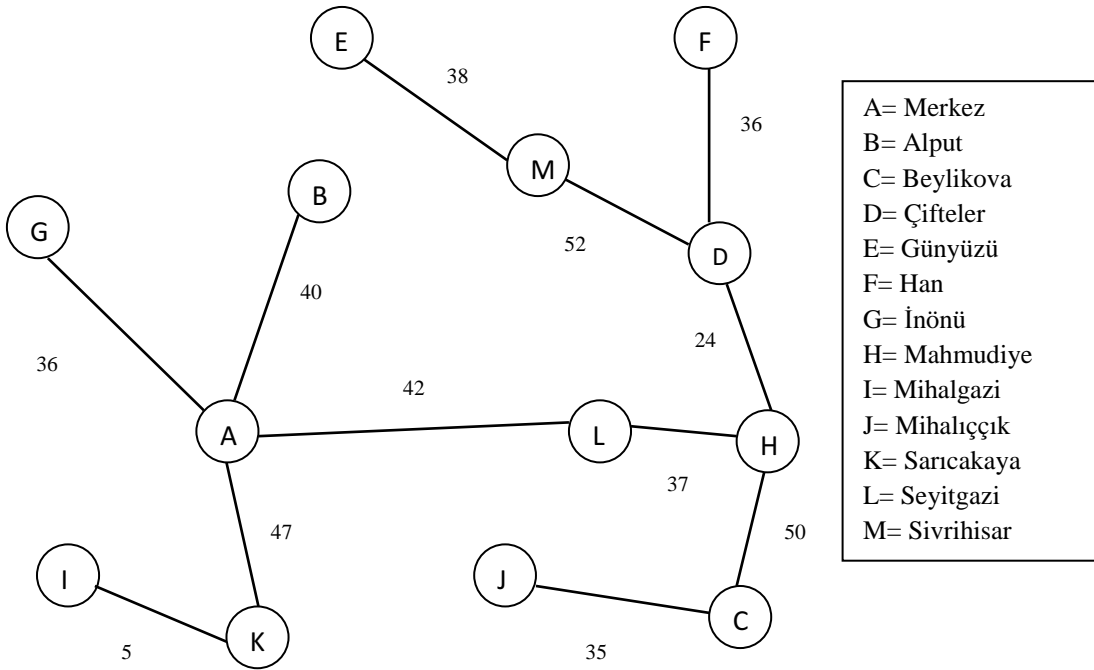
$$32+21+54+30+19+22+26+26+17+14+25=286 \text{ km dir.}$$

Tablo 3.4. Eskişehir İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

ESKİŞEHİR	Merkez (A)	Alpu (B)	Beylikova (C)	Çifteler (D)	Günyüzü (E)	Han (F)	İnönü (G)	Mahmudiye (H)	Mihalgazi (I)	Mihalçık (J)	Sarıcakaya (K)	Seyitgazi (L)
Alpu(B)	40											
Beylikova(C)	77	55										
Çifteler(D)	64	106	51									
Günyüzü(E)	134	156	101	90								
Han(F)	105	147	92	36	126							
İnönü(G)	36	76	113	100	170	141						
Mahmudiye(H)	53	83	50	24	107	52	89					
Mihalgazi(I)	52	92	129	116	186	157	88	105				
Mihalçık(J)	92	52	35	86	81	126	128	85	144			
Sarıcakaya(K)	47	87	124	111	181	152	83	100	5	139		
Seyitgazi(L)	42	82	63	48	120	89	78	37	94	98	89	
Sivrihisar(M)	96	115	63	52	38	93	132	69	148	63	147	82

Eskişehir ili için Tablo 3.4.'de km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Eskişehir ili mevcut yolları dikkate alındığında Şekil 3.7.' de ki gibi yol seçenekleri mevcuttur. Daha önceki iller için yapılan işlemlerin benzerleri Eskişehir iline de uygulandığı zaman Şekil 3.8.'de ki şebeke oluşacaktır.

**Şekil 3.7.** Eskişehir İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi



Şekil 3.8. Eskişehir İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

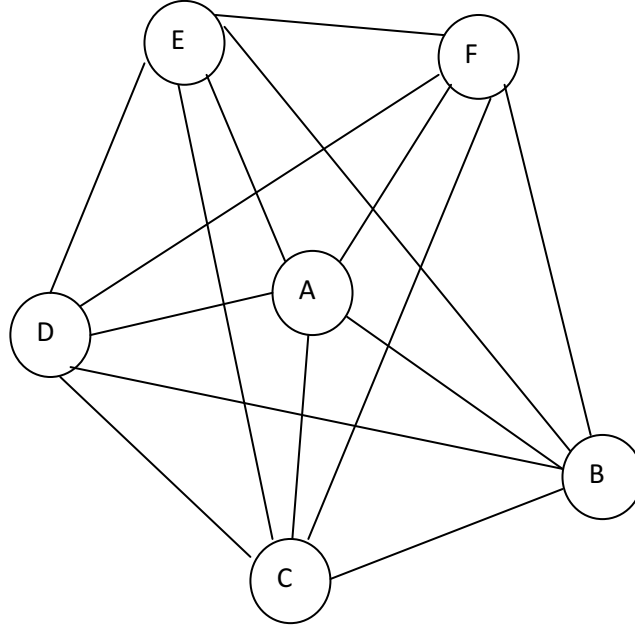
$$GA+BA+IK+KA+AL+LH+HC+CJ+HD+DF+DM+ME=$$

$$36+40+5+47+42+37+50+35+24+36+52+38=442 \text{ km. dir.}$$

Tablo 3.5. Karaman İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

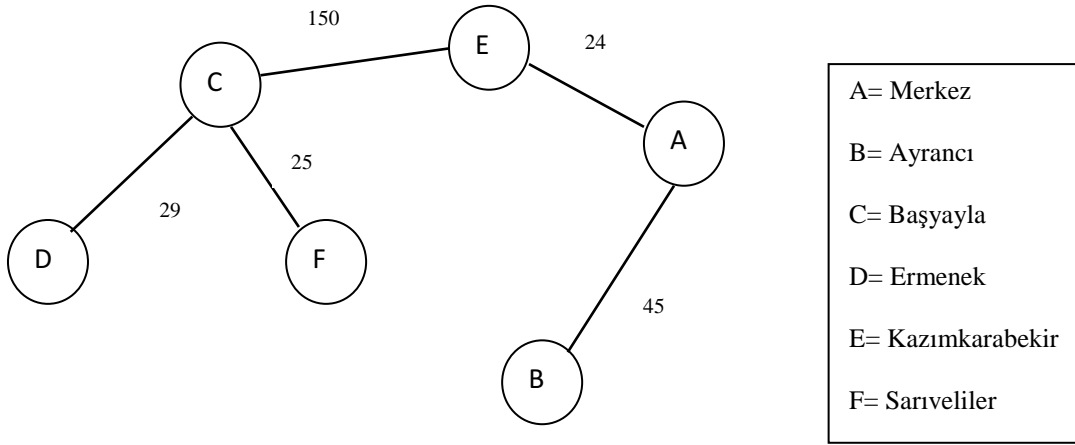
KARAMAN	Merkez(A)	Ayrancı(B)	Başyayla(C)	Ermenek(D)	Kâzımkarabekir(E)
Ayrancı(B)	45				
Başyayla(C)	169	213			
Ermenek(D)	163	208	29		
Kâzımkarabekir(E)	24	69	150	181	
Sarıveliler(F)	170	215	25	46	151

Karaman ili için Tablo 3.5.'de km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Karaman ili mevcut yolları dikkate alındığında Şekil3.9.'da ki yol seçenekleri mevcuttur.



Şekil 3.9. Karaman İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

Daha önceki iller için yapılan işlemlerin benzerleri Karaman iline de uygulandığı zaman Şekil 3.10.' da ki şebeke oluşacaktır. Yani yapılan algoritma bu ile ait en optimal yayılmayı sağlayabilecektir.



Şekil 3.10. Karaman İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$DC+FC+CE+EA+AB= 29+25+150+24+45= 273 \text{ km. dir.}$$

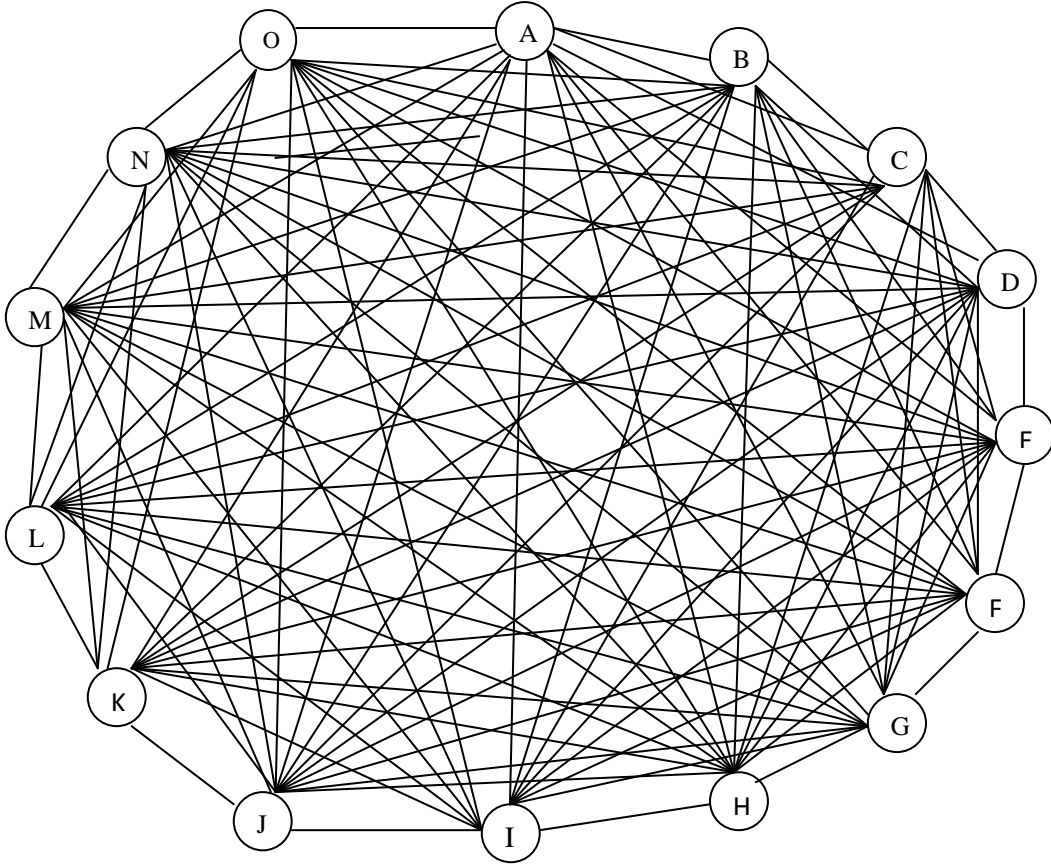
Kayseri ili için Tablo 3.6.'de km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Kayseri ili mevcut yolları dikkate alındığında Şekil 3.11.'de görülen yol seçenekleri mevcuttur. Daha önceki iller için yapılan işlemlerin benzerleri Kayseri iline de uygulandığı zaman Şekil 3.12.' de ki şebeke oluşacaktır. Algoritma tamamlandıktan sonra mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$EH+HB+BI+HC+CA+AL+AG+GO+AF+FD+DN+DM+MI+IK=$$

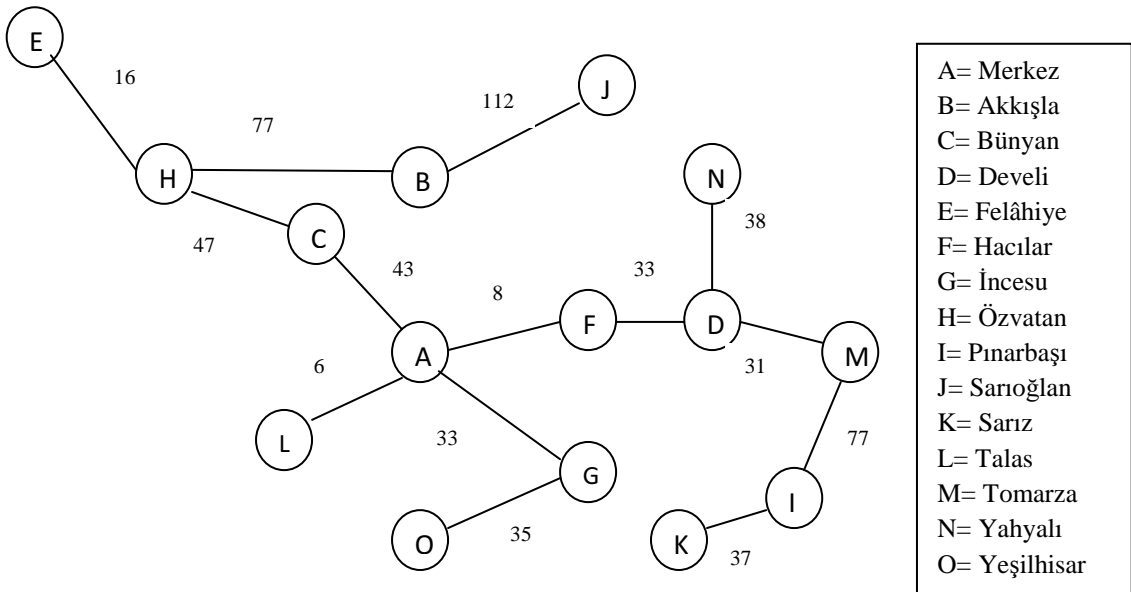
$$16+77+112+47+43+6+33+35+8+33+38+31+77+37=593 \text{ km. dir.}$$

Tablo 3.6. Kayseri İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

KAYSERİ	Merkez (A)	Akkişla (B)	Bünyan (C)	Develi (D)	Felâhiye (E)	Hacılar (F)	İncesu (G)	Özvatan (H)	Pınarbaşı (I)	Sarıoğlan (J)	Sarız (K)	Talas (L)	Tomarza (M)	Yahyalı (N)
Akkişla (B)	79													
Bünyan (C)	43	50												
Develi (D)	40	83	93											
Felâhiye (E)	62	94	57	102										
Hacılar (F)	8	87	51	33	70									
İncesu (G)	33	112	76	54	96	41								
Özvatan (H)	78	77	47	118	16	86	105							
Pınarbaşı (I)	91	112	109	107	120	99	131	109						
Sarıoğlan (J)	61	24	61	101	78	69	98	61	96					
Sarız (K)	128	149	146	107	157	136	168	146	37	133				
Talas (L)	6	85	49	46	68	14	39	84	97	67	134			
Tomarza (M)	71	135	62	31	115	64	85	108	77	117	114	77		
Yahyalı (N)	87	166	130	38	149	79	88	165	145	148	145	93	69	
Yeşilhisar (O)	66	145	109	51	128	58	35	140	164	127	158	72	74	41



Şekil 3.11. Kayseri İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

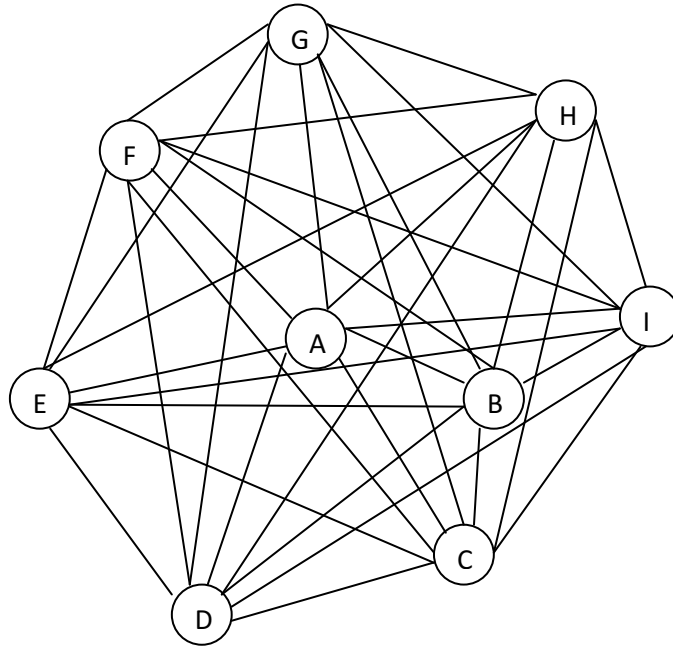


Şekil 3.12. Kayseri İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

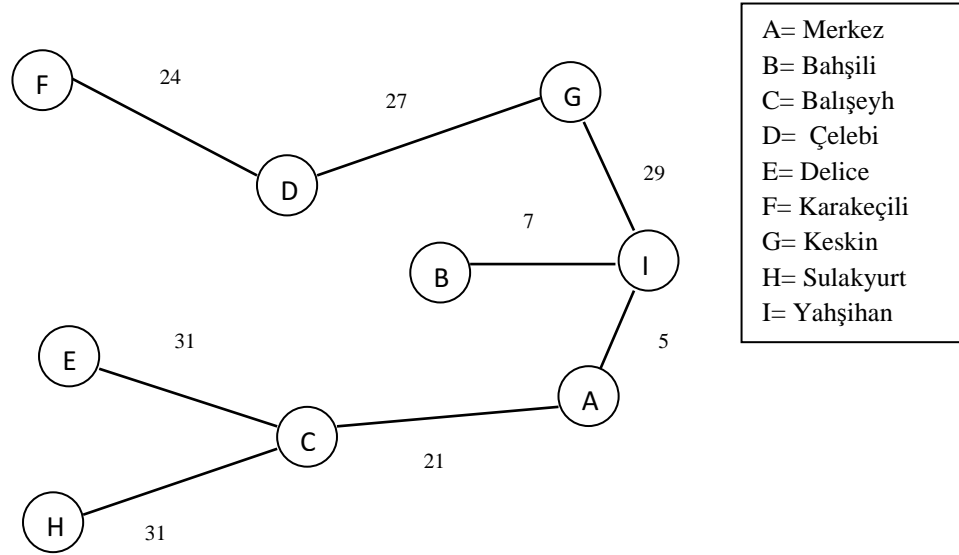
Tablo 3.7. Kırıkkale İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

KIRIKKALE	Merkez (A)	Bahşili (B)	Balışeyh (C)	Çelebi (D)	Delice (E)	Karakeçili (F)	Keskin (G)	Sulakyurt (H)
Bahşili (B)	9							
Balışeyh (C)	21	30						
Çelebi (D)	57	52	78					
Delice (E)	52	61	31	85				
Karakeçili (F)	39	30	60	24	91			
Keskin (G)	30	25	51	27	58	41		
Sulakyurt (H)	52	61	31	109	62	91	82	
Yahşihan (I)	5	7	26	56	57	38	29	57

Kırıkkale ili için Tablo 3.7.'de km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Kırıkkale ili mevcut yolları dikkate alındığında Şekil 3.13.'de ki yol seçenekleri mevcuttur.

**Şekil 3.13.** Kırıkkale İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

Daha önceki iller için yapılan işlemlerin benzerleri Kırıkkale iline de uygulandığı zaman Şekil 3.14.' de ki şebeke oluşacaktır.



Şekil 3.14. Kırıkkale İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

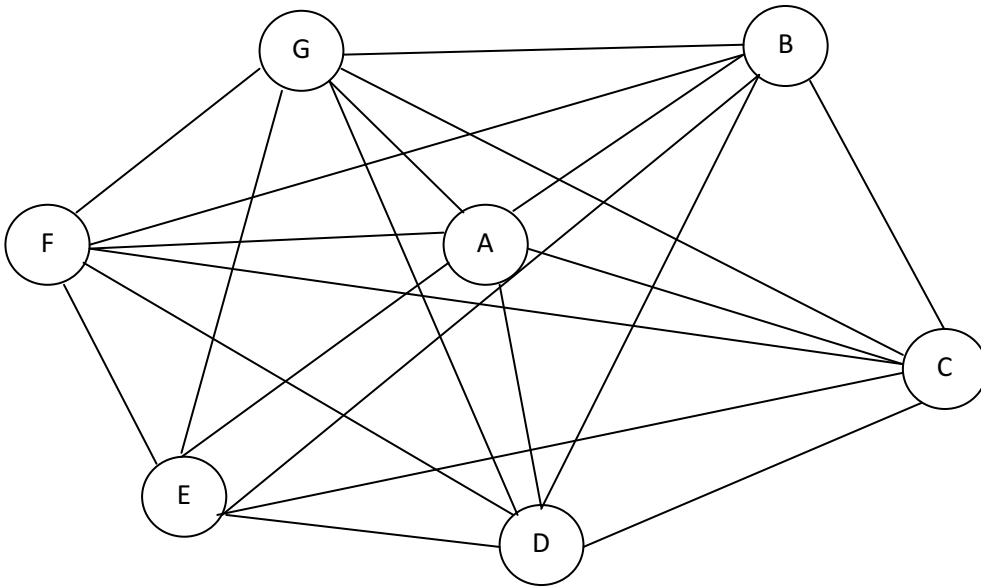
Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

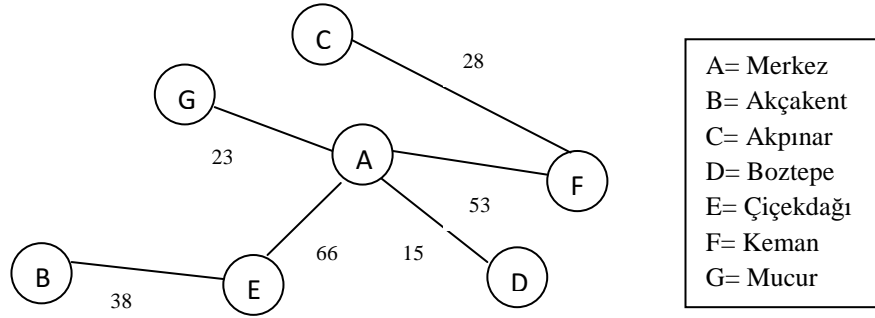
$$FD+DG+GI+IB+IA+AC+CE+CH=24+27+29+7+5+21+31+31=175 \text{ km. dir.}$$

Tablo 3.8. Kırşehir İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

KIRŞEHİR	Merkez(A)	Akçakent(B)	Akpınar(C)	Boztepe(D)	Çiçekdağı(E)	Keman(F)
Akçakent(B)	65					
Akpınar(C)	40	77				
Boztepe(D)	15	80	55			
Çiçekdağı(E)	66	38	78	81		
Keman(F)	53	90	28	68	91	
Mucur(G)	23	88	63	38	89	76

Kırşehir ili için Tablo 3.8.'de km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Şekil 3.15. ise mevcut olabilecek güzergâhları ifade etmektedir. Daha önceki iller için yapılan işlemlerin benzerleri Kırşehir iline de uygulandığı zaman Şekil 3.16.' da ki şebeke oluşacaktır.

**Şekil 3.15.** Kırşehir İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi



Şekil 3.16. Kırşehir İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

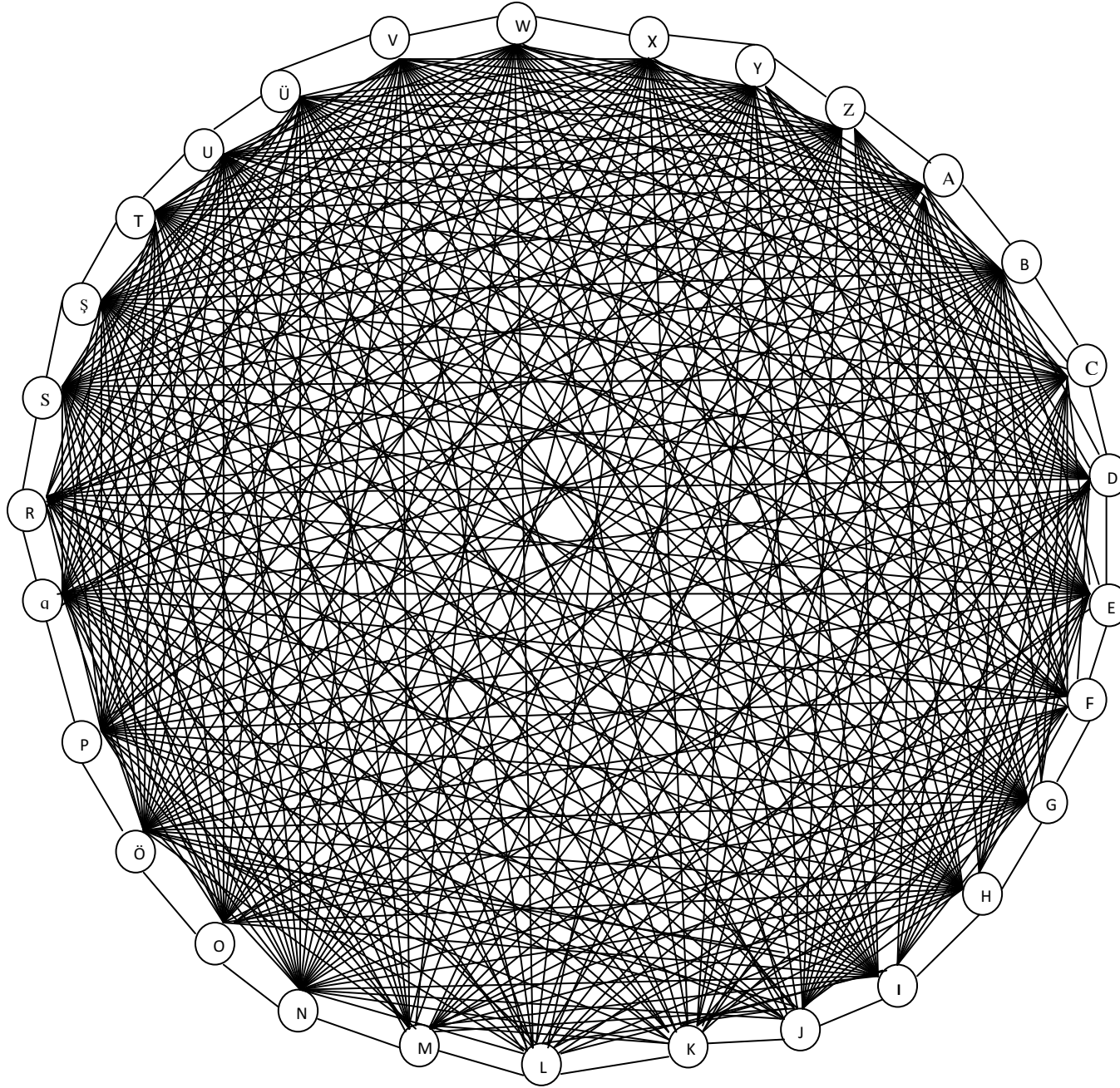
Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$GA+BE+EA+AD+AF+FC= 23+38+66+15+53+28=223 \text{ km. dir.}$$

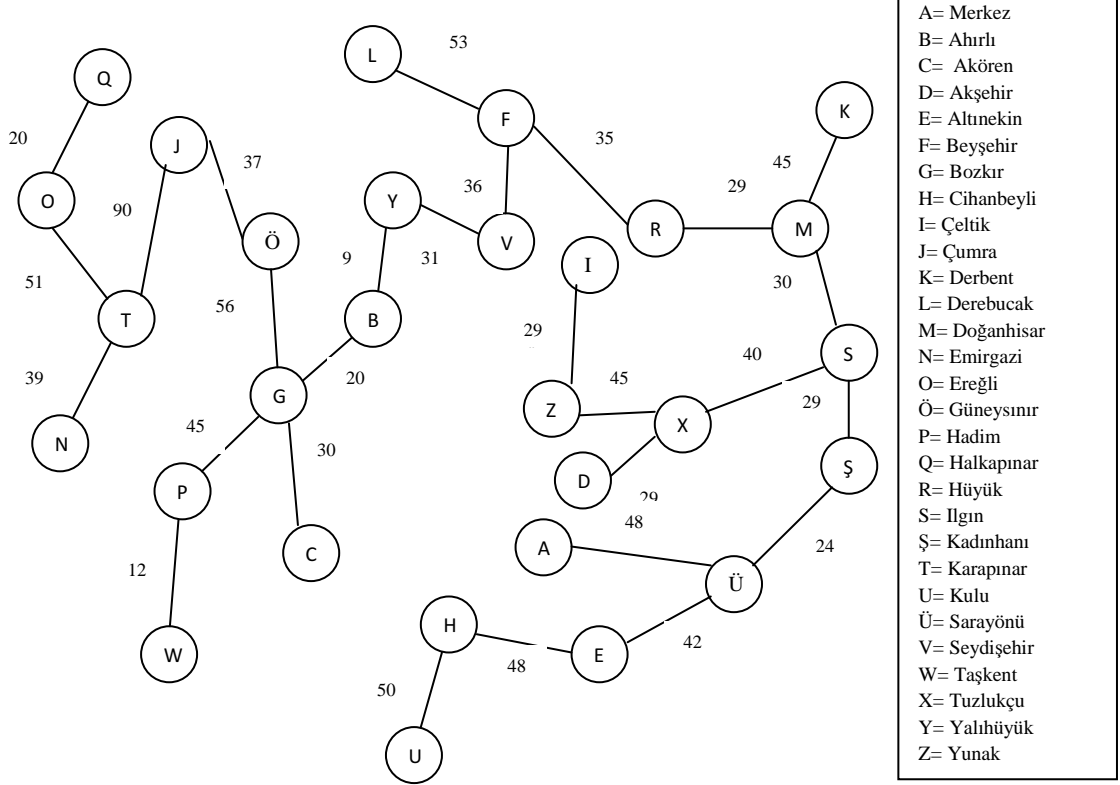
Konya ili için Tablo 3.9.'da km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Şekil 3.17. ise mevcut olabilecek güzergâhları ifade etmektedir. Daha önceki iller için uygulanan en kısa yayılan ağaç algoritması modelinin ilerleme aşamaları Konya ili için de uygulandığında Şekil 3.18.' de ki şebeke oluşacaktır.

Tablo 3.9. Konya İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

KONYA	Merkez (A)	Ahırhı (B)	Akören (C)	Akşehir (D)	Altınekin (E)	Beysşehir (F)	Bozkır (G)	Cihanbeyli (H)	Çeltik (I)	Çumra (J)	Derbent (K)	Derebuca (L)	Doğanhisar (M)	Emirgazi (N)	Ereğli (O)	Güneşınır (Ö)	Hadım (P)	Halkapınar (Q)	Hüyük (R)	Iğın (S)	Kadınhanı (Ş)	Karapınar (T)	Kulu (U)	Sarayönü (Ü)	Seydişehir (V)	Taşkent (W)	Tuzlukçu (X)	Yalıhüyük (Y)	Yunak (Z)
Ahırhı(B)	119																												
Akören(C)	68	51																											
Akşehir(D)	131	173	199																										
Altınekin (E)	65	184	125	126																									
Beysşehir(F)	90	72	99	102	155																								
Bozkır(G)	129	20	30	186	176	84																							
Cihanbeyli (H)	98	219	157	157	48	187	208																						
Çeltik(I)	192	262	260	89	187	193	281	138																					
Çumra(J)	60	96	46	184	116	144	89	148	244																				
Derbent(K)	76	122	144	86	141	50	133	173	165	135																			
Derebuca (L)	140	98	125	155	208	53	110	240	250	171	103																		
Doğanhisar (M)	103	136	163	141	127	64	148	159	129	184	45	117																	
Emirgazi (N)	141	225	175	266	189	222	118	206	344	129	217	282	244																
Ereğli(O)	153	212	187	278	201	243	192	218	356	141	229	294	256	84															
Güneşınır (Ö)	85	76	63	210	142	135	56	174	268	37	161	165	188	166	136														
Hadım(P)	137	65	96	231	192	124	45	224	326	95	179	155	192	211	191	62													
Halkapınar (Q)	173	228	198	297	221	263	208	238	376	161	249	314	276	104	20	152	207												
Hüyük(R)	96	107	134	70	156	35	119	188	158	155	56	88	29	237	249	174	164	269											
Iğın(S)	89	115	157	44	97	83	167	129	114	142	51	136	30	224	236	168	212	256	59										
Kadınhanı (Ş)	58	177	125	71	66	112	171	98	137	111	80	165	59	193	205	137	187	225	88	29									
Karapınar (T)	102	186	136	227	150	192	179	167	305	90	178	243	205	39	51	127	187	59	198	185	154								
Kulu(U)	148	267	216	197	99	237	259	50	188	199	231	291	210	259	271	225	275	291	239	180	149	220							
Sarayönü (Ü)	48	167	116	84	42	132	161	74	157	98	106	191	85	183	195	127	177	205	114	55	24	144	125						
Seydişehir (V)	107	36	63	138	164	36	48	199	233	109	86	62	100	231	239	103	93	255	71	119	152	192	250	152					
Taşkent(W)	146	77	108	243	202	136	57	233	338	105	191	167	204	221	201	72	12	217	176	224	197	197	284	187	105				
Tuzlukçu (X)	127	155	195	29	135	123	207	162	74	149	91	176	70	262	274	206	252	294	99	40	67	223	194	93	159	264			
Yalıhüyük (Y)	114	9	46	169	171	67	51	203	264	92	117	93	131	221	233	76	66	228	102	150	166	182	254	156	31	78	190		
Yunak(Z)	171	233	239	60	166	168	252	117	29	194	136	221	101	307	319	218	297	329	144	85	112	266	167	136	204	309	45	235	



Şekil 3.17. Konya İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi



Şekil 3.18. Konya İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

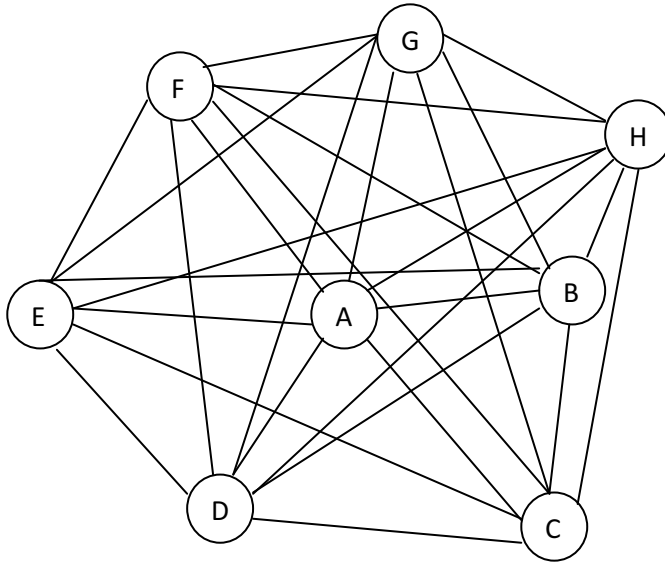
$$\begin{aligned}
 & \text{QO} + \text{OT} + \text{NT} + \text{TJ} + \text{JÖ} + \text{ÖG} + \text{GC} + \text{GP} + \text{PW} + \text{GB} + \text{BY} + \text{YV} + \text{VF} + \text{FL} + \text{FR} + \text{RM} + \text{MK} \\
 & + \text{MS} + \text{SX} + \text{XD} + \text{XZ} + \text{ZI} + \text{SŞ} + \text{ŞÜ} + \text{ÜA} + \text{ÜE} + \text{EH} + \text{HU} = \\
 & 20 + 51 + 39 + 90 + 37 + 56 + 30 + 45 + 12 + 20 + 9 + 31 + 36 + 53 + 35 + 29 + 45 + 30 + 40 + 29 + 45 + \\
 & 29 + 29 + 24 + 48 + 42 + 48 + 50 = 1052 \text{ km. dir.}
 \end{aligned}$$

Nevşehir ili için Tablo 3.10.'da km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir.

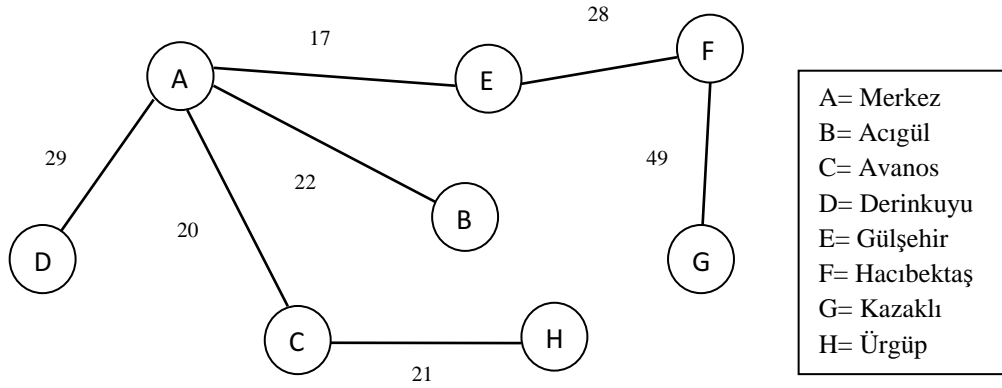
Tablo 3.10. Nevşehir İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

NEVŞEHİR	Merkez(A)	Acıgöl(B)	Avanos(C)	Derinkuyu(D)	Gülşehir(E)	Hacıbektaş(F)	Kazaklı(G)
Acıgöl(B)	22						
Avanos(C)	20	42					
Derinkuyu(D)	29	51	49				
Gülşehir(E)	17	39	27	46			
Hacıbektaş(F)	45	67	53	74	28		
Kazaklı(G)	92	114	72	121	75	49	
Ürgüp(H)	23	45	21	52	40	68	92

Bu il içerisinde oluşturulabilecek alternatif yollar Şekil 3.19.'da gösterilmiştir. Daha önceki iller için uygulanan en kısa yayılan ağaç algoritması modelinin ilerleme aşamaları Nevşehir ili için de uygulandığında Şekil 3.20.' de ki şebeke oluşacaktır.



Şekil 3.19. Nevşehir İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi



Şekil 3.20. Nevşehir İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

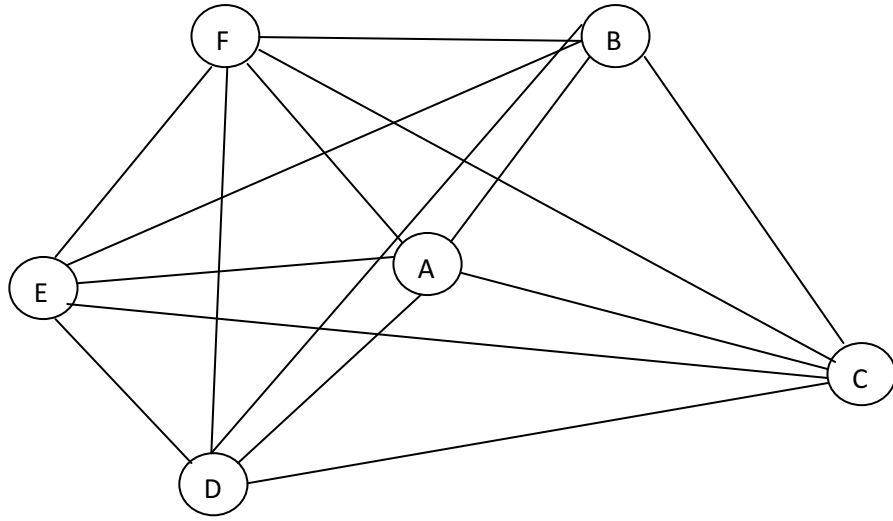
Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$DA+AC+CH+AB+AE+EF+FG= 29+20+21+22+17+28+49 = 186 \text{ km. dir.}$$

Tablo 3.11. Niğde İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

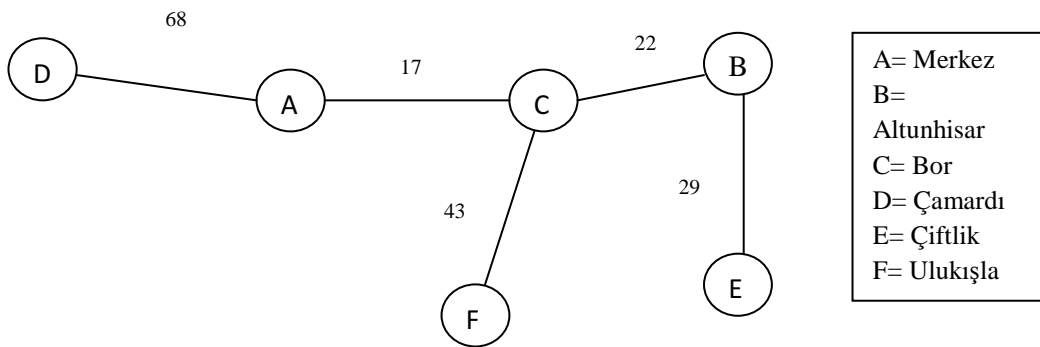
NİĞDE	Merkez(A)	Altunhisar(B)	Bor(C)	Çamardı(D)	Çiftlik(E)
Altunhisar(B)	37				
Bor(C)	17	22			
Çamardı(D)	68	101	118		
Çiftlik(E)	39	29	50	107	
Ulukışla(F)	56	64	43	120	95

Niğde ili için Tablo 3.11.'de km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Bu il içerisinde oluşturulabilecek alternatif yollar Şekil 3.21.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.21. Niğde İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

Daha önceki iller için uygulanan en kısa yayılan ağaç algoritması modelinin ilerleme aşamaları Niğde ili için de uygulandığında Şekil 3.22.'de ki şebeke oluşacaktır.



Şekil 3.22. Niğde İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

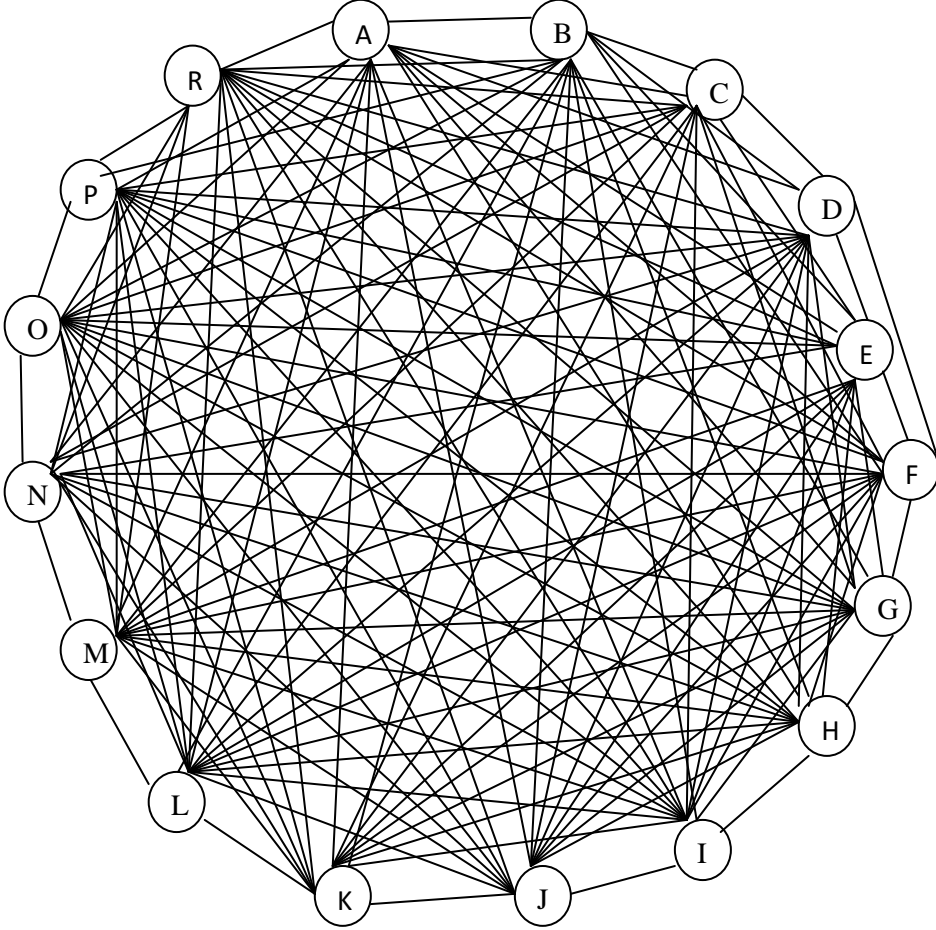
Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$DA+AC+CB+BE+CF = 68+17+22+29+43 = 179 \text{ km. dir.}$$

Tablo 3.12. Sivas İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

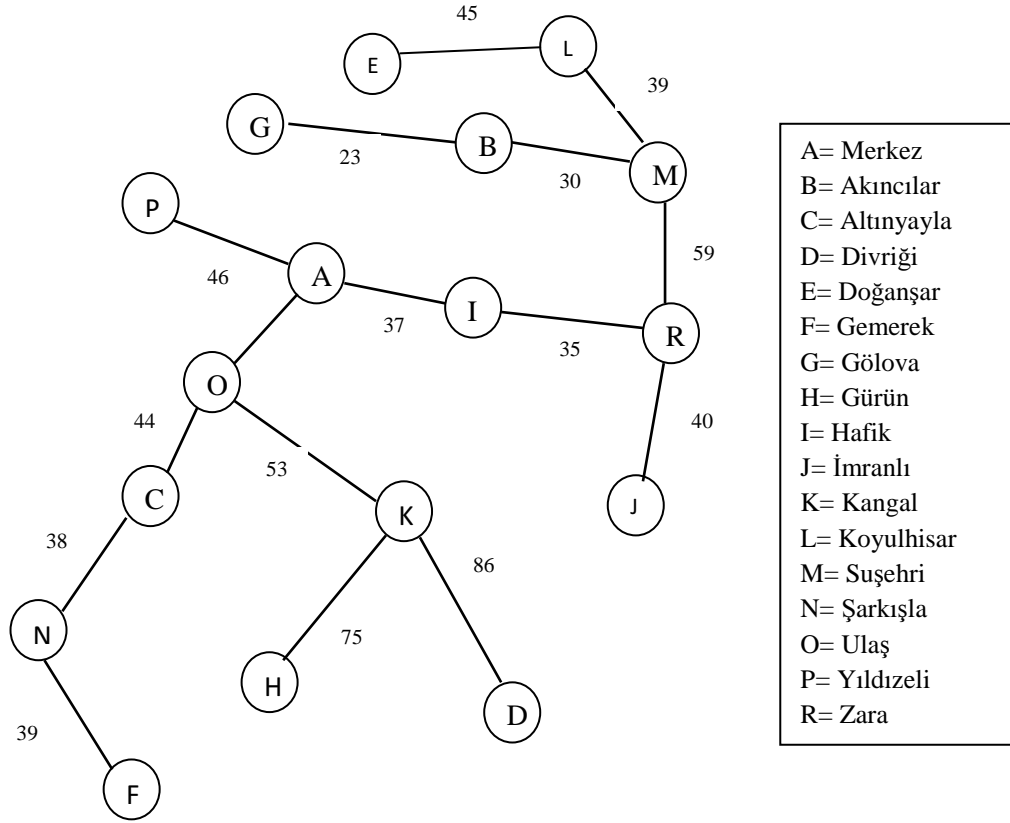
SİVAS	Merkez (A)	Akıncılar (B)	Altınyayla (C)	Divriği (D)	Doğanşar (E)	Gemerek (F)	Gölova (G)	Gürün (H)	Hafik (I)	İmranlı (J)	Kangal (K)	Koyulhisar (L)	Suşehri (M)	Şarkışla (N)	Ulaş (O)	Yıldızeli (P)
Akıncılar (B)	152															
Altınyayla (C)	79	231														
Divriği (D)	174	189	152													
Doğanşar (E)	99	105	178	196												
Gemerek (F)	118	270	77	229	217											
Gölova (G)	171	23	250	188	123	289										
Gürün (H)	134	208	112	161	133	189	305									
Hafik (I)	37	115	116	138	65	155	132	171								
İmranlı (J)	106	60	185	137	128	224	83	240	69							
Kangal (K)	88	205	66	86	187	143	224	75	125	153						
Koyulhisar (L)	168	67	247	206	45	286	85	240	109	137	256					
Suşehri (M)	131	30	210	169	72	249	48	265	94	100	185	39				
Şarkışla (N)	81	233	38	190	180	39	252	150	118	187	104	249	212			
Ulaş (O)	35	187	44	139	136	115	206	99	72	141	53	185	166	82		
Yıldızeli (P)	46	198	125	220	122	125	217	180	82	152	134	214	177	88	80	
Zara (R)	72	80	151	109	94	190	99	206	35	40	125	96	59	153	107	118

Sivas ili için Tablo 3.12.'da km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Bu il içerisinde oluşturulabilecek alternatif yollar Şekil 3.23.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.23. Sivas İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

Daha önceki iller için uygulanan en kısa yayılan ağaç algoritması modelinin ilerleme aşamaları Sivas ili için de uygulandığında Şekil 3.24.' de ki şebekesi oluşacaktır.



Şekil 3.24. Sivas İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

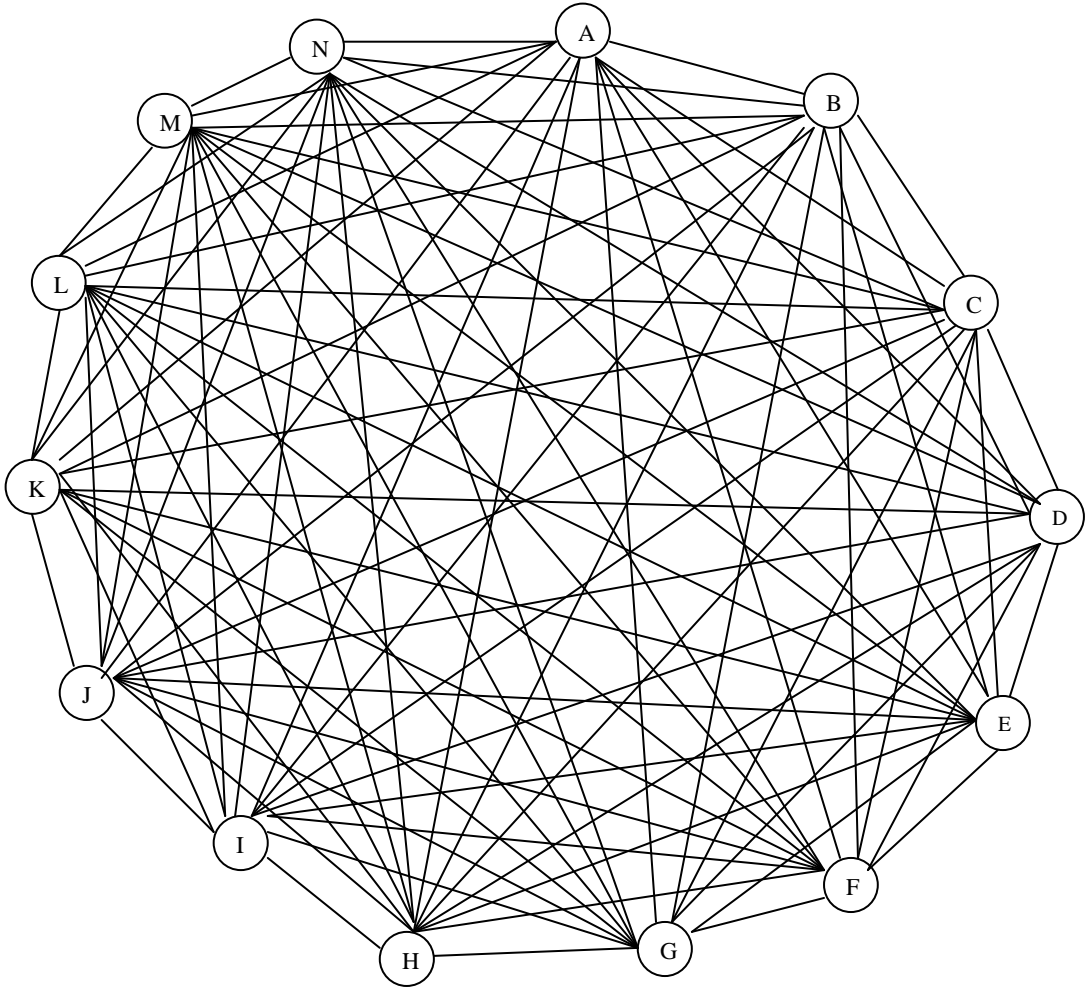
$$FN+NC+CO+OK+KD+KH+PA+AI+IR+RJ+RM+MB+BG+ML+LE=$$

$$39+38+44+53+86+75+46+37+35+40+59+30+23+39+45= 689 \text{ km. dir.}$$

Yozgat ili için Tablo 3.13.'da km. cinsinden il merkezi ve ilçeler arası uzaklıklar görülmektedir. Bu il içerisinde oluşturulabilecek alternatif yollar Şekil 3.25.'de gösterilmiştir.

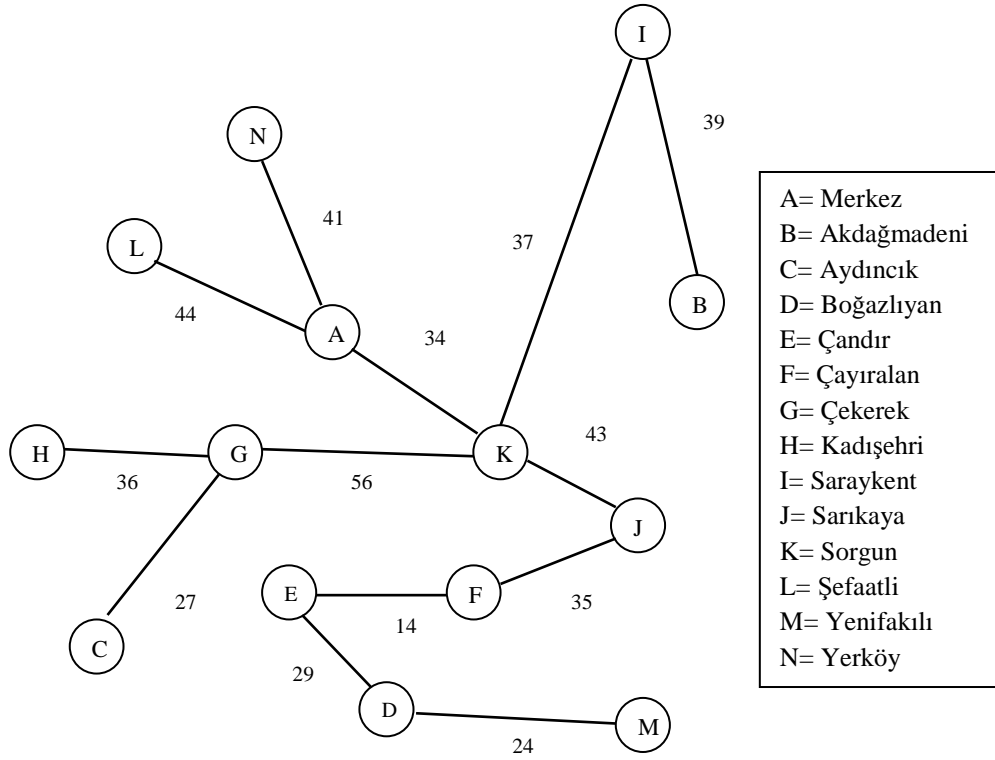
Tablo 3.13. Yozgat İli İlçeler Arası Uzaklıklar(km.)

YOZGAT	Merkez (A)	Akdağmadeni (B)	Aydıncık (C)	Boğazlıyan (D)	Çandır (E)	Çayıralan (F)	Çekerek (G)	Kadıışehri (H)	Saraykent (I)	Sarıkaya (J)	Sorgun (K)	Şefaati (L)	Yenifakılı (M)
Akdağmadeni (B)	104												
Aydıncık (C)	97	121											
Boğazlıyan (D)	95	159	154										
Çandır (E)	122	106	159	29									
Çayıralan (F)	112	92	149	43	14								
Çekerek (G)	90	114	27	127	132	122							
Kadıışehri (H)	118	142	63	155	160	150	36						
Saraykent (I)	71	39	108	108	113	103	81	139					
Sarıkaya (J)	77	101	114	40	47	35	87	115	68				
Sorgun (K)	34	70	83	83	90	78	56	84	37	43			
Şefaati (L)	44	148	141	84	113	127	134	162	115	121	78		
Yenifakılı (M)	104	161	174	24	53	67	147	168	128	60	103	60	
Yerköy (N)	41	145	138	132	159	153	131	159	112	118	75	57	117



Şekil 3.25. Yozgat İli İlçeler Arası Ulaşım Şebekesi

Daha önceki iller için uygulanan en kısa yayılan ağaç algoritması modelinin ilerleme aşamaları Yozgat ili için de uygulandığında Şekil 3.26.'da ki şebeke oluşacaktır.



Şekil 3.26. Yozgat İli En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$NA+LA+AK+KI+IB+KJ+JF+FE+ED+DM+KG+GH+GC=$$

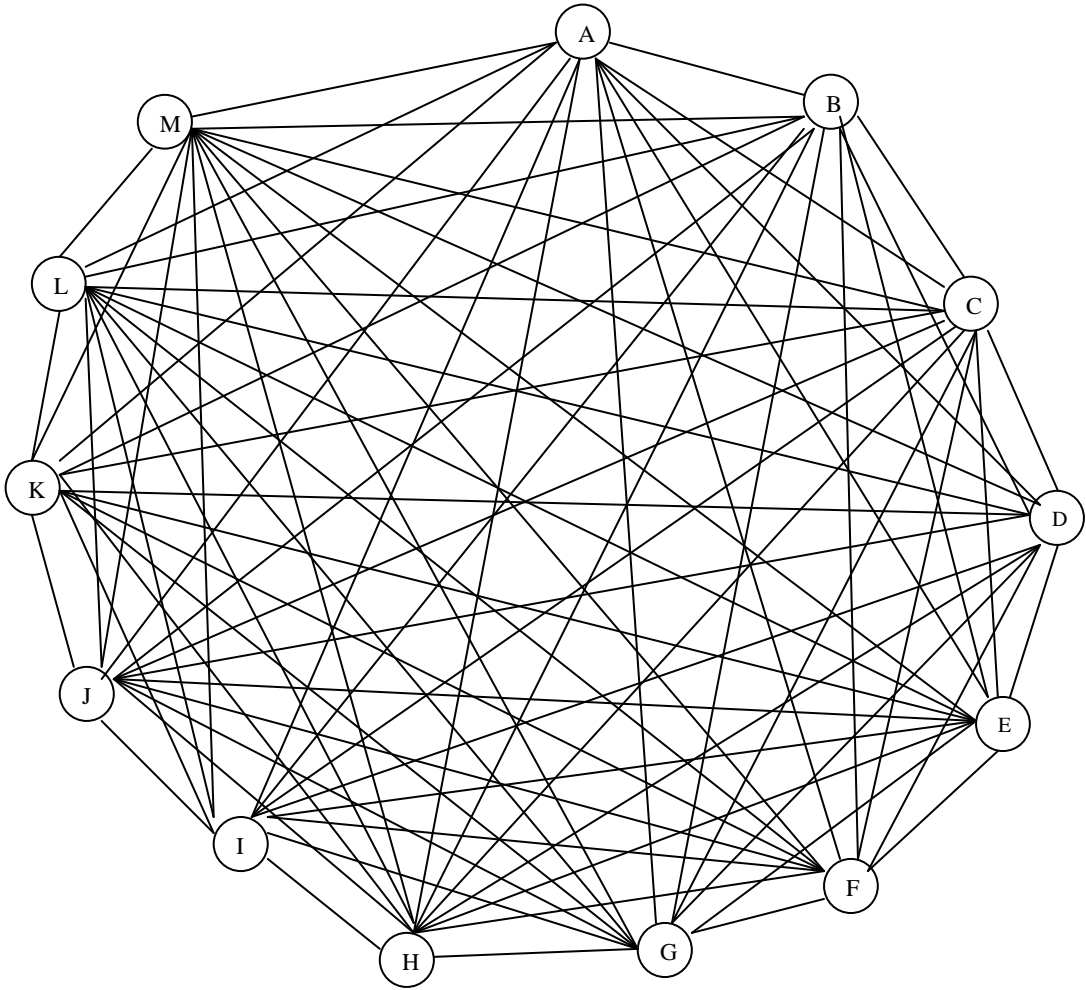
$$41+44+34+37+39+43+35+14+29+24+56+36+27= 459 \text{ km. dir.}$$

Bu algoritmalar yanı sıra, İç Anadolu Bölgesi içerisinde olan illerin, il merkezleri arasındaki uzaklıklar Tablo 3.14.' de gösterilmiştir.

Tablo 3.14. İç Anadolu Bölgesi İller Arası Uzaklıklar(km.)

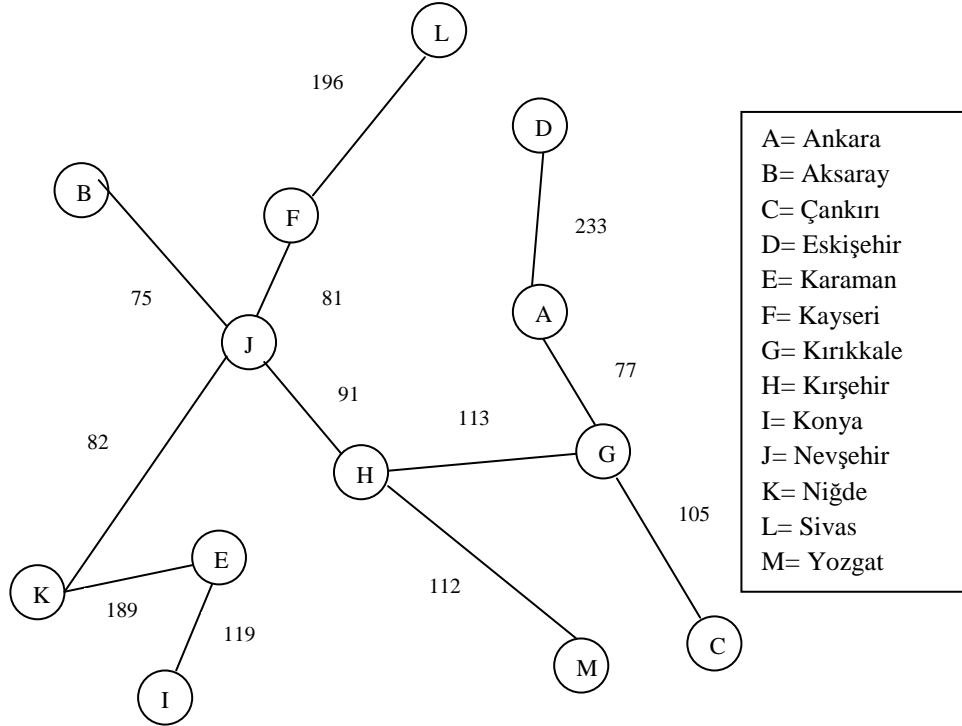
İLLER	ANKARA(A)	AKSARAY(B)	ÇANKIRI(C)	ESKİŞEHİR(D)	KARAMAN(E)	KAYSERİ(F)	KIRIKKALE(G)	KIRŞEHİR(H)	KONYA(I)	NEVŞEHİR(J)	NİĞDE(K)	SİVAS(L)
AKSARAY(B)	225											
ÇANKIRI(C)	131	311										
ESKİŞEHİR(D)	233	443	364									
KARAMAN(E)	369	211	500	451								
KAYSERİ(F)	320	156	348	542	317							
KIRIKKALE(G)	77	210	105	310	412	247						
KIRŞEHİR(H)	186	110	214	408	321	134	113					
KONYA(I)	258	148	389	338	119	304	301	258				
NEVŞEHİR(J)	277	75	305	499	271	81	204	91	223			
NİĞDE(K)	348	121	387	564	189	128	286	173	255	82		
SİVAS(L)	442	352	442	675	513	196	365	330	500	277	324	
YOZGAT(M)	218	222	246	451	433	175	141	112	370	190	268	224

İç Anadolu Bölgesi dâhilinde olan il merkezlerinden, aynı bölgedeki başka il merkezlerine gitmek amaçlı oluşturabilecek alternatif yollar Şekil 3.27.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.27. İç Anadolu Bölgesi iller Arası Ulaşım Şebekesi

Daha önceki iller için uygulanan en kısa yayılan ağaç algoritması modelinin ilerleme aşamaları İç Anadolu Bölgesi dâhilindeki tüm iller için de uygulandığında Şekil 3.28.' de ki şebeke oluşacaktır.



Şekil 3.28. İç Anadolu Bölgesi İller Arası En Küçük Yayılan Ağaç Algoritması

Mevcut şebekede toplam en kısa yayılma mesafesi ise;

$$LF + FJ + KJ + BJ + IE + EK + JH + HM + HG + GC + GA + AD =$$

$196 + 81 + 82 + 75 + 119 + 189 + 91 + 112 + 113 + 105 + 77 + 233 = 1473$ km.
dir.

Yaptığımız şebeke diyagramları ile İç Anadolu Bölgesi içerisinde yer alan bütün illerin her birisi için birer minimum yayılan ağaç algoritması oluşturulmuştur. Herhangi bir lojistik faaliyet söz konusu olduğunda bu algoritmalar teorik noktada birer yol haritası olarak kullanılabilir niteliktedir. Her ne kadar teorik noktada bu haritalar birer yol gösterici olarak kabul edilebilecek olmalarına rağmen, lojistik faaliyetlerde yolların kaliteleri, rakımlar, engebeler, meyiller ve coğrafik şartlar güzergâh belirlemede birer faktördür. Çalışmamızı bu etkenleri sabit kabul ederek devam etmiş bulunmaktayız.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Şebeke analizi, Y.A. içerisinde karar alma aşamasında vazgeçilmezler arasında olan bir yöntemdir. Bunun sebeplerinin başında, uygulanabilirliğinin kolay ve sapma oranının düşük olması gelmektedir. Bu bilimin ortaya çıkışı her ne kadar askeri temellere dayansa da günümüzde işletmecilik ve yönetim alanında büyük bir rehber statüsündedir. İş yaşamında her bir işletme rakiplerinden önde olmak zorunluluğuna sahiptir. Önde olmak demek bir yerde ileriye görebilmekle mümkündür. Bu sebeple gerek oluşum içerisinde, gerek karar aşamasında ve gerekse faaliyetlerin akabinde organizasyonda aksaklıklara sebep olmayacak kararların alınması ve bu sürecin bilimsel yöntemlerle takibi gerekmektedir.

Lojistik faaliyetlerinde, oluşturulacak hattın en güvenli ve en kazançlı olması gerekliliği kaçınılmazdır. Lojistik veya kargoculuk misyonlu işletmeler, hedeflerine göre olabildiğince kullanışlı bir ağa sahip olma ve bu ağlar arasında koordinasyonun ve ulaşımın en kısa zamanda gerçekleşmesini sağlamak durumundadır.

Bu çalışmaya konu olan Şebeke Analizi / En Az Maliyetli Yayılma Algoritması, Aras Holding A.Ş. bünyesinde bulunan Aras Cargo A.Ş.'nin İç Anadolu Bölgesi yol şebekesi dikkate alınarak yapılmıştır. Amaç, şirketin taşımacılık faaliyetlerinde, yapacağı yeni güzergâh belirleme veya şube açma kararlarında kendilerine en uygun şebeke algoritmasının veya şube yeri belirlenmesinin seçiminde belirleyici olmak olarak hedeflenmiştir. Bunun yanında ikinci hedef ise; mevcut rotaların yeniden gözden geçirilmesi, en az maliyetli ve en kısa yolların belirlenmesinde bir model harita olmaktır.

Çalışma sürecinde, her bir ilin ilçeleri arasında en uygun şebeke algoritmaları elde edilmiştir. Kargo işletmelerinde dağıtım merkez ilçeden diğer ilçelere göre akış

halindedir. Bu sebeple ya merkez ilçede ki araç sayıları artırılmalı ya da alıcıya teslimler haftalık dilimlere ayrılmalıdır. Bunun yanında çalışma da iller arası uzaklıklar da dikkate alınarak, ana yükleme noktalarından hangi il merkezlerine ne büyüklükte araçların gitmesi gerektiği de anlaşılabilir niteliktedir.

Çalışma, güncel karayolları dikkate alınarak, iller arası yükleme noktalarının belirlenmesinde ve şubeler arası alternatif yollar içerisinde en kısa yolların ve en az maliyetli tercihin yapılmasında teorik noktada kullanılabilir niteliktedir. Ancak etkinliğin sağlanabilmesi için karayolları dâhilinde gerçekleştirilen iyileştirme faaliyetleri de takip edilmek zorundadır. Bu tür faaliyetlerde maliyet hesaplanırken teorik yaklaşımın eksik kaldığı aşikârdır. Bunun sebeplerinin başında kullanılan yolun kalitesi, kullanılabilirliği, engebesi vb. etkenler gösterilebilir. Her ne kadar kısa zamanda ürünün alıcıya teslimi gerekse de bu faaliyetler dizisi içerisinde maliyetlerinde minimuma çekilmesi gerekmektedir. Maliyetler içerisinde amortismanlarda bir maliyet kalemi olduğu için takip edilecek yolun araçları ne kadar yıprattığı da önemli konu haline gelir.

Zaman, kargoculukta müşteri tercihinin ilk etkenidir. Mevcut alternatifler içerisinde müşteri her zaman daha kısa zamanda paketini teslim eden firmayı tercih etme olasılığı yüksektir. Keza bu tür bir seçimde rasyonel karar da budur. Alıcıların rasyonel hareket ettiği savına dayanarak firmaların ve alıcıların en önemli önceliğinin zaman olduğunu söyleyebiliriz. Yapılan çalışmamızda bu problemin aşılmasında gerek Aras Cargo A.Ş. için gerek taşımacılık yapan diğer her firma için küçük bir el kitabı hükmünde kullanılabilir niteliktedir. Söz konusu şebekeler dikkate alınarak, ilgili bir firma incelediğimiz bölge, il ve ilçeleri arasında kolaylıkla rota tayin edebilir. Bu şekilde rakiplerine karşı üstünlük sağlaması içten bile değildir. Çalışmamız bunun yanı

sıra yeni açılacak bir şubenin yerinin belirlenmesinde de yardımcı olacaktır. Örneğin, şube yeri seçiminde belirleyici etkenler sabit kabul edilirse (ceterus paribus varsayımı), ulaşımında her noktada büyük kilometreler sarf edilmesi gereken bir ilçenin tercihi isabetli bir karar olacaktır. Bu şekilde indirme-bindirme noktalarında veya yeni bir müşteri kitlesi yakalanmasında da öne geçilmiş olunacaktır.

Çalışmamız kargoculuk için başlamış olsa da otobüs firmaları, tur şirketleri, nakliye şirketleri, postacılık vb. durumlarda dahi kullanılabilir niteliktedir.

Bununla birlikte yapılan tez çalışmamız temel alınarak, herhangi bir ilin tüm ilçe, mahalle, nahiye ve köyleri dikkate alınarak farklı çalışmalarda yapılabilir.

Kargoculukta standart maliyet kalemleri her zaman geçerli olmamaktadır. Bunun sebeplerinin başında çoğu zaman müşteri memnuniyeti gelmektedir. Örneğin bazen bir müşteri paketi için bir araç yola çıkarılmakta ve bu da rasyonel bir hareket gibi görünmemektedir. Bu temelle hareket edildiğinde çoğu zaman maliyet kalemlerinden hangisinin dikkate alınmasının önceliği tartışılır hale gelebilmektedir. İşte bu tür durumlarda maliyeti minimize etmek için yapılabilecek en mantıklı faaliyet en kısa yolların tercih edilmesiyle paketin müşteriye temsilidir.

KAYNAKÇA

- Albayrak, B. (2001), *Proje Yönetimi ve Proje Danışmanlığı*, Beta Basım Yayım Dağıtım, Kırklareli.
- Albayrak, B. (2005), *Proje Yönetimi*, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Ayanoğlu, M. (2006), *Yönetim Bilimi(Yöneylem Araştırması)*, Sakarya Kitabevi, Sakarya.
- Aytulun, S. K. (2006), *Lojistik Yönetiminde Süreçlerin Stokastik Şebekeler Yardımıyla Analizi ve Endüstriyel Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Balaban, M.E. (1983), *Bir Sipariş Üretim Sisteminin Planlama ve Kontrolüne Yönelik Q-GERT Şebeke Modelinin Geliştirilmesi ve Bilgisayar Analizi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, İstanbul.
- Baraz, E.H. (2008), *Şebeke Analizi ile Proje Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Barutçugil, İ. (2008), *Proje Yönetimi*, Kariyer Yayıncılık, İstanbul.
- Can, H. (2005), *Organizasyon ve Yönetim*, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Cevriye, G. ve Türkbey O. (2001), *Proje Tamamlanma Zamanının Bulunmasında İstatistiksel Analiz Yardımıyla Bulanık-Pert, Klasik-Pert ve Gerçek-Dağılım Yöntemlerinin Karşılaştırılması*, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, İzmir.

- Cleland, D. I. ve King W. R. (1975), *Systems Analysis and Project Management*, McGraw Hill, New York, U.S.A.
- Doğan, İ. (1994), *Yöneylem Araştırması Teknikleri*, Bilim teknik Yayınevi, Eskişehir.
- Duran, C. (2007), *CPM-PERT Modelleri ve Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Erden, S. (2004), *Alçak Gerilim Topraklama Şebekelerinin Analizi ve Simülasyonu*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ergülen, A. Kazan, H. ve Kaplan, M. (2005), *İşletmelerde dağıtım sistemi maliyetleri minimizasyonu için çözüm modeli: bir firma uygulaması*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Konya.
- Esin, A. (2003), *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Gültekin, A.T. (2007), *Proje Yönetimi*, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Gür, İ. (2006), *Proje Yönetiminde Pert/CPM'in Proses Modeli ile Simüle Edilmesi ve Bir Uygulama*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze.
- Halaç, O. (1983), *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)*, Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Harris, J. (1997), *Proje Yönetimi*, Hayat Yayıncılık, İstanbul.

Harvey, A. L. (2005), *Practical Project Management: Tips, Tactics and Tools*, New York: John Wiley&Sons,Inc., U.S.A.

Heizer, J. ve Render B. (2002), *Operations Managament and Principles of Operations Managament*, Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.

<http://archive.ismmmo.org.tr/docs/malicozum/56MaliCozum/56%20MEHMET%20KAHVEC%C4%B0.doc> /(30.12.2009)

<http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem> /(03.01. 2010)

http://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C3%96neyim_ara%C5%9Ftırması /(30.08.2009)

http://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C3%96neyim_ara%C5%9Ftırması /(02.01.2010)

<http://www.araskargo.com.tr/tr/organizasyon.aspx>, /08.02.2010)

<http://www.arasholding.com.tr/hakkimizda.asp>, /08.02.2010)

<http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionImages/KGMImages/Haritalar/OtoyolTurkiye.jpg>,
/10.04.2010)

<http://www.kho.edu.tr/akademik/yam/index.htm> /(30. 08. 2009)

İpekgil Doğan, Ö. ve Güler M. (2006), *Proje Yönetimi: Araştırma ve Geliştirme Projelerinin Başarısına Etki Eden Kritik Faktörler*, Barış Yayınları, İzmir.

Karadeniz, C.Ö. (2007), *PERT-CPM ile Proje Planlama, Değerlendirme ve Bir İşletme Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kazançoğlu, Y. (2008), *Lojistik Yönetimi Sürecinde Tedarikçi Seçimi ve Performans Değerlendirilmesinin Yöneylem Araştırması Teknikleri İle Gerçekleştirilmesi: AHP (Analitik Hiyerarşik Süreç ve DEA (Veri Zarflama Analizi)*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Keynes, J.M.(2005), *Genel Teori İstihdam, Faiz ve Paranın Genel Teorisi*, Çeviren uğur Selçuk Akalın, Kalkedon Yayıncılık, İstanbul. (Orijinali 1936 yılında yayımlanmıştır.)

King, W. (1973), *An Experimental Analysis Of Network Planning*, Management Science, Vol:19, No: 12 August, United States Of America.

Özgen, H.(1987), *Üretim Yönetimi*, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

Özkan, Ş. (2005), *Yöneylem Araştırması Nicel Karar Teknikleri*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Öztürk, A. (2007), *Yöneylem Araştırması*, Ekin Kitabevi, Bursa.

Sarıca, İ. (2006), *CPM ve PERT Teknikleriyle Proje Planlama ve Bir İşletmede Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

Sezen, H.K.(2007), *Yöneylem Araştırması*, Ekin Kitabevi, Bursa.

Taha, H.A.(2000), *Yöneylem Araştırması*, Çeviren ve Uygulayan Ş. Alp Baray- Şakir Esnaf, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Tulunay, Y. (1982), *İşletme Matematiği*, İşletme fakültesi Yayın No:269, İstanbul.

- Türkmen, İ. (2007), *Sürdürülebilir Tarım İçin Yöneylem Araştırması Modelleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tütek, H.H. ve Gümüsoğlu, Ş. (2000), *Sayısal Yöntemler*, Beta Basım Yayın Dağıtım, Kırklareli.
- Ulucan, A. (2007), *Yöneylem Araştırması*, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Yılmaz, M. (2005), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri/ Yöneylem Araştırması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yücel, M. (2004), *Pazarlama Problemlerinin Çözümünde Yöneylem Araştırmasının Önemi*, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, İnönü Üniversitesi İ.İ. B.F, Malatya.
- Wermter, M. (1996), *Stratejik Proje Yönetimi (Strategisches Projekt-Management Der Weg Zum Makterfolg)*, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- Winston, W.L.(2004), *Operation Research: Applications and Algorithms*, Cengage Learning, Duxbery, U.S.A.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Sivas'ın Suşehri ilçesinde doğdu. İlkokul eğitimine İstanbul'da başladı ancak Suşehri'nde bitirdi. Yine orta ve lise eğitimini Suşehri'nde tamamladı. 2003 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'ni kazandı. 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl Cumhuriyet Üniversitesi Suşehri Timur Karabal Meslek Yüksekokulu'na Öğretim Görevlisi olarak atandı. 2008 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Sayısal Yöntemler Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

Halen Cumhuriyet Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.